

00322



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO 197

FACULTAD DE CIENCIAS

PATRONES REPRODUCTIVOS DE LA COMUNIDAD DE ANUROS EN EL MUNICIPIO DE GUADALCAZAR, SAN LUIS POTOSI, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

RICARDO JAVIER TORRES CERVANTES

DIRECTOR DE TESIS: DR. AURELIO RAMIREZ BAUTISTA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2003



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

A



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.

**TESIS CON
FALLA DE
ORIGEN**



GOBIERNO NACIONAL
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias, UNAM
Presente.

Comunicamos a usted que el hemos revisado el trabajo escrito: "Patrones reproductivos de la comunidad de anuros en el Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, México." realizado por Ricardo Javier Torres Cervantes con número de cuenta 09150694-8, quién cubrió los créditos de la carrera de: Biología.
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis.	
Propietario	Dr. Aurelio Ramírez Bautista <i>Aurelio Ramírez B.</i>
Propietario	M. en C. Carlos Jesús Balderas Valdivia <i>Carlos</i>
Propietario	Biol. Enrique Godínez Cano <i>Enrique</i>
Suplente	M. en C. Georgina Santos Barrera <i>Georgina</i>
Suplente	Biol. Edmundo Pérez Ramos <i>Edmundo</i>

FACULTAD DE CIENCIAS
U N A M.

Consejo Departamental de Biología.



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

Juan Manuel Rodríguez Chávez
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

un sapo que deslie
SO NO RO
de Confucio un parangón
y un grillo
que nie
burlón.

JUAN JOSÉ TABLADA (1871-1945)

DEDICATORIA

A mis padres Gloria Cervantes Juárez y Ricardo J. Torres García, por apoyarme siempre en todas mis locuras, darme su amor y alimentar mi alma con libros.

A mis hermanos Luis René y Rafael Sebastián, por crecer y estar a mi lado en la aventura de la vida.

A mis abuelitas Oliva Juárez y Amparo García porque siempre me impulsaron a estudiar y ser un profesionista.

A mi abuelo Mariano Cervantes Larios porque siempre trataré de seguir su ejemplo de honestidad, rectitud y humildad, ojalá llegue un día a ser una fracción de sabio de lo que es él.

Para mis profesores.....los buenos por enseñarme, los macheteros por inculcarme ser constante.....a mis entrenadores y coaches por disciplinarme y enseñarme la valía del trabajo en equipo... los negreros por exigirme más de mí mismo..y a los barcos por dejarme tiempo para soñar.....

Y a toda mi familia y amigos.

*"Un amor se pierde ahora, otro amor ahora se gana,
la mañana será noche y la noche será mañana,
y se abrirá en el silencio _breve y única ventana_
como voz de la esperanza, la verde voz de una rana:
quien gana en amor se pierde, en amor quien pierde, gana."*

RENATO LEDUC

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mi profesor el Dr. Aurelio Ramírez Bautista por darme la oportunidad de trabajar y aprender a su lado, así como brindarme todo su apoyo en circunstancias difíciles, no sólo como un magnífico profesor, sino como un invaluable consejero y amigo. A Xóchitl G. Hernández Ibarra con quien tuve el gusto de trabajar y colaborar en la realización de los proyectos de los cuales surgió este estudio, y compartí todas las travesías del trabajo de campo, y por quien mucho se debe a este trabajo, puedo decir que es una de las personas que más me alegro por tener el gusto de conocer, y que siempre tendrá un lugar muy especial en mi vida. A todos los miembros de mi comité y revisores del presente trabajo: M en C. Carlos Jesús Balderas Valdivia, M. en C. Georgina Santos Barrera, Biól. Edmundo Pérez Ramos y Biól. Enrique Godínez Cano, a quienes agradezco profundamente todos sus comentarios y sugerencias que en mucho sirvieron para mejorar este trabajo, y a quienes quiero mencionar que admiro por todo su trabajo y dedicación a la herpetología a través de sus años dentro de la biología. Al Instituto de Biología de la UNAM, por todas las facilidades y apoyos otorgados en la fase inicial de este estudio, muy en particular a su director el Dr. Héctor Hernández Macías por su apoyo logística, financiero y moral con este estudio, así como a sus alumnos Carlos Gómez Hinostrosa y Rolando Barcenas, así como al M. en C. Rafael Torres Colín por su colaboración en el trabajo de campo. A la Unidad de Biología Tecnología y Prototipos (UBIPRO) de la FES Iztaacala UNAM, por todas las facilidades y apoyos, en especial en el uso de las instalaciones del Laboratorio de Ecología, donde se realizó el trabajo de gabinete, mencionando especialmente a la Dra. Patricia Dávila y la Dra. María del Coro Arizmendi, así como a todos mis compañeros de laboratorio por sus diversos comentarios, sugerencias y ratos de convivencia en campo, congresos y vida diaria. También debo agradecer por el apoyo recibido por los proyectos R045 de CONABIO (1997-1999) y 27618-N de CONACYT (1998-2000) con los cuales se financió el presente estudio. También a las autoridades de la SEMARNAT, a nivel federal y en el Estado de San Luis Potosí, así como las autoridades estatales y del Municipio de Guadalcázar, por todas las facilidades y el otorgamiento de los permisos de colecta necesarios para el desarrollo de este trabajo. Debo mencionar un agradecimiento especial a todas las personas que colaboraron en el trabajo de campo por su invaluable apoyo. Y por último muy en especial mencionar mi reconocimiento, gratitud y respeto a toda la amabilidad y hospitalidad de los habitantes del lugar que siempre estará en un lugar especial de mi corazón: Guadalcázar.

INDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Objetivo General.....	8
Objetivos Particulares.....	8
Descripción de área de estudio.....	9
Métodos.....	12
Resultados.....	14
Discusión.....	33
Conclusiones.....	37
Literatura Citada.....	38

Introducción

Los anfibios son el primer grupo de tetrápodos que habitaron la Tierra, desde hace 350 millones de años aproximadamente, y a partir de mediados del Devónico, evolucionaron en un amplio rango de formas de vida y en un variado número de hábitats. En la actualidad subsisten solamente tres grupos: Gymnophiona, Caudata y Anura, entre los tres suman más de 3900 especies en el mundo (Duellman y Trueb, 1986). Los anuros son el grupo más diversificado de los anfibios modernos, que son considerados cosmopolitas ya que habitan en casi todas las regiones del planeta, con excepción de algunas islas y las regiones árticas y antárticas (Duellman y Trueb, 1986).

En México, el grupo Anura se constituye por 21 familias (1 introducida), 26 géneros y 195 especies, de las aproximadamente 290 especies de anfibios registradas (Flores-Villela, 1993 a). Se encuentran ampliamente distribuidos en una gran variedad de hábitats y microhábitats, siendo un grupo relevante dentro de los diferentes ecosistemas que existen en nuestro país (Flores-Villela, 1993 b; Duellman y Trueb, 1986; Zug et al, 2001).

La información que se tiene sobre la reproducción en anuros al parecer es abundante, pero no suficiente, ya que la mayoría de las especies han sido poco estudiadas en cuestiones de su biología básica. Rodríguez-Blanco (1989) menciona que las especies más estudiadas son *Rana catesbiana*, *Rana pipiens*, *Rana temporaria*, *Xenopus laevis* y *Bufo arenarum*. En la actualidad se sabe poco sobre cuáles de los factores ambientales, y con que intensidad, influyen en el desencadenamiento de la actividad reproductiva de los machos y de las hembras de los anfibios (Taylor y Guttman, 1977; Duellman y Trueb, 1986; Zug et al, 2001). Observaciones de factores como el fotoperiodo, que es de primordial importancia en disparar los ciclos gonádicos en muchas especies de mamíferos, aves, reptiles y peces, es también un factor que afecta los ciclos reproductivos de los anfibios (Duellman y Trueb, 1986). Sin embargo la temperatura y la precipitación son de mayor importancia en estimular la actividad reproductiva (amplexo) en los anfibios (Pough et al, 2001). Otros factores ambientales que se sabe también pueden influir en los ciclos reproductivos son la abundancia de alimento disponible, diferencias en la intensidad de la luz por cortos periodos de tiempo (Savage, 1965), sustancias de algas acuáticas en el agua (Savage, 1961) y humedad en el ambiente (Porter, 1972; Bertolucci, 1998).

Entre los aspectos reproductivos de una especie destacan los modos o patrones reproductivos, que definen las conductas y adaptaciones entre las distintas especies que existen (Wells, 1977). Se puede definir a el patrón (o modo) reproductivo en anfibios como la combinación de ciertos caracteres, que incluyen el lugar de anidación, estructura de la puesta, locación de la oviposición (terrestre o acuática), sitio de desarrollo larvario y cuidado parental (Zug et al, 2001). Este complejo de características ecológicas es el resultado de la rica diversidad de comportamientos y patrones reproductivos presentes entre los anuros; en contraste, con los cecilidos y urodelos, que sin embargo, no son menos complejos (Zug et al, 2001). Los patrones reproductivos en los anfibios se pueden categorizar primordialmente en tres formas básicas, de acuerdo a las formas en que los huevos son depositados y desarrollados: (1) huevos depositados en ambientes acuáticos, como son estanques (aguas lénticas), arroyos y ríos (aguas lóxicas), plantas que retienen agua en cavidades (bromelias) o

huecos en los árboles, o pequeñas reservas de agua construidas por ciertas especies de ranas; (2) huevos depositados en hábitats arbóreos o terrestres, tales como hojas que están encima de arroyos o estanques, madrigueras en la tierra, o en el cuerpo del macho o de la hembra; y (3) huevos retenidos en o encima del cuerpo (Duellman y Trueb, 1986; Zug et al, 2001). Dentro de estas tres categorías principales se encuentran diferentes subtipos, que en total suman 29 diferentes modos de reproducción presentes en los anuros, con lo que se puede afirmar que el orden Anura presenta la diversidad más grande en patrones reproductivos entre los vertebrados (exceptuando a los peces teleósteos; Zug et al, 2001).

El modo que implica la depositación de huevos acuáticos de los que se desarrollarán larvas de libre movimiento (renacuajos) que completan su desarrollo en aguas someras o corrientes, lo que al parecer es una condición ancestral en los anuros, representando el patrón de reproducción más común y generalizado, ya que está presente en 15 de 21 familias del orden Anura (Duellman y Trueb, 1986).

Asimismo, se tiene que entre los anuros hay dos patrones de apareamiento evidentes. En ambientes templados la actividad reproductiva, a excepción de algunas especies de amplexo oportunista en áreas de intemporalidad de lluvias, es cíclica o estacional, ocurriendo generalmente en la primavera o a principios del verano, y depende de una combinación de factores como la temperatura, lluvias y fotoperíodo (Blankenhorn, 1977; Duellman y Trueb, 1986; Stebbins y Cohen, 1995). Por otro lado, en la mayoría de las especies tropicales y subtropicales, aunque algunas especies son cíclicas, son capaces de reproducirse a través de todo el año o durante los periodos de lluvias copiosas, donde la lluvia parece ser un factor extrínseco primario que controla el tiempo de la actividad reproductiva. (Duellman y Trueb, 1986; Stebbins y Cohen, 1995).

En México se sabe poco sobre los patrones reproductivos de la mayoría de las especies nativas, aunque hay algunos trabajos con especies mexicanas que incluyen aspectos reproductivos de éstas (*Bufo valliceps*: Blair, 1960 y 1961; *Pachymedusa dacnicolor*, *Bufo marmoratus*, *Tripion spatulatus*, *Hypopachus variolosus*, *Leptodactylus melanonotus*, *Leptodactylus labialis*, *Rana pipiens* y *Smilisca baudini*: Dixon y Heyer, 1968; *Agalychnis callidryas* y *Pachymedusa dacnicolor*: Pyburn, 1970; *Rana berlandieri*: Bagnara y Stakhouse, 1973; *Bufo coccifer*: McDiarmid y Foster, 1981; *Pachymedusa dacnicolor*: Iela et al., 1986; Rastogi et al., 1986; *Rana montezumae*: Rodríguez-Blanco, 1989).

Lo anterior muestra que aún falta por estudiar los aspectos reproductivos de los anfibios y reptiles de México en casi todos sus hábitats. Particularmente las especies de zonas áridas han sido poco estudiadas, por lo que el presente trabajo trata sobre la reproducción de siete especies de anuros: *Bufo cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus*, *B. valliceps*, *Hyla eximia*, *Rana berlandieri* y *Spea multiplicata* (Figura 1), que habitan dentro del Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, y puede servir como base en un futuro para otras investigaciones que amplíen el conocimiento de la biología en estas especies.

Bufo cognatus



B. debilis



B. punctatus



B. valliceps



Hyla eximia



Rana berlandieri



Spea multiplicata

Figura 1. Especies estudiadas de la comunidad de anuros en Guadalcázar, SLP.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Antecedentes

Los anfibios han desarrollado dos estrategias reproductivas generales. Una que consiste en la producción de un basto número de huevos que es dejado sin protección en el ambiente, por lo que la especie sufre consecuentemente de una alta mortalidad, principalmente por la depredación (en el estado de huevos, larvas y juveniles), con lo que solamente unos cuantos llegan a la madurez sexual. Además, los huevos sólo pueden ser fertilizados, en muchas ocasiones, poco tiempo después de su maduración. Este es el patrón más frecuente entre los anuros (Duellman y Trueb, 1986). La otra estrategia se basa en la producción de una descendencia pequeña, protegida (cuidado parental) y por ende con menor índice de mortalidad (Toshihiro y Midori, 1977; Wake, 1980).

Los géneros *Rana* y *Bufo* son de los más fecundos dentro de los anuros, y la estrategia que han desarrollado es la de depositar puestas muy grandes para que algunos de los miembros de su descendencia sobrevivan hasta la estación reproductiva (Vail, 1973; Taylor y Guttman, 1977; Duellman y Trueb, 1986), pero también, éstos tienen la estrategia de distribuir sus huevos en tiempo y espacio particulares, asegurando de esta manera una mayor probabilidad de supervivencia de la población (Woodward, 1987; Tsuji y Lue, 2000). Por otro lado, diferentes géneros depositan una menor cantidad de huevos, pero éstos tienen un cuidado especial, el cual va desde depositarlos enterrados o en ambientes arbóreos (géneros *Hyla*, *Phyllomedusa* y *Agalychnis*), o bien tener cuidados parentales durante su desarrollo (*Eleutherodactylus cooki*; Zug et al, 2001).

Como se menciona anteriormente, no cabe duda que la temperatura y la precipitación son los factores determinantes en la iniciación de la reproducción de los anfibios (Duellman y Trueb, 1986), pero el observar diferentes asincronías entre especies que ocurren en una sola localidad confirma que la temperatura y las lluvias por sí solas no determinan la actividad reproductiva, sino que ésta se da por una combinación de varios factores (Zug et al, 2001).

Los anfibios de zonas templadas responden a las lluvias, aunque la temperatura parece ser el factor clave para iniciar la actividad reproductiva, algunas evidencias muestran que a altas latitudes y altitudes en regiones templadas, la época de reproducción está muy restringida por la temperatura (Duellman y Trueb, 1986; Lind et al, 1996), así que la combinación de cierto cúmulo de lluvias en o por encima de cierta temperatura, son responsables de la actividad reproductiva en algunas especies de ambientes templados como *Bufo valliceps* (Blair, 1960) y *Rana aurora* (Storm, 1960). Asimismo, se sabe que algunas especies de climas templados tienen dos puestas por estación reproductiva como *Rana catesbeiana* (Howard, 1978; Ryan, 1980), y *B. valliceps* (Blair, 1960). Por otro lado, en regiones áridas los anuros son primordialmente oportunistas al depositar sus huevos, con el estímulo de un suficiente tiempo de lluvias y adecuadas temperaturas (Taylor y Guttman, 1977; Duellman & Trueb, 1986). Los sapitos de espátula (géneros *Spea* y *Scaphiopus*) que habitan en regiones templadas y semiáridas, sólomente depositan sus huevos después de caer lluvias fuertes, que inundan completamente el suelo y forman estanques temporales, cuando las temperaturas están por encima de los 11°C (Bragg, 1945; Hansen, 1958).

De esta forma, los estudios y observaciones que se tienen al momento concluyen que la temperatura y las lluvias son los principales determinantes en la cronología de la

reproducción de los anfibios (Zug et al, 2001; Pough et al, 2001). Sin embargo, las asincronías que se dan en la reproducción entre especies dentro de una misma localidad confirman que estos factores por sí mismos no son determinantes en la temporalidad de la reproducción, ya que ésta seguramente es una combinación de factores que media hormonalmente la producción de andrógenos en momentos y circunstancias adecuados para que ocurra la reproducción (Zug et al, 2001). Además que sigue siendo incierto en qué lugares los individuos se aparean durante todo el año o dónde el apareamiento se da en diferentes momentos del año, involucrando a diferentes individuos (Zug et al, 2001).

Duellman y Trueb (1986) mencionan que los anfibios tienden a clasificarse en tres categorías de acuerdo a sus hábitos de oviposición:

Un grupo de especies oviposita en cuerpos permanentes de agua, tienden a ser acuáticas o semiacuáticas, o bien ocupan los microhábitats cerca de los cuerpos de agua; aquí la precipitación no es un factor tan importante como lo es para los que ovipositan en cuerpos de agua temporales. Sin embargo, tanto anfibios terrestres como semiacuáticos tienden a ser más activos cuando la humedad es alta, porque esto minimiza su problema de balance de agua ante las condiciones de aridez que presenta el ambiente, por lo mismo, son más aptos para procrear cuando hay lluvias (Porter, 1972).

El segundo grupo de anfibios, incluye una diversidad de especies que ocupan hábitats que van desde desiertos hasta bosques tropicales caducifolios o estacionales, que se reproducen en cuerpos de agua temporales producidos por fuertes precipitaciones (Duellman & Trueb, 1986). Estos anfibios ovipositan en los sitios disponibles y apropiados donde la temperatura y humedad son lo suficientemente apropiadas para que se dé una reproducción exitosa. Sin embargo, su periodo reproductivo tiende a correlacionarse con la temporada de lluvias de su localidad particular. Así tenemos que los sapitos de espátula (*Spea hammondi*) ovipositan al final del invierno o a inicios de la primavera en California, y a mitad del verano en Nuevo México y Arizona (Duellman y Trueb, 1986).

El tercer grupo de anfibios, que incluye principalmente a los anuros de las familias Microhylidae, Hylidae, Leptodactylidae (con algunas especies de las familias Ranidae y Bufonidae), depositan sus huevos en sustratos de tierra húmedos. La actividad reproductiva de este grupo también tiende a estar ligada con la temporada de lluvias (Porter, 1972).

De esta forma, Duellman y Trueb (1986), elaboraron una clasificación de 29 modos de patrones de reproducción en el orden Anura, siendo 27 de éstos considerados como ecológicos-fisiológicos, y dos meramente fisiológicos (oviparidad y viviparidad). Basándose en criterios diferentes Wells (1977) reconoció por otro lado, sólo a dos patrones temporales en la reproducción de anuros: el de criadores explosivos y el de criadores prolongados, los primeros usan cuerpos de agua temporales (ocasionalmente permanentes), reproduciéndose aunque las condiciones no sean del todo adecuadas, por lo que su periodo reproductivo es de periodos cortos de tiempo, mientras que los segundos usan cuerpos de agua estables y su crianza se extiende por largos periodos de tiempo (en ocasiones algunos meses).

Es bien sabido que los niveles de fecundidad son ampliamente variables entre los anfibios, y que las diferencias en fecundidad están asociadas con diferentes modos de reproducción (Porter, 1972; Zug et al., 1978; Duellman & Trueb, 1986). Por lo general, las especies con longitud hoccio-cloaca (LHC) grandes, tienen puestas más numerosas de huevos

que las pequeñas. También las especies que tienen modos reproductivos comunes (huevos acuáticos, en nidos de espuma), producen puestas mayores a las de las especies con modos especializados con cuidado parental (arbóreos, embebidos en la espalda de la madre, terrestres, retenidos en el oviducto, u otros). De esta forma, las especies que depositan sus huevos en agua tienen tamaños de puesta muy grandes, los cuales pueden ser de hasta varios miles en algunas especies de los géneros *Bufo* y *Rana* (Duellman & Trueb, 1986). El tamaño de puesta más grande conocido es producido por *Rana catesbiana*: una hembra de 179 mm de longitud hocico cloaca deposita una puesta de 47, 840 huevos (McAuliffe, 1978).

Las relaciones entre tamaño y fecundidad en anuros fueron originalmente descritas por Salthe y Duellman (1973), con observaciones posteriores y discusiones realizadas por Crump (1974), Kuramoto (1978), Kaplan y Salthe (1979) y Kaplan (1980), donde establecen la propuesta de que el factor del tamaño del ovario (el tamaño de puesta por diámetro del huevo/ LHC de la hembra) es un índice para comparar la fecundidad y el tamaño relativo del huevo por el tamaño del cuerpo adulto (Duellman & Crump, 1974). De todos estos estudios Duellman y Trueb (1986), obtienen las siguientes conclusiones generales concernientes a la relación interespecífica entre tamaño de la puesta y la fecundidad:

1. - Hay una correlación positiva entre el tamaño de la puesta y la LHC de la hembra.
- 2.- Hay una correlación positiva entre el tamaño del huevo y la LHC de la hembra.
3. - A pesar del modo reproductivo, hay una correlación negativa entre el tamaño de la puesta y el tamaño del huevo.
4. - Sin importar el modo reproductivo, siempre hay una correlación positiva entre el tamaño del huevo y el tamaño de los eclosionados.

Se puede notar que la correlación entre el tamaño del huevo y la LHC, generalmente no es clara como lo es el tamaño de la puesta y la LHC. Intrínseco a los modos reproductivos, hay algunas aparentes correlaciones entre el tamaño del huevo y la duración de su desarrollo. Basándose en las generalizaciones de las ranas que depositan sus huevos en el agua y en las investigaciones de Bachmann (1969), Salthe y Duellman (1973) concluyen que hay una correlación negativa entre el tamaño del huevo y el rango de desarrollo de éste. Por otro lado, entre la mayoría de los anuros, los huevos acuáticos requieren de un día de desarrollo en varias especies de *Bufo*, *Hyla* y *Spea*, mientras que en *Rana aurora* hasta de 42 días (Duellman & Trueb, 1986).

Zug et al (2001), señalan que el intervalo de desarrollo de los huevos y por ende su duración, son dependientes de la temperatura, mencionando estudios basados en el trabajo de Bachman (1969), que han demostrado una correlación negativa entre el intervalo de desarrollo y la temperatura. Por ejemplo, los "sapitos de espátula" (*Spea* y *Scaphiopus*) tienen un desarrollo extremadamente rápido, a los 30°C, los huevos de *Scaphiopus couchii* y de *S. bombifrons* eclosionan entre 15 y 20 horas después de puestos, respectivamente, pero a sólo 10°C, requieren entre 82 y 84 horas para su eclosión respectivamente (Justus et al., 1977). Asimismo Duellman y Trueb (1986), ya habían mencionado la existencia de una relación entre el tamaño del huevo y la duración de su desarrollo, afectada por la temperatura y

algunos otros factores (ambiente, LHC de la hembra, modo de reproducción, cuidado parental, entre otros).

Se puede agregar que en las especies con reproducción en cuerpos de agua temporales, todo esto es provocado porque las etapas larvarias corren el riesgo de que su ambiente acuático se evapore, antes de poder terminar la metamorfosis (Corn, 1994), por consecuencia, este tipo de anfibios tiene un rápido intervalo de desarrollo, que es adaptativo, con lo que la metamorfosis generalmente tiene lugar entre dos y tres semanas después de la oviposición, llevándose incluso meses en especies de cuerpos de agua permanentes (Zug, 1978). Este rápido desarrollo requiere temperaturas más cálidas, que las que tienen los cuerpos de agua permanentes, por lo que de acuerdo a esto hay una correlación entre la temperatura óptima para la actividad reproductiva (más alta para el desarrollo embrionario) y el hábito de reproducirse en cuerpos de agua temporales (Porter, 1972).

La mayoría de las especies sobre las que se realizó el presente estudio cuentan con trabajos de investigación que incluyen aspectos reproductivos, donde se describen algunos aspectos sobre sus hábitos y biología reproductiva básica (*Bufo cognatus*: Krupa 1986a, 1986b, 1988, 1989, 1990a, 1990b, 1994; *B. debilis*: Savage, 1954; *B. punctatus*: Ferguson y Lowe 1969, Smith 1950; *B. valliceps*: Blair 1960 y 1961; *Rana berlandieri*: Dixon y Heyer 1968, Bagnara y Stakhouse 1973, Scott y Jennings 1985, Jennings, 1987; *Hyla eximia*: Chapel, 1939, Sredel y Collins 1992; *B. cognatus*, *B. debilis* y *B. punctatus*: Zweifel 1986, Sullivan et al 2000; *Spea multiplicata*, *B. cognatus* y *B. punctatus*: Dimmitt y Ruibal 1980; *R. berlandieri* y *S. multiplicata*: Woodward, 1987; *B. cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus*, *B. valliceps*, *H. eximia* y *R. berlandieri*: Wright y Wright, 1949), aunque cabe mencionar que la mayoría de estos estudios se realizaron con poblaciones que habitan los Estados Unidos de Norteamérica.

Objetivo General

Describir las características reproductivas generales de algunas especies que conforman la comunidad de anuros en el Municipio de Guadalupe, San Luis Potosí, México.

Objetivos Particulares

1. - Definir el ciclo reproductivo de las hembras y de los machos de algunas especies de anuros (*Bufo cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus*, *B. valliceps*, *Hyla eximia*, *Spea multiplicata* y *Rana berlandieri*) que forman parte de la comunidad de anuros de Guadalupe.
2. - Determinar la LHC mínima a la que alcanzan la madurez sexual las hembras y machos de esta comunidad de anuros.
3. - Reconocer morfométricamente la existencia de dimorfismo sexual entre machos y hembras.
4. - Estimar la correlación entre la masa del hígado versus la masa folicular de las hembras y testicular de los machos, así como con los cuerpos grasos.
5. - Estimar la correlación de la fecundidad (tamaño de la puesta) con la LHC de las hembras de las especies de esta comunidad.

Descripción del área de estudio

El Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí está localizado en la parte noreste del estado, dentro de las coordenadas geográficas: 23° 7' 35" – 22° 53' 41" de latitud norte y 100° 24' 18" – 100° 29' 3" de longitud oeste (Fig. 2). Colinda al norte con el estado de Nuevo León, al noreste y este con el estado de Tamaulipas, al noroeste con el municipio de Matehuala, al oeste con los de Villa de Guadalupe y Villa de la Paz, al suroeste con el de Villa Hidalgo, al sur con el de Cerritos y al este con el de Ciudad del Maíz. Su división política está compuesta por 82 comunidades (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988).

Abarca una superficie de 4244.3 Km², por lo que es uno de los municipios más grandes de San Luis Potosí, y también de la República Mexicana. Dentro de este municipio se encuentran varias serranías, que son: la Sierra La Trinidad al suroeste, y en la parte central en dirección noroeste están la Sierra El Mezquite, Sierra La Cuchilla Atravesada, Sierra Las Narices, Sierra La Peña, Sierra la Cruz, además de que en el extremo noreste se encuentra el Picacho La Víbora. Todas estas formaciones montañosas hacen que la topografía en el municipio varíe de los 1000 a los 1770 m sobre el nivel del mar, llegando en algunas partes a más de 2000 m, como en el Cerro Las Lagunas que tiene una altitud de 2230 m (dentro de la Sierra La Trinidad), estos macizos montañosos separan el altiplano de las llanuras que forman la cuenca del Río Verde (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988; Ramírez-Bautista et al., 2000).

El clima general de la región es de tipo seco semicálido BSh (INEGI, 1998), con las variantes de los semiáridos templados BS1h(x'), BS1k(x') y BS1hw, árido semicálido BS0hw y muy árido semicálido (Ramírez-Bautista et al., 2000). La temperatura media anual es de 23.9°C, con un intervalo de 17.4°C a 28.2°C (García, 1973), con variaciones de temperatura entre -3°C a 18°C en el mes más frío, y mayor de 22°C en el mes más caliente (Ramírez-Bautista et al., 2000). En el presente estudio se registraron temperaturas de 5°C, en el mes más frío (diciembre), y de hasta 45°C en el mes más cálido (marzo). La precipitación anual oscila entre los 22.4 y 497.7 mm, con un promedio anual de 330.3 mm (INEGI, 1998; Ramírez-Bautista et al., 2000).

Esta variación de altitudes y climas produce varios cambios en los microambientes, presentándose una variación en los tipos de vegetación, que va desde los desérticos como matorral xerófilo micrófilo, matorral xerófilo rosetófilo, mezquital, matorral submontano y chapparral; hasta los templados como pastizal, bosque de encino o *Quercus* y bosque de *Juniperus* (Rzedowski 1994; Ramírez-Bautista et al., 2000). Asimismo, por las actividades agrícolas en la zona se cuenta con zonas de cultivo, principalmente de maíz (*Zea mays*) (Rzedowski, 1994; INEGI, 1998; Ramírez-Bautista et al., 2000).

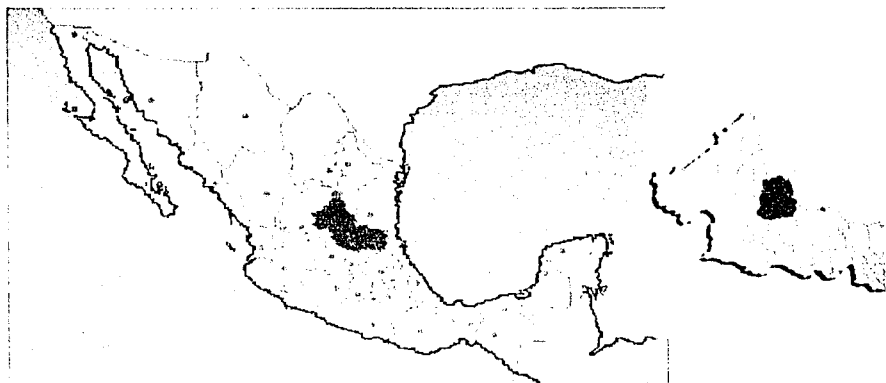


Figura 2. Mapa de Guadalcázar, San Luis Potosí.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No existen cuerpos de agua naturales grandes, dentro del municipio, pero se cuenta con un gran número de arroyos y arroyuelos de temporal, de los cuales los más importantes por su tamaño y duración tras la época de lluvias en la región, son dos localizados en la parte centro sur del municipio, uno es el Arroyo Cien Tinajas, y otro en el sur, dentro de la frontera con el Municipio de Cerritos, es el Arrollo El Sauz. Por otro lado, debido a las actividades antropogénicas en la zona se cuenta con numerosos tanques de agua, represas y presas de diferentes dimensiones y capacidades, donde los lugareños almacenan agua. Sobresalen por su tamaño La Presa de Guadalupe y "La Laguna", al ser los vasos acuíferos de mayor tamaño e importancia en el municipio, además de mantener agua por gran parte del año, siendo esta última una formación de temporal natural, pero que por encontrarse en la cabecera municipal se ha ampliado de almacenamiento (Secretaría de Gobernación y Gobierno del estado de San Luis Potosí, 1988; INEGI, 1998).

Métodos

Para el presente estudio se tomaron en cuenta siete especies de cuatro familias distintas de Anuros (Fig. 1):

Bufoidae: *Bufo cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus*, *B. valliceps*.

Hylidae: *Hyla eximia*

Pelobatidae: *Spea multiplicata*

Ranidae: *Rana berlandieri*

El periodo de estudio se realizó de mayo de 1996 a septiembre del 2000. Los muestreos se realizaron a intervalos de cada dos meses con una duración de 15 días, los diferentes ejemplares colectados pertenecen a diversas localidades del Municipio de Guadalupe, los ejemplares se colectaron principalmente por la noche en cuerpos de agua (tanques) o cerca de éstos, y respecto a los organismos que se llegaron a colectar de día, fue bajo troncos o rocas, o en algunos cuerpos de agua. Al momento de su colecta, se tomaron los datos de la fecha, hora, localidad, actividad, microhábitat donde se encontró cada ejemplar, así como la temperatura ambiental y microambiental.

Los organismos colectados fueron sacrificados sumergiéndolos en alcohol al 70%, se etiquetaron y fijaron en formol al 10%, durante aproximadamente 15 días, al término de los cuales se enjuagaron con agua corriendo, para posteriormente mantenerse en alcohol al 70%, siguiendo las técnicas sugeridas (Pisani y Villa, 1974; Casas-Andréu et al, 1991). Cada organismo se determinó taxonómicamente, siguiendo diferentes claves de anfibios como las elaboradas por Smith y Taylor (1948), Duellman (1970), etc. Posteriormente, se realizaron mediciones morfométricas (en mm) como la de la longitud hocico cloaca (LHC), el diámetro de los ojos, el diámetro del tímpano, largo y ancho de la cabeza, longitud del antebrazo, tibia y pie. También se realizaron mediciones de acuerdo al grupo taxonómico, como en organismos de la familia Bufoidae, donde se midieron el largo y ancho de las crestas craneales, y el largo, ancho y distancia entre las glándulas parotoides (Blair, 1989; Oliver-López, 2000). Estas características de las hembras y machos, se analizaron para mostrar si existió o no dimorfismo sexual entre ambos sexos.

Posteriormente, basándose en el método de Corn y Livo (1989), se disectaron tanto hembras como machos, se removieron y se pesaron los cuerpos grasos, hígado y las gónadas ($\pm 0.001g$). De los machos se midió el largo y ancho (mm) de cada testículo antes de pesarlos. En el caso de las hembras con huevos, se pesó el total de la masa de huevos, se obtuvo un fragmento de la masa de huevos (entre un 5 y 10% de la masa total), se pesó y se contó la cantidad de huevos que contenía. Con esto se hizo una aproximación del número de total de huevos, al multiplicar los huevos contados en el fragmento o muestra por la masa total de huevos, y dividiendo el resultado por la masa de esta fracción, obteniendo así un número estimado del total de huevos.

El peso de la masa gonádica de los machos y el huevo de las hembras se obtuvieron con la ayuda de una balanza analítica digital Ohaus^{Mk} ($\pm 0.0001 g$). El conteo de los huevos se realizó con el microscopio estereoscópico, dentro de una caja de Petri con agua. Se diseñó una base de datos con el programa Excel 98 Macintosh edition de Microsoft (1998), para

posteriormente realizar los análisis estadísticos con el programa Statview 4.01 de Abacus Concepts (1992), para OS Macintosh.

Debido a que los datos obtenidos en el presente trabajo, son independientes, de un tamaño de muestra heterogéneo y no corresponden a una distribución normal de frecuencias, se utilizó un tratamiento estadístico no paramétrico a fin de analizar las diferencias entre los sexos de cada especie, la prueba de Mann-Whitney, que permite usar toda la información presente en el muestreo, dado que ésta es usada en pruebas de diferencias entre muestras independientes y se basa en los rangos de las observaciones (Bruning y Kintz, 1968; Daniel, 1977).

Por otro lado, para probar la correlación de variables tamaño de puesta y masa gonádica con las variables LHC, masa del hígado y masa de cuerpos grasos, se usó la prueba de Pearson (Lewis, 1969; Duncan et al, 1979).

Resultados

Ciclo Reproductivo

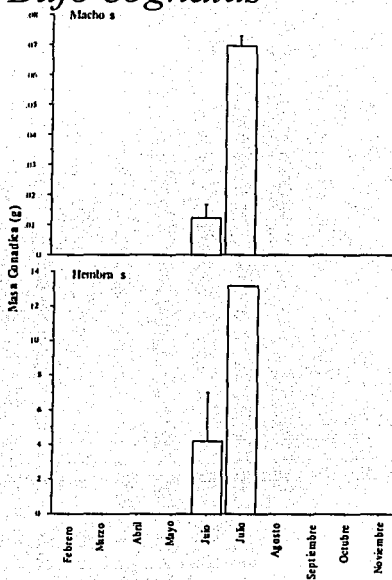
El ciclo de la actividad gonádica de las hembras y de los machos de las especies estudiadas de la comunidad de anuros de Guadalcazar, presentó dos patrones claros: uno en que se presenta una marcada estacionalidad de actividad durante la época de lluvias (*Bufo cognatus*, *B. debilis* e *Hyla eximia*, Fig. 3 y 6), y otro donde se tiene una actividad gonádica más extendida a lo largo del año (*B. punctatus*, *B. valliceps*, *Rana berlandieri* y *Spea multiplicata*, Fig. 4 y 5).

La actividad reproductiva de machos y hembras de *Bufo cognatus* y *B. debilis* fue muy similar, ya que la actividad gonádica de machos y hembras se registró durante los meses de junio y julio; *B. cognatus* (machos $x = 0.041 \pm 0.017$ g) (hembras $x = 6.826 \pm 3.032$ g); *B. debilis* (machos $x = 0.006 \pm 0.001$ g) (hembras $x = 1.47 \pm 0.127$ g); un patrón muy similar de actividad se presenta en los machos ($x = 0.002 \pm 1.85 \text{ E-}4$ g) y hembras ($x = 0.11 \pm 0.023$ g) de *Hyla eximia*.

En *B. punctatus* podemos observar que los machos ($x = 0.02 \pm 0.002$ g) están activos de marzo a octubre, con algunas variaciones en la masa gonádica entre cada mes, mientras que en las hembras ($x = 5.094 \pm 1.3$ g), la actividad va de abril a octubre, pero con su máxima actividad en los meses de abril a julio. En el caso de *B. valliceps*, tenemos que los machos presentan una masa gonádica ($x = 0.2 \pm 0.002$ g) más marcada de mayo a septiembre, mientras que las hembras ($x = 4.548 \pm 1.08$ g), tienen su máximo volumen de masa folicular en los meses de mayo, septiembre y octubre. Para *Rana berlandieri* tenemos una actividad más constante a lo largo del año, tanto para machos ($x = 0.021 \pm 0.004$ g) como para hembras ($x = 1.67 \pm 0.161$ g), con variaciones en la masa testicular y folicular entre cada mes. Finalmente se puede observar que *Spea multiplicata* tiene valores de la masa gonádica de machos ($x = 0.014 \pm 0.002$ g) y en particular de las hembras ($x = 1.421 \pm 0.36$ g) variando a lo largo del año.

Con base en los datos anteriores, se elaboró la gráfica del periodo reproductivo en esta comunidad de anuros (Fig. 7).

Bufo cognatus



B. debilis

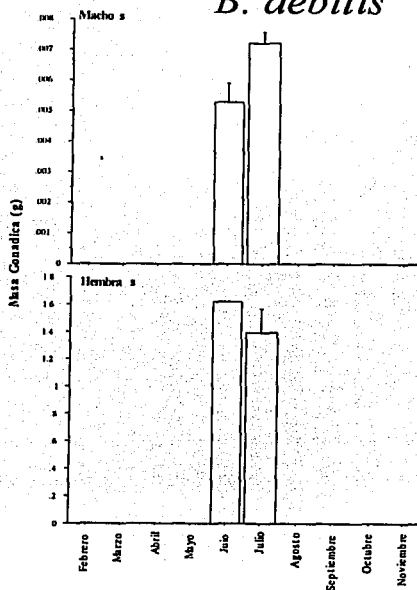


Fig. 3. Ciclos de actividad gonádica de los machos y de las hembras de *Bufo cognatus* y *B. debilis*, pertenecientes a la comunidad de anuros del Municipio de Guadalcázar, SLP.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

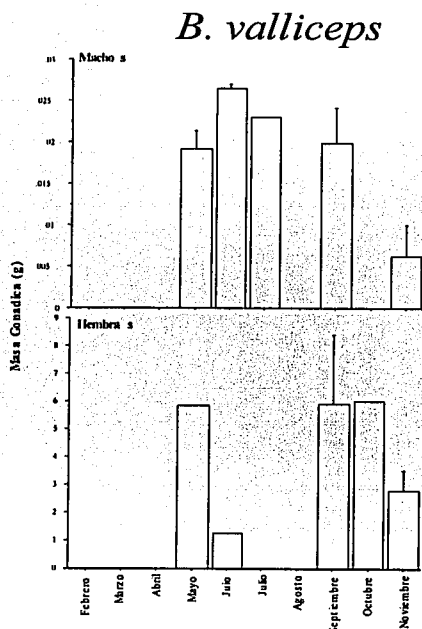
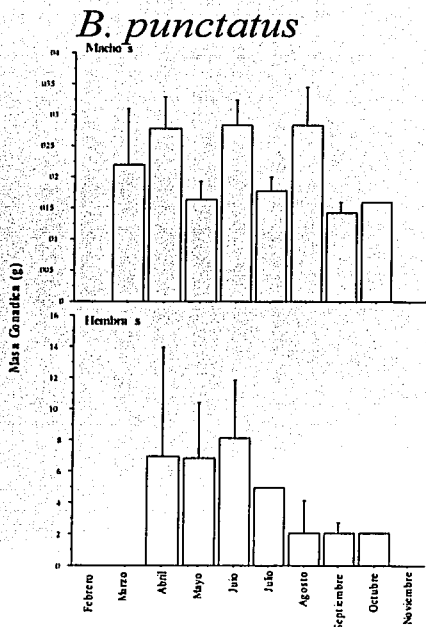


Fig. 4. Ciclos de actividad gonádica de los machos y de las hembras de *Bufo punctatus* y *B. valliceps*, pertenecientes a la comunidad de anuros del Municipio de Guadalcázar, SLP.

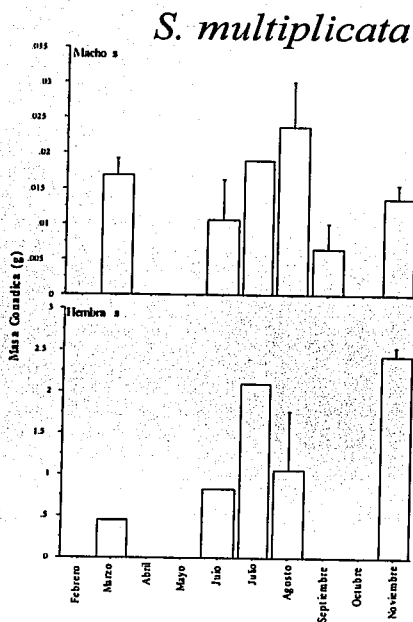
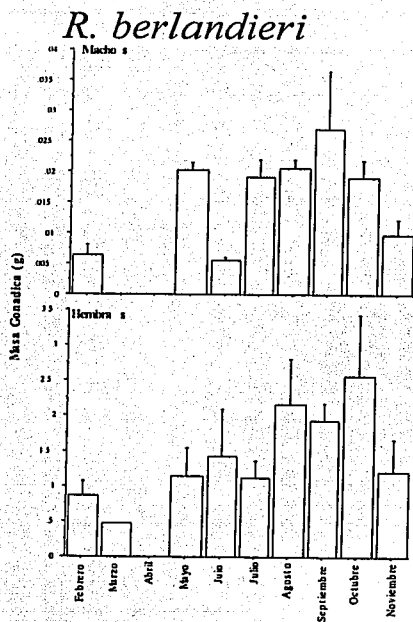


Fig. 5. Ciclos de actividad gonádica de los machos y de las hembras de *Rana berlandieri* y *Spea multiplicata*, pertenecientes a la comunidad de anuros del Municipio de Guadalcázar, SLP.

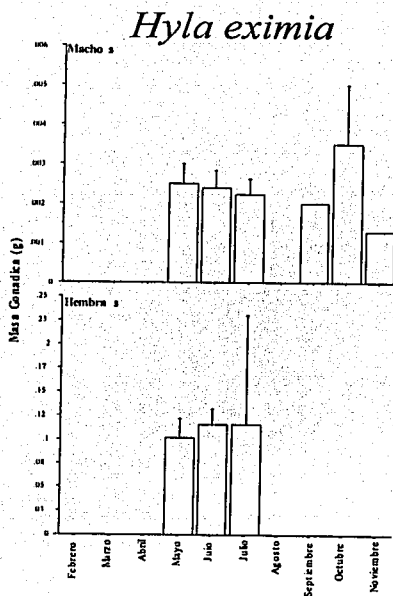


Fig. 6. Ciclos de actividad gonádica de los machos y de las hembras de *Hyla eximia*, pertenecientes a la comunidad de anuros del Municipio de Guadalcázar, SLP.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

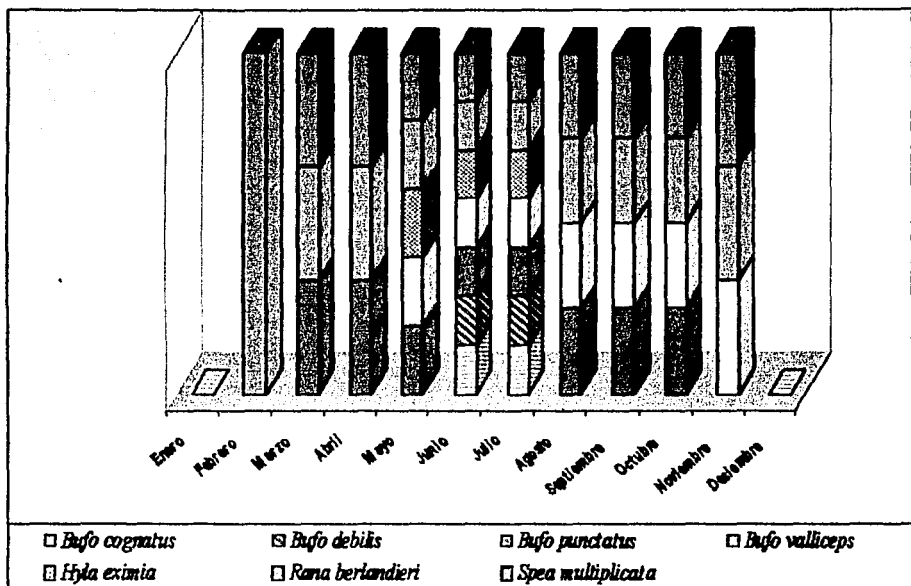


Figura 7. Periodo Reproductivo de la comunidad de anuros de Guadalcázar, SLP.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para *Bufo cognatus*, *B. debilis* e *Hyla eximia* se obtuvo un periodo reproductivo estacional, que coincide con la temporada de lluvias, tanto para machos como hembras. Por otro lado, tenemos que para *Bufo punctatus*, *B. valliceps*, *Hyla eximia*, *Spea multiplicata* y *Rana berlandieri* se da un periodo reproductivo más largo, o continuo desde marzo (incluso febrero en *R. berlandieri*), hasta noviembre.

LHC Mínima a la madurez sexual.

La longitud hócico cloaca (LHC) mínima a la que alcanzan la madurez sexual, las hembras y machos de esta comunidad de anuros, varía según la especie (Cuadro 1). La LHC mínima a la madurez sexual más grande en hembras fue de 67.6 mm (*B. valliceps*), y la de machos fue de 53.9 mm (*B. cognatus*), mientras que la LHC mínima a la madurez sexual más pequeña en hembras fue de 23.6 mm (*Hyla eximia*), y machos fue de 24.0 mm (*Hyla eximia*).

Dimorfismo sexual entre machos y hembras.

Se pudo establecer un dimorfismo sexual entre machos y hembras en las especies de esta comunidad (Cuadro 2), con base a las diferencias entre LHC y peso de los sexos a la madurez sexual de cada especie. El patrón que se encontró fue que las hembras son más grandes que los machos (Mann Whitney, U, $Z = p < 0.05$); excepto en *B. cognatus* donde ambos sexos fueron similares en LHC ($p > 0.05$) y en *Hyla eximia* donde el macho es más grande que la hembra (Mann Whitney, U, $Z = p < 0.005$). Así mismo este mismo patrón de dimorfismo sexual, se pudo apreciar también en diferentes características morfométricas entre los sexos de cada especie (Cuadro 3).

Cuadro 1. LHC mínima a la que alcanzan la madurez sexual las hembras y los machos de la comunidad de anuros de Guadalcázar, SLP.

Especie	LHC Hembras (mm)	LHC Machos (mm)
<i>Bufo cognatus</i>	52.4	53.9
<i>Bufo debilis</i>	41.8	31.5
<i>Bufo punctatus</i>	49.8	43.1
<i>Bufo valliceps</i>	67.6	45.5
<i>Hyla eximia</i>	23.6	24
<i>Rana berlandieri</i>	47.9	36.5
<i>Spea multiplicata</i>	51.6	35.4

Prueba de U, $z = -6.366$, $p < 0.0001$

Cuadro 2. Medias (\pm E E) de la LHC y Peso de la comunidad de anuros de Guadalcázar, SLP.
n = tamaño de la muestra, ; entre paréntesis se indica el intervalo de las variables.

Especie	LHC Hembras (mm)	LHC Machos (mm)	Peso Hembras (g)	Peso Machos (g)	z	p
<i>Bufo cognatus</i>	69.5 \pm 5.2 <i>n</i> = 6 (52.4-82.3)	65.3 \pm 6.5 <i>n</i> = 4 (53.9-78.4)	40.65 \pm 6.8 (20.2-62)	35.72 \pm 8.8 (20.2-52.2)	-0.853	> 0.05 0.3938
<i>B. debilis</i>	43.2 \pm 0.72 <i>n</i> = 3 (41.8-44)	36.6 \pm 1.1 <i>n</i> = 13 (31.5-45.3)	9.97 \pm 0.43 (9.2-10.7)	5.95 \pm 0.62 (3-9.5)	-2.22	< 0.05 0.0264
<i>B. punctatus</i>	59.0 \pm 1.8 <i>n</i> = 15 (49.8-70.4)	52.2 \pm 0.63 <i>n</i> = 38 (43.1-59.9)	25.73 \pm 3.64 (11-53.6)	17.55 \pm 1.39 (11-52)	-3.347	< 0.005 0.0008
<i>B. valliceps</i>	74.9 \pm 2.1 <i>n</i> = 8 (67.4-82.9)	64.3 \pm 1.7 <i>n</i> = 20 (45.5-73.4)	39.84 \pm 4.26 (25-62)	26.35 \pm 2.05 (8.5-46)	-3.051	< 0.005 0.0023
<i>Hyla eximia</i>	28.6 \pm 1.1 <i>n</i> = 10 (23.6-33.8)	29.4 \pm 0.49 <i>n</i> = 24 (24.0-34.7)	1.47 \pm 0.22 (0.6-2.5)	1.39 \pm 0.1 (0.6-2)	-0.624	< 0.005 0.5327
<i>Rana berlandieri</i>	61.6 \pm 1.0 <i>n</i> = 70 (47.9-85.0)	53.6 \pm 0.84 <i>n</i> = 57 (36.5-68.8)	25.8 \pm 1.5 (9-72)	17.45 \pm 0.9 (3.1-38)	-4.942	0.0001
<i>Spea multiplicata</i>	53.8 \pm 0.77 <i>n</i> = 8 (51.6-57.6)	49.4 \pm 1.2 <i>n</i> = 26 (35.4-58.3)	16.86 \pm 0.57 (14.5-19)	13.65 \pm 1.01 (5.1-22)	-2.233	< 0.05 0.255

Cuadro 3. Medias (\pm E E) de las características morfométricas de las comunidad de anuros de Guadalcázar, SLP.
n = tamaño de muestras; entre parentésis se indican los intervalos de las variables.

Especie	Ancho de la Cabeza (mm)		Largo de la Cabeza (mm)		Longitud de Antebrazo (mm)		Longitud de Tibia (mm)	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
<i>Bufo cognatus</i>	26.7 \pm 2.02 <i>n</i> = 6 (19.9-31.6)	24.6 \pm 2.2 <i>n</i> = 4 (20.3-29.1)	15.9 \pm 1.0 (12.2-18.6)	15.1 \pm 1.1 (12.7-17.1)	17.6 \pm 1.5 (12.7-21.5)	16.6 \pm 2.5 (12-21.7)	26.2 \pm 1.5 (21.0-30.0)	25.0 \pm 2.3 (20.4-30.5)
<i>B. debilis</i>	15.4 \pm 0.2 <i>n</i> = 3 (14.9-15.7)	13 \pm 0.3 <i>n</i> = 13 (11.6-14.9)	10.5 \pm 0.7 (9.2-11.5)	10.1 \pm 0.2 (7.9-11.5)	9.6 \pm 0.4 (8.7-10.2)	8.7 \pm 0.5 (6.1-14.0)	17.2 \pm 0.5 (16.8-18.6)	14.4 \pm 0.4 (12.1-16.7)
<i>B. punctatus</i>	21.1 \pm 0.8 <i>n</i> = 15 (13.5-26.6)	19.03 \pm 0.4 <i>n</i> = 38 (11.1-24.3)	14.7 \pm 0.5 (12.2-18.9)	13.4 \pm 0.2 (11.1-18.9)	13.4 \pm 0.6 (9.6-17.9)	11.8 \pm 0.3 (9.1-16.6)	22.7 \pm 0.8 (18.9-28.5)	20.8 \pm 0.3 (17.2-25.0)
<i>B. valliceps</i>	26.9 \pm 0.7 <i>n</i> = 8 (24.5-29.5)	23.5 \pm 0.5 <i>n</i> = 20 (16.95-26.3)	21.1 \pm 0.3 (19.5-22.2)	18.5 \pm 0.4 (14.05-21.2)	18.5 \pm 0.6 (16.1-21.6)	17.3 \pm 0.5 (11.9-20.8)	27.4 \pm 0.6 (25.3-30.7)	25.0 \pm 0.6 (18.45-29.1)
<i>Hyla eximia</i>	8.6 \pm 0.5 <i>n</i> = 10 (5.8-11.6)	9.5 \pm 0.2 <i>n</i> = 24 (7.7-13.4)	10.1 \pm 0.8 (7.4-16.0)	9.9 \pm 0.3 (7.0-12.9)	6.4 \pm 0.3 (5.1-8.0)	6.5 \pm 0.1 (5.1-7.5)	14.0 \pm 0.5 (11.5-16.8)	14.2 \pm 0.2 (11.0-16.0)
<i>Rana berlandieri</i>	19.9 \pm 0.3 <i>n</i> = 70 (14.6-27.4)	17.6 \pm 0.3 <i>n</i> = 57 (11.5-27.5)	20.4 \pm 0.3 (14.5-28.3)	18.4 \pm 0.2 (12.5-21.9)	13.9 \pm 0.3 (9.6-21.8)	12.9 \pm 0.2 (8.1-16.7)	34.7 \pm 0.6 (24.1-47.4)	30.6 \pm 0.5 (20.3-38.3)
<i>Spea multiplicata</i>	19.9 \pm 0.3 <i>n</i> = 8 (19.0-21.6)	18.1 \pm 0.4 <i>n</i> = 26 (13.9-21.1)	15.6 \pm 0.4 (14.5-17.6)	14.5 \pm 0.3 (11.2-16.4)	12.3 \pm 0.5 (10.6-14.4)	12.3 \pm 0.4 (7.8-15.2)	19.1 \pm 0.3 (17.95-20.2)	18.4 \pm 0.4 (12.5-21.5)

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Correlaciones: Hígado y Cuerpos Grasos vs. Masa Gonádica.

Se realizaron correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de cada especie, para ver si estos influyen en la masa de las gónadas y de los testículos. En el caso de *B. cognatus* (Fig. 8), se observó una correlación positiva entre la masa del hígado, con la masa de los folículos en hembras ($r^2 = 0.875$), tanto como con la masa de los testículos en machos ($r^2 = 0.951$; $p < 0.05$), pero la relación entre la masa de cuerpos grasos y la masa folicular de la hembra no presentó relación significativa ($r^2 = 0.117$), pero sí en los machos ($r^2 = 0.536$). Para *B. debilis* (Fig. 9), se encontró una correlación positiva entre la masa del hígado y la masa folicular en las hembras ($r^2 = 0.655$), y la masa testicular en los machos ($r^2 = 0.267$), y una correlación muy ligera entre la masa de cuerpos grasos y la masa folicular ($r^2 = 0.28$) y testicular ($r^2 = 0.002$). En *B. punctatus* (Fig. 10), se observó una correlación positiva entre la masa del hígado y la masa folicular de las hembras ($r^2 = 0.763$) y la masa testicular en los machos ($r^2 = 0.177$), mientras que, la masa de cuerpos grasos y la masa folicular y testicular no presentaron ninguna relación ($p > 0.05$). En *B. valliceps* (Fig. 11), también se observó una correlación positiva entre la masa del hígado y la masa folicular en las hembras ($r^2 = 0.45$) y testicular de los machos ($r^2 = 0.138$), mientras que, la relación entre la masa de los cuerpos grasos y la masa folicular ($r^2 = 0.28$) y testicular ($r^2 = 0.002$) estuvieron ligeramente correlacionadas. Por otro lado, *H. eximia* (Fig. 12) mostró una correlación positiva entre la masa del hígado y la masa folicular de las hembras ($r^2 = 0.24$) y la masa de los testículos ($r^2 = 0.016$), pero no con la masa de cuerpos grasos y la masa folicular de las hembras ($r^2 = 0.002$) y masa testicular ($r^2 = 0.071$). En *R. berlandieri* (Fig. 13), se observó una correlación positiva entre la masa del hígado y la masa folicular de las hembras ($r^2 = 0.405$) y muy ligera en la masa testicular de los machos ($r^2 = 0.021$), pero no así con la masa de cuerpos grasos y la masa folicular ($r^2 = 0.001$) y testicular ($r^2 = 0.005$). Finalmente, se observó que en *S. multiplicata* (Fig. 14), no se presentó correlación entre la masa del hígado y la masa folicular ($r^2 = 193$) y testicular ($r^2 = 0.043$), y el mismo patrón se presentó entre la masa de cuerpos grasos y la masa folicular ($r^2 = 116$) y testicular ($r^2 = 0.007$).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B. cognatus

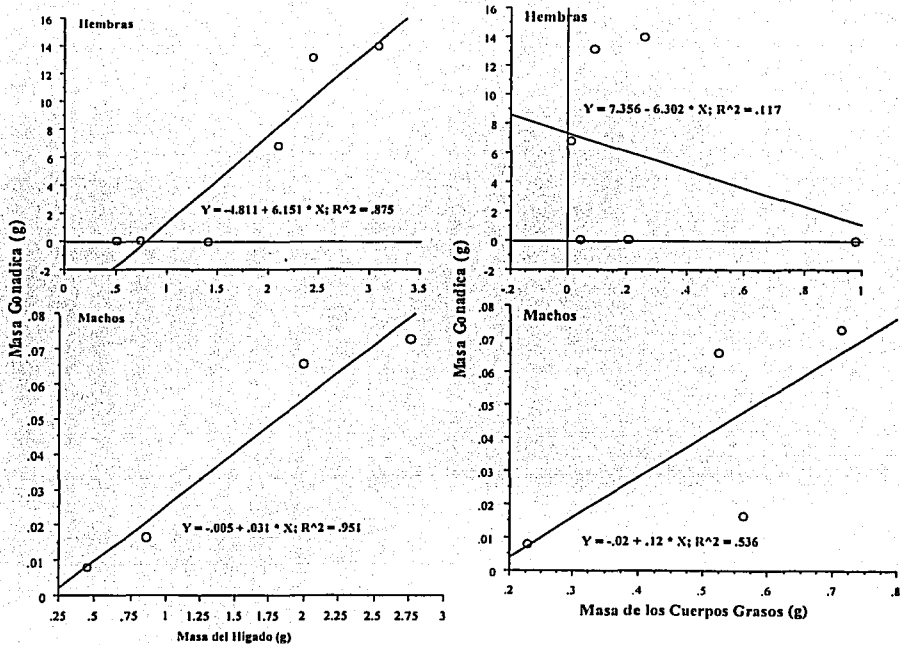


Fig. 8 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Bufo cognatus*.

Bufo debilis

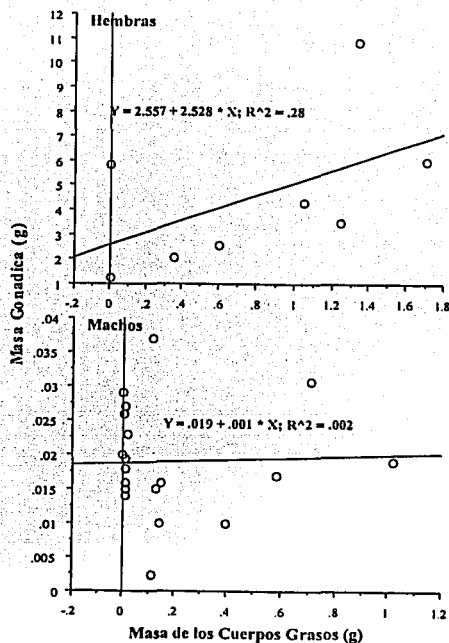
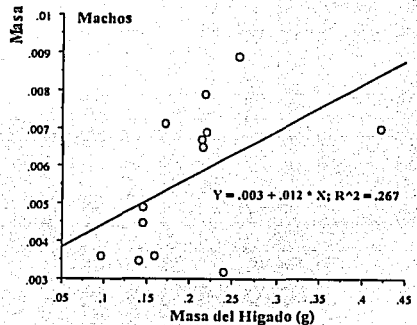
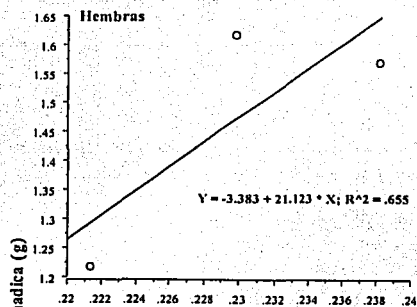


Fig. 9 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Bufo debilis*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bufo punctatus

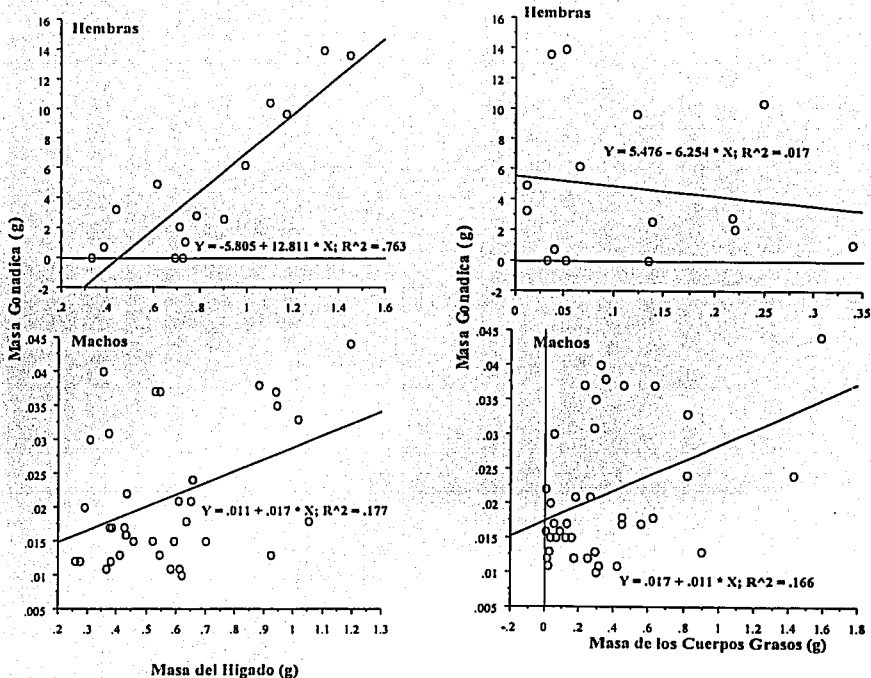


Fig.10 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Bufo punctatus*.

Bufo valliceps

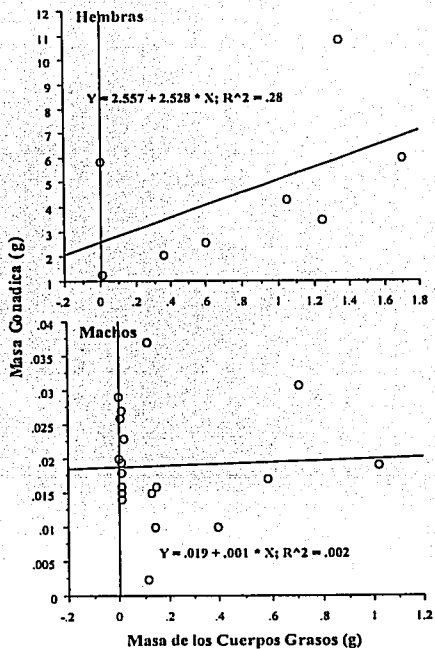
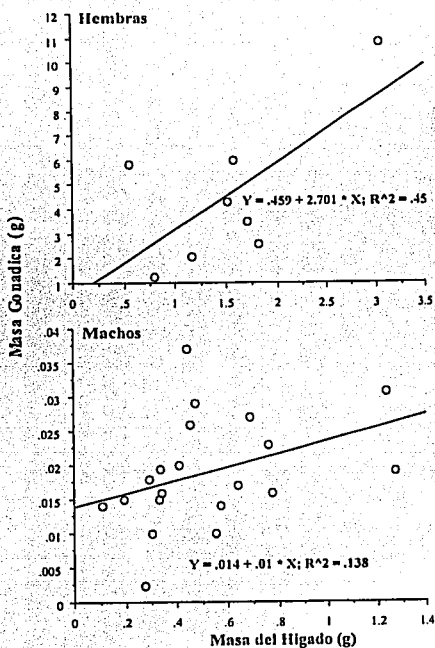


Fig.11 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Bufo valliceps*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hyla eximia

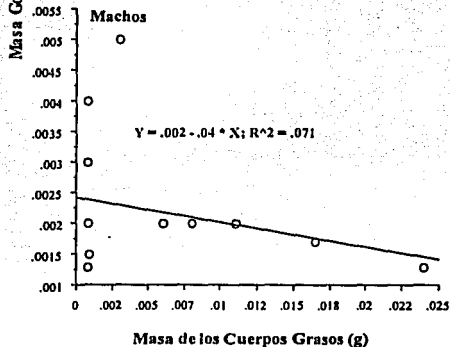
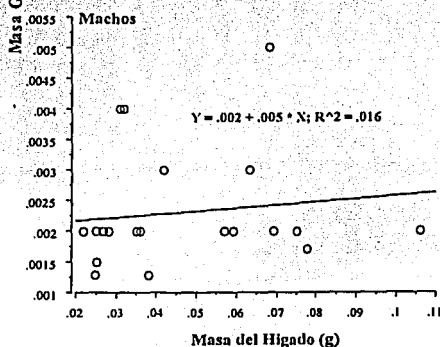
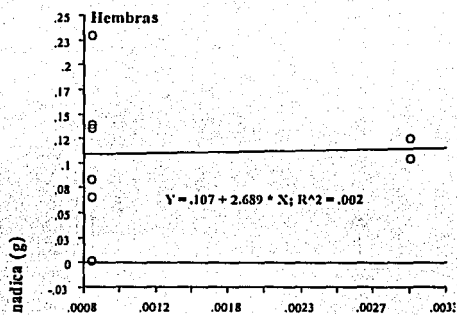
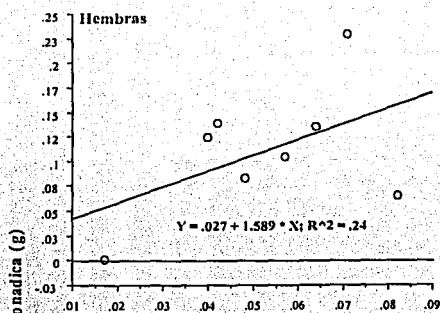


Fig.12 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Hyla eximia*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Rana berlandieri

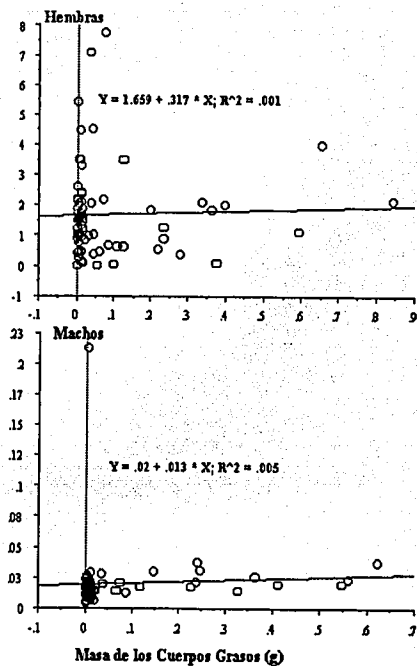
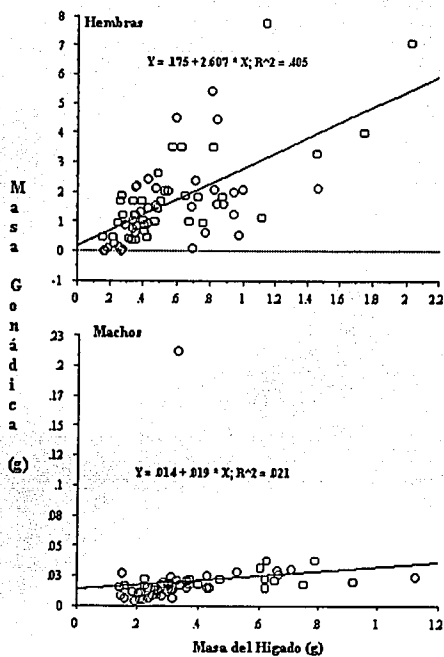


Fig.13 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Rana berlandieri*.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Spea multiplicata

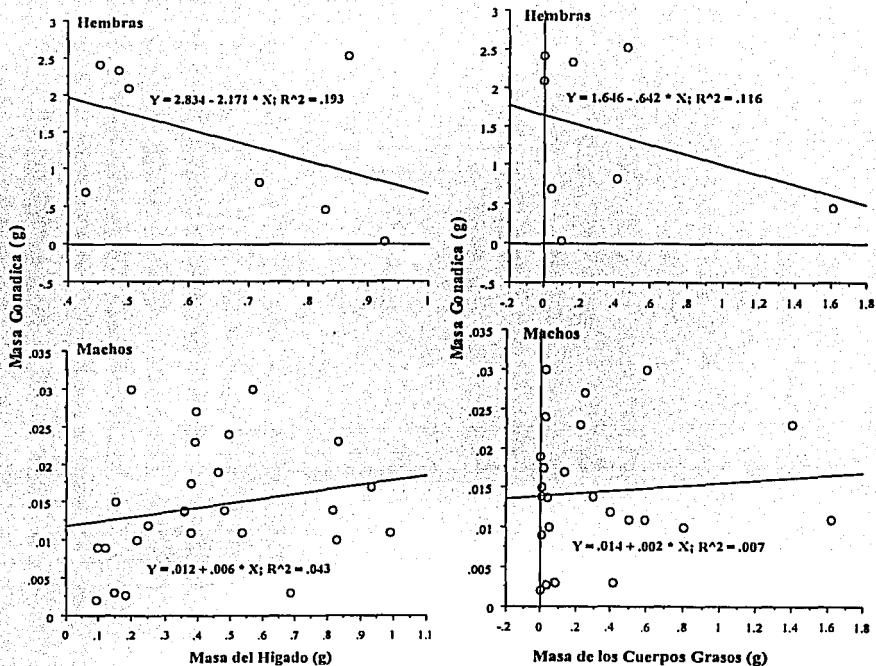


Fig.14 Correlaciones entre la masa del hígado y la de los cuerpos grasos, con la masa folicular de las hembras y la masa testicular de los machos, de *Spea multiplicata*.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Fecundidad.

La fecundidad (tamaño de la puesta) de esta comunidad de anuros tiene una variación entre las diferentes especies. *Hyla eximia* presentó la fecundidad más baja (870 ± 156), mientras que *Bufo cognatus* fue la especie con mayor fecundidad (12027 ± 4789 ; Cuadro 4).

A fin de verificar si el tamaño de la puesta está definido con el tamaño del cuerpo (LHC) de las hembras, se realizó una correlación entre estas variables, para lo cual se normalizaron los datos de la LHC y fecundidad de todas las hembras de las especies del presente estudio, observándose una correlación positiva ($R^2 = 0.306$; Figura 15)

Cuadro 4. Fecundidad media (\pm E E) del ensamble de anfibios anuros de Guadalcázar, SLP. Entre paréntesis se dan los valores de los intervalos de la fecundidad.

<i>Especie</i>	<i>Fecundidad</i>	<i>n</i>	
<i>Hyla eximia</i>	870 ± 156	7	(413 - 1563)
<i>Rana berlandieri</i>	2069 ± 142	61	(554 - 5826)
<i>Spea multiplicata</i>	2206 ± 453	7	(359 - 3754)
<i>Bufo debilis</i>	3277 ± 223	3	(2841 - 3575)
<i>Bufo punctatus</i>	5192 ± 1061	12	(1947 - 12070)
<i>Bufo valliceps</i>	8726 ± 1638	8	(4399 - 19440)
<i>Bufo cognatus</i>	12027 ± 4789	5	(121 - 21478)

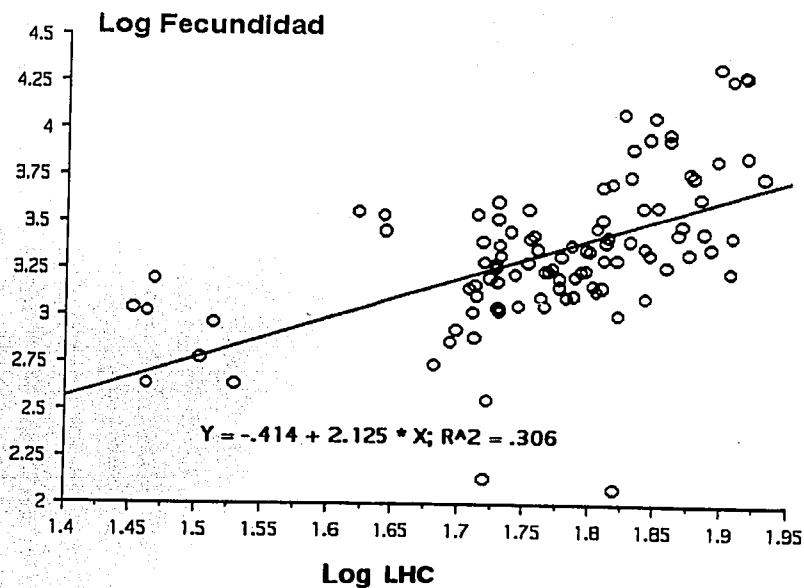


Fig.15 Correlación entre la fecundidad, con la LHC de las especies.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Discusión

La comunidad de anuros de Guadalcázar presenta dos patrones de actividad reproductiva, uno que muestra un ciclo reproductivo estacional (*Bufo cognatus*, *B. debilis* e *Hyla eximia*), con un ciclo de actividad gonádica fuertemente ligado a la época de lluvias, y otro que presenta actividad gonádica esparcida a lo largo del año (*B. punctatus*, *B. vallyiceps*, *Rana berlandieri* y *Spea multiplicata*), con amplexos en diferentes épocas del año y entre diferentes individuos, es decir, no toda la población de hembras y de machos se reproducen continuamente. Esto puede atribuirse en parte a que estas últimas cuatro especies tienen un comportamiento de reproducción oportunista, en regiones con una marcada estación seca o de condiciones áridas, aprovechan las primeras lluvias que llegan, reproduciéndose de una forma explosiva (Wells, 1977; Degenhardt et al., 1996; Conant y Collins, 1998). Los huevos de estas especies son depositados en los cuerpos de agua disponibles (charcos, arroyos temporales, tanques, presas, baños de ganado etc.), que debido a las actividades humanas en la región, mantienen cierta cantidad de agua a lo largo de todo el año (por lo que su comportamiento se da a manera como ocurre en regiones húmedas), aunque ésta desaparece en años de sequía fuertes (Degenhardt et al, 1996).

Es importante señalar que la actividad reproductiva de machos y hembras aparenta estar sincronizada, en especial en las especies estacionales. Así podemos ver que en *Bufo cognatus* y *B. debilis* la actividad gonádica de machos y hembras durante los meses de junio y julio es muy similar, asimismo en de *Hyla eximia* un patrón muy similar de actividad se presenta en los machos y hembras, solo que los machos aparentemente presentan un ciclo reproductivo más largo que se extiende hasta el mes de noviembre, en comparación a las hembras que solo es de mayo a julio. Por otro lado *B. punctatus*, *B. vallyiceps*, *Rana berlandieri* y *Spea multiplicata* tienen actividad reproductiva con un tiempo de duración más prolongado, exhibiendo una actividad reproductiva sincronizada entre machos y hembras. Se puede mencionar que *S. multiplicata* tiene una actividad con múltiples variaciones a lo largo del año, debido a que es una especie muy oportunista y de reproducción explosiva, con lo que los valores de la masa gonádica de machos y en particular hembras, varían a lo largo del año dependiendo de las condiciones ambientales (humedad y precipitación particularmente), en particular relacionados con la precipitación pluvial; pero se puede aseverar que finalmente mantiene una actividad constante a lo largo del año, pues se encontraron renacuajos y juveniles en periodos de lluvias cortas de la zona de estudio, durante el invierno y primavera.

En el caso de *B. cognatus* y *B. debilis*, que son las especies en las que presentaron una actividad estacional marcada, por mostrar una oviposición ajustada a la temporada de lluvias, cuando las condiciones de temperatura y humedad son idóneas para que la reproducción continúe por más tiempo (Wright y Wright, 1949; Justus et al, 1977; Degenhardt et al, 1996). Krupa (1994) menciona que *B. cognatus* se reproduce de manera oportunista durante las lluvias, exhibiendo un corto periodo de amplexos que se realizan en agregaciones con alta densidad. Mientras que *B. debilis* es conocido por desarrollar su actividad reproductiva en coincidencia con el inicio de las primeras lluvias de verano, que generalmente son dentro de la primer semana de julio, manteniendo su mayor actividad dentro de este periodo, y si las condiciones climáticas no son del todo favorables, la actividad reproductiva no ocurre en ese año (Wright y Wright, 1949; Bogert, 1962; Behler y King, 1991; Degenhardt et al, 1996; Conant y Collins, 1998).

Asimismo, se tiene que *Hyla eximia* también es una especie con reproducción oportunista, pero que se caracteriza por que los amplexos ocurren esporádicamente durante algunas semanas del verano, ovipositando en charcos o estanques temporales y permanentes poco profundos, preferentemente en zonas de pastizal (Duellman, 1970; Degenhardt et al, 1996), sin embargo, por los resultados obtenidos con el ciclo testicular de esta especie, se puede decir que los machos mantienen una actividad gonádica más prolongada que la registrada para las hembras, con lo que cabría la posibilidad de que si se mantienen las condiciones adecuadas para el apareamiento durante un tiempo más largo, posiblemente pudiera darse una segunda puesta. Pero esta sugerencia es muy difícil, ya que el costo de producir óvulos inmediatamente después de un evento reproductivo, en términos de energía es muy costoso (Zug et al, 2001).

Además, estas tres especies mantienen una similitud en cuanto a su adaptación a un ciclo reproductivo marcado por su temporalidad en la época de lluvias, por lo que, los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con un patrón reproductivo estacional, que se tiene registrada en la literatura para estas tres especies (Wright y Wright, 1949; Justus et al, 1977; Duellman y Trueb, 1986; Behler y King, 1991; Krupa, 1994; Degenhardt et al, 1996; Conant y Collins, 1998; Duellman, 2001).

Por otro lado, en la actividad reproductiva en *B. valliceps* y *B. punctatus* se observó que fue más extendida a lo largo del año; mientras que de *B. punctatus* se sabe que mantiene una actividad reproductiva larga, de abril a septiembre, la cual inicia con las primeras lluvias de la estación. Es la única especie de anuro norteamericano que deposita sus huevos de uno en uno, lo que le permite abarcar una gran variedad de cuerpos de agua para su reproducción (Ferguson y Lowe, 1969; Justus et al, 1977; Behler y King, 1991); *B. valliceps* mantiene una actividad reproductiva similar en extensión a la de *B. punctatus*, de marzo a septiembre, pero tendiendo a coincidir con la mayor cantidad de precipitación de la región, que generalmente se dan en el inicio de la temporada de lluvias (Lee, 1996). Los resultados de este estudio indican que estas especies tienen actividad reproductiva a lo largo del año, aunque su mayor actividad coincide con la época de lluvias. Por ejemplo *B. punctatus* se encuentra activo de marzo a octubre, y *B. valliceps* de mayo a noviembre, de esto se puede deducir que estas especies son sumamente oportunistas, aprovechando los cuerpos de agua permanentes que hay en la región, así como las lluvias que se dan durante el otoño e invierno, pero el inicio de su actividad reproductiva de alguna forma está ligada a las primeras lluvias que ocurren en la zona.

Asimismo, *Rana berlandieri* dentro de la literatura es considerada una especie con un amplio periodo de actividad reproductiva, que incluye la primavera, verano y otoño (Jennings, 1987; Degenhardt et al., 1996), por lo que, encontrar que esta especie mantiene actividad hasta el inicio del invierno en la zona de estudio, aparentemente estaría dentro de los parámetros de esta especie.

Por último, Dimmitt y Ruibal (1980 a), Degenhardt et al (1996), mencionan que *Spea multiplicata* es considerada como una especie cuyo periodo reproductivo está estrictamente relacionado con la ocurrencia de fuertes lluvias en el verano y por los resultados de este estudio, se muestra que esta especie aprovecha cualquier lluvia fuerte (en primavera o invierno) que se presente en el año para poder reproducirse. Por lo que, podemos decir que

esta especie presenta una estrategia oportunista generalista, lo que le permite aprovechar las lluvias en cualquier parte del año para reproducirse.

El dimorfismo sexual entre machos y hembras es común en la mayoría de las especies de anuros, siendo generalmente las hembras de tallas mayores a las de los machos (Duellman y Trueb, 1986); sin embargo, en la población de *Hyla eximia* de esta comunidad se caracterizó por tener machos (29.4 ± 0.49 mm) más grandes que las hembras (28.6 ± 1.1 mm), pudiendo ser esto sólo una variante dentro de esta población en particular, ya que en esta especie es común que las hembras sean más grandes que los machos (Duellman, 1970). El tamaño mayor de las hembras puede ser explicado por la fecundidad, es decir, hembras de talla más grande en LHC, tendrán un mayor tamaño de puesta que hembras más pequeñas (Zug et al, 2001). El que los machos sean más grandes que las hembras en esta población de *Hyla eximia*, podría ser explicado por presentarse una selección sexual en la misma, pero hasta el momento no se sabe si los machos más grandes obtengan mayor número de hembras, o algún beneficio extra por su tamaño en o para el complejo.

Dentro de las correlaciones entre la masa del hígado con la masa gonádica de cada especie, en la mayoría de los casos se obtuvo una correlación positiva, lo cual se debe seguramente al involucramiento fisiológico de éste en la actividad gonádica. En cambio las correlaciones de los cuerpos grasos con la masa gonádica de cada especie, se obtuvieron correlaciones negativas, lo que implica que probablemente existe un costo energético muy alto en la actividad reproductiva; es decir, el número de folículos producidos (hembras) y el desarrollo de la masa testicular (machos), gastan demasiada energía, que cuando se observaron los picos de actividad máxima, los cuerpos grasos estaban agotados (Zug et al., 2001).

En el caso particular de las hembras de *Spea multiplicata*, donde se obtuvo una correlación negativa de la masa del hígado y la masa folicular, se puede deducir que debido a que esta especie presenta una actividad reproductiva muy explosiva, en cuanto se dan las condiciones apropiadas para su reproducción. Esta especie presenta una adaptación en la que las hembras (una parte de la población), tiende a hacer uso intensivo de todos sus recursos energéticos y nutricionales para la actividad reproductiva (Dimmitt y Ruibal, 1980 b), ya que debido a las condiciones de los ambientes donde generalmente habitan, es muy difícil que se vuelvan a repetir las condiciones adecuadas para su reproducción (años de sequía prolongados), por lo que una vez que estas condiciones se dan, las deben aprovechar al máximo, por lo cual aprovechan (diferentes individuos) las lluvias de la primavera, otoño e invierno que sean lo suficientemente abundantes para sostener el desarrollo de sus larvas, teniendo adaptaciones para que los huevos tengan una eclosión muy rápida de entre 42 y 48 horas, los renacuajos tienen una metamorfosis acelerada de cerca de tres semanas, debido a las condiciones de evaporación de los cuerpos de agua, imperantes en las zonas que habitan (Brown, 1976; Degenhardt et al., 1996).

A pesar de que los valores de fecundidad (tamaño de la puesta) de esta comunidad de anuros tienen una notable variación entre las diferentes especies, se pueden observar algunas similitudes entre algunas especies. De esta forma se puede apreciar que en los datos de especies pertenecientes a la familia Bufonidae, es donde se tienen los valores más altos de fecundidad ($12\ 027 \pm 4879$ huevos en *B. cognatus* a 3277 ± 223 huevos en *B. debilis*). Asimismo, las especies con un ciclo reproductivo más largo como *R. berlandieri* (2206 ± 453

huevos) y *S. multiplicata* (2069 ± 142 huevos) presentan una similitud entre los valores de fecundidad, esto último podría deberse a que en estas dos especies, el esfuerzo reproductivo de sus poblaciones en esta zona, se ven espaciados en diferente tiempo y espacio, y en diferentes individuos, con lo que se optimiza mejor los recursos, aunque la primer especie es muy resistente y oportunista, y la segunda requiere de condiciones adecuadas que cuando las tiene a su disposición aprovecha explosivamente (Duellman y Salthe, 1973). Por último, se aprecia que *H. eximia* tiene los valores más bajos de fecundidad ($x = 870 \pm 156$ huevos). De toda esta variación en los valores de fecundidad, se puede argumentar que a pesar de que en todas las especies estudiadas se presenta el mismo tipo de modo reproductivo, la historia evolutiva de cada especie es distinta, ya que pertenecen en primer lugar a diferentes familias, y aún las de la misma familia (Bufonidae) presentan diferentes adaptaciones a un mismo tipo de hábitat (Duellman y Salthe, 1973), siendo unas más marcadamente estacionales (*B. cognatus* y *B. debilis*) que otras (*B. punctatus* y *B. valliceps*), sin embargo, mantienen valores superiores a los de las otras especies como *H. eximia*, quien necesita condiciones microambientales muy específicas para ovipositar, como la disponibilidad de la vegetación acuática o pastos inundados (Duellman, 1970), y cuya media es mucho menor que la de cualquiera de las otras especies del estudio.

Se puede argumentar que de manera general todas las especies de esta comunidad presentan valores de fecundidad altos, de hecho presentan el modo reproductivo más común del orden Anura de poner una gran cantidad de huevos acuáticos, de los cuales solamente unos cuantos individuos llegarán a la madurez sexual, con lo que esta estrategia reproductiva adaptada a las condiciones ambientales de las zonas áridas y semiáridas, podría considerarse como exitosa en este tipo de ambientes.

En términos generales, el presente estudio muestra los patrones reproductivos, tamaño de la puesta, dimorfismo sexual, etc. del ensamble de anuros de este ambiente árido de zona intertropical; sin embargo, se esperaría que estos patrones pudieran variar de acuerdo a las variaciones de las condiciones del ambiente, y a la plasticidad fenotípica que presentan estas especies al responder a estas variaciones. Esto se podría probar monitoreando diferentes poblaciones de la misma especie en tiempos y lugares diferentes.

Conclusiones

Cuatro especies de las siete estudiadas en la región, presentan actividad reproductiva a lo largo de casi todo el año, aún viviendo en un ambiente árido, y tres fueron estrictamente estacionales.

El periodo reproductivo de esta comunidad de anuros se extiende de febrero a noviembre, variando de acuerdo a cada especie y de las condiciones climáticas que permitan prevalecer a los cuerpos de agua permanentes (temperatura y desecación) y a los temporales (lluvias).

La LHC a la madurez sexual fue menor en los machos que en las hembras de casi todas las especies (excepto en la población de *Hyla eximia*), siendo generalmente éstas más grandes en LHC que los machos.

La masa gonádica está correlacionada con la masa del hígado, en los machos y hembras de todas las especies, excepto en las hembras de *S. multiplicata*, mientras que no lo está con la masa de los cuerpos grasos.

Los altos valores de fecundidad observados son un reflejo de la estrategia que se muestra en este tipo de ambientes, sin embargo las variaciones entre las especies pueden estar explicadas por la filogenia.

El volumen o masa de la puesta está correlacionado con el tamaño del cuerpo (LHC).

Se puede mencionar que la actividad reproductiva de la comunidad, y por ende el periodo reproductivo de cada especie, están condicionados principalmente a respuestas ambientales. De la misma forma se puede afirmar que la LHC mínima a la madurez sexual, el dimorfismo sexual y los valores de fecundidad, son efecto principalmente de la historia evolutiva (filogenia) de cada especie.

Cabe mencionar que el presente estudio es una aportación al conocimiento de la biología de estas especies, que muestran un patrón general de las características reproductivas para este tipo de ambientes en poblaciones mexicanas, y en un periodo de tiempo y condiciones dados, por lo que no se puede tomar como concluyente, invitándose a que se realicen más estudios sobre el tema y especies similares.

Literatura Citada

- Abacus Concepts. 1992. Statview IV. Abacus Concepts Inc. Berkeley, California.
- Bagnara, J. T., and H. L. Stakhouse. 1973. Observations on Mexican *Rana pipiens*. Am. Zool., 13: 139-143
- Bachmann, K. 1969. Temperate adaptations of amphibian embryos. American Naturalist, 104: 115-130
- Behler, J. L., and F. W. King. 1991. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. 9th Printing. Alfred A. Knopf, Inc. New York. 743 pp.
- Bertoluci, J. 1998. Annual Patterns of breeding Activity in Atlantic Rainforest Anurans. Journal of Herpetology 32 (4): 607- 611
- Blair, W. F. 1960. A breeding population of the Mexican toad *Bufo valliceps* in relation to its environment. Ecology, 41: 165 - 174
- Blair, W. F. 1961. Calling and spawning seasons in a mixed population of anurans. Ecology, 42: 99-110
- Blair, W. F. 1989. Evolution in the Genus *Bufo*. University of Texas Press. Austin. 93-101, 324-328 pp.
- Blankenhorn, H. J. 1977. Reproduction and mating behavior in *Rana lasonae* and *Rana esculenta* mixed populations. The Reproductive Biology of Amphibians. Plenum Press. New York. 389-410 pp.
- Bogert, C. M. 1962. Isolation Mechanisms in Toads of the *Bufo debilis* Group in Arizona and Western Mexico. American Museum Novitates, number 2100. Department of Herpetology; American Museum of Natural History. 37 pp.
- Bragg, A. N. 1945. The spadefoot toads in Oklahoma with a summary of our knowledge of the group II. American Naturalist 79: 52-72
- Brown, H. A. 1976. The status of California and Arizona populations of the western spadefoot toads (genus *Scaphiopus*). Contributions to Science of the Natural History Museum of Los Angeles County (286): 1-15
- Bruning, J. L. and B. L., Kintz, 1968. Computational Handbook of Statistics. 2nd Ed. Scott Foresman and Co. Glenview, Illinois. 326 pp.
- Casas-Andréu, G., G. Valenzuela López y A. Ramírez-Bautista. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Cuadernos No. 10 del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 68 pp.

- Chapel, W. L. 1939. Field notes on *Hyla wrightorum* Taylor. *Copeia* (4): 225-227
- Conant, R., and J. T. Collins. 1998. A field guide to reptiles and amphibians eastern and central North America. 3rd Edition expanded. Houghton Mifflin Co. Boston 616 pp.
- Corn, P. S. 1994. What we know and don't know about amphibian declines in the west. Sustainable Ecological Systems: Implementing and Ecological Approach to Land Management. Technical Report RM-247. May 1994.
- Corn, P. S., and L. J. Livo. 1989. Leopard frog and wood frog reproduction in Colorado and Wyoming. *Northwestern Naturalist*. 70:1-9
- Crump, M. L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History of the University of Kansas*. 61:1-68
- Daniel, W. W. 1977. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Ed. Limusa. 485 pp.
- Degenhardt, W. G., C. W. Painter and A. H. Price. 1996. *Amphibians & Reptiles of New Mexico*. University of New Mexico Press. Albuquerque. 31-91 pp.
- Dimmitt, M. A., and R. Ruibal. 1980 a. Environmental correlates of emergence in spadefoot toads (*Scaphiopus*). *Journal of Herpetology* 14(1): 21-29
- Dimmitt, M. A., and R. Ruibal. 1980 b. Exploitation of food resources by spadefoot toads (*Scaphiopus*). *Copeia* (4): 854-862
- Dixon, J. R., and W. R. Heyer. 1968. Anuran succession in a temporary pond in Colima, Mexico. *Bull. California Acad. Sci*, 67:129-137
- Duellman, W. E. 1970. *The Hylid Frogs of Middle America*. Vol. 2. McGraw Hill. New York. 482-506 pp.
- Duellman, W. E. 2001. *The Hylid Frogs of Middle America*. Vol. 1 y 2. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, in cooperation with the Natural History Museum of the University of Kansas. 1170 pp.
- Duellman, W. E. and M. L. Crump. 1974. Speciation in frogs of the *Hyla parviceps* group in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers Museum of Natural History of the University of Kansas*. 23: 1-40.
- Duellman, W. E. and L. Trueb. 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw Hill. New York. 553 pp.
- Duellman, W. E., and S. N. Salthe. 1973. Evolutionary Biology of Anurans: Quantitative constraints associated with reproductive mode in Anurans. 229-249 pp.

- Duncan, R. C., R. G. Knapp y M. C. Miller iii. 1979. Bioestadística. Ed. Interamericana. México, D. F. 165 pp.
- Ferguson, J. H., and C. H. Lowe. 1969. Evolutionary relationship on the *Bufo punctatus* group. The American Midland Naturalist 81 (2): 435-466
- Flores-Villela, O. 1993 a. Riqueza de los anfibios y reptiles. CIENCIAS. No. Especial 7. Mayo. 33-42 pp.
- Flores-Villela, O. 1993 b. La Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Hansen, K. L. 1958. Breeding pattern of the eastern spadefoot toad. Herpetologica 14: 57-67
- Howard, R. D. 1978. The evolution of mating strategies in bullfrogs, *Rana catesbeiana*. Evolution 32: 850-871
- Iela, L., R. K. Rastogi, G. Delrio and J. T. Bagnara. 1986. Reproduction in the Mexican leaf frog, *Pachymedusa dacnicolor*. III. The female. Gen. Comp. Endocrinol. 63: 381-392
- INEGI. 1998. Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí. Aguascalientes, Ags. 532 pp.
- Jennings, R. D. 1987. The status of *Rana berlandieri*, the Rio Grande leopard frog, and *Rana yavapaiensis*, the lowland leopard frog in New Mexico. Unpub. Rept. New Mexico Department of Game and Fish, Santa Fe. iv+44p.
- Justus J. T, M. Sandomir, T. Urquhart and B. O. Ewan. 1977. Developmental rates of two species of toads from the desert southwest. Copeia 1977: 592-594.
- Kaplan, R. H. 1980. The implications of ovum size variability for offspring fitness and clutch size within several populations of salamanders (*Ambystoma*). Evolution, 34: 51-64.
- Kaplan, R. H. and S. N. Salthe. 1979. The allometry of reproduction: an empirical view in salamanders. American Naturalist, 113: 671-689.
- Krupa, J. J. 1986 a. Anuran breeding dates in central Oklahoma. Bull. Oklahoma Herp. Soc. 11(1-4): 10-13
- Krupa, J. J. 1986 b. Multiple egg clutch production in the Great Plains Toad. Prairie Nat. 18(3): 151-152
- Krupa, J. J. 1988. Fertilization efficiency in the Great Plains toad (*Bufo cognatus*). Copeia (3): 800-802

- Krupa, J. J. 1989. Alternative mating tactics in the Great Plains Toad. *Animal Behavior*. 37(6): 1035-1043
- Krupa, J. J. 1990 a. Advertisement call variation in the Great Plains Toad. *Copeia* 1990 (3):884-886
- Krupa, J. J. 1990 b. *Bufo cognatus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles. 457.1-457.8
- Krupa, J. J. 1994. Breeding biology of the Great Plains Toad in Oklahoma. *Journal of Herpetology*. 28(2): 217-224
- Kuramoto, M. 1978. Correlations of quantitative parameters of fecundity in amphibians. *Evolution*. 32: 287-296
- Lee, J. C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula. Comstock Publishing Associates. Ithaca. 500 pp.
- Lewis, A. E. 1969. Bioestadística. Ed. Continental. México, D.F. 287 pp.
- Lind, A. J., H. H. Jr. Welsh, and R. A. Wilson. 1996. The effects of a dam on breeding habitat and egg survival of the foothill yellow legged frog (*Rana boylei*) in Northwestern California. *Herpetological Review*. Vol 27. #2. June . 62-66 pp.
- McAuliffe, J. R. 1978. Biological survey and management of spot-hunted bullfrog populations in Nebraska. Lincoln: Nebraska Game Parks Committee Report.
- McDiarmid, R. W., and S. Foster. 1981. Breeding habits of the toad *Bufo coccifer* in Costa Rica, with a description of the tadpoles. *Southwestern Naturalist*, 26: 353-363
- Porter, K. R. 1972. *Herpetology*. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 332-377 pp.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky, and K. D. Wells. 2001. *Herpetology*. Second Edition. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 612 pp.
- Pisani, G. R. & J. Villa. 1974. Guía de Técnicas de preservación de anfibios y reptiles. SSAR Miscellaneous Publications 2: 24 p.
- Pyburn, W. F. 1970. Breeding behavior of the leaf-frog *Phyllomedusa callidryas* and *Phyllomedusa dacnicolor* in Mexico. *Copeia* 1970 (2): 209-218.
- Oliver-López, L. 2000. Estado actual del género *Bufo* (familia: Bufonidae) en la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) y en otras colecciones herpetológicas de México. Tesis de Licenciatura. ENCB/IPN. 125 pp.

- Ramírez-Bautista, A., X. G. Hernández-Ibarra y R. J. Torres-Cervantes. 2000. Biodiversidad de Anfibios y Reptiles de una Región del desierto Chihuahuense. Reporte Final del Proyecto 27618-N. CONACYT. 185 pp.
- Rastogi, R. K., L. Iela, G. Delrio and J. T. Bagnara 1986. Reproduction in the Mexican leaf frog, *Pachymedusa dacnicolor*. II. The male. Gen. Comp. Endocrinol. 62: 23-35
- Rodríguez-Blanco, M. 1989. Ciclos reproductivo y alimenticio de *Rana montezumae* Baird, 1854 (Amphibia: Anura) de el Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 62 pp.
- Ryan, M. J. 1980. The reproductive behavior of the bullfrog (*Rana catesbeina*). COPEIA (1): 108-114
- Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Limusa. México. 232 pp.
- Salthe, S. N. and W. E. Duellman. 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In J. L. Vial (ed.), Evolutionary Biology of the Anurans: Contemporary Research on Major Problems. Columbia: University Missouri Press. 229- 249 ppc.
- Savage, J. M. 1954. A revision of the toads of the *Bufo debilis* complex. The Texas Journal of Science VI (1): 83-112
- Savage, R. M. 1961. The Ecology and Life History of the Common Frog (*Rana temporaria temporaria*). London: Pitman.
- Savage, R. M. 1965. External stimulus of the natural spawning of *Xenopus laevis*. Nature, 205: 618-619
- Scott, N. J. Jr., and R.D. Jennings. 1985. The tadpoles of five species of New Mexican leopard frog. Occ. Pap. Mus. southwest Biol.. (3): 1-21
- Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de San Luis Potosí. 1988. Los Municipios de San Luis Potosí. Colección Enciclopedia de Los Municipios de México. 97-100 pp.
- Smith, H. M. 1950. Handbook of Amphibians and Reptiles of Kansas. Miscellaneous Publications of the University of Kansas Museum of Natural History (2): 1-336

- Smith, H. M. & E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of México. Bulletin of United States National Museum. 194: 1-IV, 1-118.
- Sredl, M. J., and J. P. Collins. 1992. The Interaction of predation, competition and habitat complexity in structuring an amphibian community. *Copeia* 1992 (3):607-614
- Stebbins, R. C., and N. W. Cohen. 1995. A Natural History of Amphibians. Princeton University Press. New Jersey. 316 pp.
- Storm, R. M. 1960. Notes on the breeding biology of the red-legged frog (*Rana aurora aurora*). *Herpetologica* 16: 251-259.
- Sullivan, B. K., K. B. Malms, E. W. A. Gergus, and R. W. Bowker. 2000. Evolutionary implications of advertisement call variation in *Bufo debilis*, *B. punctatus*, and *B. retiformis*. *Journal of Herpetology* 34 (3): 368-374
- Taylor, D. H. and S. I. Guttman, 1977. The Reproductive Biology of Amphibians. Plenum Press. New York. 457 pp
- Toshijiro, K., and N. Midori. 1977. Aspects of the reproductive biology of Japanese Anurans. The Reproductive Biology of Amphibians. Plenum Press. New York. 103-139 pp.
- Tsuji, H., and Lue, K. Y. 2000. The Reproductive Ecology of Female *Rana (limnonectes) kuhlii*, a fanged frog of Taiwan, with particular emphasis on multiple clutches. *Herpetologica* 56(2): 153-165
- Wake, M. H. 1980. The reproductive biology of *Nectophrynes malcomi* (Amphibia: Bufonidae), with comments on the evolution of reproductive modes in the genus *Nectophrynes*. *COPEIA* (2): 193-209
- Wells, K. D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behavior*, 25: 666-693.
- Woodward, B. D. 1987. Clutch Parameters and Pond Use in Some Chihuahuan Desert Anurans. *Southwestern Naturalist*. 32 (1): 13-19

- Wright, A. H., and A. A. Wright. 1949. Handbook of frogs and toads of the USA and Canada. Comstock Publishing Associates; Cornell University Press. Ithaca, USA: 135-216.
- Vail, L. James. 1973. Evolutionary Biology of the Anurans. University of Missouri press. Columbia, 213-227, 229-249 pp.
- Zug, G. R., C. J. Goin and O. B. Goin. 1978. Introduction to Herpetology. 3rd Edition. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 89-108 pp.
- Zug, G. R., L. J. Vitt and J. P. Caldwell. 2001. Herpetology. An Introductory biology of Amphibians and Reptiles. 2nd Edition. Academic Press. San Diego. 630 pp.
- Zweifel, R. G. 1986. Reproductive biology of anurans of the arid southwest, with emphasis on adaptation of embryos to temperature. Bulletin of the American Museum of Natural History. 140 (1): 1-64