



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**Ecología y reproducción de *Anolis subocularis*  
(Squamata: Polychrotidae) en una comunidad  
de selva baja ubicada al sureste de Tierra  
Colorada, Guerrero**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I Ó L O G O

PRESENTA:  
**RAMÓN EDUARDO MARTÍNEZ GRIMALDO**

DIRECTOR DE TESIS:  
**M. en C. MANUEL FERIA ORTÍZ**  
MUSEO DE ZOOLOGÍA



México, D.F.

2009



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

ASUNTO: ASIGNACIÓN DE SINODALES

**ESTIMADOS MAESTROS:**

La Dirección de la Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", los ha nombrado como Sinodales del Examen Profesional del alumno:

**MARTÍNEZ GRIMALDO RAMÓN EDUARDO**

Quien presenta como trabajo recepcional: **Ecología y reproducción de Anolis subocularis (Squamata: Polychrotidae) en una comunidad de selva baja ubicada al sureste de Tierra Colorada, Guerrero.**

**PRESIDENTE** M. en C. DOLORES A. ESCORZA CARRANZA

**VOCAL** M. en C. MANUEL FERIA ORTIZ

**SECRETARIO** M. en C. DAVID N. ESPINOSA ORGANISTA

**SUPLENTE** BIÓL. ALEJANDRO J. TECPA JIMENEZ

**SUPLENTE** BIÓL. ROBERTO CRISTÓBAL GUZMÁN

*Dolores A. Escorza Carranza*  
\_\_\_\_\_  
*[Signature]*  
\_\_\_\_\_  
*[Signature]*  
\_\_\_\_\_  
*[Signature]*  
\_\_\_\_\_

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
México, D. F., a 01 de abril de 2009.

*[Signature]*  
**M. en C. CARLOS PÉREZ MALVÁEZ**  
**JEFE DE LA CARRERA**



## Dedicatoria

A mi familia:

A mis señoritas

Nohemí Rebeca, por su comprensión y paciencia;

Ariadne Sofia, porque tus sonrisas son mi inspiración

Yarazet Zunashi, tu picardía me sorprende y me mantiene alegre.

A mis papás

Sin el apoyo de mi padre, quizás no alcanzo esta meta.

Los desvelos de mi madre a la hora de las tareas ahora ven sus frutos.

A mis hermanos Héctor y Rosita compañeros de travesuras.

Al resto de mi familia, a quienes desde que fui niño, se asombraron por mi decisión de llegar a ser biólogo, y ahora que lo soy oficialmente, espero ganar su respeto y admiración. A un recuerdo y conservo el juego de botánica que Pipo me obsequió.

A mi prima Claudia, a quien me da gusto volverme a reencontrar, justo a tiempo para que comparta conmigo este logro.

A todos mis amigos, desde los que hice en la cuadra y los que me acompañaron en mi desarrollo escolar en todos los niveles educativos (desde el kínder hasta la universidad).

En especial a la memoria de mi mejor amigo Iván<sup>†</sup> quien me enseñara muchas cosas de la vida.

A todos ustedes:

**LES DEDICO ESTA TESIS**

# Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi *alma máter*.

Principalmente agradezco a mi director de tesis Manuel Feria, por haber aceptado trabajar conmigo en este proyecto de tesis, por compartirme sus conocimientos de herpetología y otras áreas del conocimiento en biología y, especialmente agradezco todo su apoyo incondicional para poder lograr la realización de este trabajo. Espero que está no sea la última vez que trabajemos juntos.

De igual forma, agradezco a cada uno de mis sinodales por sus consejos y sugerencias los cuales enriquecieron de manera significativa este trabajo:

Agradezco a la maestra Dolores Escorza, sus enseñanzas y consejos a lo largo de la carrera. A un recuerdo sus clases, y su compañía en las salidas de campo.

Agradezco las enseñanzas y el apoyo del maestro David Espinosa, especialmente agradezco que me haya permitido salir de campo con sus grupos del 6to semestre y, así poder realizar este trabajo.

Agradezco al profesor Alejandro Tecpa sus conocimientos y por brindarme aquella gran experiencia de vida de quince días. Aun recuerdo a toda esa gente humilde que conocí por medio de usted.

Agradezco al profesor Roberto Cristóbal todos sus conocimientos y sus consejos que me ha dado.

También agradezco a todos los profesores que he tenido a lo largo de la carrera, especialmente agradezco a José Luis Guzmán Santiago quien fuera el primero en enseñarme técnicas de investigación; al profesor Dr. Alfredo Bueno, quien compartió conocimientos y críticas de una infinidad de temas durante las salidas de campo y en horas de trabajo en el museo de zoología; a la maestra Patricia Rivera quien me brindara su confianza y conocimientos; al señor jefe de carrera Carlos Pérez Malvárez por compartir conocimientos y por sus charlas Darwinianas; al profesor Isaías Salgado por el préstamo de fuentes bibliográficas; al profesor Carlos Montoya por la donación de cultivos de drosophilas que sirvieron de alimento a los ejemplares que se mantuvieron vivos en laboratorio; y finalmente a las profesoras Mercedes Luna y Magdalena Ordoñez del Museo de Zoología, quienes me han compartido sus conocimientos de entomología.

Agradezco a mi padre por su apoyo durante toda mi carrera.

Agradezco a aquellas personas que quizás no mencione pero que de alguna forma contribuyeron a mi formación profesional compartiendo críticas y consejos.

Y ¿por qué no? agradezco a aquellos grandes personajes de la biología: Aristóteles, Lamarck, Darwin, Linneo, Pasteur, Mendel, Oparin, Crick, Herrera, Rzedowski y una infinidad de investigadores que no cité pero que gracias a sus trabajos existe esta hermosa ciencia: la **Biología**.

“Nunca consideres el estudio  
como una obligación sino  
como una oportunidad para  
penetrar en el bello y  
maravilloso mundo del saber”

**Albert Einstein**

“No puedes depender de  
tus ojos cuando tu  
imaginación está fuera de  
foco”

**Charles Darwin**

“La vida es el arte de sacar  
conclusiones suficientes a partir  
de datos insuficientes”

**Samuel Butler**

“La ciencia se compone de  
errores, que a su vez, son  
los pasos hacia la verdad”

**Julio Verne**

“El amor por todas las criaturas vivientes es el más noble atributo del hombre”  
**Charles Darwin**

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
Ecología Térmica: Regulación de la temperatura corporal.....	<b>5</b>
Patrones de actividad reproductiva.....	<b>11</b>
<b>Descripción de la especie</b> .....	<b>20</b>
<b>Descripción del área de estudio</b> .....	<b>21</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>26</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>28</b>
<b>Material y métodos</b> .....	<b>29</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>33</b>
Morfometría.....	<b>33</b>
Microhábitat.....	<b>35</b>
Patrón de Actividad.....	<b>35</b>
Ecología Térmica.....	<b>37</b>
Reproducción .....	<b>40</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>46</b>
Morfometría.....	<b>46</b>
Microhábitat.....	<b>46</b>
Patrón de Actividad.....	<b>48</b>
Ecología Térmica.....	<b>49</b>
Reproducción .....	<b>54</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>61</b>
<b>Literatura citada</b> .....	<b>63</b>

# ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Datos disponibles en la literatura sobre la Temperatura corporal promedio (Tc) y temperatura del microhábitat promedio [Temperatura del aire (Ta) y Temperatura del Sustrato (Ts)], ocupado por diferentes Lagartijas Mexicanas del género <i>Anolis</i> . Nr = Datos no reportados por el autor. -----	49
Cuadro 2. Datos disponibles en la literatura sobre la Temperatura corporal promedio (Tc) y temperatura del microhábitat promedio [Temperatura del aire (Ta) y Temperatura del Sustrato (Ts)], ocupado por diferentes <i>Anolis</i> (Squamata: Polychrotidae) en diversos países. Nr = Datos no reportados por el autor. -----	51
Figura 1. <i>Anolis subocularis</i> (Fotos tomadas por Ramón Eduardo Martínez Grimaldo) -----	20
Figura 2. Distribución de la Selva Baja Caducifolia en México y ubicación del área de Estudio. -----	25
Figura 3. Ficha de los datos registrados en campo. -----	32
Figura 4. Distribución de Longitud Hocico-Cloaca (LHC), Ancho de la Cabeza (AC) y el Peso para hembras y machos de <i>Anolis subocularis</i> . -----	34
Figura 5. Microhábitats usados por <i>Anolis subocularis</i> . -----	35
Figura 6. Periodo de actividad diario de <i>Anolis subocularis</i> , basado en observaciones de campo (n = 116). -----	36
Figura 7. Periodo de actividad diario de hembras y machos de <i>Anolis subocularis</i> , basado en observaciones de campo. -----	37
Figura 8. Relación entre la Temperatura Corporal (Tc) y la Temperatura del Aire (Ta) de <i>Anolis subocularis</i> (n = 116). -----	37
Figura 9. Relación entre la Temperatura Corporal (Tc) y la Temperatura del Sustrato (Ts) de <i>Anolis subocularis</i> (n = 116). -----	38
Figura 10. Distribución de la Temperatura de <i>Anolis subocularis</i> durante su periodo de actividad (n = 116). -----	39
Figura 11. Distribución de la Temperatura Corporal de <i>Anolis subocularis</i> por tipo de microhábitat durante su periodo de actividad (n = 116). -----	39
Figura 12. Peso, diámetro y número de folículos promedio de los ovarios de las hembras de <i>Anolis subocularis</i> por mes de colecta (n = 44). -----	40
Figura 13. Porcentaje mensual de categorías reproductivas de las hembras de <i>Anolis subocularis</i> , de acuerdo al criterio de Licht & Gorman (1970). -----	41
Figura 14. Número de lagartijas juveniles (menores de 3.5 cm) encontradas durante las colectas de Septiembre y Octubre. -----	42
Figura 15. Relación entre el peso de los Ovarios y el peso de los cuerpos grasos e hígado para <i>Anolis subocularis</i> en los meses de colecta (n = 44). -----	43
Figura 16. Graficas de peso y diámetro promedio de los testículos de los machos de <i>Anolis subocularis</i> por mes de colecta (n = 62). -----	44
Figura 17. Relación entre el peso de los Testículos y el peso de los cuerpos grasos e hígado para <i>Anolis subocularis</i> en los meses de colecta (n = 62). -----	45

## RESUMEN

Se realizó un estudio de algunos datos ecológicos y reproductivos a una población de la lagartija *Anolis subocularis* (Davis, 1954), que habita en una comunidad de selva baja caducifolia, al sureste de Tierra Colorada, Juan R. Escudero, Guerrero (17°07' N y 99°32' W). El promedio de la Longitud Hocico Cloaca de la población estudiada fue de  $4.14 \pm 0.87$  cm (5.8 – 2.2 cm; n = 149). Se encontró dimorfismo sexual morfométrico, por lo que los machos resultaron ser significativamente más grandes y más pesados que las hembras. El microhábitat en el que colectaron más lagartijas fueron las rocas y la actividad de esta población resultó ser bimodal (11:00 – 11:59 y 18:00 – 18:59 hrs.).

La temperatura corporal promedio de la población fue de  $31.25 \pm 1.9$  °C (25 – 35 °C), detectándose una correlación significativa con las temperaturas del microhábitat (aire y sustrato) y, de acuerdo con el criterio de Huey y Slatkin (1976) se observó una tendencia hacia la termorregulación activa ( $T_c = 20.2996 + 0.372 T_a$  y  $T_c = 21.1371 + 0.3463 T_s$ ). El que una lagartija sea termorreguladora activa, tiene ciertas ventajas e implicaciones ecológicas, como el hecho de que el animal asigne la cantidad de energía necesaria al crecimiento, reproducción y mantenimiento.

El patrón de actividad reproductiva de la población es marcadamente estacional cíclica, pero asincrónica entre machos y hembras. Mientras los machos presentan actividad testicular en los meses de secas, las hembras muestran folículos vitelogénicos mayores a 3 mm y huevos oviductales durante los meses de lluvias, es en estos meses donde las crías encontrarán una mayor disposición de recursos para su supervivencia.

# INTRODUCCIÓN

En el curso de la evolución los organismos han experimentado sucesivas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y ecológicas. Cuando los organismos enfrentan nuevas presiones selectivas, ya sea porque migren y colonicen nuevas áreas o debido a que su ambiente cambie, tienen que evolucionar hacia nuevas características y estrategias de vida con el fin de adaptarse a las nuevas condiciones y seguir persistiendo en el medio (Dunham, 1994). Aspectos tales como el patrón reproductivo, la modalidad alimenticia y termorregulatoria de los reptiles, por ejemplo, representan estrategias de vida a ambientes particulares (Dunham *et. al.*, 1988).

Es en este punto, en el que la ecología interviene. Esta disciplina se encarga del estudio de las interrelaciones entre los organismos y sus ambientes, este último lo incluye todo, desde la luz solar y la lluvia hasta los suelos y otros organismos. El ambiente de un organismo no sólo está formado por otras plantas y animales que se le encuentran directamente relacionados (como alimentos, árboles usados como perchas, depredadores y competidores), sino también, por procesos puramente físicos y sustancias inorgánicas como las fluctuaciones diarias de temperatura y las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono. Evidentemente, estas concentraciones pueden estar afectadas por otros organismos que por consiguiente forman de modo indirecto una parte del ambiente del primer organismo (comunidades, ecosistemas; Pianka, 1982).

Una aproximación para la comprensión del papel de una especie en particular en las comunidades y/o ecosistemas, es recoger y divulgar detalladamente su papel ecológico y

los datos de su historia natural, para así con ellos proporcionar fundamentos para diseñar estudios comparativos y experimentales. Tales datos son escasos para la mayoría de las especies de reptiles en el mundo (Greene, 1986).

El conocimiento de la ecología de lagartijas tropicales es pobre en comparación al de las especies templadas, pero existen los suficientes datos para revelar una gran diversidad de hábitos ecológicos y de características, que sean comparables a la diversidad taxonómica de formas tórridas. Por tanto, es urgente conocer y entender los patrones y los procesos de las poblaciones y de las comunidades de las lagartijas antes de que las zonas tropicales sean alteradas irremediablemente por la sociedad moderna (Ballinger *et al.*, 1995).

Como existe un gran número de especies presentes en las áreas tropicales del mundo se requiere un considerable trabajo, para obtener información que ayude a comprender mejor el papel de estas especies dentro de sus nichos. Es por eso que el siguiente trabajo pretende dar a conocer dos datos muy importantes de la historia natural de *Anolis subocularis*, como lo son la ecología térmica y el patrón reproductivo, como una base para que con estudios posteriores se pueda comprender a fondo su ecología en la Selva Baja Caducifolia de Guerrero, México.

### **Ecología Térmica: Regulación de la temperatura corporal.**

En términos ecológicos, la principal característica que define a los reptiles se centra en su mecanismo de regulación de la temperatura. Todas las funciones fisiológicas de estos organismos dependen de la temperatura. Los reptiles son considerados como vertebrados

ectotermos, es decir, requieren de fuentes externas de calor para elevar su temperatura corporal (a diferencia de los endotermos, que obtienen el calor de su propio metabolismo: aves y mamíferos) y mantenerla dentro de los intervalos adecuados con el fin de que puedan realizar de manera eficiente sus actividades fisiológicas. Así tenemos que, a temperaturas ambientales relativamente bajas, la velocidad de los procesos fisiológicos en los reptiles disminuye, ocurriendo lo contrario a temperaturas ambientales altas (Cowles, 1940).

Cowles & Bogert (1944), detectaron que si bien las temperaturas ambientales pueden variar considerablemente en microambientes específicos, la mayoría de los reptiles mantienen su temperatura corporal dentro de límites relativamente estrechos. Estas temperaturas corporales son ideales para un correcto desarrollo de sus actividades y procesos metabólicos.

De acuerdo con Cowles (1940), los reptiles pueden ganar calor mediante dos vías. Muchos de estos animales son heliotermos ya que toman directamente del sol el calor que necesitan para suministrar la energía que requieren las reacciones químicas de su cuerpo; o bien son tigmotermos cuando adquieren el calor por contacto del sustrato donde se encuentren. No obstante, los intervalos de temperaturas corporales mantenidos por los reptiles, también pueden ser superiores o relativamente cercanas a las temperaturas del aire y del sustrato. Esto es, que mientras algunas especies activamente regulan su temperatura corporal, otras denominadas termoconformistas, prácticamente no realizan actividad encaminada a regular la temperatura de su cuerpo y, por lo tanto, ésta sigue pasivamente la temperatura del ambiente (Huey & Slatkin, 1976).

Es, a partir de la década de los 1940's, que se comenzaron a desarrollar diversas investigaciones en la ecología térmica de las lagartijas (Bogert, 1949a, b; Ruibal, 1961; Brattstrom, 1965; Ballinger *et al.*, 1970; Huey & Webster, 1976; Hertz *et al.*, 1979; Huey, 1974; Huey & Slatkin, 1976; Pough, 1980; Huey, 1982; Gatten, 1985; Stevenson, 1985; Wheeler, 1986; Huey & Bennett, 1987; Bakken, 1989; Lemos-Espinal & Ballinger, 1995; Adolph, 1990; Shine & Schwarzkopf, 1992; Adolph & Porter, 1993; Hertz *et al.*, 1993; Tosini *et al.*, 1995; Bauwens *et al.*, 1996; Diaz, 1997; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a, b; Vitt & Sartorius, 1999; Díaz & Cabezas Días, 2004; Pérez-Alvarez, 2005; Bulté & Blouin-Demers 2006; Diaz *et al.*, 2006; Lu *et al.*, 2006), de los cuales, un gran número de estos trabajos han tenido un enfoque comparativo tratando de explicar cuales son las causas ecológicas y/o evolutivas que dan como resultado las temperaturas de actividad que actualmente presentan las diferentes especies de lagartijas.

Por otro lado, en México se han realizado diversos trabajos sobre la ecología térmica de varias especies de lagartijas, principalmente de los géneros *Anolis* (Heras-Lara & Villarreal-Benítez, 2000), *Aspidocelis* (= *Cnemidophorus*), *Phrynosoma* (Urzua-Vázquez, 2008), *Sceloporus* (Bogert, 1949a; Lemos-Espinal *et al.*, 1997a, b, c; Avila-Bocanegra, 2004; López-Alcaide, 2005; González-Éspinoza, 2006; Woolrich-Piña *et al.*, 2006) y *Xenosaurus* (Díaz de la Vega-Pérez, 2004; Navarro-García, 2004).

### **Ecología térmica de diversas especies del género *Anolis*.**

Para el género *Anolis* se cuentan con los siguientes trabajos relacionados con su ecología térmica:

Rand (1964) demostró que se incrementa la distancia de escape cuando disminuye la temperatura corporal de las lagartijas. En sus observaciones de campo, *A. lineatopus* es más cautelosa cuando su temperatura corporal es baja.

Licht (1968) demostró que la temperatura preferida de las lagartijas es independiente de previas historias térmicas. En su estudio realizado en laboratorio, sometió a una aclimatación de cuatro meses a *A. carolinensis* bajo un gradiente fototermal variable, y observó que su temperatura preferida no cambió.

Ballinger *et al.* (1970) demostraron que la termorregulación en lagartijas puede variar proporcionalmente según los cambios de la temperatura ambiental. En su estudio encontraron diferencias de la temperatura corporal de *A. limifrons* entre las estaciones secas y húmedas.

Licht (1971) realizó un estudio de la regulación del ciclo testicular de *A. carolinensis* y su relación con el fotoperiodo y la temperatura. En su análisis, al compararlo con datos fenológicos y experimentales de otras lagartijas, concluyó que existe una variación interespecífica en la adaptación fisiológica que depende de una relación foto-termal.

Huey (1974), Huey & Webster (1976) y Hertz & Huey (1981) encontraron que el tipo de hábitat tiene un efecto en la regulación de las temperaturas corporales, generalmente en hábitats con temperaturas homogéneas los organismos no consiguen llegar a sus óptimos de temperatura. En cambio, un ambiente térmicamente heterogéneo permite a las lagartijas tener un control más preciso en la selección de la temperatura corporal, lo cual resulta adecuado para el desempeño de sus diferentes procesos fisiológicos (Huey & Slatkin, 1976). En todos los trabajos se encontraron variaciones en la conducta termorreguladora de

*Anolis* (*A. cristatellus*, Huey, 1974; *A. gundlachi*, *A. cristatellus* y *A. cooki*, Huey & Webster, 1976; y *A. cybotes*, Hertz & Huey, 1981) causadas por factores ambientales presentes en los diferentes hábitats.

Van Berkum (1986) presentó un modelo evolutivo, en el cual, mostró evidencia de cómo los *Anolis* tienen que involucrarse en una competencia poblacional de diversas actividades con la finalidad de alcanzar su temperatura corporal óptima.

Hertz (1992) y Hertz *et al.* (1993) encontraron una forma de comprender la regulación térmica en campo de las lagartijas, a través de tres características conductuales y ecológicas de una población: (a) el rango elegido de temperatura de las lagartijas dentro de un gradiente fototermal; (b) la distribución de la temperatura operativa disponible (la cual se determina mediante la aplicación de modelos de cobre del mismo tamaño de la lagartija y colocados en el lugar donde es colectada); y (c) la temperatura corporal promedio de las lagartijas en su ambiente natural. Todos sus estudios se basaron en la evaluación térmica de tres diferentes *Anolis* (*A. cooki*, *A. cristatellus* y *A. gundlachi*) de Puerto Rico.

Hertz *et al.* (1994) realizaron un estudio en laboratorio a *A. cristatellus* y *A. gundlachi* para comprobar si utilizan la intensidad luminosa, debido a que ellos asumieron que la termorregulación la efectúan en base a la heterogeneidad presente en su microhábitat. Al colocar a las lagartijas bajo el gradiente lumínico y bajo la aclimatación de tres diferentes temperaturas, observaron que *A. cristatellus* seleccionó microsítios con diferentes intensidades luminosas, pero *A. gundlachi* no mostró selección alguna.

En un estudio realizado a *A. carolinensis*, Jenssen *et al.* (1996) encontraron que la lagartija presenta una adaptación metabólica debido a su conducta termorreguladora. Esta

lagartija es termorreguladora activa, pero en los meses invernales se comporta como termoconformista, y es así cómo facilita sus procesos fisiológicos.

Rogowitz (2003) realizó un análisis de consumo de energía a seis especies de *Anolis* caribeñas (*A. gundlachi*, *A. cristatellus*, *A. stratulus*, *A. evermanni*, *A. pulchellus* y *A. krugi*), todas ellas con diferentes características ecológicas, morfológicas y etológicas. Él encontró una relación entre la temperatura corporal y la estructura del nicho de cada lagartija.

Bishop & Echternacht (2004) realizaron un estudio de comportamiento en *A. carolinensis* durante el invierno. Encontraron que mientras se encuentren las lagartijas en forma gregaria dentro de grietas, ellas se encuentran térmicamente protegidas. No obstante, no desaprovechan algunos rayos solares y salen eventualmente de su escondite invernal para realizar actividad termorreguladora.

Brown & Griffin (2005) después de haber privado de alimento a *A. carolinensis*, sometió a dicha a un estudio bajo un gradiente térmico y, concluyó que, la composición de la dieta en las lagartijas afecta la selección de sus temperaturas corporales preferidas.

Como se ha visto, existe una basta literatura en la que se han reportado los principales mecanismos de regulación conductual de temperatura en el género *Anolis*, dentro de los cuales se incluyen trabajos de tiempos de actividad térmica, selección de microhábitat térmicos apropiados y ajustes de postura que alteran las tasas de intercambio de calor del organismo con su ambiente. Sin embargo el trabajo realizado en especies mexicanas es escaso.

## **Patrones de actividad reproductiva.**

De manera similar se han realizado varios estudios sobre biología reproductiva en diversas especies de reptiles, los cuales, han revelado la existencia de una gran variedad de estrategias reproductivas (Dunham, 1994; Fitch, 1970).

En estudios clásicos, que se realizaron en la segunda mitad del siglo pasado, Tinkle *et al.* (1970) y Tinkle (1972) analizaron los hallazgos de varios estudios reproductivos realizados con lagartijas y, asociaron algunas estrategias reproductivas a ambientes particulares. Ellos notaron, por ejemplo que: las especies que habitan en zonas templadas tienden a tener menos puestas por año, tamaños de puesta relativamente grandes y crías de tamaño también relativamente grande, mientras que, las que habitan en ambientes tropicales tienden a tener más puestas por año, tamaños de puestas relativamente pequeñas y tamaños de cría también pequeños.

La actividad reproductiva en especies de lagartijas se puede clasificar en sincrónica y asincrónica. La actividad reproductiva sincrónica se refiere a que la gametogénesis, apareamiento y fertilización ocurren durante la misma temporada, es decir, la actividad reproductiva de los machos y de las hembras ocurre al mismo tiempo (Ortega & Barbault, 1984; Guillette & Casas-Andreu, 1981; Guillette & Sullivan, 1985).

En la actividad reproductiva asincrónica la gametogénesis en los machos y la actividad folicular de las hembras, así como la maduración del huevo, se presentan en tiempo diferente. La cópula ocurre sin que se lleve a cabo la fertilización; esto indica que la hembra presenta una “espermoteca” donde almacena los espermias para usarlos más tarde en la fecundación del huevo (Guillette & Casas-Andreu, 1981).

Así mismo, se ha detectado una amplia variación en la duración del período de actividad reproductiva. Fitch (1970) menciona que mientras muchas especies se reproducen durante una época determinada del año (actividad reproductora estacional o cíclica), otras se reproducen durante todo el año (actividad reproductora continua o acíclica).

El patrón de reproducción acíclica es característico de especies que habitan en ambientes tropicales, en los que las condiciones ambientales son poco variables. En estas especies uno o ambos sexos pueden ser reproductores continuos, aunque debido al enorme gasto de energía que representa la producción de folículos maduros, las hembras tienden a ser más estacionales que los machos (Licht, 1984).

El otro patrón de reproducción acíclica, con niveles variables en la actividad reproductora, es el más común y se presenta en especies que viven en ambientes con clima tropical donde hay fluctuaciones notables en las condiciones ambientales. Dichas especies exhiben fluctuaciones estacionales ligeras en su actividad y peso gonadal.

Las especies con patrones estacionales, por su parte, se caracterizan por presentar periodos de actividad gonadal alternados con periodos de quiescencia o inactividad. Los patrones de tipo estacional son comunes en especies de ambiente templado, pero también están presentes en un gran número de reptiles de ambiente tropical, que se reproducen en ciertas temporadas para evitar las condiciones ambientales extremas (Licht, 1984; Hernández-Gallegos *et al.*, 2003; Manríquez-Morán *et al.*, 2005). En este patrón, las lagartijas presentan actividad reproductiva en los meses de primavera y verano o en los meses de otoño e invierno.

Otro patrón que se ha descrito, de tipo asincrónico, se encuentra en algunas especies vivíparas que habitan en las montañas del centro de México (*S. grammicus microlepidotus*, *S. formosus*, *S. mucronatus*, *S. palaciosi*). En estas especies, los machos presentan actividad gonadal durante primavera y verano, mientras que las hembras muestran su actividad gonadal en otoño e invierno (Gillette & Casas-Andreu, 1981; Gillette & Sullivan, 1985; Méndez de la Cruz *et al.*, 1988; Gillette & Méndez de la Cruz, 1993; Méndez de la Cruz *et al.*, 1998).

Todos los patrones reproductivos pueden estar influenciados por filogenia, sexo, factores climáticos y distribución geográfica (latitud y altitud), por eso, Licht (1984) recomienda tener mucho cuidado al hacer conclusiones relacionadas con los ciclos reproductivos en reptiles, para él, la conclusión de que uno o ambos sexos (a nivel individual o de población) puedan ser reproductores continuos debe ser muy fundamentada y requiere cuidadoso escrutinio, porque hay muchos reptiles cuya reproducción es estacional.

### **Ciclos de los cuerpos grasos**

Las actividades relacionadas con la reproducción requieren de energía. Evidentemente, los organismos obtienen su energía a partir del alimento que consumen. Sin embargo, en muchos ambientes la disponibilidad de alimento disminuye marcadamente durante épocas o tiempo particulares, por ejemplo durante el invierno. Como una estrategia para enfrentar este problema muchas especies de reptiles almacenan energía durante la época favorable, cuando la disponibilidad de alimento es mayor y, después usan esta energía almacenada para diversas actividades vitales (Derickson, 1976a).

Generalmente la energía se almacena en forma de lípidos. Los lípidos representan un mecanismo bioquímico muy eficaz para almacenar energía, debido a que concentran grandes cantidades de la misma en un espacio relativamente pequeño. Se ha observado que en los reptiles los lípidos pueden almacenarse en la cola, el cuerpo (debajo de la piel), el hígado y en los cuerpos grasos (Dessauer, 1955; Gaffney & Fitzpatrick, 1973; Derickson, 1974; Jameson, 1974). Por ejemplo: se ha observado que el hígado es el órgano principal de el almacenamiento de lípidos (Hahn, 1967); *ad hoc*, Di Maggio & Dessauer (1963) encontraron que, los cambios estacionales en el peso del hígado de *Anolis carolinensis* se deben al almacenaje y a la utilización del glicógeno en este órgano.

Los cuerpos grasos son un par de estructuras de grasa recubiertas por una membrana peritoneal que se originan en la región posterior del cuerpo y crecen de manera ventrolateral hacia la región anterior. Dichas estructuras son comunes entre los reptiles de zonas templadas (Han & Tinkle, 1965) y en algunos *Anolis* de zonas subtropicales y tropicales (Licht & Gorman, 1970). En la mayoría de los casos, para las lagartijas, estas estructuras representan el sitio principal de almacenamiento de lípidos (Dessauer, 1955; Derickson, 1974; Droge *et al.*, 1982).

Por otra parte, si bien los lípidos pueden almacenarse simultáneamente en dos o más compartimentos (*V. gr.*, el hígado y los cuerpos grasos), las fluctuaciones estacionales (ciclo) en el peso y tamaño de los cuerpos grasos refleja adecuadamente el patrón general de almacenamiento y uso de lípidos. Este ciclo se ha relacionado con la actividad reproductora de las lagartijas (Derickson, 1976a y b; Goldberg, 1972).

## Ciclos reproductivos de especies del género *Anolis*

En el género *Anolis* se han descrito patrones reproductores de diversas especies.

El *Anolis* más estudiado es *A. carolinensis* y, en particular en el aspecto reproductivo, el primer artículo científico más completo es el de Hamlet (1952).

A partir de Hamlet (1952), quien clasificó la reproducción de *A. carolinensis* como estacional, se desarrollaron investigaciones tratando de determinar qué factores ambientales son los que influyen en la estacionalidad de su ciclo, tales como la temperatura o el fotoperíodo o incluso ambos (Fox & Dessauer, 1958; Licht 1966, 1967a, b y c; 1969a y b).

Dessauer (1955) también, estudió el ciclo reproductor en *A. carolinensis*. Él encontró que, en los machos no hay una relación clara entre el ciclo de los cuerpos grasos y su actividad reproductiva. Pero además, encontró una reducción en el peso del hígado, lo que lo hace sugerir que existe una participación de los lípidos almacenados dentro de este órgano durante los periodos de máxima actividad gonadal.

En el trabajo clásico de Licht & Gorman (1970), se estudiaron los ciclos reproductivos y de los cuerpos grasos de siete *Anolis* del Caribe (*A. trinitatis*, *A. richardi*, *A. cybotes*, *A. grahami*, *A. lineatopus*, *A. conspersus* y *A. sagrei*) y, establecen que, la lluvia es un factor externo que desencadena los mecanismos fisiológicos (v. gr., producción de hormonas) que promueven el inicio de la actividad de los ovarios.

Licht (1971) realizó un estudio de la regulación del ciclo testicular de *A. carolinensis* y su relación con el fotoperíodo y la temperatura de esta lagartija. En su análisis, al compararlo con datos fenológicos y experimentales de otras lagartijas, concluyó que existe

una variación interespecífica en la adaptación fisiológica para la espermatogénesis, la cual depende de una relación foto-termal.

Gorman & Licht (1973) realizaron un estudio para probar si el dimorfismo sexual, en cuanto a la longitud de su cuerpo, se debe a la actividad ovárica de las hembras. En su estudio, encuentran que la relación existente con el tamaño se debe a un stress energético generado en la producción de huevos.

Andrews & Rand (1974) discutieron el patrón de puesta de huevos para el género *Anolis* y, proponen una serie de razones adaptativas para explicarlo. Ellos concluyeron que, el bajo número de puestas se ve compensado con un alto potencial en la frecuencia de sus puestas y, además, esta frecuencia se encuentra favorecida debido a las condiciones climáticas tropicales.

Gorman & Licht (1974) estudiaron el ciclo ovárico de seis especies de *Anolis* en Puerto Rico. En su estudio, notaron que aquellas especies que viven a nivel del mar tienen actividad ovárica prácticamente todo el año y conforme va aumentando la altitud, el periodo de inactividad gónadal, se incrementa de uno a dos meses.

Campbell *et al.* (1989) determinaron la condición reproductiva de *Norops uniformis*. Al parecer, dentro de su estudio, la reproducción de esta lagartija está relacionada con la época de lluvias. Ellos encontraron el tamaño mayor de los testículos se presenta a finales de la época seca y la mayor producción de huevos durante el principio de la época lluviosa, decreciendo esta, inmediatamente antes de la época seca.

Ochotorena (2000) realizó una revisión de los ciclos reproductivos del género *Anolis*, enfocándose principalmente en las especies de Cuba. Paralelamente Ochotorena *et al.* (2000) publicaron un estudio del ciclo reproductivo de una especie cubana, *A. purcatus*, reportando en sus datos que esta especie presenta un comportamiento estacional. De acuerdo con ambos trabajos, las poblaciones de *Anolis* cubanas tienen un comportamiento estacional en su reproducción, en la que intervienen diversas variables ambientales. Mencionan que la temperatura y el fotoperiodo regulan la recrudescencia testicular, mientras que en las hembras estas variables, junto con la humedad, estimulan la vitelogenénesis y el cese de la producción de huevos.

Ramírez-Bautista & Benabib (2001) encontraron una relación existente entre la actividad reproductiva y la altura de la percha que ocupa *A. nebulosus*. Observaron que, cuando comienza la actividad reproductiva en las hembras, la altura elegida de la percha por ellas es alta y, cuando se encuentran en plena actividad reproductiva esta altura es baja pero se vuelve a incrementar cuando finaliza la actividad.

Goldberg *et al.* (2002) estudió el ciclo reproductivo de *A. sagrei*, una especie introducida en Hawai, con la intención de encontrar evidencia evolutiva respecto a su adaptación al nuevo clima.

Ochotorena *et al.* (2004) realizaron un estudio en el que relacionaron el peso corporal con el peso testicular para tres especies de *Anolis* cubanas. Y concluyeron que, *A. sagrei* y *A. lucius* tienen una mayor ventaja reproductiva sobre *A. porcatus*, la cuál, que se ve manifestada en el incremento de su éxito como colonialista dentro del género *Anolis*.

Ochotorena *et al.* (2005) realizaron un estudio histológico gonadal, para conocer la relación climática temporal con los ciclos gonadales de *A. porcatius*. En los machos, la máxima actividad espermatogénica, se encontró entre los meses de Marzo y Agosto y la recrudescencia testicular en el mes de Noviembre. Mientras que, con las hembras, la vitelogénesis comenzó en Marzo y el primer huevo oviductal se observó en Abril. Así, concluyeron que, existe una sincronía gonadal entre ambos sexos.

Rodríguez-Gómez & Ochotorena (2005) realizaron un estudio de la eficiencia reproductiva de *A. sagrei*, *A. porcatius*, *A. lucius* y *A. bartschi*, para ello usaron la longitud de la cabeza de los espermatozoides como indicador. Ellos encontraron diferencias significativas entre las cuatro especies estudiadas, pero, los valores más altos los encontraron en *A. porcatius*.

Vitt & Zani (2005) realizaron un estudio de ecología y reproducción para *A. capito* en un bosque tropical de Nicaragua. Ellos encontraron que, durante las temporadas de lluvias las hembras contenían dos huevos oviductales con diferentes tamaños (lo que indican que no hay ovulación simultánea) y, sugieren que realizan puestas simultaneas.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados en el conocimiento biológico del género *Anolis*, aún no se sabe nada o se conoce muy poco acerca de la ecología de muchas de sus especies (Vitt et al., 2003).

El género *Anolis* está integrado por más de 300 especies, todas distribuidas dentro del continente americano. Para México, se han descrito alrededor de 60 especies (la mayoría endémicas) del género *Anolis* (= *Norops*; Savage & Guyer, 1989; Nieto-Montes de Oca, 1996) y, excepto por algunos estudios contados (Lieb, 1981; Campbell *et al.*, 1989; Heras-Lara & Villarreal, 1997; Heras-Lara y Villarreal, 2000; Jenssen, 1970; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista, & Vitt, 1997; Vitt & Zane, 2005) no se conoce casi nada acerca de la biología y ecología de las especies del país.

El presente trabajo da a conocer datos básicos de la ecología térmica y reproductiva de *Anolis subocularis*, una de las tantas especies endémicas de México que no han sido estudiadas.

## Descripción de la Especie.



Figura 1. *Anolis subocularis* (Fotos tomadas por Ramón Eduardo Martínez Grimaldo)

Davis (1954) describe a *Anolis subocularis* (Fig. 1) como una lagartija de tamaño pequeño que mide aproximadamente de 4.7 a 5.3 cm de longitud hocico-cloaca. Presenta un abanico gular de color rojo-naranja. Su nombre hace alusión a la hilera de escamas que separan de manera total o parcial a las escamas suboculares de las supralabiales, la cual es un carácter distintivo de la especie. Es principalmente una especie arbórea pero en algunas áreas también se encuentra sobre rocas. Se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico, desde San Pedro Pochutla, Oaxaca hasta Acapulco, Guerrero (Davis, 1954; Fitch *et al.*, 1976). A pesar de ser abundante y relativamente fácil de capturar y manipular hasta la fecha, excepto por algunos trabajos taxonómicos (Davis, 1954; Fitch *et al.*, 1976; Feria-Ortiz, 2001), no se ha realizado ningún estudio que aporte información sobre algún aspecto de su biología.

## Descripción del Área de Estudio

Se estudió una población de *Anolis subocularis* dentro de una zona pedregosa al sureste del Puente Omitlán (17°07' N y 99°32' W). El área estudio se encuentra ubicada al sur de Tierra Colorada, en el municipio de Juan R. Escudero, Guerrero. El poblado de Tierra Colorada se localiza al sur de Chilpancingo, en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre del Sur (dentro de la unidad fisiográfica de Guerrero de la Costa Pacífica; Figueroa de Contín, 1980), entre las coordenadas 17° 05' y 17° 11' N y 99° 28' y 90° 34' W, a una altitud de 300 m.s.n.m. Representa la Cabecera del municipio y su denominación se debe a que está ubicada en una zona de suelos rojos de montañas.

En el Estado de Guerrero la evaporación se produce en el océano Pacífico, la cual, se condensa en forma de nubes y son llevadas por los vientos hacia el norte, donde chocan con el macizo montañoso que constituye la sierra Madre del Sur, produciendo así, la precipitación en forma de lluvia. Esta agua desciende por la vertiente meridional de la sierra para formar a los ríos y arroyos que desembocan directamente al océano. Uno de esos ríos que se forman es el Omitlán, el cual se encuentra en el área de estudio. El río Omitlán nace con el nombre del río Petaquillas (al suroeste de Petaquillas) y, el cuál fluye al suroeste de Colotlipa donde se une al suroeste al río Azul, en Xochitepec, en donde después quiebra al oeste ya con el nombre de río Omitlán. El río Omitlán desemboca en el río Papagayo, que a su vez desemboca en el río Balsas (Región Hidrológica Costa Chica).

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (García, 1988), en el área de estudio se establece un clima de tipo Aw<sub>2</sub> (cálido-subhúmedo con lluvias en verano), con

una temperatura media anual que alcanza los 28°C y una precipitación media anual de 2000 mm, la cual se concentra en una época determinada, de mayo a octubre (Trejo, 1998; 1999). De acuerdo con Meza & López-García (1997), el área de estudio se encuentra en la unidad mesoclimática cálido húmeda.

La vegetación predominante es selva baja caducifolia (SBC; Miranda & Hernández-X, 1963) conocida también como bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978), bosque tropical deciduo (Leopold, 1950), bosque tropical estacionalmente seco (Gentry, 1982) y, recientemente, como bosque tropical seco estacional (“*seasonally dry tropical forest*”; Bullock *et al.*, 1995). La SBC tiene la característica de que las plantas son de afinidad neotropical, y sus árboles tienen alturas menores a 15 metros con troncos cortos, robustos y torcidos, que se ramifican a poca distancia del suelo y en épocas de estiaje tiran sus hojas (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998). El estrato arbustivo es muy denso, de tal manera que en algunos sitios forman una maraña que dificulta y en ocasiones impide el paso. El estrato herbáceo es muy denso particularmente en la temporada lluviosa, hasta casi desaparecer en la época de sequía (Trejo, 2005).

La selva baja caducifolia (SBC) es el ecosistema tropical de mayor extensión a nivel mundial (42%; Murphy & Lugo, 1986), y en México representa aproximadamente el 60% de la vegetación tropical (Trejo y Dirzo, 2000). La SBC se distribuye principalmente a lo largo de la vertiente del Pacífico, donde se extiende desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, continuándose hacia Centroamérica (Rzedowski, 1978). Este tipo de vegetación es considerado un legado biótico (Pineda-García *et al.*, 2007), ya que, se ha calculado que la SBC alberga al menos 6000 especies de plantas vasculares y cerca del 33% (824 especies) de los vertebrados terrestres del territorio mexicano, de los cuales 90

especies son endémicas de México con distribución restringida a este tipo de vegetación (Ceballos y García, 1995; Rzedowski, 1991). Florísticamente, en el área de estudio, predominan altamente especies de las familias Leguminosae, Cactaceae, Compositae, Malpighiaceae, Rubiaceae, Fagaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae y Anacardiaceae (estas tres últimas familias destacan por sus cortezas brillantes y exfoliantes) entre otras (Rzedowski, 1978; Dirzo, 1994).

Una característica distintiva es la marcada estacionalidad de la lluvia que repercute en la fenología característica de esta selva, que contrasta claramente dos aspectos: el verdor exuberante en la época de lluvia y el monótono gris en el estío. La estación lluviosa en general va de mayo a octubre, con una época seca que algunas veces se puede prolongar hasta 8 meses (Trejo, 2005).

En el área también existe pastizal inducido y agricultura de temporal que incluye árboles frutales el mango, limón, almendros etc. Al igual que en otras áreas del país, la agricultura se combina con la ganadería extensiva de cabras y la extracción de leña (Challenger, 1998).

El área de estudio se asienta sobre formaciones del Mesozoico, Paleozoico y del Precámbrico y sobre rocas metamórficas (esquistos, cuarcitas y gneis) con permeabilidad baja, lo cual atribuye a la diversidad edáfica que soporta la SBC que incluye suelos someros de tipo arenosol haplico, leptosol, regosol y rendzina, y horizontes de diagnóstico escasamente desarrollados, como los cambisoles y luvisoles y, además, fluvisoles (componente importante para la Cuenca del Balsas; Guizar & Sánchez-Vélez, 1991). El

cambio de uso de suelo fundamentalmente se ha presentado a actividades agropecuarias y asentamientos humanos (Trejo, 1999; Trejo & Dirzo, 2000).

Además, es importante señalar que el área de estudio se asienta en laderas de cerros con pendientes de fuertes a moderadas, por lo que los suelos son muy someros, en donde es frecuente observar afloramientos de grandes rocas. Esta misma condición contribuye a la heterogeneidad ambiental en la que se desarrolla la SBC, ya que se promueven diferentes microhábitats con diferencias en insolación, exposición, pendiente y acumulación de suelo (Trejo, 1996).

La fauna localizada en el área de estudio, prácticamente es la misma que se reporta para todo el estado de Guerrero.

Esta área es la localidad tipo de *Anolis subocularis* (Saldaña de la Riva y Pérez, 1987).

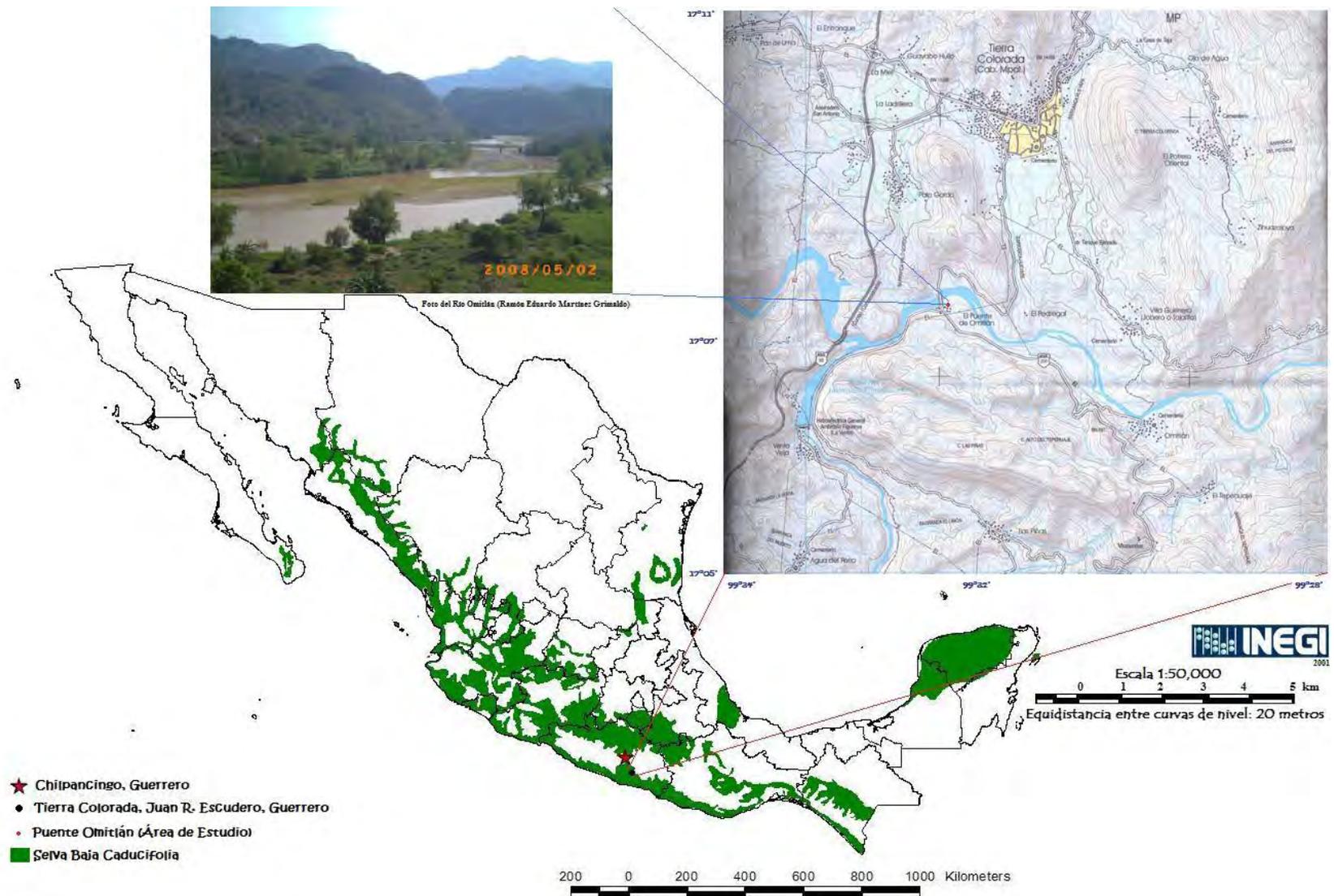


Figura 2. Distribución de la Selva Baja Caducifolia en México y ubicación del área de Estudio.

## Justificación

La importancia de los datos ecológicos de poblaciones naturales (*V. gr.*, lagartijas) tales como la dieta, reproducción y termorregulación, radica no solo en su importancia biológica en sí, si no también debido a que representa una información básica para la realización de otros estudios. Por ejemplo, junto con información filogenética, nos permiten investigar diversos aspectos de la evolución de éstos rasgos. También, desde una perspectiva conservacionista, nos permite implementar estrategias de manejo, a la vez que pueden servir como marco de referencia para evaluar el efecto de la perturbación del ambiente sobre las poblaciones involucradas.

De este modo, dada la alta tasa a la que se pierden nuestros ecosistemas naturales, y en consecuencia las especies que en ellos habitan, es urgente y necesario obtener datos ecológicos de nuestras poblaciones naturales en particular si éstas se encuentran en algún grado de riesgo o habitan áreas que podrían desaparecer a corto o mediano plazo.

Actualmente en el Estado de Guerrero se pretende realizar un proyecto hidroeléctrico denominado: “Presa La Parota”, cuya infraestructura se encuentra a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual comenzará a operar a partir del año 2012 (CFE, 2004), y afectaría a los municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos (SERAPAZ, 2008). De realizarse, causaría severas afectaciones a recursos ambientales estratégicos como el agua y los servicios ecosistémicos obtenidos en la selva baja y mediana caducifolia. Evidentemente también afectaría a la flora y fauna nativas, incluyendo a la especie de estudio: *Anolis subocularis*.

Además, el área de estudio, al encontrarse dentro de la selva baja caducifolia de la vertiente meridional del Pacífico, ha sido identificada como un área prioritaria para la conservación (*hotspots*), debido a que contiene una alta riqueza herpetofaunística (García, 2006; García et al., 2007), la cual incluye una gran cantidad de endemismos, especies amenazadas y especies geográficamente restringidas.

Por otro lado, muchas de las especies endémicas del lugar, se encuentran dentro de la lista de Protección ambiental para la protección de Especies silvestres de flora y fauna nativas de México (NOM-059-ECOL-2001; SEMARNAT, 2002) en alguna categoría de riesgo. De acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002), 30 especies de *Anolis* se encuentran en la categoría Pr (sujeta a protección especial), entre las cuales se encuentra *Anolis subocularis*.

Por tanto es urgente obtener datos ecológicos de ésta especie que contribuyan a conocer su historia natural, no solo debido a que ha sido afectada por el hombre, sino también debido a que parte de su área de distribución esta en peligro de desaparecer.

# Objetivos

## OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los mecanismos de regulación térmica y los patrones de actividad reproductiva de *Anolis subocularis* (Polychrotidae) en una comunidad de selva baja caducifolia ubicada en Tierra Colorada, Guerrero, con el propósito de contribuir al conocimiento de la historia natural de esta especie endémica de México.

## OBJETIVOS PARTICULARES



Analizar la relación entre los mecanismos de regulación térmica de *A. subocularis* con sus patrones de actividad y uso de microhábitat dentro del área de estudio.



Describir los ciclos gonádicos y de los lípidos con el propósito de explicar los patrones reproductivos de esta población de *A. subocularis*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron once salidas al área de estudio, cada una con una duración de tres días, en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre de 2006, Marzo, Abril, Mayo y Septiembre de 2007 y Abril y Mayo de 2008.

Los individuos se capturaron manualmente e inmediatamente se registró el número del ejemplar colectado, su sexo, la fecha y hora de la colecta. La figura 3 muestra las variables que se tomaron en campo al momento de realizar la captura de las lagartijas.

Para realizar las evaluaciones referentes a la morfometría se midió la longitud hocico cloaca (LHC; en centímetros), el ancho de la cabeza (AC; en centímetros) con ayuda de un vernier y el peso (en gramos) con una balanza (con precisión de  $\pm 0.001g$ ), a cada lagartija capturada. Se calcularon los promedios de las variables correspondientes de esta población.

Con el fin de determinar la existencia de dimorfismo sexual en las variables morfométricas evaluadas (LHC, AC y peso), se realizó una prueba de *t*-student, para el LHC y el peso, y para la AC se realizó un análisis de covarianza, entre ambos sexos.

Para conocer cuál es el microhábitat predilecto de esta población, se registró el tipo de sustrato en donde se colectó cada lagartija (roca, tronco de árbol u hojarasca). Además se determinó el horario de actividad de la población. Se realizó una prueba de *t*-student con el fin de encontrar diferencias significativas entre la actividad de los machos y las hembras.

Para evaluar la ecología térmica de la población de estudio, se registró la temperatura corporal ( $T_C$ ) vía cloacal de cada lagartija colectada. Las temperaturas se tomaron con un termómetro Shulteis cloacal de lectura rápida. No se registró la temperatura corporal en el caso de que el ejemplar haya intentado huir durante al menos un minuto o si se le haya manipulado por más tres minutos.

Con un termómetro infrarrojo, se registró la temperatura del sustrato ( $T_S$ ) y la temperatura del aire ( $T_a$ ), esta última se registró a la sombra a una altura de 1 cm.

Se realizó un análisis de correlación para conocer si existe alguna diferencia significativa entre la  $T_C - T_a$  y la  $T_C - T_S$ . Para determinar las tendencias termorreguladoras o termoconformistas de esta población se aplicó el criterio de Huey y Slatkin (1976), quienes mencionan que una especie es termorreguladora cuando el valor de la pendiente de la regresión lineal de la  $T_C$  sobre la temperatura ambiental ( $T_a$  o  $T_S$ ) es cero o cercano a este valor y cuando una especie es termoconformista el valor de la pendiente es uno o cercano a él.

Con respecto a la forma de obtención de calor por parte de los animales, si la correlación entre  $T_a - T_C$  es mayor comparada a la correlación  $T_S - T_C$ , se asume que hay una tendencia de los organismos a ser heliotermos, si ocurre lo contrario en la correlación, la tendencia es hacia la tigmotermia (Woolrich-Piña *et al.*, 2006).

Para conocer el cómo las lagartijas van termoregulando a lo largo del día, se aplicó un análisis de Kruskal-Wallis, evaluando el promedio registrado de las  $T_C$ 's en cada hora, durante el transcurso del día. Y para conocer si existen diferencias de las  $T_C$ 's dependiendo

del microhábitat donde se colectó cada lagartija (tronco de árbol, roca u hojarasca) a lo largo del día, se realizó un análisis de covarianza.

Posteriormente, para poder estudiar su reproducción, se sacrificaron los organismos mediante la aplicación de una sobredosis de un anestésico (0.1 ml de Pentobarbital). Asimismo, se prepararon según las recomendaciones de Duellman (1962). Se disectaron los organismos sacrificados con el fin de registrar los datos referentes a su condición reproductiva.

En el caso de las hembras, se extrajeron los ovarios y se registró su peso en una balanza analítica (con precisión de  $\pm 0.0001$  g). Asimismo, se registraron el número de folículos de cada ovario y, el diámetro del folículo ovárico mayor se midió con ayuda de un vernier. También, en caso de estar presente, se pesó el huevo oviductal y, también, se registró su diámetro. En el caso de los machos, se pesaron los testículos y se registró su largo y su ancho.

Se realizó un análisis de covarianza con el fin de detectar diferencias significativas en los promedios mensuales de los pesos gonádicos (ovarios en las hembras, testículos en los machos).

Además, las hembras adultas se clasificaron según la condición reproductiva de acuerdo con Licht & Gorman (1970) en: Categoría I: (previtelogénica) presencia de folículos previtelogénicos menores de 3 mm; Categoría II: (vitelogénica) (con folículos vitelogénicos, diámetro mayor a 3 mm); Categoría III: (vitelogénica y ovigera) un huevo oviductal con o sin folículos mayores de 3 mm; y Categoría IV: (ovígeras) con dos huevos oviductales con o sin folículos mayores de 3 mm.

Por otro lado, se extrajeron y pesaron los cuerpos grasos y el hígado de ambos sexos y, se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes con el fin de conocer si el ciclo de éstos están relacionados con la reproducción de *Anolis subocularis*.

Para la realización de todos los estadísticos se empleó el software STATISTICA v.6 (StatSoft, 2001).

Finalmente se depositaron todos los ejemplares en la colección herpetológica del museo de Zoología de la FES Zaragoza, UNAM.

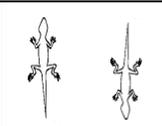
No. de Ejemplar: _____				Fecha: _____			
Hora: _____		Tiempo: _____		Temperatura del Aire: _____		Dirección del Viento: _____	
<b>MICROHÁBITAT</b>							
Temperatura del sustrato : _____		Sustrato: _____					
Color del sustrato: _____		Ubicación del refugio más cercano: _____					
<b>MORFOMETRÍA</b>							
Longitud Hocico Cloaca: _____		Longitud Cola: _____		Cabeza: _____		Ancho: _____	
						Largo: _____	
Peso: _____		Sexo: ♂ <input type="checkbox"/> ♀ <input type="checkbox"/>		Estadio: _____		Temperatura Cloacal: _____	
<b>CARACTERÍSTICAS ETOLÓGICAS</b>							
Posición:		Altura de la Percha: _____		Exposición solar:		Expuesto <input type="checkbox"/>	
		Condición reproductiva: _____				Mosaico <input type="checkbox"/>	
		Observaciones: _____				Sombra <input type="checkbox"/>	

Figura 3. Ficha de los datos registrados en campo.

## RESULTADOS

Se capturaron y examinaron 116 lagartijas, 37 hembras, 54 machos y 25 juveniles. Las capturas se realizaron durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2006, marzo, abril, mayo y septiembre de 2007 y abril y mayo de 2008. Además se examinaron 33 ejemplares de museo (7 hembras, 10 machos y 16 juveniles), los cuales se encontraban depositados dentro de la colección herpetológica del Museo de Zoología de la FES Zaragoza. De acuerdo al registro del Museo, éstos ejemplares se recolectaron en los meses de febrero, marzo, abril y septiembre de 2005 dentro de la misma área que los 116 ejemplares señalados. En total se examinaron 149 lagartijas.

### Morfometría

La longitud hocico cloaca (LHC) promedio para las lagartijas de esta población ( $n = 149$ ) fue  $4.14 \pm 0.87$  cm (5.8 – 2.2 cm). La LHC promedio de los machos fue  $4.84 \pm 0.53$  cm (3.6 – 5.8 cm;  $n = 62$ ) y su peso promedio fue de  $3.03 \pm 0.82$  g (1.43 – 4.83 g;  $n = 50$ ). La LHC de las hembras fue  $4.11 \pm 0.32$  cm (3.5 – 4.7 cm;  $n = 44$ ) y su peso promedio fue de  $1.88 \pm 0.34$  g (1.18 – 2.65 g;  $n = 25$ ). El ancho de la cabeza (AC) en las hembras fue de  $0.71 \pm 0.04$  cm (0.62 – 0.79 cm;  $n = 25$ ) y en los machos fue  $0.79 \pm 0.14$  cm (0.12 – 0.96 cm;  $n = 21$ ). La figura 4 muestra los histogramas de frecuencia para las tres variables registradas en machos y hembras.

Se realizaron pruebas de *t*-student con el fin de detectar si existe o no dimorfismo sexual en las variables señaladas arriba. Sólo se consideraron individuos adultos. Sólo se

encontró dimorfismo en el tamaño y el peso de las lagartijas. Los machos fueron significativamente más grandes ( $t = -6.438$ ,  $P < 0.0001$ ,  $df = 83$ ) y más pesados ( $t = -6.01$ ,  $P < 0.0001$ ,  $df = 69$ ), que las hembras.

El ANCOVA no detectó la existencia de dimorfismo sexual en el AC ( $F_{1-82} = 6.189$ ,  $P = 0.0149$ ).

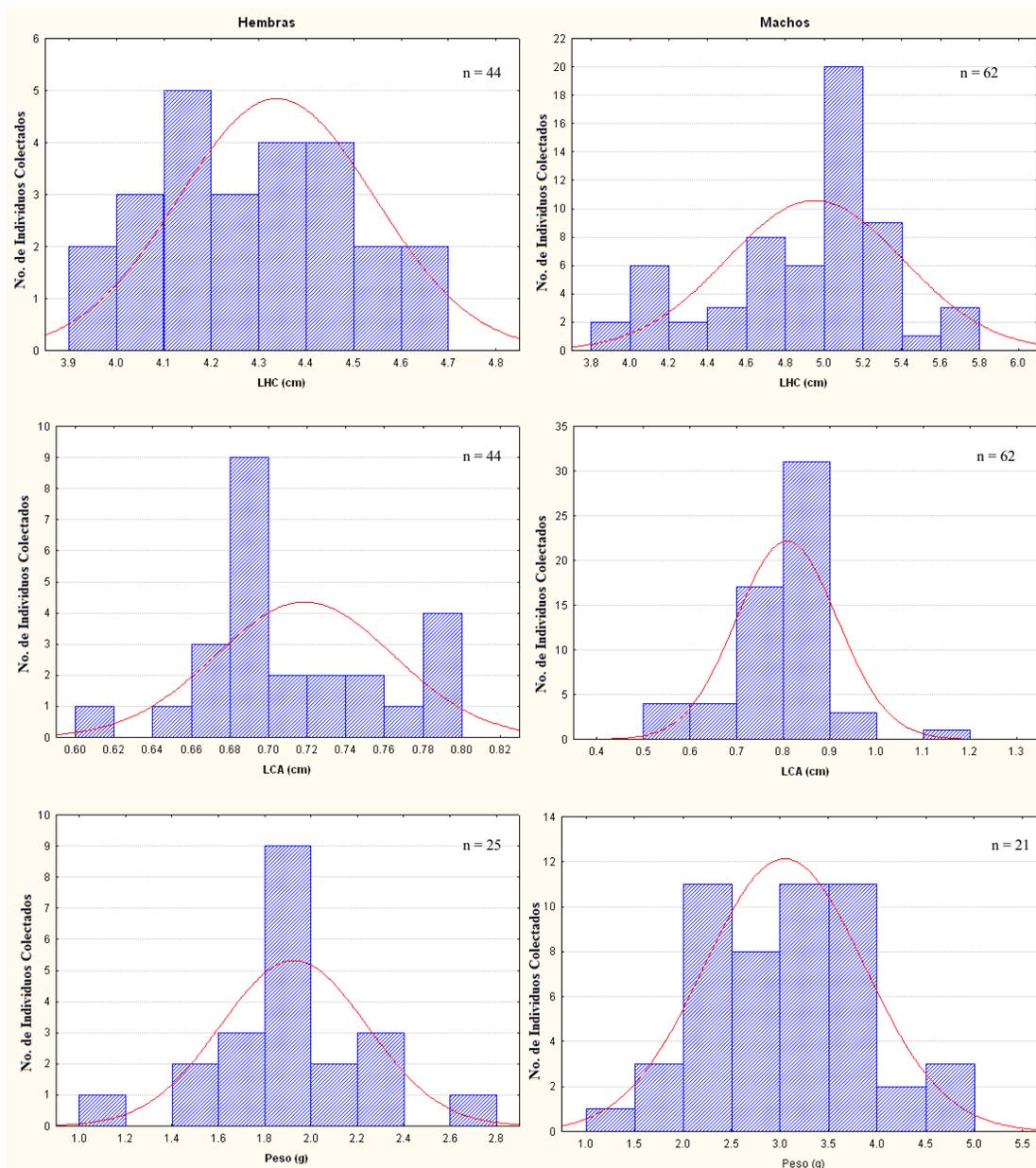


Figura 4. Distribución de Longitud Hocico-Cloaca (LHC), Ancho de la Cabeza (AC) y el Peso para hembras y machos de *Anolis subocularis*.

## Microhábitat

La figura 5 muestra la frecuencia con la cual se observaron las lagartijas en los diferentes microhábitats considerados. Se observaron más frecuentemente sobre rocas (64 individuos observados) que sobre troncos de árboles (38 individuos) u hojarasca (14 individuos).

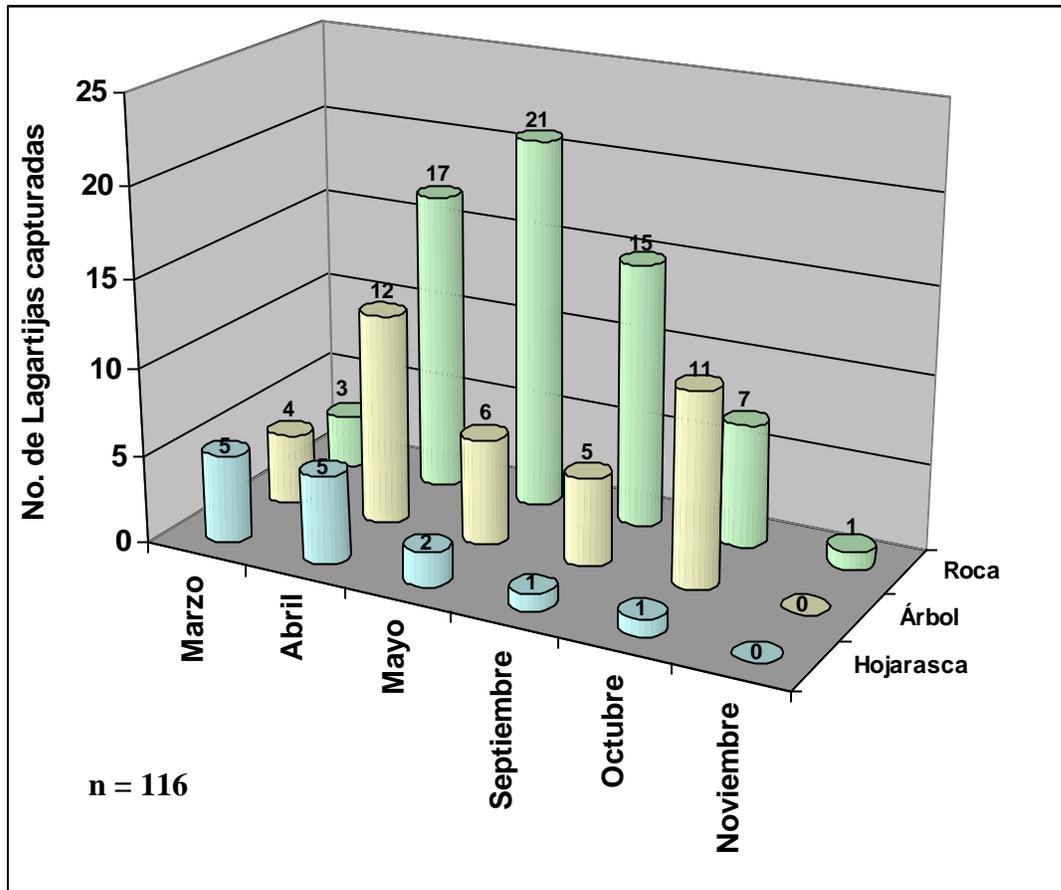


Figura 5. Microhábitats usados por *Anolis subocularis*.

## Patrón de Actividad

La actividad de *A. subocularis*, basada en el número de individuos colectados en campo, fue mayor en la mañana y al atardecer y, menor después del medio día. La Figura 6 muestra el patrón de actividad de las lagartijas a lo largo del día. En total se observaron 116

lagartijas. En la mañana (9:00 – 10:00 horas) la actividad es relativamente baja y es mayor entre las 10:00 y las 10:59 horas. Posteriormente su actividad disminuye hasta casi no encontrarse organismos entre las 14:00 y las 14:59 horas. En las siguientes horas se detecta un nuevo aumento en su actividad y es mayor entre las 17:00 y las 17:59 horas.

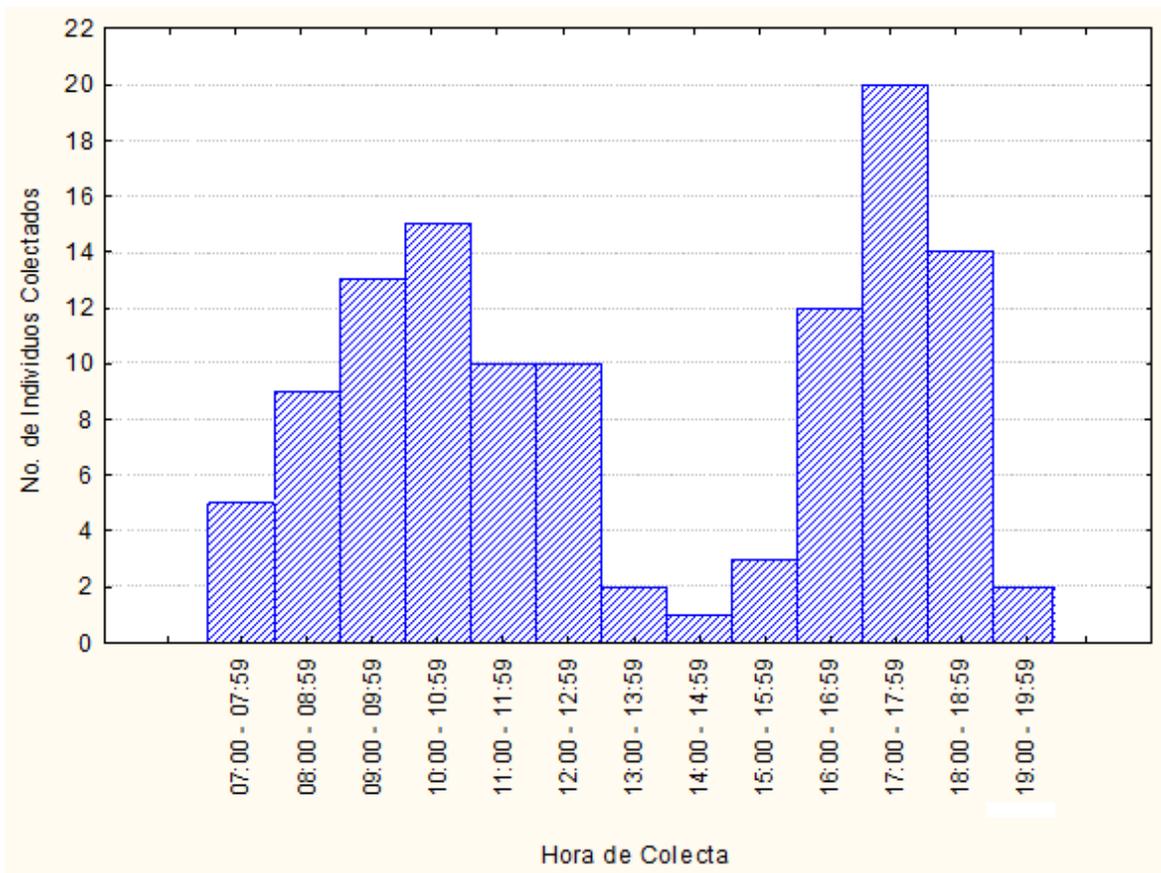


Figura 6. Periodo de actividad diario de *Anolis subocularis*, basado en observaciones de campo (n = 116).

Una prueba de *t*-student no detectó diferencias significativas en el patrón de actividad de machos y hembras (Fig. 4;  $t = -0.123$ ,  $P = 0.9$ ). Para ambos sexos la mayor actividad se encontró entre las 17:00 y las 17:59 horas. La actividad de los machos fue mayor en las primeras horas del día (Figura 7).

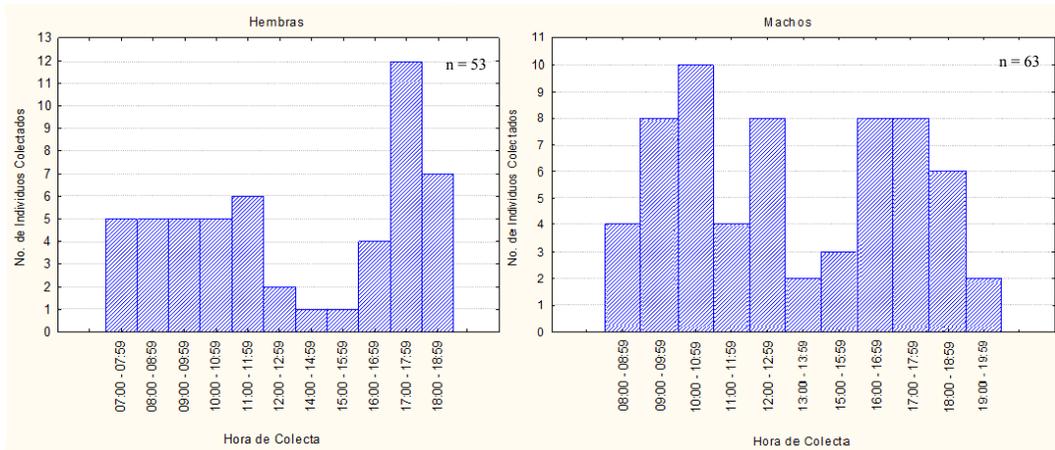


Figura 7. Periodo de actividad diario de hembras y machos de *Anolis subocularis*, basado en observaciones de campo.

### Ecología Térmica

La temperatura corporal ( $T_c$ ) promedio de 116 *Anolis subocularis* fue  $31.25 \pm 1.9$  °C (25 – 35 °C), la temperatura del aire ( $T_a$ ) promedio fue  $29.44 \pm 2.83$  °C (22.4 – 36.2 °C) y la temperatura del sustrato ( $T_s$ ) promedio fue  $29.2 \pm 3.03$  °C (17.2 – 34.7 °C). Se detectó una correlación positiva significativa entre la  $T_c$  y la  $T_s$  ( $R = 0.55$ ,  $F_{1,114} = 50.39764$ ,  $P < 0.0001$ ) y entre la  $T_c$  y la  $T_a$  ( $R = 0.56$ ,  $F_{1,114} = 51.00211$ ,  $P < 0.0001$ ). La figura 8 muestra la relación entre la  $T_a$  y la  $T_c$  y la figura 9 muestra la relación entre la  $T_s$  y la  $T_c$ .

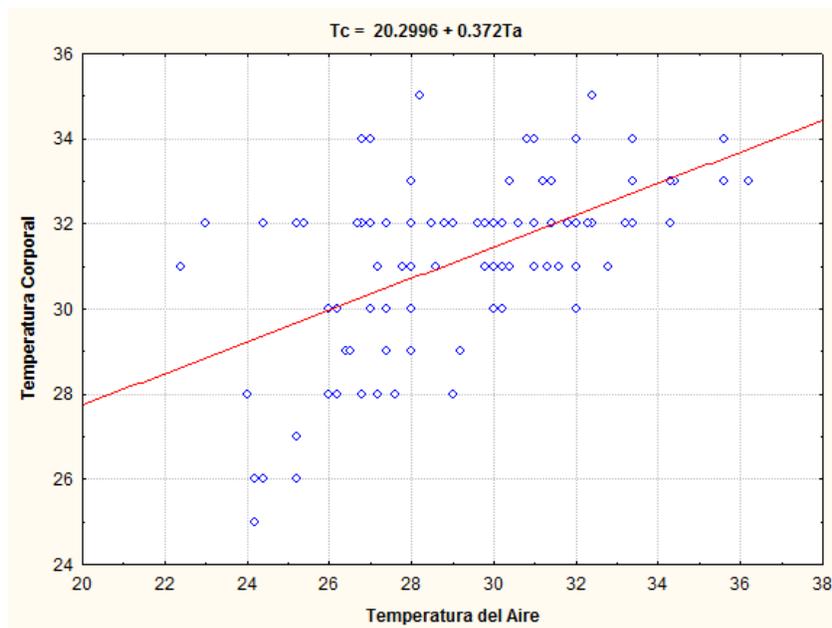


Figura 8. Relación entre la Temperatura Corporal ( $T_c$ ) y la Temperatura del Aire ( $T_a$ ) de *Anolis subocularis* ( $n = 116$ ).

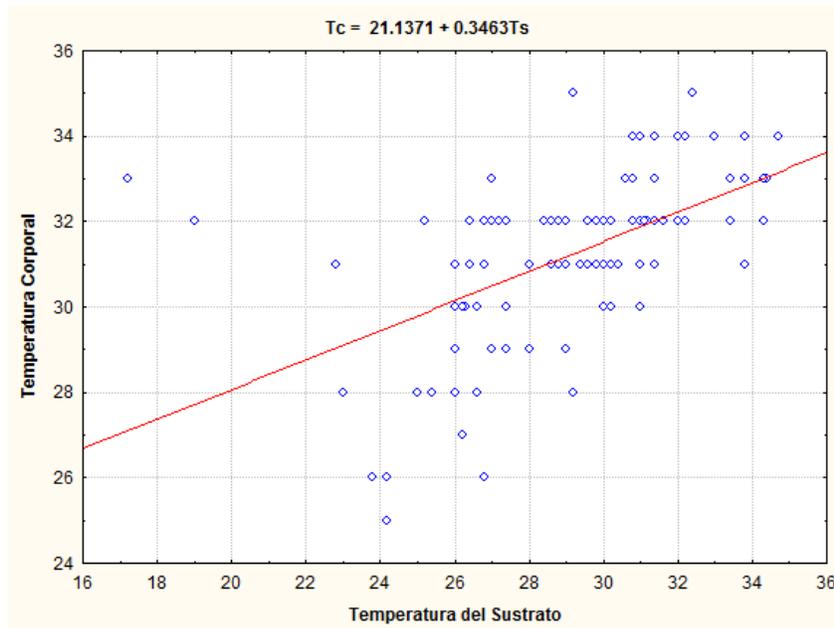


Figura 9. Relación entre la Temperatura Corporal ( $T_c$ ) y la Temperatura del Sustrato ( $T_s$ ) de *Anolis subocularis* ( $n = 116$ ).

La figura 10 muestra la  $T_c$  a lo largo del periodo de actividad de *A. subocularis*. La  $T_c$  se va incrementando de 29 °C entre las 7:00 – 7:59 hrs. hasta alcanzar una  $T_c$  más alta de 33 °C entre las 12:00 – 12:59 hrs. para posteriormente volver a descender su temperatura hasta 31 °C entre las 18:00 – 18:59 hrs. (Fig. 7). Un análisis de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas entre los valores promedios de la temperatura corporal correspondientes a las diferentes horas del día ( $KW-H_{11,116} = 25.7523$ ,  $p = 0.0071$ ;  $F_{11-104} = 3.0684$ ,  $p = 0.0013$ ).

La Figura 11 muestra la relación entre la  $T_c$  y el tipo de microhábitat (árbol, hojarasca y roca). No se detectó ninguna diferencia significativa en la temperatura corporal a lo largo del día entre los microhábitats (ANOVA:  $F_{2-113} = 0.94$ ,  $p = 0.3937$ ), aunque se encontró ausencia de lagartijas, en determinadas horas del día, en cada uno de los microhábitats analizados: en el intervalo de 11:00 – 15:59 horas no se encontró ninguna lagartija sobre la hojarasca; de 15 – 15:59 hrs no se encontró ninguna lagartija en los árboles y de 14 – 14:59, no se encontraron en las rocas.

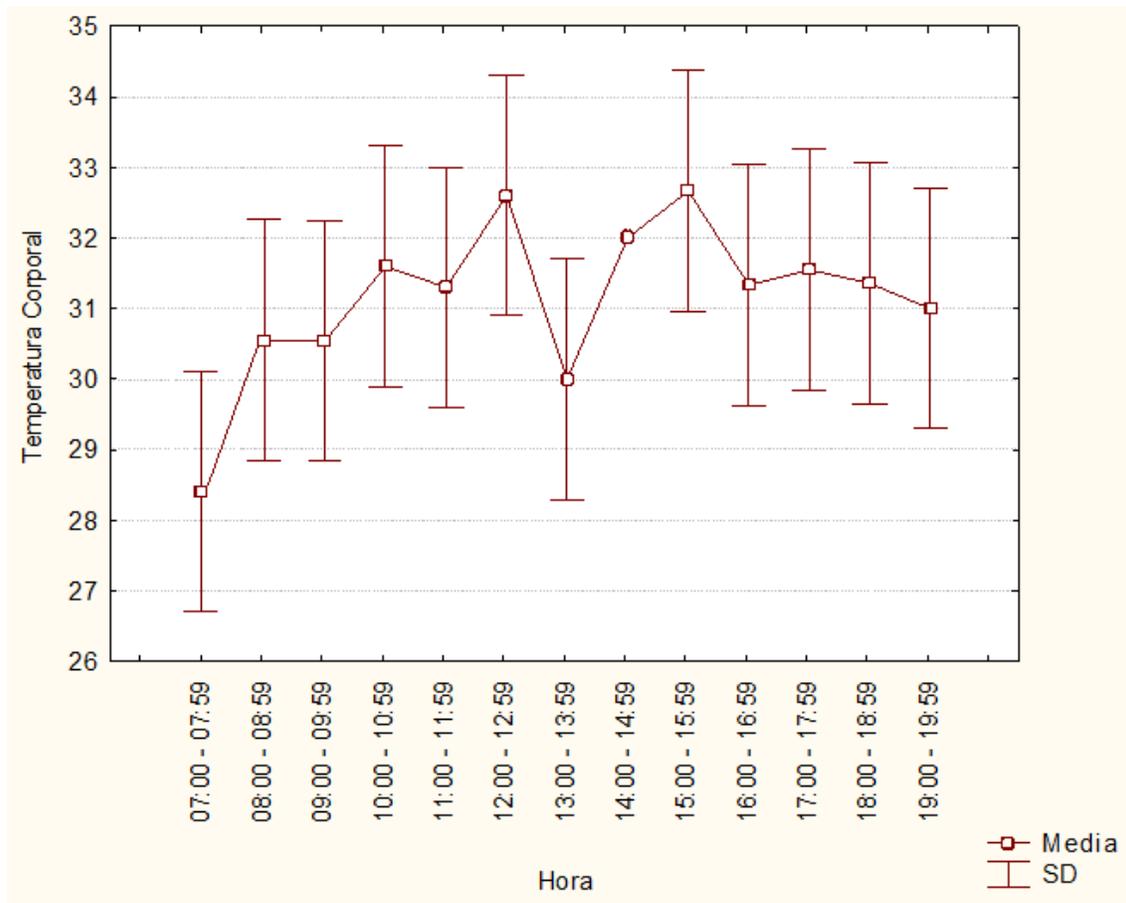


Figura 10. Distribución de la Temperatura de *Anolis subocularis* durante su periodo de actividad (n = 116).

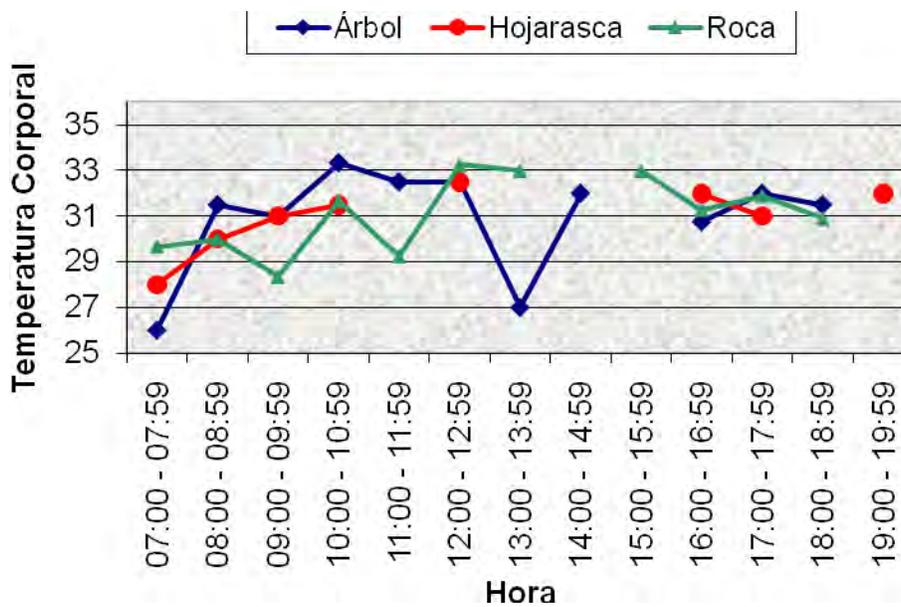


Figura 11. Distribución de la Temperatura Corporal de *Anolis subocularis* por tipo de microhábitat durante su periodo de actividad (n = 116).

## Reproducción

De un total de 44 hembras examinadas, la única que se encontró en Marzo tuvo un peso de ovarios de 0.0017 g, un diámetro de 1.1 mm y un total de 2.5 folículos; para Abril (n = 11) un peso promedio de  $0.0025 \pm 0.0052$  g (0.0001 – 0.0176 g), un diámetro promedio de  $0.89$  mm  $\pm 0.69$  mm (0.39 – 2.81 mm) y un promedio de 4.8 folículos; para Mayo (n = 17) un peso promedio de  $0.004 \pm 0.0074$  g (0.0008 – 0.0325 g), un diámetro promedio de  $1.22$  mm  $\pm 0.64$  mm (0.66 – 3.52 mm) y un promedio de 6.3 folículos; para Septiembre (n = 12) un peso promedio de  $0.0176 \pm 0.0146$  g (0.0001 – 0.0452 g), un diámetro promedio de  $2.69$  mm  $\pm 1.3$  mm (0.01 – 4.84 mm) y un promedio de 6.3 folículos; y para Octubre (n = 3) un peso promedio de  $0.0046 \pm 0.0029$  g (0.0002 – 0.0077 g), un diámetro promedio de  $1.89$  mm  $\pm 0.17$  mm (1.71 – 2.06 mm) y un promedio de 5.3 folículos. El mayor tamaño (peso y diámetro) de los ovarios se observó en el mes de Septiembre, lo que indica un crecimiento en el tamaño y número de folículos, como se muestra en las gráficas de la figura 12. La prueba de ANCOVA muestra diferencias significativas del peso de los Ovarios con la LHC ( $F_{1-38} = 4.83$ ,  $P = 0.003$ ).

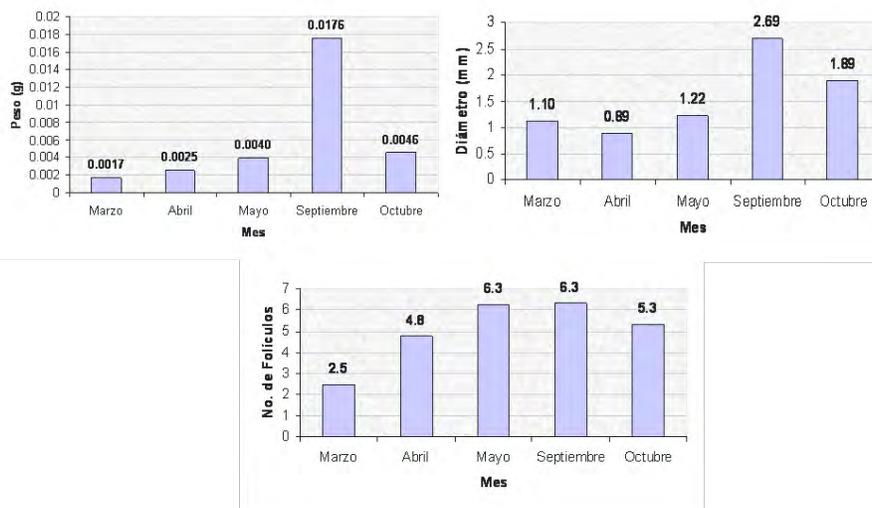


Figura 12. Peso, diámetro y número de folículos promedio de los ovarios de las hembras de *Anolis subocularis* por mes de colecta (n=44).

Se encontraron en total siete lagartijas con huevos en los oviductos. Cinco de ellas tuvieron un huevo en cada oviducto. En los cinco casos, un huevo se encontraba en la parte posterior de uno de los oviductos (cerca de la cloaca) y el otro se encontraba en una posición más anterior en el otro oviducto. Las otras dos solo tuvieron un huevo en uno de sus oviductos (en una lagartija el huevo se encontró en el oviducto derecho mientras que la otra tenía el huevo en el oviducto izquierdo). El peso y el diámetro promedio de los 12 huevos involucrados fueron  $0.1247 \pm 0.0227$  g y  $7.9883 \pm 1.8789$  mm, respectivamente. Todos los huevos se encontraron en el mes de septiembre.

En la figura 13 se observa la gráfica del porcentaje mensual de lagartijas hembras de acuerdo con su condición reproductiva. Todos los meses contienen lagartijas de categoría I; en mayo además se observaron lagartijas de categoría II; y en septiembre se observaron las cuatro categorías reproductivas.

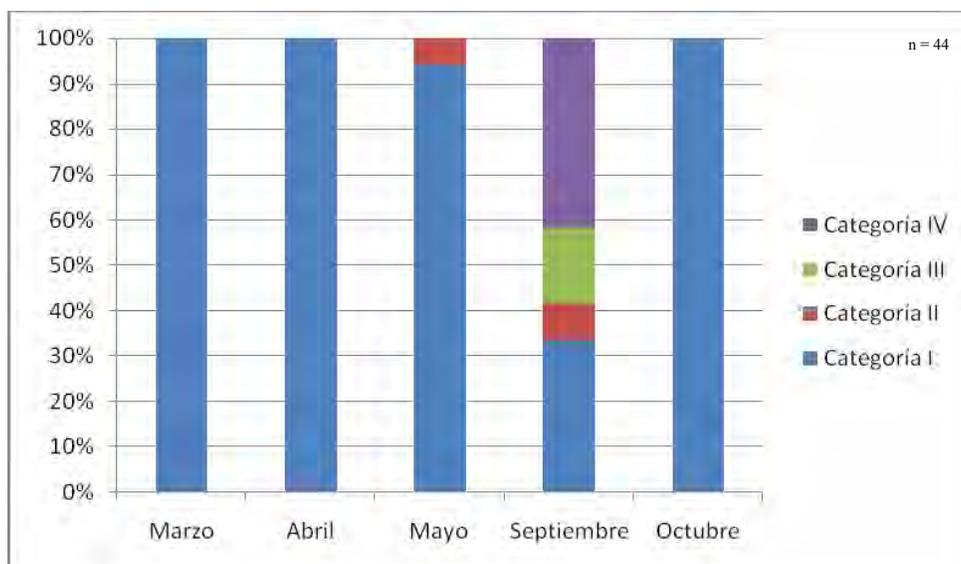


Figura 13. Porcentaje mensual de categorías reproductivas de las hembras de *Anolis subocularis*, de acuerdo al criterio de Licht & Gorman (1970).

Durante la primera quincena del mes de octubre se mantuvieron en cautiverio tres hembras. En este lapso se detectó la puesta de seis huevos. No pudo determinarse las fechas precisas de la puesta de los huevos ni que hembras fueron las que los pusieron.

Además se encontraron 45 juveniles con una talla menor a los 3.5 cm durante los meses de Septiembre y Octubre. La Figura 14 muestra el número de lagartijas recolectadas por categoría de tamaño. Se consideraron tres categorías de tamaño. La categoría más pequeña, de 2 – 2.4 cm de LHC incluye lagartijas cuyo tamaño sugiere que eclosionaron recientemente (al menos en el mismo mes de captura). La segunda y la tercera incluye lagartijas que pudieron haber nacido desde hace una o más semanas (por ejemplo, las de principios de septiembre pudieron haber nacido en agosto y las más grandes posiblemente antes).

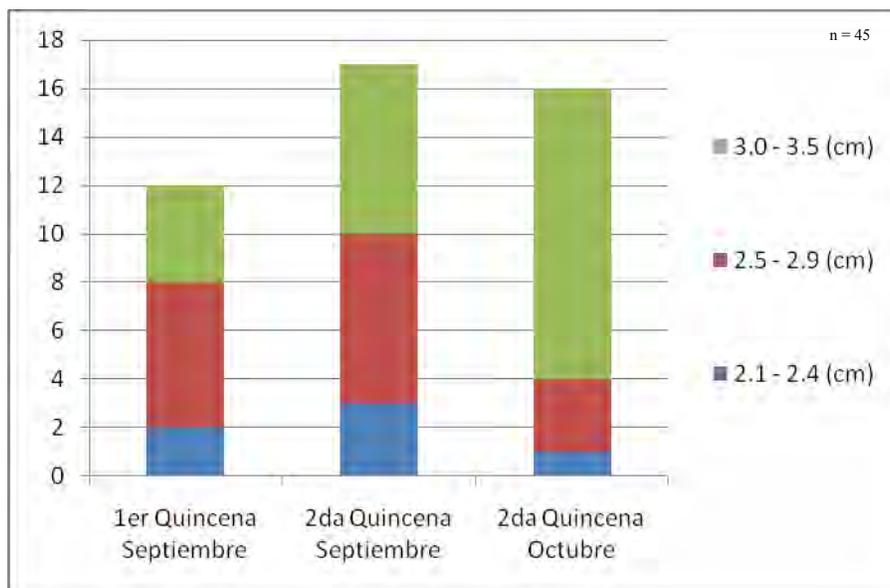


Figura 14. Número de lagartijas juveniles (menores de 3.5 cm) encontradas durante las colectas de Septiembre y Octubre.

La figura 15 muestra los promedios mensuales del peso de los ovarios y de los cuerpos grasos. Cuando los ovarios tuvieron un tamaño menor, los cuerpos grasos tenían un tamaño mayor, y viceversa, cuando los ovarios tuvieron un tamaño mayor los cuerpos

grasos tenían un peso menor. Por lo contrario, el peso del hígado tuvo un comportamiento similar a el peso de los ovarios, cuando estos incrementan su peso, también, lo hace el hígado. El ANCOVA detectó diferencias significativas en el peso de los cuerpos grasos con respecto al peso de los ovarios ( $F_{1-36} = 3.25$ ,  $P = 0.0505$ ). También se detectaron diferencias significativas en el peso del hígado con respecto al de los ovarios ( $F_{1-36} = 3.98$ ,  $P = 0.0276$ ). En estos análisis no se tomaron en cuenta los datos de Marzo y Octubre debido a que el tamaño de la muestra de estos meses fue muy bajo (1 y 3 respectivamente).

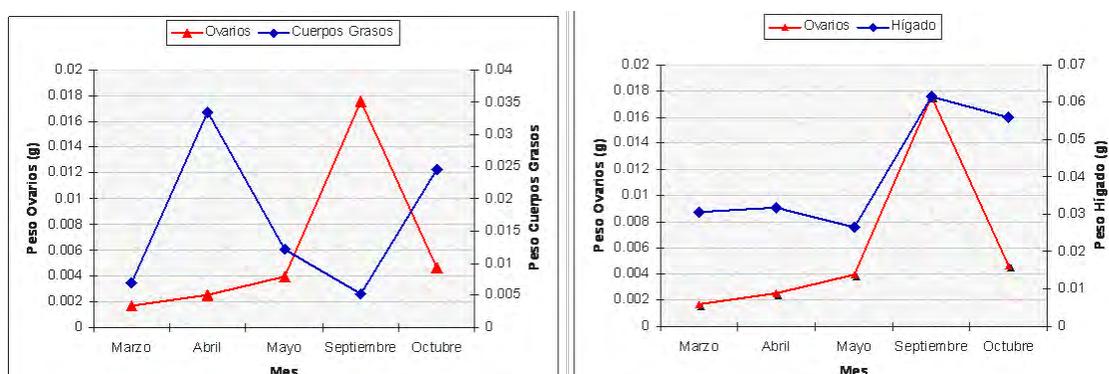


Figura 15. Relación entre el peso de los Ovarios y el peso de los cuerpos grasos e hígado para *Anolis subocularis* en los meses de colecta (n = 44).

De un total de 62 Machos examinados, para el único que se encontró en el mes de Febrero, mostró un peso promedio de sus testículos de 0.0028 g, y un diámetro de 2.4 mm; para Marzo (n = 13) un peso promedio de  $0.0037 \pm 0.0067$  g (0.0004 – 0.0249 g), y un diámetro promedio de 2.2 mm  $\pm$  0.92 mm (1.19 – 4.34 mm); para Abril (n = 23) un peso promedio de  $0.0156 \pm 0.0099$  g (0.0037 – 0.0352 g), y un diámetro promedio de 4.47 mm  $\pm$  0.85 mm (2.7 – 5.77 mm); para Mayo (n = 14) un peso promedio de  $0.0267 \pm 0.0154$  g (0.0038 – 0.0672 g), y un diámetro promedio de 5.28 mm  $\pm$  0.94 mm (3.6 – 6.98 mm); para Septiembre (n = 7) un peso promedio de  $0.0048 \pm 0.0065$  g (0.0002 – 0.0166 g), y un diámetro promedio de 2.53 mm  $\pm$  1.4 mm (0.92 – 4.34 mm); para Octubre (n = 3) un peso promedio de  $0.0002 \pm 0.00005$  g (0.0002 – 0.0003 g), y un diámetro promedio de 0.51 mm

$\pm 0.18$  mm (0.4 – 0.72 mm); y el único que se encontró en Noviembre mostró un peso de sus testículos de 0.0002 g, y un diámetro de 0.74 mm. El mayor peso y diámetro de los testículos se observa en el mes de Mayo, como se muestra en las gráficas de la figura 16. La prueba de ANCOVA muestra diferencias significativas con la LHC ( $F_{1-54} = 6.45$ ,  $P = 0.014$ ).

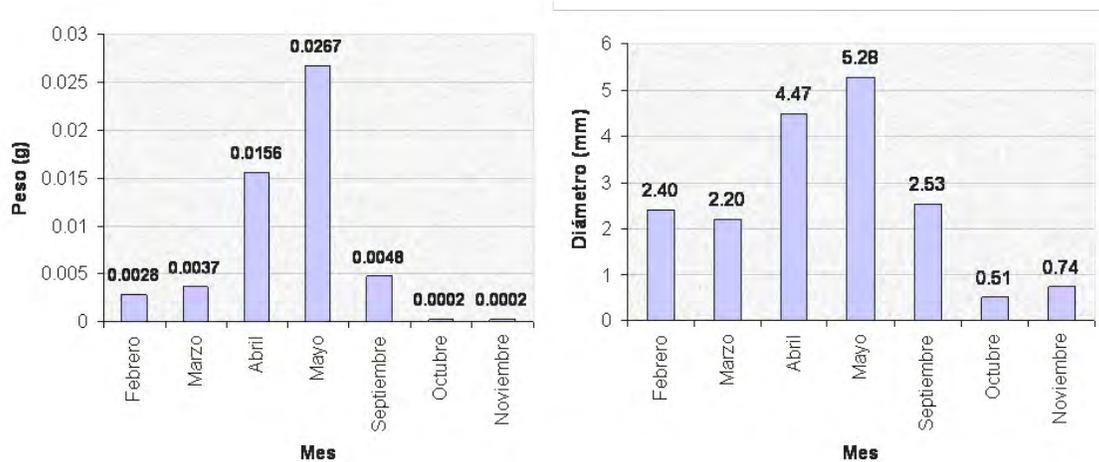


Figura 16. Gráficas de peso y diámetro promedio de los testículos de los machos de *Anolis subocularis* por mes de colecta (n = 62).

La relación existente entre el ciclo de los cuerpos grasos e hígado con la reproducción en los machos, se observa en la Figura 17. Para ambos casos, el peso de los cuerpos grasos y el hígado tienen un comportamiento similar al peso de los testículos. La prueba de ANCOVA no muestra diferencias significativas en el peso de los cuerpos grasos ( $F_{1-54} = 0.49$ ,  $P = 0.7466$ ) y ni con el hígado ( $F_{1-54} = 1.31$ ,  $P = 0.2788$ ). Como en el caso de las hembras en ambas pruebas se omitieron las muestras de los meses de Febrero y Noviembre debido a que son muy pequeñas.

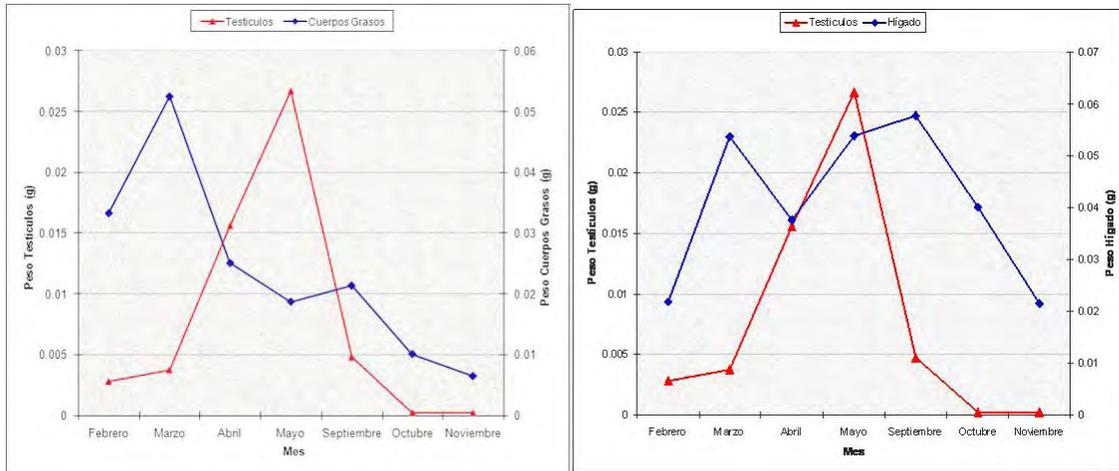


Figura 17. Relación entre el peso de los Testículos y el peso de los cuerpos grasos e hígado para *Anolis subocularis* en los meses de colecta (n = 62).

# DISCUSIÓN

## Morfometría

El dimorfismo sexual en el tamaño del cuerpo ha sido bien documentado en muchas especies de lagartijas (Fitch, 1981). En la mayoría de los géneros y especies de la familia Polychrotidae el macho es más grande que la hembra (Losos *et al.*, 1991; Heras-Lara & Villarreal, 2000; Vitt *et al.*, 2003; Márquez *et al.*, 2005) y *Anolis subocularis* no fue la excepción. Diferencias en tamaño entre machos y hembras pueden reducir la competencia por alimento u otras necesidades entre ellos (Rand, 1967; Carothers, 1984; Price, 1984; Stamps *et al.*, 1997).

No sólo en la LHC se ha observado el dimorfismo, sino también en otras estructuras morfológicas (*v. gr.*, Diversas morfometrías como longitudes de la cabeza y extremidades). Aunque en *A. subocularis* no se identificó este tipo de dimorfismo, en muchas especies de lagartijas se observa un tamaño mayor en la cabeza en alguno de los sexos (Price, 1984). En la tesis de Heras-Lara & Villarreal (2000) se documenta este tipo de dimorfismo para tres especies de *Anolis* (*A. uniformis*, *A. sericeus* y *A. rodriguezi*) de los Tuxtlas, para todas ellas los machos presentan un ancho de la cabeza más grande que las hembras.

## Microhábitat

La selección del microhábitat es un proceso de elegir determinados recursos espaciales entre los que se encuentran disponibles en el ambiente (Partridge, 1978), tal proceso depende de aspectos tales como la estructura física del ambiente, la fisiología del animal, la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores (Reaney & Whiting, 2003).

*A. subocularis* se encontró más frecuentemente sobre las rocas que en el suelo o sobre los árboles. Las rocas están firmemente cimentadas al sustrato y en el área de estudio ofrecen rutas de escape seguras para las lagartijas (tales como los espacios entre las rocas o los espacios que puedan quedar debajo de las mismas). Esta particularidad y el hecho de que almacenen fácilmente calor pueden hacer que las rocas sean un recurso atractivo para las lagartijas. Como en muchos otros reptiles, en *A. subocularis*, el calor de sustrato puede representar una fuente de calor importante en la regulación de su temperatura corporal (se encontró una correlación positiva entre la temperatura del sustrato y la del cuerpo de las lagartijas). Los árboles, si bien también pueden ofrecer refugios seguros (las lagartijas simplemente huyen hacia arriba cuando se les perturba), no tienen las propiedades térmicas de las rocas. Posiblemente esta sea la razón por la cual en esta área *A. subocularis* se encuentre más frecuentemente sobre las rocas. Por otro lado, diversos autores mencionan (Malhotra & Thorpe. 1997; Butler *et al.*, 2000; Heras-Lara & Villarreal, 2000; Irschick *et al.*, 2005; Rodríguez-Robles *et al.*, 2005; Johnson *et al.*, 2006; Huyghe *et al.*, 2007) que los *Anolis* ocupan preferencialmente diversos microhábitats para sus diferentes actividades que realizan. Por ejemplo, la hojarasca es usada principalmente para caminar en busca de sus presas. De este modo, es factible considerar que las *Anolis* que se observaron sobre el suelo se encontraban buscando alimento. Si esto es así, el número de ejemplares encontrados en la hojarasca sugiere la inversión de su tiempo la dedican a la búsqueda activa de alimento en vez de dedicarla a actividades termorregulatorias.

Además, en trabajos como los de Jenssen (1973), Kiester *et al.* (1975), Jenssen *et al.* (1984), Jenssen *et al.* (1998) y Vitt *et al.* (2002, 2003) se han evaluado la selección y el uso de hábitat en lagartijas del género *Anolis*, y se ha demostrado que la altura, el diámetro y el

microclima de la percha son las características más importantes en la segregación espacial entre las especies. Por tanto, sería recomendable que en estudios posteriores en los que se evaluase el microhábitat de *A. subocularis*, no sólo se debería tomar en cuenta la frecuencia del microhábitat en donde se encuentre la lagartija, sino que además se consideren otros aspectos tales como la posición en la que se encuentre (por ejemplo, altura con respecto al suelo) y la dimensiones de las perchas (*v. gr.*, tamaño de las rocas o diámetro de los troncos) y así, conocer más sobre la explotación de sus recursos.

### **Patrón de Actividad**

La actividad se define como la frecuencia o intensidad con la que los individuos de la población se mueven y, puede ser evaluada con el número de encuentros en un muestreo. Muchas lagartijas presentan un patrón de actividad unimodal y la actividad se centra cuando el clima ambiental es menos extremo (Pianka, 1986). Sin embargo, las lagartijas que viven en zonas tropicales, donde la temperatura ambiental es más extrema a medio día, generalmente presentan un patrón de actividad bimodal (la actividad disminuye o es nula cuando el calor es más intenso). Los resultados sugieren que en el área de estudio *A. subocularis* presenta un patrón de actividad bimodal, con un pico de actividad en la mañana y otro pico de mayor intensidad al atardecer. Esta actividad resulta ser frecuente en especies de lagartijas tropicales (Pianka, 1986), y ha sido reportada en otras especies de *Anolis* (Vitt *et al.*, 1995; Vitt & Zani, 1996; Vitt *et al.*, 2001a y b; Vitt *et al.*, 2002; Vitt *et al.*, 2003; Vitt & Zani, 2005; Vitt *et al.*, 2008).

## Ecología térmica

*Anolis subocularis* presentó una temperatura corporal promedio ( $T_c$ ) de  $31.25 \pm 1.9$  °C, la cual es relativamente alta en comparación con las registradas para otras *Anolis* mexicanas (Cuadro 1; Heras-Lara & Villarreal, 2000; Campbell, 1971; Birt *et al.*, 2001; Ramírez-Bautista & Benabib, 2001).

Cuadro 1. Datos disponibles en la literatura sobre la Temperatura corporal promedio ( $T_c$ ) y temperatura del microhábitat promedio [Temperatura del aire ( $T_a$ ) y Temperatura del Sustrato ( $T_s$ )], ocupado por diferentes Lagartijas Mexicanas del género *Anolis*. Nr = Datos no reportados por el autor.

Espece	$T_c$	$T_s$	$T_a$	Vegetación del Hábitat	Localidad	Fuente
<i>A. barkeri</i>	24.2	23.6	Nr	Selva alta Perennifolia	Los Tuxtlas, Veracruz	Birt <i>et al.</i> , 2001
<i>A. sericeus</i>	29	Nr	Nr	Selva alta Perennifolia	Los Tuxtlas, Veracruz	Heras-Lara & Villarreal, 2000
<i>A. uniformis</i>	28	Nr	Nr	Selva alta Perennifolia	Los Tuxtlas, Veracruz	Heras-Lara & Villarreal, 2000
<i>A. nebulosus</i>	30.2	28.4	28.2	Selva Baja Caducifolia	Chamela, Jalisco	Ramírez-Bautista & Benabib, 2001
<i>A. subocularis</i>	31.25	29.2	29.44	Selva Baja Caducifolia	Tierra Colorada, Guerrero	<i>Este estudio</i>

*A. nebulosus* (Ramírez-Bautista & Benabib, 2001) tiene una  $T_c$  cercana a la *A. subocularis*, con tan sólo un grado de diferencia, a diferencia de las otras *Anolis* (Heras-Lara & Villarreal, 2000; Campbell, 1971; Birt *et al.*, 2001). Tal vez la similitud de temperaturas entre *A. subocularis* y *A. nebulosus* se deba a que ambas lagartijas habitan en

el mismo tipo de vegetación, la Selva Baja Caducifolia y, las otras *Anolis* habitan en Selva Alta Perennifolia (cuadro 1).

A diferencia de la Selva Alta Perennifolia, la Selva Baja Caducifolia presenta una mayor temperatura media anual y un período de estiaje en el cual las especies arborescentes pierden las hojas (Rzedowski, 1978). Esto provoca que el hábitat involucrado quede al descubierto (o en mosaico) y, por lo tanto, relativamente más expuesto los rayos solares. La mayor temperatura ambiental de la selva podría aumentar la temperatura corporal de los organismos. Por lo tanto, la lagartijas que viven en estos ambientes (tales como *Anolis*) tenderían a estar activas en temperaturas corporales más elevadas.

Por otro lado, aunque se encontró una relación entre la  $T_c$  con la Temperatura del aire ( $T_a$ ) y la Temperatura del sustrato ( $T_s$ ; Figuras 5 y 6), la  $T_c$  promedio de *A. subocularis* resultó estar más elevada que la  $T_a$  promedio y la  $T_s$  promedio. Esto también sucede con otras *Anolis* mexicanas, como las de los estudios realizados por Birt *et al.* (2001) y Ramírez-Bautista & Benabib (2001), en *A. barkeri* y *A. nebulosus* respectivamente, en donde la  $T_c$  también resultó ser más elevada con respecto a las  $T_a$  y  $T_s$ . Y no sólo sucede en especies mexicanas, sino que también en otras *Anolis* del continente (cuadro 2; Huey & Webster, 1976; Vitt *et al.*, 1995; Vitt & Zani, 1996; Jenssen *et al.*, 1996; Vitt *et al.*, 2001; Vitt *et al.*, 2002; Vitt *et al.*, 2003a y b; Vitt & Zani, 2005). En todos los casos lo atribuyen a que todas las lagartijas estudiadas viven en hábitats heterogéneos, en los cuales no siempre se encuentran bajo el dosel de los árboles, sino que además existen claros que permiten la entrada directa de los rayos solares, permitiendo así que las lagartijas tengan un control más preciso en la selección de la temperatura corporal adecuada para el correcto desempeño de sus funciones vitales (Huey & Slatkin, 1976).

Cuadro 2. Datos disponibles en la literatura sobre la Temperatura corporal promedio (Tc) y temperatura del microhábitat promedio [Temperatura del aire (Ta) y Temperatura del Sustrato (Ts)], ocupado por diferentes *Anolis* (Squamata: Polychrotidae) en diversos países. Nr = Datos no reportados por el autor.

<b>Especie</b>	<b>Tc</b>	<b>Ts</b>	<b>Ta</b>	<b>País</b>	<b>Fuente</b>
<i>A. capito</i>	28.9	27.7	27.4	Nicaragua	Vitt & Zani, 2005
<i>A. trachiderma</i>	27.8	26.9	26.9	Ecuador y Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2002
<i>A. punctatus</i>	29.2	28	27.9	Ecuador y Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2003
<i>A. transversalis</i>	27.6	26	26.3	Ecuador y Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2003
<i>A. nitens tandai</i>	27.7	27	26.9	Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2001
<i>A. gundlachi</i>	24.8	Nr	24.4	Puerto Rico	Huey & Webster, 1976
<i>A. carolinensis</i>	23	Nr	22.2	EUA	Jenssen <i>et al.</i> , 1996
<i>A. oxylophus</i>	27.8	27.7	26.75	Nicaragua	Vitt <i>et al.</i> , 1995
<i>A. fuscoauratus</i>	28.7	27.1	27	Ecuador y Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2003
<i>N. chrysolepis</i>	27.9	26.3	26.2	Ecuador y Brasil	Vitt & Zanni, 1996
<i>A. nitens brasiliensis</i>	30.6	30.2	31	Brasil	Vitt <i>et al.</i> , 2008
<i>A. oculatus</i>	30.05	Nr	28.79	Isla Dominica	Malhotra & Thorpe, 1993
<i>A. cybotes</i>	30.82	29.26	Nr	Republica Dominicana	Fobes <i>et al.</i> , 1992
<i>A. subocularis</i>	<b>31.25</b>	<b>29.2</b>	<b>29.44</b>	<b>México</b>	<b>Este estudio</b>

La temperatura corporal de las lagartijas está principalmente determinada por la temperatura del sustrato y del aire (Huey, 1991). De acuerdo con el criterio de Huey &

Slatkin (1976), *A. subocularis* tiene una estrategia relativamente hacia la termorregulación activa, ya que de acuerdo con la ecuación de la regresión lineal, en ambos casos ( $T_a - T_c$  y  $T_s - T_c$ ), el valor de la pendiente se acerca a cero ( $T_c = 20.2996 + 0.372 T_a$ , Figuras 5; y  $T_c = 21.1371 + 0.3463 T_s$ , Figura 6). Otras especies pertenecientes al mismo género presentan tendencias hacia dicha estrategia de termorregulación (Litch, 1968; Ballinger *et al.*, 1970; Huey, 1974; Huey & Webster, 1976; Hertz, 1992 y 1993), pero otras tienden hacia el termoconformismo (Huey, 1974; Adolph, 1991; Fobes *et al.*, 1992; Malhotra & Thorpe, 1993; Hertz *et al.*, 1994; Jenssen *et al.*, 1996; Vitt *et al.*, 2003; Bishop & Echternacht 2004). El que una lagartija sea termorreguladora activa, tiene ciertas ventajas e implicaciones ecológicas. Por un lado, al presentar su cuerpo altas temperaturas, habrá una mayor tendencia hacia la pérdida de agua por evaporación (Hertz, 1992 y 1994). Por otra parte, generalmente buscará fuentes de radiación directa a sol, haciéndose conspicua a potenciales depredadores (Ballinger *et al.*, 1970; Huey, 1974; Huey & Slatkin, 1976), entre otros posibles costos. Pero, el acceso a una temperatura ambiental que permita a los organismos elevar su temperatura corporal a un rango óptimo, trae como posible ventaja que el animal asigne la cantidad de energía necesaria al crecimiento, reproducción y mantenimiento (Beuchat & Ellner, 1987; Sinervo & Adolph, 1989; Sinervo, 1990; Daut & Andrews, 1993), entre otros.

En cuanto a la forma de obtención de calor *A. subocularis*, no queda claro si es por medio de tigmotermia o por heliotermia, ya que la diferencia correlacional es de sólo 0.01 ( $RT_a - T_c = 0.56$ ; y  $RT_s - T_c = 0.55$ ). Quizás se deba a que la mayor parte de los organismos colectados se encuentran sobre las rocas bajo el dosel de los árboles, y por tanto pareciese que la tigmotermia resultaría la mejor opción de obtener calor pero, los pocos organismos

colectados a radiación directa nos hacen pensar más en una heliotermia. Estos resultados, por tanto, sugieren que estas lagartijas realizan movimientos de sol a sombra para mantener su temperatura corporal constante (sustenta la termorregulación activa), ganan calor por radiación directa y cuando su temperatura aumenta, pasan a la sombra para que su temperatura corporal se mantenga constante. Sin embargo, la información obtenida es pobre para dar una conclusión sobre la forma de obtención de calor, por tanto, es sugerible para estudios posteriores, que las colectas se hagan de una manera lo más homogéneamente posible en cuanto al lugar de colecta (en plena radiación solar o en sombra), para así sustentar esta preferencia.

Por otro lado, la relación que se encontró entre la temperatura y el período de actividad indican que conforme el día avanza, y a su vez la temperatura ambiental, la temperatura de *A. subocularis* también lo hace, hasta que alcanzó una temperatura media máxima de 33°C, comportándose de forma bimodal. Este comportamiento hace pensar que las lagartijas controlan su temperatura a lo largo del día, cuando su actividad comienza su temperatura corporal es relativamente baja, pero conforme pasan las horas y la temperatura ambiental se incrementa, la lagartija tiende a aumentar su temperatura pero también es capaz de regularla.

Y en cuanto a la relación de la temperatura, el periodo de actividad y el microhábitat elegido, se observa que de igual forma *A. subocularis* va incrementado su temperatura conforme avanza el día, pero dependiendo del sustrato que elija, su temperatura llega a tener variaciones. Pianka (1986) menciona que el período de actividad se relaciona directamente con la temperatura corporal de las lagartijas debido a que las especies comienzan sus actividades temprano en el día y permanecen activas durante largos períodos

de tiempo, generalmente presentan temperaturas corporales más bajas que aquellas especies de lagartijas con períodos de actividad más cortos. En el presente trabajo, al parecer el tipo de microhábitat elegido durante el periodo de actividad tiene que ver con la estrategia de obtención de calor, muy probablemente mientras las rocas pueden ser usadas para la tigmotermia, los árboles son usados para la heliotermia, y esto respaldaría aún más la termorregulación activa de *A. subocularis*, ya que tienen diversos sustratos a elegir como opciones para obtener calor a lo largo del día.

Gienger *et al.* (2002), obtuvieron resultados muy parecidos a los obtenidos en esta tesis. Ellos describieron el patrón de actividad de cinco lagartijas diurnas (*Anolis nebulosus*, *Ameiva undulata*, *Cnemidophorus communis*, *C. lineatissimus* y *Sceloporus utiformis*) de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco, y en todos los casos, las lagartijas son activas entre las 9 y las 18 horas, el máximo pico de actividad lo alcanzan de 11 a 12 horas, y su temperatura máxima se encuentra a la 14 horas, demostrando así, que éstas lagartijas al ser heliotérmicas tienen una amplia actividad diaria.

## **Reproducción**

Las mediciones gonadales obtenidas en los dos sexos, el porcentaje de hembras observadas en cada categoría y la presencia de individuos juveniles durante sólo una temporada, indican que el periodo de actividad de *Anolis subocularis* es marcadamente estacional. Este patrón resulta ser bastante común entre los reptiles (Hamlet, 1952; Campbell *et al.*, 1989; Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998; Ochotera, 2000; Ochotera *et al.*, 2000).

Generalmente los reptiles que habitan en climas tropicales estacionales (seco-húmedos), muestran un patrón reproductivo estacional cíclico, como es el caso de lagartijas de los bosques tropicales del oeste de México (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998). De acuerdo con los resultados obtenidos podemos afirmar que el ciclo reproductivo de *A. subocularis* tiene un patrón estacional cíclico. La reproducción de *A. subocularis*, está caracterizada por un ciclo reproductivo en el cual las hembras ponen huevos en verano y principios de otoño. En este tiempo la vegetación aún es exuberante la disponibilidad de alimento es abundante. La reproducción se detiene en la temporada de secas cuando los recursos disminuyen debido a la falta de lluvias. En verano, en la Selva Baja Caducifolia, la precipitación hace crecer los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo (Rzedowski, 1979; Bullock, & Solís-Magallanes, 1990) y, por tanto, se incrementan las poblaciones de insectos, los cuales son consumidos por las lagartijas. La presencia de lagartijas juveniles indica que eclosionan en esta época cuando el alimento es muy abundante (Licht & Gorman, 1970; Andrews & Rand, 1974; Ballinger, 1977; Fitch, 1982). Este fenómeno se encuentra ampliamente documentado para muchas *Anolis* (Litch & Gorman, 1974; Gorman & Licht, 1974; Fleming & Hooker, 1975; Fitch, 1976; Campbell *et al.*, 1989; Losos *et al.*, 1991; Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Birt *et al.*, 2001; Ochotorena *et al.*, 2005; Vitt & Zani, 2005).

La presencia de dos huevos oviductales en cinco de las siete hembras disectadas, la puesta de dos huevos por individuo mantenidas en cautiverio (en un lapso de quince días) y la presencia de juveniles en septiembre y octubre sugieren que *A. subocularis* realizan varias puestas por época reproductiva. Aunque no se conoce el tiempo exacto en que se realizaron las puestas de los individuos en cautiverio, se sabe que en *A. carolinensis*

(Andrews, 1985), en *A. capito* (Vitt & Zani, 2005), en *A. limifrons* (Andrews & Rand, 1974) y en *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997) las puestas se realizan cada siete días. Pianka & Vitt (2003) mencionan que cuando las temporadas favorables son largas, las lagartijas producen múltiples puestas en rápidas sucesiones, incrementando así la posibilidad de supervivencia de su progenie.

La presencia en promedio de 6.3 folículos con un diámetro promedio de 2.69 mm (min. 0.01 mm, max. 4.84 mm) durante el mes de septiembre, indican que *A. subocularis* presenta un alto potencial reproductivo, en general, la mayoría de los *Anolis* lo presentan (Smith *et al.*, 1973; Andrews & Rand, 1974; Sexton, 1980; Fobes *et al.*, 1992; Vitt *et al.*, 1995; Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Powell, 1999; Goldberg *et al.*, 2002; Ramírez-Bautista *et al.*, 2002; Vitt & Zani, 2005; Ardila-Marín, 2008). Tal es el caso de la especie mexicana *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997), en la cual se reportó un promedio de 15.4 folículos. Andrews & Rand (1974) mencionan que el alto potencial reproductivo que presentan las *Anolis* compensa la capacidad de éstas lagartijas de poner un sólo huevo por puesta.

Además, la presencia de juveniles con tallas mayores a los 2.5 cm (LHC) en la primera mitad del mes de septiembre hace suponer que *A. subocularis* realizó puestas antes de este mes, en agosto y posiblemente desde Julio. Ya que, como lo indica la gráfica de condición reproductiva, el crecimiento en el tamaño de los folículos (la presencia de folículos de categoría II) en el mes de Mayo, hace suponer que conforme transcurren los meses se van encontrando folículos de las categorías III y IV, como posteriormente se encontrarían para Septiembre. Lamentablemente, en este trabajo no se realizaron colectas de Junio a Agosto, por lo que no se puede saber con precisión a partir de cual mes se

podrían encontrar folículos de categoría IV (del tamaño de los huevos presentes en el oviducto). Sin embargo, está reportado para *A. nebulosos*, una especie mexicana que habita en el mismo tipo de vegetación (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997) que su actividad reproductiva se concentra de Julio a Octubre, en Junio comienza el crecimiento folicular y para Noviembre no hay folículos con actividad alguna y las puestas comienzan de Julio a Octubre.

Los resultados sugieren (Figura 10) que existe una relación entre el ciclo de los cuerpos grasos y la reproducción de las lagartijas hembras. Cuando se encuentra el pico de actividad gonadal más alto, durante el mes de septiembre, los cuerpos grasos presentan su peso más bajo y, viceversa, cuando en el mes de Abril los cuerpos grasos tienen un mayor peso, no parece haber actividad gonadal. Esto podría indicar que la energía almacenada es utilizada para la producción de huevos (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997). Diversos autores mencionan que el empleo de las reservas de grasas es utilizada en la actividad reproductiva: para la vitelogénesis, el mantenimiento somático y el crecimiento folicular (Gorman & Licht, 1973; Gorman & Licht, 1974; Fleming & Hooker, 1975; Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Ochotorena *et al.*, 2005).

Contrariamente a los cuerpos grasos, el hígado incrementa su peso cuando las hembras se encuentran en actividad reproductiva, en otras palabras, el ciclo del hígado tiene un comportamiento muy similar al de los ovarios (Figura 10). Aunque no se realizó ninguna prueba histológica para conocer si *A. subocularis* almacena lípidos en su hígado es poco probable que el mayor peso del hígado en el mes de septiembre se deba al almacenamiento de lípidos. Generalmente el ciclo de los cuerpos grasos refleja el ciclo de lípidos en otros compartimientos corporales (v. gr., la cola o el hígado). Más bien es posible

que el mayor peso del hígado, en septiembre, se deba a una mayor actividad de este órgano. En el período de crecimiento folicular, y en particular en las últimas fases del crecimiento de los folículos, el hígado se hipertrofia debido a su participación en la formación del vítelo destinado a aumentar el tamaño de estas estructuras (Derickson, 1976; Benabib, 1994; Ramírez-Bautista *et al.*, 1998; Goldberg, 1973). A pesar de este hecho, es posible que, el hígado de *Anolis subocularis* funcione también como órgano de almacenamiento de lípidos. Por ejemplo, en otras especies de *Anolis* la variabilidad del peso del ciclo del hígado muestra decremento en la temporada reproductiva, como es el caso de *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997). Por tanto, sería recomendable realizar un estudio más detallado, donde se incluya alguna prueba histológica, para conocer si existe alguna relación entre los lípidos almacenados en el hígado con la reproducción de *A. subocularis*.

En los machos los testículos aumentan de peso de marzo a mayo. Algo similar ocurre en *Anolis nebulosus*. En esta última especie el peso de los testículos alcanza su valor máximo en Mayo (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997). En *A. subocularis* no es claro en qué meses los machos tienen testículos más pesados, debido a que no se tienen datos para los tres meses siguientes. Sin embargo, dada la similitud en los patrones reproductivos de las hembras de *A. subocularis* y *A. nebulosus* es posible que en los machos de la primera especie los testículos también alcancen su peso máximo en mayo o junio.

Los cuerpos grasos disminuyen significativamente de marzo a mayo. En el área de estudio estos son los meses más secos del año. También en estos meses se observa un incremento significativo en el peso de los testículos. Estos datos sugieren que la energía almacenada en los cuerpos grasos puede utilizarse tanto para propósitos de manutención como para apoyar procesos relacionados con la reproducción. Diversos autores mencionan

que el empleo de los lípidos en los machos es utilizado para el mantenimiento del individuo, el cortejo y el apareamiento (Fleming & Hooker, 1975; Noeske & Meier, 1977; Licht, 1984; Lee *et al.*, 1989; Ramírez-Bautista & Vitt, 1997; Ochotorena *et al.*, 2004).

La reproducción de la población estudiada de *A. subocularis* resultó ser asincrónica, justo como sucede con *A. nebulosus* (Ramírez-Bautista & Vitt, 1997). Mientras que la actividad testicular ocurre en los meses de estiaje, la actividad folicular ocurre en los meses de lluvias. Esto sugiere un posible almacenamiento del esperma por parte de las hembras en los oviductos, tal como se ha observado en algunas especies de *Sceloporus* (Guillette & Casas-Andreu, 1981; Guillette & Sullivan, 1985).

La asincronía en los ciclos testicular y ovárico sugiere que distintos factores ambientales próximos a la zona de estudio pueden estimular la actividad reproductiva, lo que hace pensar en una relación fenológica. Es probable que en las hembras el factor involucrado sea la precipitación. Ya que, el nacimiento de las crías presumiblemente ocurre desde principios de agosto o fines de julio (ver arriba), es posible que el crecimiento folicular ocurra un poco antes, cuando comienza la temporada de lluvias. Si esto es así es factible suponer que un aumento en la humedad del ambiente estimule la actividad de los ovarios. En cambio, en los machos el factor más probable sería el fotoperiodo ya que el crecimiento testicular ocurre antes de que comience la época lluviosa. No es claro hasta qué punto las variables ambientales señaladas pudieran ser importantes en el ciclo reproductivo de *A. subocularis*. Sin embargo, diversos autores han sugerido, para diferentes especies de *Anolis*, que en las hembras el factor principal que estimula la actividad ovárica es la precipitación (Licht & Gorman, 1970; Gorman & Licht, 1974; Campbell *et al.*, 1989; Ochotera, 2000; Vitt & Zani, 2005; Ochotorena *et al.*, 2005), en los machos resulta ser el

fotoperiodo y la temperatura los factores más relevantes (Fox & Dessauer, 1958; Licht, 1967; Licht, 1971; Andrews, 1971; Licht, 1971; Fleming & Hooker, 1975; Licht & Gorman, 1975; Noeske & Meier, 1977; Underwood, 1978; Andrews, 1979; Licht, 1984; Ochotorena *et al.*, 2000 Ochotera, 2000; Ochotorena *et al.*, 2005). Esto apoya la visión planteada arriba respecto a la importancia de los factores ambientales señalados. Por tanto, sería recomendable que para estudios posteriores se busque alguna relación endocrinológica con la fenología de la vegetación donde habitan estas lagartijas.

## Conclusiones



Se encontró dimorfismo sexual en *Anolis subocularis*. Los machos tienden a ser significativamente más largos y más pesados que las hembras.



El microhábitat preferido de la población estudiada fueron las rocas. Las cuales seguramente las empleen como fuentes de calor para poder termoregular, por el hecho de que estas tienen una alta capacidad de absorber y liberar lentamente energía a lo largo del día.



La actividad de la población resultó ser bimodal. Las lagartijas son altamente activas por la mañana y luego al atardecer, este comportamiento posiblemente está relacionado con las temperaturas diarias que alcanza la selva baja caducifolia.



La temperatura corporal promedio de la población fue de  $31.25 \pm 1.9$  °C, este valor tiende a ser de los más elevados respecto a los reportados en literatura y parece estar asociado al tipo de vegetación que habitan.



*A. subocularis* tiende hacia una termorregulación activa, ya que se encontró una correlación significativa entre la temperatura corporal promedio de la población y las temperaturas de los distintos tipos de microhábitats donde se les encontró.



El patrón de actividad reproductiva de esta población es marcadamente estacional cíclica, pero asincrónico entre machos y hembras. Por lo que, se sugiere que distintos factores ambientales tales como la lluvia y el fotoperiodo tengan una relación fenológica con el ciclo reproductivo de *A. subocularis*. Sin embargo, habrá que realizar estudios que detallen las relaciones endocrinológicas de ambos sexos y con las variables ambientales.



Es probable que los lípidos almacenados en los cuerpos grasos son recursos energéticos importantes para apoyar actividades reproductivas en las hembras, sin embargo habría que realizar estudios histológicos que describan la relación entre el ciclo de los lípidos con el gonádico.

## LITERATURA CITADA

- Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology* 71:315-317.
- Adolph, S. C. 1991. Some natural history observations on *Anolis cupreus* in Costa Rica: Thermal ecology, structural habitat, and a male-biased sex ratio. En: Losos, J. B. & G. C. Mayer (eds.). *Anolis Newsletter IV*. Pags:5-8.
- Adolph, S. & W. Porter. 1993. Temperature activity and lizard life histories. *The American Naturalist*. 142:273-295.
- Andrews, R. M. 1971. Structural habitat and time budget of a tropical *Anolis* lizard. *Ecology* 52:262-270.
- Andrews, R. M. 1979. Reproductive effort of female *Anolis limifrons* (Sauria: Iguanidae). *Copeia* 1979:620-626.
- Andrew, R. M. 1985. Oviposition frequency of *Anolis carolinensis*. *Copeia* 1985:259-262.
- Andrews, R. & A. S. Rand. 1974. Reproductive Effort in Anoline Lizards. *Ecology* 55:1317-1327.
- Ardila-Marín, D. A., D. G. Gaitán-Reyes & E. J. Hernández-Reyes. 2008. Biología reproductiva de una población de *Anolis tolimensis* (Sauria: Iguanidae) en los Andes Colombianos. *Caldasia* 30:151-159.
- Avila-Bocanegra, L. E. 2004. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus anahuacus* (Sauria: Iguanidae) que ocurre el Noroeste del estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ballinger, R. E. 1977. Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation in lizard. *Ecology* 58:628-635.

- Ballinger, R. E., K. R. Marion & O. J. Sexton. 1970. Thermal ecology of the lizard, *Anolis limifrons* with comparative notes on three additional Panamanian anoles. *Ecology* 51:246-254.
- Ballinger, R. E., J. Lemos-Espinal, S. Sanoja-Sarabia & N. R. Coady. 1995. Ecological observations of the lizard, *Xenosaurus grandis* in Cuautlapan, Veracruz, Mexico *Biotropica* 27:128-132.
- Bakken, G. S. 1989. Arboreal Perch Properties and the Operative Temperature Experienced by Small Animals. *Ecology* 70: 922-930.
- Benabib, M. 1994. Reproduction and lipid utilization of the tropical populations of *Sceloporus variabilis*. *Herpetological Monographs* 8:160-180.
- Bauwens, D., P. E. Hertz & A. M. Castilla. 1996. Thermoregulation in a Lacertid Lizard: The Relative Contributions of Distinct Behavioral Mechanisms. *Ecology* 7:1818-1830.
- Beuchat, C. A. & S. Ellner. 1987. A quantitative test of life history theory: Thermoregulation by a viviparous lizard. *Ecological Monographs* 51:45-68.
- Birt, R. A., R. Powell & B. D. Greene. 2001. Natural history of *Anolis barkeri*: A semiaquatic lizard from southern México. *Journal of Herpetology* 35:161-166.
- Bishop, D. C. & A. C. Echternacht. 2004. Emergence behavior and movements of winter-aggregated green anoles (*Anolis Carolinensis*) and the thermal characteristics of their crevices in tennessee. *Herpetologica*, 60:168–177.
- Bogert, C. M. 1949a. Thermoregulation and critical body temperatures in Mexican lizards of the genus *Sceloporus*. *Anales del Instituto de Biología. México.* 20:415-426.
- Bogert, C. M. 1949b. Thermoregulation in reptiles: A factor in evolution. *Evolution* 3:195-211.
- Brattstrom, B. H. 1965. Body Temperatures of Reptiles. *American Midland Naturalist* 13:376-422.

- Brown, R. P. & S. Griffin. 2005. Lower selected body temperatures after food deprivation in the lizard *Anolis carolinensis*. *Journal of Thermal Biology* 30:79–83.
- Bullock, S. H., H. A. Money & E. Medina. 1995. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bullock, S. H. & J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.
- Bulté, G. & G. Blouin-Demers. 2006. Cautionary notes on the descriptive analysis of performance curves in reptiles. *Journal of Thermal Biology* 31:287-291.
- Butler, M. A., T. W. Schoener & J. B. Losos. 2000. The relationship between sexual size dimorphism and habitat use in greater Antillean *Anolis* lizards. *Evolution* 54:259-272.
- Campbell, H. W. 1971. Observations on the thermal activity of some tropical lizards of the genus *Anolis* (Iguanidae). *Caribbean Journal of Science* 11:17-20.
- Campbell, J. A., D. R. Formanowicz Jr. y P. B. Medley. 1989. The reproductive cycle of *Norops uniformis* (Sauria: Iguanidae) in Veracruz, México, *Biotropica* 21:237-243.
- Carothers J.H. 1984. Sexual selection and sexual dimorphism in some herbivorous lizards. *The American Naturalist* 124:244-254.
- Ceballos, G. & A. García. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forest in western México. *Conservation Biology* 9:1349-1353.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO – Instituto de Biología, UNAM – Agrupación Sierra Madre. México.

- CFE. 2004. Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2005 – 214. Documento Ejecutivo. Subdirección de Programación. Gerencia de Programación de Sistemas Eléctricos. Comisión Federal de Electricidad. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/NR/rdonlyres/D1291E81-FD7F-49DC-A86B-53A0FAD16DBB/0/POISE2005.pdf>
- Cowles, R. B. 1940. Additional implications of reptilian sensitivity to high temperature. *The American Naturalist* 75:542-561.
- Cowles, R. B. & C. M. Bogert. 1944. A preliminary study of the thermal requirements of the reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 83:261-296.
- Daut, E. F. & R. M. Andrews. 1993. The effect of pregnancy on thermoregulatory behavior of the viviparous lizard *Chalcides ocellatus*. *Journal of Herpetology* 27:6-13.
- Davis, W. B. 1954. Three new anoles from Mexico. *Herpetologica* 10:1-6.
- Derickson, W. K. 1974. Lipid deposition and utilization in the Sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: its significance for reproduction and maintenance. *Compendium of Biochemistry and Physiology* 49:267-272.
- Derickson, W. K. 1976a. Lipid storage and utilization in reptiles. *American zoologist*. 16:711-723.
- Derickson, W. K. 1976b. Ecological and physiological aspects of reproductive strategies in two lizards. *Ecology* 57: 445-458.
- Dessauer, H. C. 1955. Seasonal changes in the gross organ composition, in the lizard *Anolis carolinensis*. *Journal of experimental Zoology* 128:1-12.
- Díaz, J. A. 1997. Ecological correlates of the thermal quality of an ectotherm's habitat: a comparacion between two temperate lizards populations. *Functional Ecology* 11:79-89.
- Díaz, J. A. y S. Cabezas-Díaz. 2004. Seasonal variation in the contribution of diferent behavioral mechanism to lizard thermoregulation. *Functional Ecology* 18:867-875.

- Díaz, J. A., P. Iraeta & C. Monasterio. 2006. Seasonality provokes a shift of thermal preferences in a temperate lizard, but altitude does not. *Journal of Thermal Biology* 31:237-242.
- Díaz de la Vega-Pérez, A. H. 2004. Aspectos que influyen en la Temperatura Corporal de la lagartija *Xenosaurus sp.* (Sauria: Xenosauridae) en un Bosque Mesófilo del Estado de Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Di Maggio III, A. & A. Dessauer. 1963. Seasonal changes in glycose tolerance and glycogen disposition in a lizard. *American Journal of Physiology* 204:677-680.
- Dirzo, R. 1994. Diversidad de la Flora de México. CEMEX y Agrupación Sierra Madre. México.
- Droge, D. L., S. M. Jones & R. E. Ballinger. 1982. Reproduction of *Holbrookia maculate* in Western Nebraska. *Copeia* 1982:356-362.
- Duellman, W. E. 1962. Directions for preserving amphibians and reptiles. En: Hall, E. R. (ed.). *Collecting and preparing study specimens of vertebrates*. Museum of Natural History, University of Kansas. Pags:37-44
- Dunham, A. E. 1994. Reproductive ecology. En: *Lizards ecology, historical and experimental perspectives*. Vitt, L. J. & E. R. Pianka (eds.) Princeton University Press, Princeton. New Jersey, USA. Pags:31-49.
- Dunham, A. E., D. B. Miles & D. N. Reznick. 1988. Life histories patterns in squamate reptiles. In: *Biology of reptilian*, Vol. 16, *Ecology: Defense and life history*. Gans, C. R., B. Huey & R. Liss (eds.) New York. Pags:331-386.
- Feria-Ortíz, M. 2001. Revisión taxonómica del grupo de especies *Anolis subocularis* (Squamata: Polychrotidae). Tesis de Posgrado en Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias, División de Estudios de Posgrado, UNAM. México, D.F.

- Figuroa de Contín, E. 1980. Atlas geográfico e histórico del estado de Guerrero. FONAPAS. Gobierno del estado de Guerrero.
- Fitch, H. S. 1970. Reproductive cycles of lizards and snakes. University of Kansas Publications of Museum of Natural History. Miscelanean Publications 52:1-247.
- Fitch, H. S. 1976. Sexual size differences in mainland anoles. Occasional papers of the Museum of Natural History University of Kansas 50:1-21.
- Fitch, H. S. 1981. Sexual size differences in reptiles. University of Kansas Museum Natural History Miscellaneous Publication 70:1-72.
- Fitch, H. S. 1982. Reproductive cycles in tropical reptiles. Occasional papers of the Museum of Natural History University of Kansas 96:1-53.
- Fitch, H. S., A. F. Echelle & A. A. Echelle. 1976. Field observations on rare or little known mainland anoles. The University of Kansas Science Bulletin 51:91-128.
- Fleming, T. H. & R. S. Hooker. 1975. *Anolis cupreus*: The response of a lizard to tropical seasonality. Ecology 56:1243-1261.
- Fobes, T. M., R. Powell, J. S. Parmerlee Jr., A. Lathrop & D. D. Smith. 1992. Natural history of *Anolis cybotes* (Sauria: Polychridae) from an altered habitat in Barahona, Dominican Republic. Caribbean Journal of Science 28:200-2007.
- Fox, W. & H. C. Dessauer. 1958. Response of the male reproductive system of lizards (*Anolis carolinensis*) to unnatural day-lengths in different seasons. The Biological Bulletin 115:421-439.
- García, A. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. Biological Conservation 130:25–46.

- García, A., H. Solano–Rodríguez & O. Flores–Villela. 2007. Patterns of alpha, beta and gamma diversity of the herpetofauna in Mexico's Pacific lowlands and adjacent interior valleys. *Animal Biodiversity and Conservation* 30:169-177.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, México.
- Gatten, R. J. Jr. 1985. Activity Metabolism of Lizards After Thermal Acclimation. *Journal of Thermal Biology* 10:209-215.
- Gaffney, F. C. & I. C. Fitzpatrick. 1973. Energetics and lipid cycles in the lizard, *Cnemidophorus tigris*. *Copeia* 1973:446-452.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-14.
- Gienger, C. M., D. D. Beck, N. C. Sabari & D. L. Stumabugh. 2002. Dry Season Habitat Use by Lizards in a Tropical Deciduous Forest of Western Mexico. *Journal of Herpetology* 36:487-490.
- Goldberg, S. R. 1972. Seasonal weight and cytological changes in the fat bodies and liver of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia* 1972:227-232.
- Goldberg, S. R. 1973. Ovarian cycle of the western lizard *Sceloporus occidentalis*. *Herpetologica* 29:248-289.
- Goldberg, S. R., F. Kraus & C. R. Bursey. 2002. Reproduction in an introduced population of the Brown Anole, *Anolis sagrei*, from O'ahu, Hawai'i. *Pacific Science* 56:163-168.
- González-Espinoza, J. E. 2006. Ecología reproductiva de *Sceloporus jalapae* (Reptilia: Phrynosomatidae) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de grado Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Gorman, G. C. & P. Licht. 1973. Sexual dimorphism in body size and ovarian activity in the lizard *Anolis carolinensis*. *American Midland Naturalist* 90:235-239.
- Gorman, G. C. & P. Licht. 1974. Seasonality in Ovarian Cycles among Tropical *Anolis* Lizards. *Ecology* 55:360-369.
- Greene, H. W. 1986. Natural history and evolutionary biology. En: Feder, M. E. & G. V. Lauder (eds.). *Predator-prey Relationships: Perspectives and Approaches from the study of Lower Vertebrates* University of Chicago Press. Pags:99-108.
- Guillette, L. J. Jr. & G. Casas-Andreu. 1981. Seasonal variation in fat body weights of the Mexican high lizard *Sceloporus grammicus microlepidotus*. *Journal of Herpetology* 14:143-147.
- Guillette, L. J. Jr. & P. W. Sullivan. 1985. The reproductive and fat body cycles of the lizard *Sceloporus formosus*. *Journal of Herpetology* 19:474-480.
- Guillette, L. J. Jr. & F. R. Mendez de la Cruz. 1993. The reproductive cycle of the viviparous Mexican lizard *Sceloporus torquatus*. *Journal of Herpetology* 27:168-174.
- Guizar, E. & A. Sánchez-Vélez. 1991. Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Hahn, W. E. 1967. Estradiol-induced vitellonogenesis and concomitant fat mobilization in the lizard *Uta stansburiana*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 23:83-93.
- Hahn, W. E. & D. W. Tinkle. 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptative significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *The Journal of experimental zoology*. 158:79-86.
- Hamlet, G. W. D. 1952. Notes on breeding and reproduction in the lizard *Anolis carolinensis*. *Copeia* 1952:183-185.

- Heras-Lara, L. & J. L. Villarreal-Benítez, 1997 *Anolis sericeus* (lagartija de abanico, perritos).  
En: Historia Natural de Los Tuxtlas. González-Soriano, E., R. Dirzo & R. C. Vogt (eds.).  
UNAM-CONABIO, México. Págs:475-476.
- Heras-Lara, L. & 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. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Gallegos, O., C. Ballesteros-Barrera, M. Villagrán Santa Cruz, D. Alonzo-Parra &  
F. R. Méndez de la Cruz. 2003. Actividad reproductora estacional de las hembras del  
género *Aspidocelis* (Reptilia: Teiidae), en la Península de Yucatán, México.  
*Biogeographica* 79:1-17.
- Hertz, P. E. 1992. Temperature regulation in Puerto Rican *Anolis* lizards: A field test using null  
hypotheses. *Ecology* 73:1405-1417.
- Hertz, P. E. 1993. Evaluating temperature regulation by field-active ectotherms: the fallacy of  
the inappropriate question. *The American Naturalist* 142:796-818.
- Hertz, P. E. & R. B. Huey. 1981. Compensation for Altitudinal Changes in the Thermal  
Environment by Some *Anolis* Lizards on Hispaniola. *Ecology* 62:515-521.
- Hertz P. A., A. Arce-Hernández, J. Ramírez-Vázquez, W. Tirado-Rivera & L. Vázquez-Vives.  
1979. Geographic variation of heat sensitivity and water loss rates in the tropical lizard  
*Anolis gundiachi*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 62:947-953.
- Hertz, P. E., R. B. Huey & R. Stevenson. 1993. Evaluating temperature regulation by field  
active ectotherms: The fallacy of the inappropriate question. *American Naturalist*.  
142:796-818.
- Hertz, P. E., L. J. Fleishman & C. Armsby. 1994. The influence of light intensity and  
temperature on microhabitat selection in two *Anolis* lizards. *Functional Ecology* 8:720-  
729.

- Huey, R. B. 1974. Behavioral thermoregulation in lizards: Importance of associated costs. *Science* 184:1001-1003.
- Huey, R. B. 1982. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. Pags: 25-91. En: C. Gans & F. H. Pough (Eds.), *Biology of the Reptilia*, Academic Press, London.
- Huey R. B. & A. F. Bennett. 1987. Phylogenetic Studies of Coadaptation: Preferred Temperatures Versus Optimal Performance Temperatures of Lizards. *Evolution* 41:1098-1115.
- Huey, R. B. & M. Slatkin. 1976. Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology* 51:363-384.
- Huey, R. B. & T. P. Webster. 1976. Thermal biology of *Anolis* lizards in a complex fauna: the *Cristatellus* group on Puerto Rico. *Ecology* 57:985-994.
- Huyghe, K., A. Herrel, B. Vanhooydonck, J. J. Meyers & D. J. Irschick. 2007. Microhabitat use, diet, and performance data on the Hispaniolan twig anole, *Anolis sheplani*: Pushing the boundaries of morphospace. *Zoology* 110: 2-8.
- INEGI. 2001. Carta Topográfica 1:50,000. Tierra Colorada Guerrero (E14C48). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Irschick, D. J., B. Vanhooydonck, A. Herrel & J. Meyers. 2005. Intraspecific correlations among morphology, performance and habitat use within a green anole lizard (*Anolis carolinensis*) population. *Biological Journal of the Linnean Society* 85: 211 - 221
- Jameson E. W., Jr. 1974. Fat and breeding cycles in a montane population of *Sceloporus graciosus*. *Journal of Herpetology* 8:311-322.
- Jenssen, T .A. 1970, The ethoecology of *Anolis nebulosus* (Sauria,Iguanidae). *Journal of Herpetology* 4:1-38.
- Jenssen, T. A. 1973. Shift in the structural habitat of *Anolis opalinus* due to congeneric competition. *Ecology* 54:863-869.

- Jenssen, T. A., D. L. Marcellini, C. Pague & L. A. Jenssen. 1984. Competitive interference between Puerto Rican lizards, *Anolis cooki* and *A. cristatellus*. *Copeia* 1984:853-852.
- Jenssen, T. A., J. D. Congdon, R. U. Fischer, R. Estes, D. Kling, S. Edmands & H. Berna. 1996. Behavioural, Thermal, and Metabolic Characteristics of a Wintering Lizard (*Anolis Carolinensis*) from South Carolina. *Functional Ecology* 10:201-209.
- Jenssen, T. A., Hovde, K.A. & Taney, K.G. 1998. Size-related habitat use by nonbreeding *Anolis carolinensis* lizards. *Copeia* 1998:774-779.
- Johnson, M. A., R. Kirby, S. Wang & J. B. Losos. 2006. What drives variation in habitat use by *Anolis* lizards: habitat availability or selectivity?. *Canadian Journal of Zoology* 84: 877-886.
- Kiester, A. R., Gorman, G.C. & Arroyo, D.C. 1975. Habitat selection behavior of three species of *Anolis* lizards. *Ecology* 56:220-225.
- Lee, J. C., d. Clayton, S. Eisenstein & L. Pérez. 1989. The reproductive cycle of *Anolis sagrei* in southern Florida. *Copeia* 1989:930-937.
- Lemos-Espinal J. A. y R. E. Ballinger. 1995. Comparative thermal ecology of the high altitude lizard *Sceloporus grammicus* on the eastern slope of the Iztaccihuatl volcano, Puebla. México. *Canadian Journal of Zoology* 73:2184-2191.
- Lemos-Espinal, J. A., R. E. Ballinger, S. Sajona-Sarabia & G. R. Smith 1997a. Thermal ecology of the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* in Sierra del Ajusco, México. *The Southwestern Naturalist* 42:344-347.
- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith & R. E. Ballinger. 1997b. Body temperatures of the Mexican *Sceloporus ochoteranae* from two populations in Guerrero, México. *Herpetological Journal* 7:26-27.

- Lemos-Espinal, J. A., G. R. Smith & R. E. Ballinger. 1997c. Thermal ecology of the lizard, *Sceloporus gadoviae*, in an arid tropical scrub forest. *Journal of Arid Environments* 35:311-319.
- Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of México. *Ecology* 31:507-518.
- Licht, P. 1966. Reproduction in Lizards: Influence of Temperature on Photoperiodism in Testicular Recrudescence. *Science* 154:1668-1670.
- Licht, P. 1967a. Environmental control of annual testicular cycles in the lizard *Anolis carolinensis*. I-Interaction of light and temperature in the initiation of testicular recrudescence. *Journal of Experimental Zoology* 3:505-516.
- Licht, P. 1967b. Influence of temperature on lizard testes. *Nature* 213:672-674.
- Licht, P. 1967c. Environmental control of annual testicular cycles in the lizard *Anolis carolinensis*. II. Seasonal variations in the effects of photoperiod and temperature on testicular recrudescence. *Journal of Experimental Zoology* 166:243-254.
- Licht, P. 1968. Response of thermal preference and Heat Resistance to thermal acclimation under different photoperiods in the lizard *Anolis carolinensis*. *The American Midland Naturalist* 79:149-158.
- Licht, P. 1969a. Illumination threshold and spectral sensitivity of photosexual responses in the male lizard (*Anolis carolinensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 30:233-246.
- Licht, P. 1969b. Environmental control of the annual testicular cycle in the lizard *Anolis carolinensis*. III. Thermal thresholds for photoperiodism. *Journal of Experimental Zoology* 172:311-322.
- Licht, P. 1971. Regulation of the annual testis cycle by photoperiod and temperature in the lizard *Anolis carolinensis*. *Ecology* 52:240-252.
- Licht, P. 1984. Reptiles. En: Marshall's physiology of reproduction. Vol. I: Reproductive cycles of vertebrates. Laming, G. E. (ed.). Churchill Livingstone, N. Y. Pags:206-321.

- Licht P. & G. C. Gorman. 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. University of California Publications in Zoology, 95:1-52.
- Lieb, C. S. 1981. Biochemical and karyological systematics of the Mexican lizards of the *Anolis gadovi* and *A. nebulosus* species groups. University Microfilms.
- López-Alcaide, S. 2005. Biología térmica y desempeño locomotor en tres especies de lacertillos vivíparos del grupo *Sceloporus torquatus*. Tesis de grado Maestría en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Losos, J. B., R. M. Andrews, O. J. Sexton & A. L. Schuler. 1991. Behavior, ecology, and locomotor performance of the Giant Anole, *Anolis frenatus*. Caribbean Journal of Science 27:173-179.
- Lu, H.-L., X. Ji, L.-H. Lin & L. Zhang. 2006. Relatively low upper threshold temperature in lizards from cool habitats. Journal of Thermal Biology 31:256-261.
- Malhotra, A. & R. S. Thorpe. 1993. An experimental field of a eurytopic anole, *Anolis oculatus*. Journal of Zoology (London) 229:163-170.
- Malhotra, A. & R. S. Thorpe. 1997. Size and shape variation in a Lesser Antillean anole, *Anolis oculatus* (Sauria: Iguanidae) in relation to habitat. Biological Journal of the Linnean Society 60: 53-72.
- Manríquez-Morán, N. L., M. Villagrán-Santa Cruz & F. R. Méndez de la Cruz. 2005. Reproductive biology of the parthenogenetic lizard, *Aspidocelis cozumela*. Herpetologica, 61:435-439.
- Márquez, C., J. M. Mora, F. Bolaños & S. Rea. 2005. Aspectos de la biología poblacional en el campo de *Anolis aquaticus*, Sauria: Polychridae en Costa Rica. Ecología Aplicada 4:59-69.

- Méndez de la Cruz, F. R., L. J. Gillette, M. Villagrán Santa Cruz & G. Casas-Andréu. 1988. Reproductive and fat body cycles of the viviparous lizard, *Sceloporus mucronatus* (Sauria: Iguanidae). *Journal of Herpetology* 22:1-12.
- Méndez de la Cruz, F. R., M. Villagrán Santa Cruz & R. M. Andrews. 1998. Evolution of viviparity in the lizards genus *Sceloporus*. *Herpetologica* 54:521-532.
- Meza, L. & J. López-García. 1997. Vegetación y mesoclima de Guerrero. En: Diego-PÉREZ, N. & R. M. Fonseca (eds). *Estudios Florísticos en Guerrero, Número especial 1*. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Miranda, F. & E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 23. C.P. SARH. México.
- Murphy, P. E. & A. E. Lugo. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.
- Navarro-García, J. C. 2004. Aspectos que influyen sobre la ecología térmica de la lagartija *Xenosaurus grandis* (Sauria: Xenosaurida) en un bosque mesófilo de la Sierra de Huautla, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nieto Montes de Oca, A. 1996. A New Species of *Anolis* (Squamata: Polychrotidae) from Chiapas, Mexico. *Journal of Herpetology* 30:19-27.
- Noeske, T. A. & A. H. Meier. 1977. Photoperiodic and thermoperiodic interaction affecting fat stores and reproductive indexes in the male green anole. *Anolis carolinensis*. *Journal of Experimental Zoology* 202:97-102.
- Ochotorena, A. S. 2000. Ciclos reproductivos en reptiles (Género *Anolis*). *Revista Biología* 14:98-107.

- Ochotorena, A. S., M. del C. Uribe-Aranzábal, R. M. Coro-Antich & F. Torres-Barbosa. 2000. Ciclo Reproductivo de *Anolis porcatus* (SAURIA: Polychrotidae) en Ciudad de la Habana, Cuba. *Revista Biología* 14:114-120.
- Ochotorena, A. S., M. del C. Uribe & M. Dominguez. 2004. Dos índices morfológicos en machos de tres especies del genero *Anolis*. *Revista Biología* 18:96-102.
- Ochotorena, A. S., M. C. Uribe-Aranzábal & L. J. Guillette Jr. 2005. Seasonal gametogenic cycles in a Cuban tropical lizard, *Anolis porcatus*. *Journal Herpetological* 39:443-454.
- Ortega, R. A. & R. Barbault. 1984. Reproductive cycle in the mezquite lizard *Sceloporus grammicus*. *Journal of Herpetology* 18:168-175.
- Partridge, L. 1978. Habitat selection. In *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach* (J.R. Krebs & N.B. Davies, eds), pp. 351–376. Oxford: Blackwell.
- Pérez-Alvarez, M. 2005. Endotermos vs Ectotermos. El Mito de la Superioridad. *Revista Biología* 19:4-11.
- Pianka, E. R: 1982. *Ecología evolutiva*. Editorial Omega. Barcelona, España.
- Pianka, E. R. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Pricenton University Press, Priceton, New Jersey, USA.
- Pianka, E. R., & L. J. Vitt. 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. University of California Press, Berkeley.
- Pineda-García, E., L. Arredondo-Amezcuca & G. Ibarra-Manríquez. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:129-139.
- Pough, F. H. 1980. The Advantages of Ectothermy for Tetrapods. *The American Naturalist* 115:92-112.
- Powell, R.1999. Natural History of Some *Anolis* Lizards: A Summary of Work in the Last Decade. In: Losos, J. B. & M. Leal (eds.). *Anolis Newsletter* V. Pags. 105-109.

- Price T.D. 1984. The evolution of sexual size dimorphism in Darwin's finches. *The American Naturalist* 123:500-518.
- Ramírez-Bautista, A. 1995. Demografía y reproducción de la lagartija arborícola *Anolis nebulosus* de la región de Chamela, Jalisco. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Ramírez-Bautista, A. & M. Benabib. 2001. Perch height of the arboreal lizard *Anolis nebulosus* (Sauria: Polychrotidae) from a Tropical Dry Forest of México: Effect of the reproduction season. *Copeia* 2001:187-193.
- Ramírez-Bautista, A. & L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of México. *Herpetologica* 53:423-431.
- Ramírez-Bautista, A., J. Barba-Torres & L. J. Vitt. 1998. Reproductive cycle and brood size of *Eumeces lynxe* from Pinal de Amoles, Querétaro, México. *Journal of Herpetology* 32:18-24.
- Ramírez-Bautista, A., V. Mata-Silva & L. Oliver-López. 2002. Reproductive data for *Anolis quercorum*, a little-known Anole from Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Herpetological Review* 33:269-271.
- Rand, A. S. 1964. Inverse relation between temperature and shyness in the lizard *Anolis lineatopus*. *Ecology* 45:863-864.
- Rand, A. S. 1967. Ecology and social organization in *Anolis lineatopus*. *Proceedings of the U.S. National Museum* 122:1-79.
- Reaney, L. T. & M. J. Whiting. 2003. Picking a tree: habitat use by the tree agama, *Acanthocercus atricollis atricollis*, in South Africa. *African Zoology* 38:273-278.
- Rodríguez-Gómez, Y. & A. S. Ochotorena. 2005. La Longitud De La Cabeza De Los Espermatozoides Como Indicador De La Eficiencia Reproductiva De Cuatro Especies De Lagartos Del Género *Anolis* (Sauria: Polychrotidae). *Revista Biología* 19:79-82.

- Rodríguez-Robles, J. A., M. Leal & J. B. Losos. 2005. Habitat selection by the Puerto Rican yellow-chinned anole, *Anolis gundlachi*. *Canadian Journal of Zoology* 83: 983-988.
- Rogowitz, G. L. 2003. Analysis of Energy Expenditure of *Anolis* Lizards in Relation to Thermal and Structural Niches: Phylogenetically Independent Comparisons. *Journal of Herpetology* 37:82-91.
- Ruibal, R. 1961. Thermal Relations of Five Species of Tropical Lizards. *Evolution* 15:98-111.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Saldaña de la Riva, L. y E. Pérez, 1987. *Herpetofauna del Estado de Guerrero, México*. Tesis Profesional de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Savage, J. M. & C. Guyer. 1989. Infrageneric classification and species composition of the anole genera, *Anolis*, *Ctenonotus*, *Dactyloa*, *Norops* and *Semiurus* (Sauria: Iguanidae). *Amphibia-reptilia* 10: 105-115.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales. *Diario Oficial de la Nación*, 6 de marzo del 2002. México, D.F.
- SERAPAZ. 2008. La Parota. Organización Servicios y Asesoría para la Paz En: <http://www.serapaz.org.mx/paginas/La%20Parota.htm>
- Sexton, O. J. 1980. Comments on the reproductive cycle of *Anolis limifrons* (Sauria: Iguanidae) at Turrialba, Costa Rica. *Caribbean Journal of Science* 16:13-17.
- Shine, R. & L. Schwarzkopf, 1992. The Evolution of Reproductive Effort in Lizards and Snakes. *Evolution* 46:62-75.

- Sinervo, B. 1990. Evolution of thermal physiology and growth rate between populations of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *Oecologia* 83:228-237.
- Sinervo, B. & S. C. Adolph. 1989. Thermal sensitivity of growth rate in hatchling *Sceloporus* lizards: environmental, behavioral and genetic aspect. *Oecologia* 78:411-419.
- Smith H. M., Sinelink G., Fawcett J. D. & Jones R. E. 1973. A survey of the chronology of ovulation in anoline lizard genera. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 75:107-120.
- StatSoft. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. StatSoft, Inc. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stamps, J. A., J. B. Losos & R. M. Andrews. 2007. A comparative study of population density and sexual dimorphism in lizards. *The American Naturalist* 149:64-90.
- Stevenson, R. D. 1985. Body Size and Limits to the Daily Range of Body Temperature in Terrestrial Ectotherms. *The American Naturalist* 125:102-117.
- Tinkle, D. W. 1972. The role of environment in the evolution of life history differences within and between lizards species. En: reprinted of: *Symposium on Ecosystematics*. Allen, R. T. & C. James (eds.) *University of Arkansas Museum Occasional* 4:77-100.
- Tinkle, D. W., H. M. Wilbur & S. G. Tilley. 1970. Evolutionary strategies in lizard reproduction. *Evolution* 24:55-74.
- Tosini, G., S. Jones & R. Avery. 1995. Infra-red irradiance and Set Point Temperatures in Behaviourally Thermoregulating Lacertid Lizards. *Journal of Thermal Biology* 20:497-503.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín, Instituto de Geografía, UNAM, México* No. esp. 4:95-110.

- Trejo, I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Trejo, I. 1999. El Clima de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones Geográficas, Boletín, Instituto de Geografía, UNAM, México 39:40-52.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la Selva Baja Caducifolia en México. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). Sobre diversidad biológica: el significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Monografías Tercer Milenio. CONABIO-SEA-Diversitas-CONACYT.
- Trejo, I. & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in México. Biological Conservation. 94:133-142.
- Underwood, H. 1978. Photoperiodic time measurement in the male lizard *Anolis carolinensis*. Journal of Comparative Physiology 125:143-150.
- Urzua-Vázquez, E. 2008. Termorregulación de la lagartija vivípara *Phrynosoma orbiculare* (PHRYNOSOMATIDAE en zonas de alta montaña. Tesis de grado Maestría en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Van Berkum, F. H. 1986. Evolutionary Patterns of the Thermal Sensitivity of Sprint Speed in *Anolis* Lizards. Evolution, 40:594-604.
- Vitt L. J. & S. S. Sartorius. 1999. HOBOS, Tidbits and Lizard Models : The Utility of Electronic Devices in Field Studies of Ectotherm Thermoregulation. Functional Ecology 13:670-674.
- Vitt, L. J. & P. A. Zani. 1996. Ecology of the South American lizard *Norops chrysolepis* (Polychrotidae). Copeia 1996:56-68.
- Vitt, L. J. & P. A. Zani. 2005. Ecology And reproduction of *Anolis capito* in rain forest of southeastern Nicaragua. Journal of Herpetology 39:36-42.

- Vitt, L. J., P. A. Zani & R. D. Durtsche. 1995. Ecology of the Lizard *Norops oxylophus* (Polychrotidae) in lowland forest of southeastern Nicaragua. *Canadian Journal of Zoology* 73:1918-1927.
- Vitt, L. J., S. S. Sartorius, T. C. S. Avila-Pires & M. C. Espósito. 2001. Life on the leaf litter: The ecology of *Anolis nitens tandai* in the Brazilian Amazon. *Copeia* 2001:401-412.
- Vitt, L. J., T. C. S. Avila-Pires, P. A. Zani & M. C. Espósito. 2002. Life in Shade: The Ecology of *Anolis trachyderma* (Squamata: Polychrotidae) in Amazonian Ecuador and Brazil, with Comparisons to Ecologically Similar Anoles. *Copeia* 2002:275-286.
- Vitt, L. J., T. C. S. Avila-Pires, M. C. Esposito, S. S. Sartorius & P. A. Zani. 2003. Sharing amazonian rain-forest trees: Ecology of *Anolis punctatus* and *Anolis transversalis* (Squamata: Polychrotidae). *Journal of Herpetology* 37:276-285.
- Vitt, L. J., T. C. S. Avila-Pires, P. A. Zani, S. S. Sartorius & M. C. Espósito. 2003. Life above ground: ecology of *Anolis fuscoauratus* in the Amazon rain forest, and comparisons with its nearest relatives. *Canadian Journal of Zoology* 81:142-156.
- Vitt, L. J., D. B. Shepard, G. H. C. Vieira, J. P. Caldwell, G. R. Colli & D. O. Mesquita. 2008. Ecology of *Anolis nitens brasiliensis* in Cerrado Woodlands of Cantão. *Copeia* 2008:144-153.
- Wheeler, P. E. 1986. Thermal Acclimation of Metabolism and Preferred Body Temperature in Lizards. *Journal of Thermal Biology* 11:161-166.
- Woolrich-Piña, G. A., J. A. Lemos-Espinal, L. Oliver-López, M. E. Calderón-Méndez, J. E. 2006. Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 22:137-150.