



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

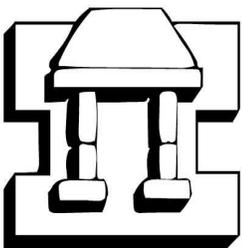
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**



**Algunos aspectos ecológicos de *Hyla xera* e  
*H. arenicolor* (Amphibia: Anura: Hylidae) en  
la zona árida de Zapotitlán Salinas, Puebla.**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I Ó L O G A**

**PRESENTA:  
KARLA MERCEDES ABBADIÉ BISOGNO**



**DIRECTOR DE TESIS: Dr. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA  
LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO. Febrero 2004**



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.

## Dedicatorias

A mis padres, dos seres maravillosos que me dieron la vida y que me han llevado por buen camino.

A TODOS los miembros de mi familia, que de alguna u otra forma siempre han estado conmigo apoyándome y queriéndome.

A mis grandiosas amigas del Simón, que a pesar del tiempo y los cambios, seguimos en contacto, apoyándonos y queriéndonos como si fuera ayer.

A todos mis amigos, cuates y compañeros de la carrera, que me hicieron mucho más ameno el tiempo de clases, de trabajo y de relajo.

A mi director de tesis el Dr. Aurelio Ramírez Bautista, por creer en mi, darme el apoyo, el tiempo y la paciencia para realizar este trabajo.

A mis sinodales: M. en C. Rodolfo García Collazo, Biol. Luis Canseco Márquez, Dr. Sergio Cházaro Olvera y Biol. Tomas Villamar Duque, por su valiosa contribución, sugerencias y comentarios que me ayudaron a enriquecer este trabajo.

A todos y cada uno de mis profesores de la carrera, que gracias a ustedes me ayudaron a enamorarme más de esta maravillosa carrera...la Biología.

Y finalmente a todas las personas que he conocido a lo largo de mi vida, pues gracias a ellas soy quien soy, me han dejado muchas enseñanzas buenas y malas, y gracias a todas esas enseñanzas y a esas personas....soy Karla.

## Agradecimientos

A mi mamá, Mercedes Bisogno Espinosa de los Monteros, por enseñarme a salir siempre adelante, por apoyarme en todas mis decisiones, por creer en mi y en mi capacidad, por su inmenso amor y por ser una gran mujer en toda la extensión de la palabra.

A mi papá, Luis Abbadié Ortega, por que a pesar de la distancia, siempre has estado a mi lado, escuchándome, apoyándome y amándome, me has enseñado muchas cosas y la más importante es a luchar por lo que quiero. Gracias por ser mi amigo.

A Alfonso Gutiérrez Silva, que ha sido un padre para mi, quien me ha sacado adelante, ha visto por mi muchos años y de quien he aprendido muchas cosas.

A mis abuelos, Meche y Poncho, que gracias a Dios me ha permitido tenerlos conmigo en este momento tan especial para mi, y que siempre han estado a mi lado en las buenas y en las malas, son 2 personas fuertes y admirables.

A mis 3 maravillosos hermanitos, Sergio, Mauri y Andreé, espero ser un ejemplo para ustedes y que siempre luchen por lo que quieren, ¡si se puede!. En especial a Sergio, que ha vivido conmigo muchas cosas y que me ha ayudado a ser mejor hermana, gracias Serch.

A toda mi familia Bisogno, Tío poncho, Tío Jorge, Tío Enrique, Tío Héctor, Tío Salvador, Tío Alejandro, Tía Claudia México, Tía Claudia Puebla, Alejandrita, Fer, Paolo, Gio, Pato, los chechones y Dieguito, por que gracias a su unión, a sus consejos, su cariño y a su ayuda, he aprendido a ser mejor cada día.

A la familia Abbadié, Tía Lucy, Tía Maru, Tía Vicky, Tío Adolfo, y todos mis primos: Allan, Os, Aldito, Ivan, Naty, Dieguito, Rodrigo, Fabián, Lalito, Fofo, Ivan y David, que siempre me han hecho la vida mas ligera, me han apoyado y me han amado. En especial a mi Tía Lola, Marielle, Renée y Tío Mario, por darme un hogar y mucho cariño.

A mis grandiosas amigas del Simón (chilaquiles), Alita (Guti), Provi, Perla (Aline), Ceci, Lorein e Itzel, pues a pesar del paso del tiempo y la distancia que nos pueda separar, siempre han estado conmigo, apoyándome, queriéndome y sobre todo enseñándome que la verdadera amistad si existe y es más fuerte que cualquier otra cosa.

A Mariano (chuchis), me enseñaste a ser mejor mujer, a luchar, a ser valiente, a respetar la montaña y a saber aceptar mis errores, muchas gracias por dejar una huella imborrable, por tanto cariño y por esos maravillosos momentos de viaje.

A Marco (tapachuli), pues estuviste a mi lado a lo largo de toda la carrera y compartimos cosas muy lindas, gracias por todos esos momentos y por tu amistad. Deseo de todo corazón que muy pronto realices este mismo sueño.

A Luis (chikorito), pues fuiste parte importante de este trabajo y sin ti hubiera sido difícil este logro, gracias por cuidarme de los bichos y de los trisomes y lo más importante por ser mi amigo.

A Tom, pues tus palabras, tu consejo y tu compañía me han sido de mucha ayuda, gracias por ayudarme en tantos momentos de desesperación y por prestarme tu compu y tu tiempo para la realización de este trabajo, bambi?.

A Sergio, no tengo palabras para agradecerte tanto cariño, tanta confianza, tanta enseñanza, tanta poesía, pero sobre todo...tanta amistad, mis respetos para ti.

A Edgar, mil gracias por aceptarme tal cual soy, por tus atenciones, tu dedicación y por tu cariño.

A Ginna y Octavio, inseparables amigos con los que se puede contar en cualquier momento y en los que encontré una sincera amistad muy divertida y de todo corazón.

A mi gran amigo Beto, mil gracias por tu sincera amistad, tu ayuda, tus consejos y tu compañía.

A mis amigos de la carrera, Dianita, Kas, Josueito, Gabo, Miguel (greñas), Mickey, Edgar Negrete, Agustín, Sari y Horacio, pues de tanta gente que conocí, solo en ustedes encontré una verdadera amistad , un hombro en quien llorar o una palabra de aliento.

A mis compañeros del laboratorio de Ecología (UBIPRO), Xochitl, Noe, Gaby, Ricardo, Victor, Antalia, Ebrick y Memo, por esos momentos tan agradables en el lab. y esos congresos tan divertidos y constructivos.

A mis compañeros del laboratorio de Genética, a Lolita, Ricardo, Marce, Alina, Fabi, Angel, Dr. Erasmo, Rodolfo y Moni, por darme un espacio en su laboratorio, por esas maravillosas comidas y por hacerme pasar momentos muy agradables.

A Octavio (chiquis), pues me ayudaste en muchos momentos y me aconsejaste sabiamente, y aunque estés un poquito lejos, sigues estando presente en mi corazón.

A Fer y Alin, por su grata compañía, sus platicas y por darme un espacio en el Bioterio.

A la familia Herrera Cuadra, a la Sra. Paty, el Sr. Francisco, el güero, Gina y Juan Arturo, por abrirme las puertas de su casa y hacerme pasar momentos tan lindos.

A la familia Gutiérrez Fragoso (Chucho, Esthela, Arturo, Jorge, Alejandro, Martha, Rodrigo, Alejandra, Yola), Gutiérrez García (Sergio, Chelita, Viri, July, Sergio y bichos), Gutiérrez Lara (Jorge, Licha, Rorra, Mariana) por aceptarme como miembro de su familia y por esas comidas tan ricas y agradables.

A la familia Carbonell, Jorge, Ivonne , Martín, Chucha y Juan Carlos, por quererme tanto y querer a mi familia.

A la familia Rodríguez Dorantes: Maru, Eva, Ceci, Lety y niños, por ser parte de mi vida y hacerme sentir como en casa cuando los veo.

A Pablito, por ser un amor de señor y por adoptarme como otra hija más, gracias por ese maravilloso viaje a Vallarta.

A las secretarias más eficientes y mas lindas que pude haber conocido, Carmelita y Celia, por hacer de los tramites de titulación algo más rápido y agradable.

A Bety, Librado, Amaya, Enrique, el Dr. Grajales, Karlita, Raúl y Felipe, por adentrarme en el mundo de los anfibios y reptiles, por su atención y sus enseñanzas en el vivario.

A Mary, Ana y Fam. Por sus atenciones en las salidas a Zapotitlán y por ser 2 niñas muy lindas, llenas de bondad y honestidad.

A Lorena (cancún), por haberte encontrado en el último momento, por tu gran ayuda y por tu linda amistad.

Y finalmente a todas aquellas personas que se me escapan de la mente en este instante, que no por omitirlas dejan de ser importantes.

## INDICE

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Justificación</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
<b>Área de estudio</b>	<b>9</b>
<b>Material y Métodos</b>	<b>13</b>
Características ecológicas del microhábitat	13
Crecimiento y Desarrollo larvario	13
Correlación del tamaño corporal de los renacuajos con los factores abióticos	14
Alimentación	15
<b>Resultados</b>	<b>17</b>
1) Comparación de los factores abióticos entre localidades	17
2) Características ecológicas del microhábitat de <i>Hyla xera</i> e <i>H. arenicolor</i>	17
2.1 <i>Hyla xera</i>	17
2.2 <i>Hyla arenicolor</i>	18
2.3 Asociación con otros organismos	19
3) Crecimiento y Desarrollo larvario	19
3.1 Crecimiento larvario	19
3.1.1 <i>Hyla xera</i>	19
3.1.2 <i>Hyla arenicolor</i>	20
3.2 Desarrollo larvario	22
3.2.1 <i>Hyla xera</i>	22
3.2.2 <i>Hyla arenicolor</i>	22
4) Correlación del tamaño corporal con los factores abióticos	25
4.1 <i>Hyla xera</i>	25
4.2 <i>Hyla arenicolor</i>	26
5) Composición de la dieta en adultos	27
5.1 <i>Hyla xera</i>	27
5.2 <i>Hyla arenicolor</i>	27
<b>Discusión</b>	<b>30</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>38</b>
<b>Literatura Citada</b>	<b>40</b>



## RESUMEN

El propósito de este trabajo fue conocer algunos aspectos ecológicos de dos especies de ranitas arborícolas *Hyla xera* e *Hyla arenicolor* tales como: las características microambientales de dos de las localidades en donde habitan estas especies (“El Charcote” y Río Salado), comparar las características abióticas y la asociación con otros organismos de las dos especies para cada localidad, medir el crecimiento y desarrollo larvario, evaluar la correlación entre tamaño larvario (LT) de cada especie, con los recursos abióticos en cada localidad, conocer la dieta de los adultos de estas especies, y comparar ésta entre machos y hembras.

Se recolectaron un total de 299 organismos de *Hyla xera* (280 renacuajos y 19 adultos), y 205 de *Hyla arenicolor* (195 renacuajos y 26 adultos).

Las localidades “El Charcote” y Río Salado difirieron significativamente en la temperatura ambiental, pero no en la temperatura ni la profundidad de los cuerpos de agua. Los artrópodos acuáticos asociados con los renacuajos de *H. xera* e *H. arenicolor* pertenecieron a las familias Ephemerellidae, Nepidae, Haliplidae, Libellulidae, Dytiscidae y Gelastocoridae. Estas tres últimas familias de artrópodos, podían ser depredadores de los estadios larvarios de las dos especies de anfibios. La tasa de crecimiento larvario de *H. xera* fue muy similar en ambas localidades, mientras que la de *H. arenicolor* fue mayor en el Río Salado que en “El Charcote”. Al parecer el tiempo de desarrollo larvario para *H. arenicolor* es de aproximadamente un mes, y de dos meses para *H. xera*. La talla de los renacuajos de *H. xera* estuvo relacionada con la profundidad en la localidad Río Salado, encontrándose los organismos más pequeños en profundidades mayores y los más grandes en profundidades menores. No se pudo determinar la dieta de adultos de *H. xera*. La dieta de las hembras de *H. arenicolor* fue más variada que la de los machos, encontrándose 8 taxones para las hembras y 6 para los machos, aunque las presas más frecuentes para ambos sexos fueron Hemiptera y Formicidae.

Los estudios sobre la ecología de los anuros de zonas áridas permite comprender las adaptaciones y estrategias que estos organismos han desarrollado para habitar este tipo de ambientes, así como para explotar los diferentes recursos y evitar la competencia intra e interespecífica.



## INTRODUCCIÓN

### Desiertos

Los desiertos, como el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, han sido considerados como zonas poco diversas en cuanto a flora y fauna, debido principalmente a la presencia de condiciones extremas de escasez de agua; no obstante, en las últimas décadas, el conocimiento de los procesos y características que se han desarrollado en respuesta a las condiciones ambientales que permiten a las plantas y a los animales sobrevivir y reproducirse en los sitios en que habitan, conocidas como adaptaciones, han permitido reconocer que las zonas áridas, son sitios diversos y ricos en endemismos (De la Maza, 2001). Los animales que habitan los desiertos tienen algunas adaptaciones fisiológicas mediante las cuales pueden sobrevivir en estos ambientes, como la restricción de la pérdida de agua por excreción produciendo orina concentrada y en ocasiones excretando solo ácido úrico, la capacidad de absorción de toda el agua contenida en la comida, colores corporales claros para evitar el sobrecalentamiento por refracción de los rayos solares o el construir o encontrar refugios donde las condiciones ambientales no son tan extremas y ahí pueden permanecer parte del tiempo (De la Maza, 2001). Este conjunto de adaptaciones ha permitido que muchas especies de plantas y animales habiten los desiertos y zonas áridas del planeta, y que incluso encuentren en estas zonas sitios de distribución exclusiva, convirtiendo a varios desiertos en regiones muy importantes para la conservación de la biodiversidad (De la Maza, 2001).

### Anfibios

Los anfibios y reptiles son grupos de vertebrados bien representados en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, pero permanecen poco conocidos. Se sabe que en otros desiertos del mundo como el de Norteamérica y el de Australia, hay pocas especies de anfibios, y es común encontrar no más de 10 especies en una región árida (Arismendi *et al.*, 2001).

Tan solo en la zona de Zapotitlán Salinas, se encuentran representadas siete especies de anfibios, entre los que destaca el anuro *Hyla xera*, el cual es una especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Mata, 2000).



En los anuros, la diversidad de modos reproductivos es más grande que en cualquier otro grupo de vertebrados, habiéndose definido sus modos reproductivos como una composición de factores, incluyendo el sitio de oviposición, las características de los huevos y la puesta, la tasa y la duración del desarrollo, los estadios y el tamaño de las larvas eclosionadas y el tipo de cuidado parental (Caldwell, 1992; Duellman, 1985). En la estación de secas las ranas se refugian en las bromelias, en las plantas patas de elefante, bajo las hojas de los platanos, o en sitios que contengan humedad (Duellman, 2001)

### **Familia Hylidae Hallowell, 1857**

Comprende aproximadamente 450 especies. Su variedad de rasgos morfológicos, su desarrollo larvario y su comportamiento, crean un gran problema para su estudio taxonómico. Dos tercios de las especies reconocidas se encuentran actualmente ubicadas dentro del género *Hyla*. Este género presenta especies Neotropicales ampliamente divergentes, y al menos 300 especies se encuentran en todas las zonas templadas y en las partes tropicales del mundo, excepto el sur del Sahara, en África y las islas del Océano Pacífico (Duellman, 2001).

Los hílidos son extremadamente variables en su tamaño (17-140 mm) y en su apariencia externa, la mayoría presenta discos muy notables en la punta de los dedos de los pies y las manos. Generalmente son especies arborícolas y muy pocas son fosoriales. Los representantes de esta familia tienen pupila horizontal y verticalmente elíptica en algunas especies, además de que el amplexo es axilar (Ramírez-Bautista, 1994).

### ***Hyla xera***

*Hyla xera* se encuentra dentro del grupo *sumichrasti*, el cual es endémico a México y comprende 4 especies: *H. sumichrasti*, *H. smaragdina*, *H. chimalapa*, e *H. xera* (Mendelson y Campbell, 1994; Duellman, 2001). *Hyla xera* se distribuye dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en las siguientes localidades: Puebla: Zapotitlán Salinas; Río Zapotitlán, Los Reyes Metzontla; Santa Ana Teloxtoc; San Esteban Necoxcalco; San Juan Raya; Tehuacán; Caltepec. Oaxaca: Santiago Chazumba, Concepción Pápalo, Santa María Texcatitlán, Santiago Niltepec (Canseco-Márquez et



al., 2003). Es una especie de tamaño pequeño, cuerpo robusto, la cabeza es tan ancha como el cuerpo, ligeramente más ancha que larga y de forma plana, coloración verde uniforme con un antifaz de color bronceado por arriba de los labios y en la región loreal, discos en la punta de los dedos, iris de color amarillo pálido con reticulaciones negras, dedos largos y delgados y palmeados a un tercio de los mismos. El vientre es de color amarillo crema, y el saco vocal es amarillo opaco (Duellman, 2001; Figura 1). Como en otros miembros del grupo de *H. sumichrasti*, los adultos de *H. xera* han sido encontrados en hojas o en las axilas de las bromelias del género *Tillandsia* (Canseco-Márquez et al., 2003), aunque Mendelson y Campbell (1994) registran organismos adultos ocultos bajo las rocas a la orilla de la corriente del río en Zapotitlán Salinas. El intervalo de elevación conocido para esta especie es de 1440-2020 m. Se reproducen durante la época de lluvias y los machos cantan a lo largo de los cuerpos de agua después de las 20:00 hr., desde julio hasta agosto (Canseco-Márquez et al., 2003).



**Figura 1.** *Hyla xera*

### ***Hyla arenicolor***

Es un representante aislado del grupo *eximia* que se distribuye en el suroeste de América. Esta especie es de tamaño medio (51.2 mm en machos y 57.1 mm en hembras) y tiene piel tuberculada, presenta una membrana vestigial en los dedos de las manos y es de color gris opaco o café en la región dorsal del cuerpo, con manchas de forma irregular de color oscuro. La superficie posterior de los muslos es de color amarillo opaco o pálido, y presenta numerosos flecos de color blanco en la región anal. Presenta de dos a cuatro bandas transversales en los muslos y en los tobillos, y generalmente dos bandas transversas en el antebrazo. Los dedos son



moderadamente largos y delgados con un pequeño disco; el ancho del disco del tercer dedo es igual o cerca de la mitad del diámetro del tímpano (Duellman, 2001; Figura 2).

Habita en una gran variedad de formaciones vegetales como son, mezquitales, matorrales, bosque de pino-encino y zonas arbustivas, también se encuentra en cañones y barrancas y generalmente está asociada a los arroyos rocosos (Ivanyi, et al. 2000, Duellman, 2001).

La distribución de *Hyla arenicolor* es en las áreas montañosas y en las altas mesetas del sur de Utah, y en dirección al sur de Colorado, incluyendo dos tercios del este de Arizona, Nuevo México y el oeste de Texas en Estados Unidos y en la meseta mexicana al sur de Michoacán, Guerrero y el oeste de Oaxaca. La especie se distribuye a elevaciones que van de 300 a los 3000 metros (Duellman, 2001).



**Figura 2.** *Hyla arenicolor*

### **Ecología de Renacuajos**

Jennings y Scott (1993) mencionan que aunque algunos investigadores han usado la morfología larval de los anuros para investigar aspectos sobre adaptación, fisiología, filogenia y ecología, los estudios ecológicos y filogenéticos en las larvas son un recurso que ha sido prácticamente ignorado. Las diferencias entre especies en la morfología de los renacuajos pueden representar adaptaciones a los hábitats



acuáticos en que habitan las larvas, estando correlacionadas con la dieta y el hábitat de las larvas.

La desecación de los hábitats es una fuerza selectiva común experimentada por las larvas de los anuros que se reproducen en charcas temporales. La adaptación de los individuos de una especie a un hábitat temporal, generalmente está determinado por el hidroperiodo de un cuerpo de agua, el cual establece la duración del tiempo disponible para el periodo larvario de organismos con ciclos de vida complejos; de manera que la rápida desecación de las charcas es una condición difícil para las larvas de los anuros, ya que puede ocurrir una gran mortalidad si una charca se seca demasiado rápido, aunque, por otra parte, en este tipo de charcas no es común el establecimiento y la supervivencia de depredadores como peces o invertebrados (Relyea y Werner, 2000). Es decir, en los ambientes de tiempo limitado, el éxito larvario depende de la longitud del periodo larvario relacionado al hidroperiodo de las charcas, por lo que, la longitud del periodo larvario pudiera estar bajo una fuerte selección de variabilidad y ser un indicador crítico de la adecuación larvaria (Parris, 2000).

El intervalo de tolerancia térmica tiende a ampliarse conforme los renacuajos se desarrollan y una tasa de desarrollo larvario rápida suele relacionarse, como una adaptación, con condiciones de incremento de la temperatura. Las interacciones entre los hábitos reproductivos de los anuros y la variación en tiempo de desarrollo permiten la coexistencia de especies que difieren entre sí en uno o más aspectos adaptativos a la temperatura. Respecto a otros anuros, las especies de *Bufo* y de *Hyla* tienen tasas de desarrollo menos rápidas, y normalmente utilizan sitios de reproducción donde el aporte de agua es más duradero, aunque no necesariamente permanente. Las características adaptativas a las altas temperaturas incluyen poner los huevos en pequeñas masas y la eclosión en un estadio relativamente temprano del desarrollo (Zweifel, 1968).



## JUSTIFICACIÓN

Para Zapotitlán Salinas, Puebla, se conoce muy poco en relación a la ecología de los anfibios, únicamente se tiene un inventario de anfibios presentes (Mata, 2000) y notas sobre aspectos reproductivos de *Bufo occidentalis* (Oliver y Ramírez, 2000); sin embargo se cuenta con información de otras regiones del Valle de Tehuacán-Cuicatlán como en San Juan Raya, Tehuacán, Los Reyes Metzontla en Puebla, y Santiago Chazumba, Concepción Pápalo, Santa María Texcatitlán, Santiago Niltpec (Canseco-Márquez *et al.*, 2003). Aunado a lo anterior, se tiene poca información de *Hyla xera* en esta región, debido a su reciente descripción por Mendelson y Campbell (1994), por lo que este estudio proporcionará información en relación a su historia natural, al igual que para *Hyla arenicolor*. Además es importante el conocimiento del período larvario de los anfibios debido a que algunos de ellos, como *Rana catesbeiana*, tienen un largo período larvario y sus larvas son muy sensibles a los contaminantes, por lo que pueden emplearse como indicadores del impacto de los compuestos tóxicos en hábitats naturales (Stephen y Just, 1979). Al mismo tiempo, la comparación interpoblacional de las condiciones abióticas en que habitan estas especies de anuros, así como el análisis de las relaciones entre tales condiciones y el crecimiento y desarrollo larvario, permitirá entender mejor la capacidad de estos organismos para responder a condiciones potencialmente diferentes. Por tales motivos, es necesario realizar este tipo de estudios, y más aún cuando la región en la que se realiza el estudio presenta un alto grado de fragmentación, causado por la erosión y actividades humanas, lo que la hace una zona de alto riesgo para la supervivencia de los anfibios que la habitan y propensa a la desaparición de sus especies.



## OBJETIVOS

### Objetivo General

Conocer algunos aspectos ecológicos de *Hyla xera* e *H. arenicolor* en dos localidades (Río Salado y “El Charcote”) de la zona árida de Zapotitlán Salinas, Puebla.

### Objetivos Particulares

1. Establecer la comparación entre los factores abióticos (Temperatura ambiental, microambiental y profundidad) de ambas localidades.
2. Conocer las características del microhábitat de *Hyla xera* e *H. arenicolor*: Temperatura ambiental y microambiental, profundidad y asociación con otros organismos, para cada localidad de estudio.
3. Medir el crecimiento y desarrollo larvario de cada especie para cada localidad.
4. Evaluar la correlación del tamaño larvario [Longitud Total (LT)] de cada especie con los recursos abióticos en cada localidad.
5. Analizar la composición de la dieta de los adultos de ambas especies, y compararla entre machos y hembras.



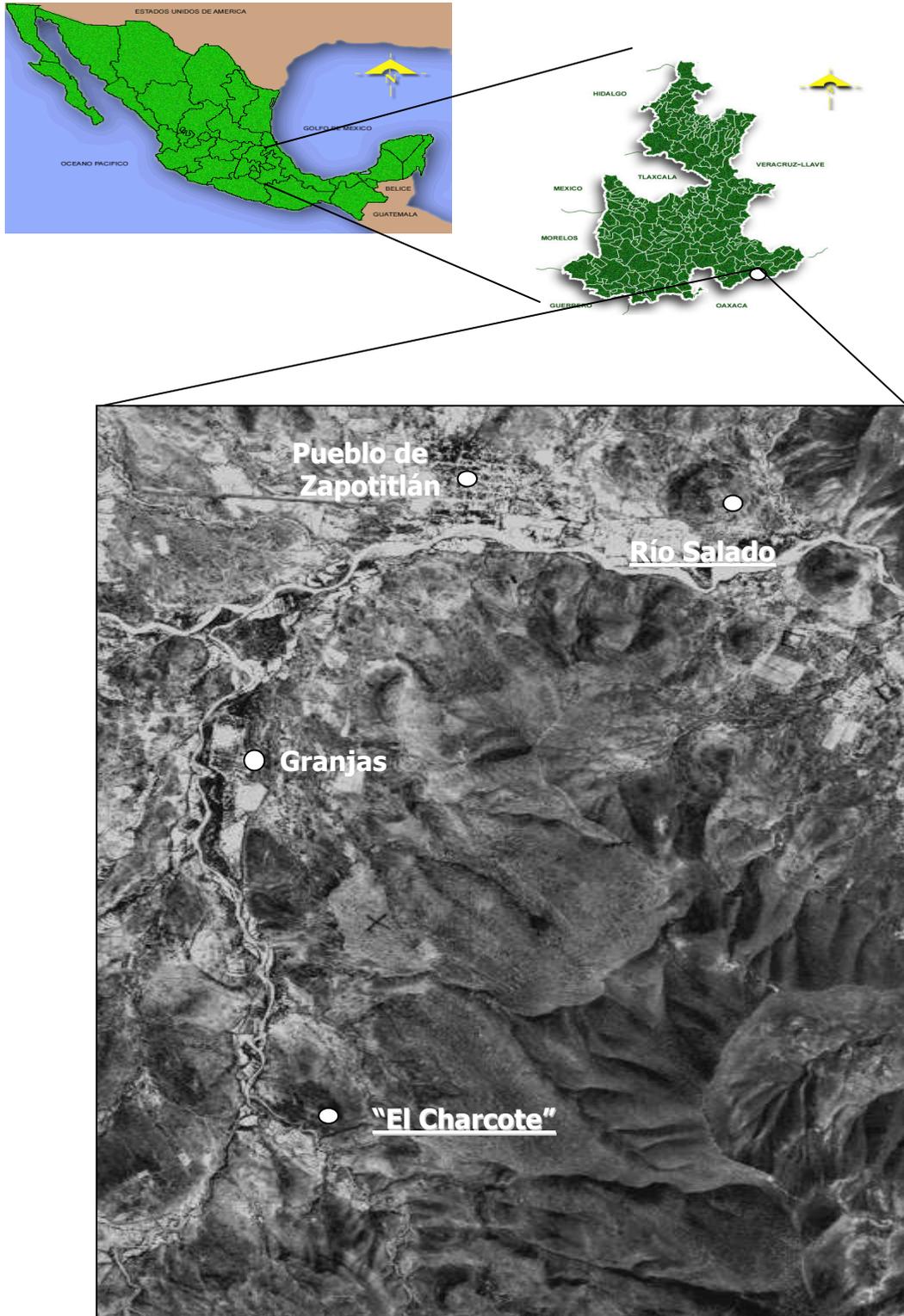
## ÁREA DE ESTUDIO

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán está situado en el centro de México; se localiza en el sureste del estado de Puebla y al noroeste de Oaxaca, entre los paralelos 17° 39' y 18° 53' de latitud norte y 96° 55' y 97° 44' longitud oeste. Presenta un clima semiárido con una precipitación media anual de 400 mm y una temperatura media anual de 21 °C (Lemos y Arismendi, 1998). El tipo de vegetación es el matorral xerófilo con dominancia de cactáceas columnares (Rzedowski, 1978). La flora de este lugar está compuesta por aproximadamente 2700 a 3000 especies de plantas vasculares, de las cuales el 30 % son endémicas a la región (Dávila *et al.*, 1993).

La región de Zapotitlán Salinas se encuentra enclavada en la porción occidental del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, tiene una superficie de 400 km<sup>2</sup> y una elevación de 1420 a 1600 m, presenta una temperatura media anual de 21 °C y tiene una canícula bien definida a la mitad del periodo de lluvias. La precipitación media anual es de 400-450 mm (Lemos y Arismendi, 1998).

Las dos zonas de estudio fueron el Río Salado y “El Charcote” y se localizan en el área de Zapotitlán Salinas (Figura 3). El Río Salado se encuentra en la base del Cerro Cutha, es un río muy ancho con poco caudal, con paredes verticales de hasta 15 m de altura, sustrato rocoso, con corrientes permanentes durante todo el año, las cuales presentan cuerpos de algas filamentosas a lo largo de toda la corriente (obs. pers) (Figura 4). “El Charcote” es un manantial ubicado aproximadamente a 10 km de distancia del Río Salado. Presenta paredes verticales de aproximadamente 5 m de altura, con sustrato sedimentario y con vegetación riparia y algas filamentosas en los cuerpos de agua. El paso de ganado caprino está presente en estas dos zonas y en el Río Salado existe extracción de ónix y salitreras (obs. pers) (Figura 5).



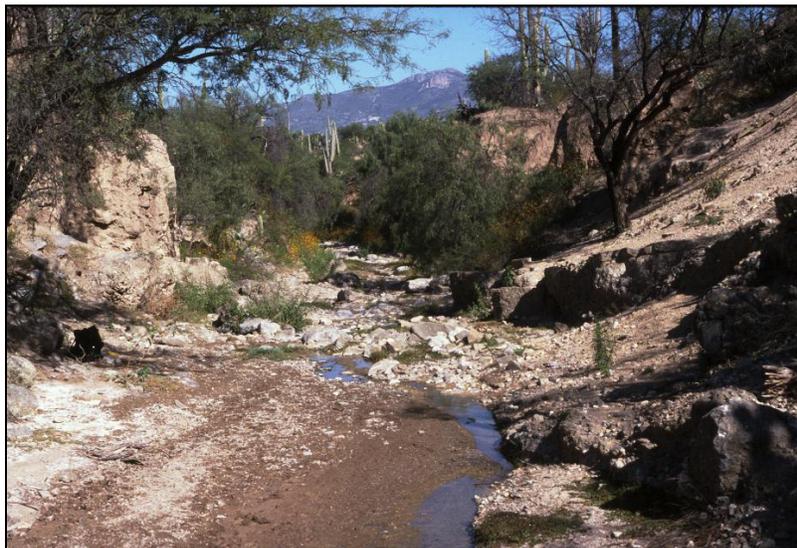


**Figura 3.** Localización del área de estudio, mostrando los dos sitios considerados en este trabajo: “El Charcote” y Río Salado.





**Figura 4.** Localidad Río Salado.



**Figura 5.** Localidad “El Charcote”



## MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 299 organismos de *Hyla xera* (280 renacuajos y 19 adultos), y 205 de *Hyla arenicolor* (195 renacuajos y 26 adultos) fueron revisados en el presente estudio. Los organismos fueron recolectados en las siguientes fechas: en el otoño de 1998 (octubre y noviembre), en el invierno de 1998 (diciembre) y de 1999 (febrero), en la primavera de 1999 (marzo), en el verano de 1999 (agosto y septiembre), en el otoño de 1999 (octubre), en el verano del 2000 (julio y septiembre), en el verano del 2001 (agosto) y en el verano del 2002 (julio). Los sitios de muestreo fueron el Río Salado y “El Charcote”.

### Características ecológicas del microhábitat

Para conocer las características ecológicas del microhábitat se tomaron los siguientes datos periódicamente durante los muestreos: temperatura ambiental (a una altura de 1.5 m con respecto al sustrato), temperatura microambiental (20 cm de profundidad en el agua) y profundidad máxima del cuerpo de agua. Las temperaturas se evaluaron con un termómetro de campo (termómetro Cloacal, Miller & Weber, Inc. NY USA, 50°C) y las profundidades con una regla de metal graduada de 20 cm, o con una cinta métrica de metal de 1m (precisión de 0.1 cm para ambos casos) (Caldwell, 1992). Se registró la presencia de insectos en las charcas para establecer la interacción de las especies de interés con otros organismos (Caldwell, 1994), colectando para ello especímenes con ayuda de redes, fijándolos en alcohol al 70%, e identificándolos hasta el nivel máximo posible en el laboratorio de ecología en la UBIPRO de la FES Iztacala, UNAM con ayuda de claves especializadas, (Borror *et al.*, 1989).

### Crecimiento y Desarrollo larvario

Durante cada salida se recolectaron de 5 a 10 renacuajos en cada localidad con ayuda de redes para acuario, los cuales se depositaron en bolsas de plástico previamente llenadas con agua del mismo medio (Figura 6), posteriormente los



renacuajos se fijaron en formol al 10 %. A cada ejemplar se le midió la longitud total (LT) con ayuda de un Vernier (Dial Type 6921 con precisión de 0.05 mm) y se identificaron los estadios larvarios de acuerdo al criterio propuesto por Limbaugh y Volpe (1957). Debido a que técnicamente no se puede hacer un seguimiento de cada puesta para analizar la variación de la LT en función del tiempo, se consideraron los datos de LT como variable dependiente, las localidades como variable independiente, y los datos de número de estadio de desarrollo como covariable, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para comparar la pendiente (tasa) de crecimiento entre ambas localidades para cada una de las especies estudiadas (Sokal y Rohlf, 1979).

Con la finalidad de comparar gráficamente el tiempo requerido para completar el desarrollo larvario entre ambas localidades para cada especie, los datos de número de estadio fueron considerados como variable dependiente y el número de organismos como variable independiente, y se denotaron los datos correspondientes para los meses en que se presentaron renacuajos (Caldwell, 1992).



**Figura 6.** Colecta de renacuajos

### **Correlación del tamaño corporal de los renacuajos con los factores abióticos**

Se utilizaron los datos obtenidos en las características ecológicas del microhábitat (temperatura ambiental, temperatura microambiental y profundidad), y el tamaño corporal de los renacuajos (LT), para establecer si existe relación entre estos



factores con ayuda del paquete estadístico Sigma Stat 2.03, obteniéndose así los valores de correlación (r de Pearson) y el valor de significancia (P).

## Alimentación

Se recolectaron adultos de cada especie de los anfibios en estudio de forma manual y se colocaron en sacos de tela anotando sus respectivos datos de recolecta, se fijaron en formol al 10% y posteriormente se mantuvieron en alcohol al 70%. Ya en el laboratorio, a cada organismo se le practicó una disección en la región ventral con ayuda de un bisturí para extraer el estómago, el cual se pesó en la balanza analítica, se abrió con ayuda de un bisturí, y se le extrajo el contenido estomacal, y el estómago vacío, también se pesó en la balanza analítica. El contenido estomacal fue colocado en una caja petri, y revisado con ayuda de un microscopio estereoscópico para identificar cada una de las categorías presentes mediante el uso de claves especializadas hasta el nivel taxonómico máximo posible (Borror *et al.*, 1989). Para cada categoría, se registró su frecuencia de aparición y se determinó su volumen, colocando cada una sobre un papel milimétrico de manera que quedara perfectamente delimitada por líneas del propio papel y que ocupara un milímetro de altura. De esta manera, se midió el número de cuadros (largo, ancho y alto) ocupados, y se estableció su volumen mediante la siguiente fórmula:  $V = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}$ . A partir de los datos así obtenidos, se estimó para cada sexo de cada especie de anuro, el Valor de Importancia para cada categoría (Acosta, 1982), el cual ha sido empleado en otros trabajos (García, 1989 y Salazar, 2003). Este método considera tres parámetros:

- 1.- Abundancia Relativa, definida como la proporción de cada categoría de presa con respecto al total.
- 2.- Volumen Porcentual, es el porcentaje en volumen que representa cada elemento con respecto al total.
- 3.- Frecuencia de Ocurrencia, estimada como el número de estómagos en los que aparece un determinado elemento.

$$V. I. = V'_{ij} + N'_{ij} + F'_{ij}$$

Donde:

$$V'_{ij} = V_{ij} / \sum V_{ij}$$



$$N'_{ij} = N_{ij} / \sum N_{ij}$$

$$F'_{ij} = F_{ij} / N_j$$

V. I. = Valor de Importancia

$V_{ij}$  = Volumen del i elemento alimento (a) en el j depredador

$\sum V_{ij}$  = Volumen Total del contenido estomacal

$N_{ij}$  = Número de elementos del i elemento alimento (a) en el j depredador

$\sum N_{ij}$  = Número total de elementos de la muestra

$F_{ij}$  = Número de contenidos estomacales donde se presenta el i elemento alimento del j depredador

$N_j$  = Número total de contenidos estomacales del j depredador

Para todos los análisis estadísticos se consideraron como significativo aquellos con valor de  $P < 0.05$ .



## RESULTADOS

De acuerdo con el orden de los objetivos planteados, se obtuvieron los siguientes resultados:

### 1) Comparación de los factores abióticos entre localidades

En “El Charcote”, la temperatura ambiental promedio ( $x = 21.28^{\circ}\text{C}$ ) fue significativamente menor ( $P < 0.001$ ) que en Río Salado ( $x = 23.60^{\circ}\text{C}$ ). La temperatura microambiental no fue significativamente diferente entre las localidades ( $P = 0.399$ ). La profundidad de los cuerpos de agua en “El Charcote” ( $x = 20.84\text{cm}$ ) fue significativamente mayor ( $P = 0.044$ ) que la de aquellos del Río Salado ( $x = 8.332\text{cm}$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estadística descriptiva de los factores abióticos generales para cada localidad. En cada celda se presenta el valor promedio  $\pm$  el error estándar, el intervalo entre paréntesis, y el valor de n (tamaño de la muestra),  $P$  representa el valor de significancia estadística de la prueba de Mann-Whitney que compara los valores encontrados entre las localidades.

	“EL CHARCOTE”	RIO SALADO	$P$
Temp. Ambiental ( $^{\circ}\text{C}$ )	21.28 $\pm$ 0.170 (13.0-28.5) 242	23.60 $\pm$ 0.319 (14.0-29.0) 99	<0.001
Temp. Microambiental ( $^{\circ}\text{C}$ )	24.62 $\pm$ 0.114 (16.5-28) 475	24.92 $\pm$ 0.284 (19.0-30.0) 97	0.399
Profundidad (cm)	20.84 $\pm$ 2.188 (0.3-38.5) 59	8.332 $\pm$ 1.147 (0.5-37.0) 34	0.044

### 2) Características ecológicas del microhábitat de *Hyla xera* e *Hyla arenicolor*

#### 2.1 *Hyla xera*

En “El Charcote”, esta especie se encontró en sitios con temperatura ambiental promedio de  $20.35^{\circ}\text{C}$ , temperatura microambiental de  $25.29^{\circ}\text{C}$ , y cuerpos de agua



con profundidad promedio de 3.575 cm; mientras que en el Río Salado, los valores fueron de 25.06 °C para la temperatura ambiental, de 26.16 °C para la temperatura microambiental, y de 9.0 cm para la profundidad. De esta manera, se encontraron diferencias significativas en la temperatura ambiental entre ambas localidades ( $P < 0.001$ ), pero no así para la temperatura microambiental ( $P = 0.353$ ), ni la profundidad ( $P = 0.629$ ) (Cuadro 2).

## 2.2 *Hyla arenicolor*

En “El Charcote”, esta especie se encontró en sitios con temperatura ambiental promedio de 21.52 °C, temperatura microambiental de 24.10 °C, y cuerpos de agua con profundidad promedio de 37.21 cm; mientras que en el Río Salado, los valores fueron de 23 °C para la temperatura ambiental, de 23.20 °C para la temperatura microambiental, y de 6.0 cm para la profundidad. De esta manera, se encontraron diferencias significativas en la temperatura ambiental ( $P = 0.002$ ), y la profundidad ( $P = 0.629$ ) entre ambas localidades, pero no así para la temperatura microambiental ( $P = 0.812$ ; Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Estadística descriptiva de factores abióticos de los sitios donde estuvieron presentes adultos o renacuajos de *Hyla xera* e *H. arenicolor* en las localidades estudiadas. En cada celda se presenta el valor promedio  $\pm$  el error estándar, el intervalo entre paréntesis, y el valor de n (tamaño de la muestra),  $P$  representa el valor de significancia estadística de la prueba de Mann-Whitney que compara los valores encontrados entre las localidades.

	<i>Hyla xera</i>			<i>Hyla arenicolor</i>		
	“El Charcote”	Río Salado	$P$	“El Charcote”	Río Salado	$P$
<b>Temperatura Ambiental (°C)</b>	20.35 $\pm$ 0.28 (13.0-25.5) 74	25.06 $\pm$ 0.61 (16.4-29.0) 36	<0.001	21.52 $\pm$ 0.19 (16.0-24.5) 132	23 $\pm$ 0.0 (23-23) 14	0.002
<b>Temperatura Microambiental (°C)</b>	25.29 $\pm$ 0.14 (17.0-27.6) 256	26.16 $\pm$ 0.58 (20.4-30.0) 34	0.353	24.10 $\pm$ 0.18 (20.2-28.7) 181	23.20 $\pm$ 0.0 (25.2-25.2) 14	0.812
<b>Profundidad (cm)</b>	3.575 $\pm$ 1.20 (0.9-6.5) 4	9.0 $\pm$ 5.5 (0.3-19.2) 3	0.629	37.21 $\pm$ 1.29 (5.0-38.5) 26	6.0 $\pm$ 0.0 (6.0-6.0) 14	<0.001



### 2.3 Asociación con otros organismos

Los grupos de los artrópodos asociados a renacuajos de *Hyla xera* e *H. arenicolor* durante la época de lluvias se muestran en el cuadro 3. Tales grupos de artrópodos estuvieron presentes en todos los muestreos realizados en los cuerpos de agua.

**Cuadro 3.** Artrópodos identificados como asociados con los renacuajos de *Hyla xera* e *Hyla arenicolor*. Aunque no se cuenta con datos cuantitativos, los datos se muestran en una secuencia de importancia relativa descendente (de arriba hacia abajo).

Orden	Familia	Nombre común
Ephemeroptera (ninfa)	Ephemerellidae	Mosca de mayo
Hemiptera	Gelastocoridae	Chinches sapo
Coleoptera	Haliplidae	Escarabajos nadadores
Odonata	Libellulidae	Libélulas, caballitos del diablo
Coleoptera	Dytiscidae	Escarabajos buceadores
Hemiptera	Nepidae	Escorpión de agua

### 3) Crecimiento y desarrollo larvario

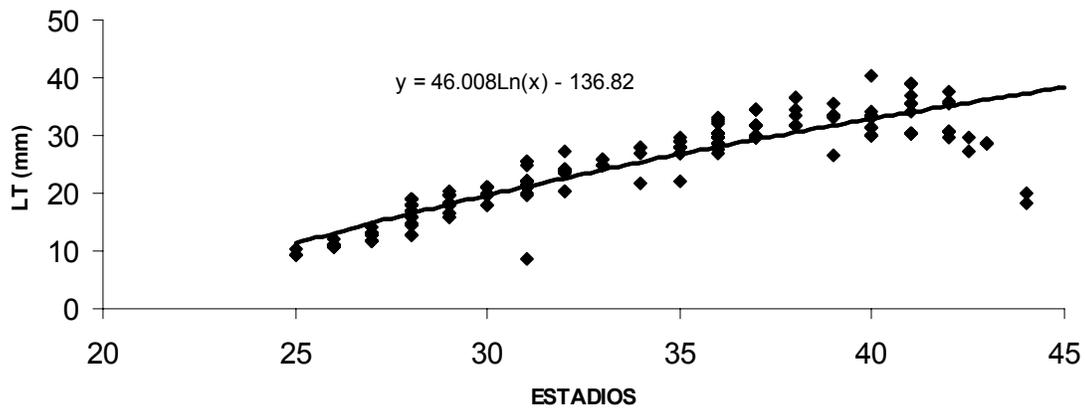
#### 3.1 Crecimiento larvario

##### 3.1.1 *Hyla xera*:

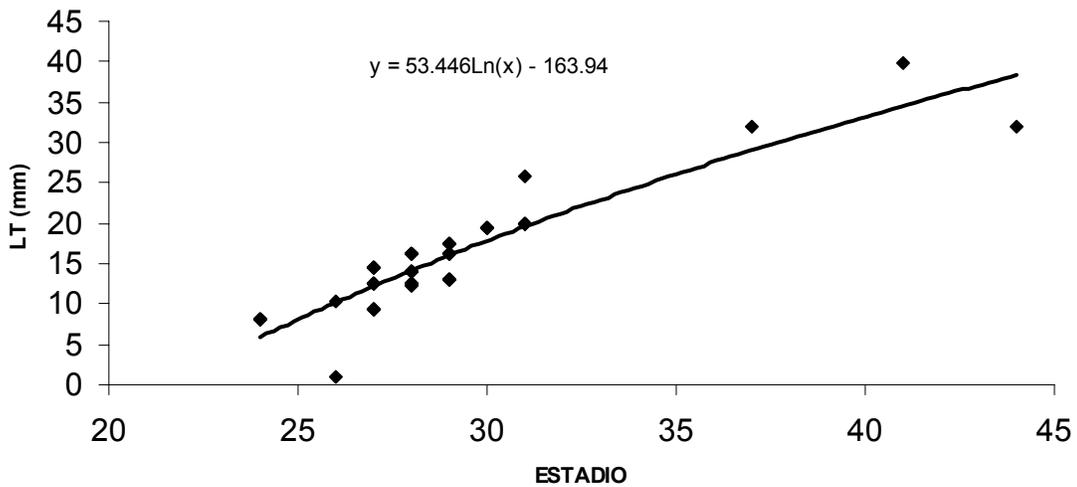
De acuerdo a los valores de las pendientes obtenidas, la tasa de crecimiento de esta especie no difirió de manera importante entre las dos localidades ( $F_{1,399} = 4.56$ ;  $P > 0.05$ ) estudiadas. De esta manera, las larvas de *H. xera* incrementan su tamaño (LT) a un ritmo de 53.446 mm/estadio en la localidad del Río Salado, y a un ritmo de 46.008 mm/estadio en “El Charcote” (Figura 7).



### "EL CHARCOTE"



### RIO SALADO



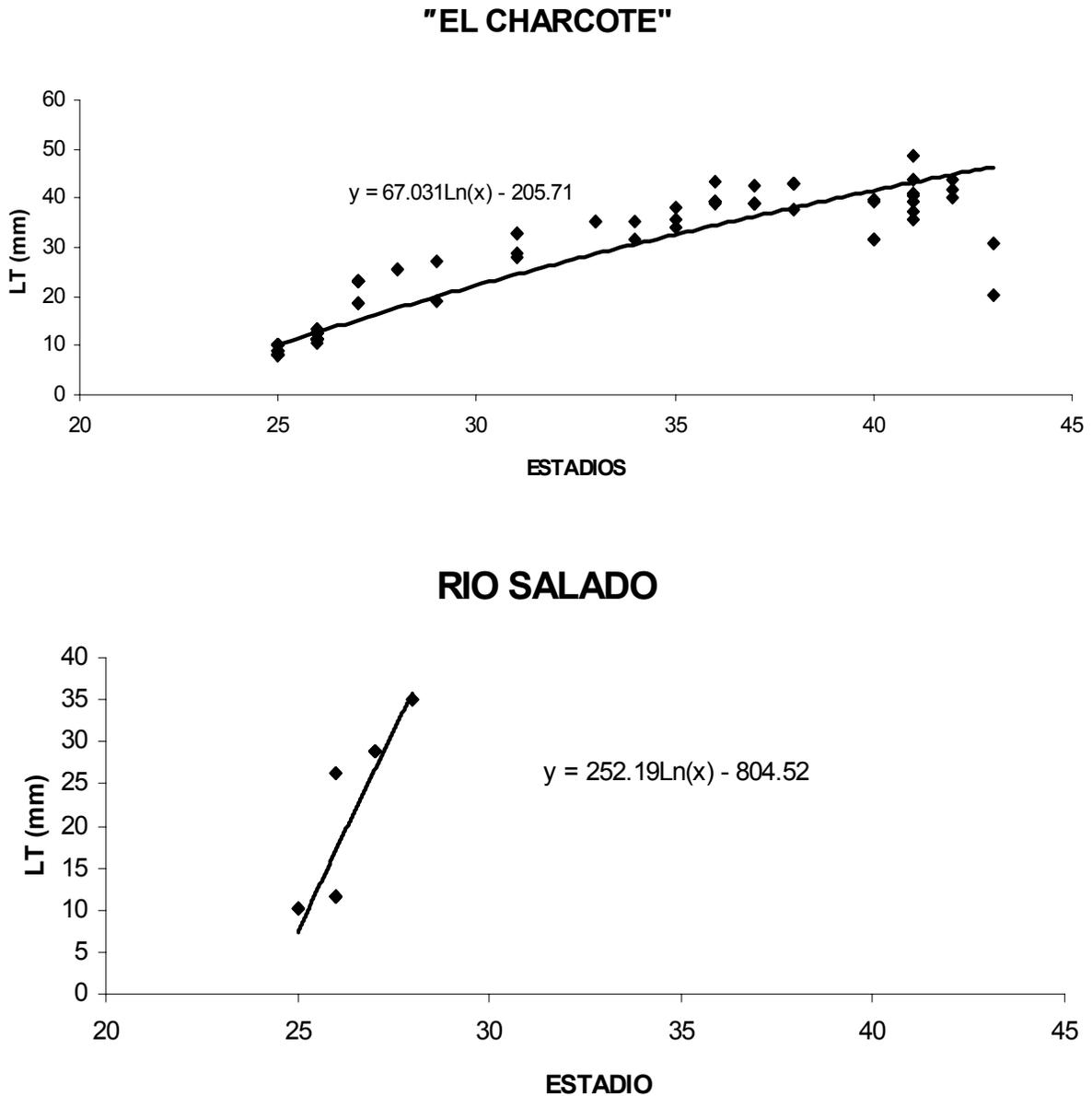
**Figura 7.** Crecimiento larvario de *Hyla xera* expresado como la variación de la Longitud Total (LT) en función del número de estadio en "El Charcote" y en Río Salado. Para ambos casos se muestra la ecuación que define la relación entre ambas variables.

#### 3.1.2 *Hyla arenicolor*:

Considerando las pendientes obtenidas, la tasa de crecimiento de esta especie fue significativamente diferente entre las localidades ( $F_{1,213} = 63.72$ ;  $P < 0.05$ ), siendo mucho menor en los renacuajos de la localidad "El Charcote" (pendiente = 67.031 mm/estadio), en comparación con lo que ocurre en del Río Salado (pendiente = 252.19 mm/estadio). Sin embargo, el escaso número de datos obtenidos para esta última localidad, y el hecho de que estos datos se encuentren concentrados



únicamente entre los estadios del 25 al 30, impiden aseverar que la tasa de crecimiento sea realmente tan alta (Figura 8).



**Figura 8.** Crecimiento larvario de *Hyla arenicolor* expresado como la variación de la Longitud Total (LT) en función del número de estadio en "El Charcote" y en Río Salado. Para ambos casos se muestra la ecuación que define la relación entre ambas variables.



## 3.2 Desarrollo larvario

### 3.2.1 *Hyla xera*

En la localidad de “El Charcote”, durante el mes de julio los renacuajos de *H. xera* se encontraron entre los estadios 28 al 41, siendo los estadios 28 y 39 los que contaron con un mayor número de organismos (7 en cada caso). Para el mes de agosto se presentaron renacuajos de prácticamente todos los estadios de desarrollo (25 al 44), pero fueron los estadios 27 al 31 los que tuvieron un mayor número de organismos (24, 46, 20, 20 y 34 organismos respectivamente). En el mes de septiembre se encontraron renacuajos desde el estadio 29 hasta el 45, no obstante, los mayores números de organismos ocurrieron en los estadios 37 al 43 (entre 5 y 10 organismos aproximadamente). En el mes de octubre estuvieron presentes renacuajos del estadio 30 al 40, siendo los estadios 35, 36 y 39 los representados por un mayor número de organismos. (10, 8 y 8, respectivamente; Figura 9).

En la localidad del Río Salado, se presentaron renacuajos de los estadios 24 al 41 durante el mes de julio, siendo los pertenecientes a los estadios 26, 27 y 28 los más abundantes (6, 7 y 6 organismos respectivamente). Durante agosto se encontraron renacuajos en los estadios 26 al 44, donde los más abundantes fueron aquellos de los estadios 27, 28 y 29 (9, 12 y 9 organismos respectivamente). En el mes de septiembre solo se encontraron renacuajos del estadio 37 (1 organismo; Figura 9).

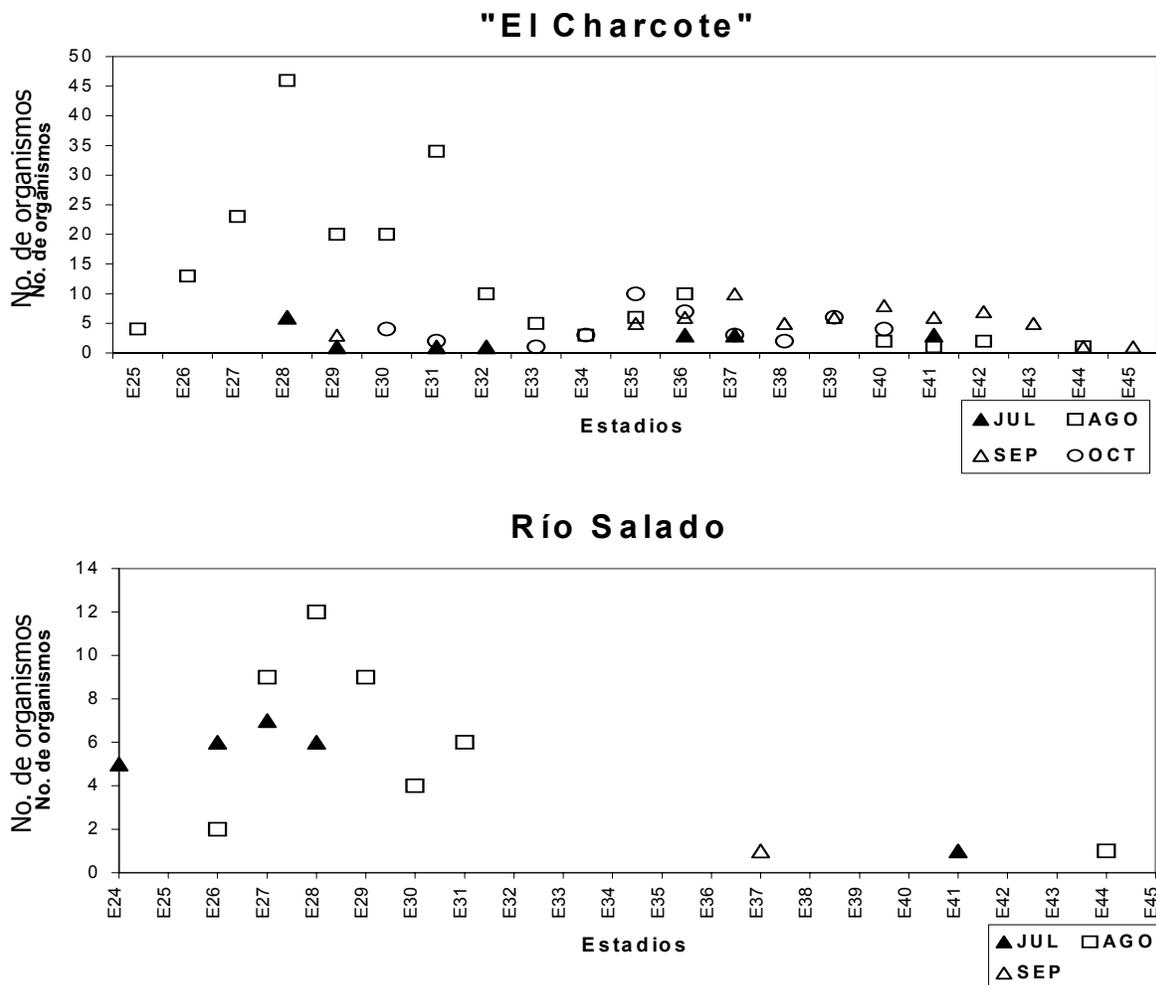
### 3.2.2 *Hyla arenicolor*

En “El Charcote”, los renacuajos de *Hyla arenicolor* que se presentaron en el mes de julio correspondieron a los estadios 27 a 36, donde los más abundantes fueron las del estadio 27 (9 organismos). Para agosto, se presentaron renacuajos de los estadios 26 al 37, dominando, por número de organismos, los de los estadios 26 y 27 (55 y 36 organismos respectivamente). Durante septiembre, los renacuajos pertenecieron a los estadios 25 al 42, con una mayor abundancia de aquellos del estadio 25 (33 organismos). Para el mes de octubre, los estadios larvarios presentes



fueron del 25 al 41, siendo los estadios 25 y 26 los que tuvieron un mayor número de organismos (5 y 3 respectivamente). Finalmente para el mes de noviembre se encontraron renacuajos de los estadios del 34 al 43, siendo los mas abundantes los del estadio 40 (3 organismos; Figura 10).

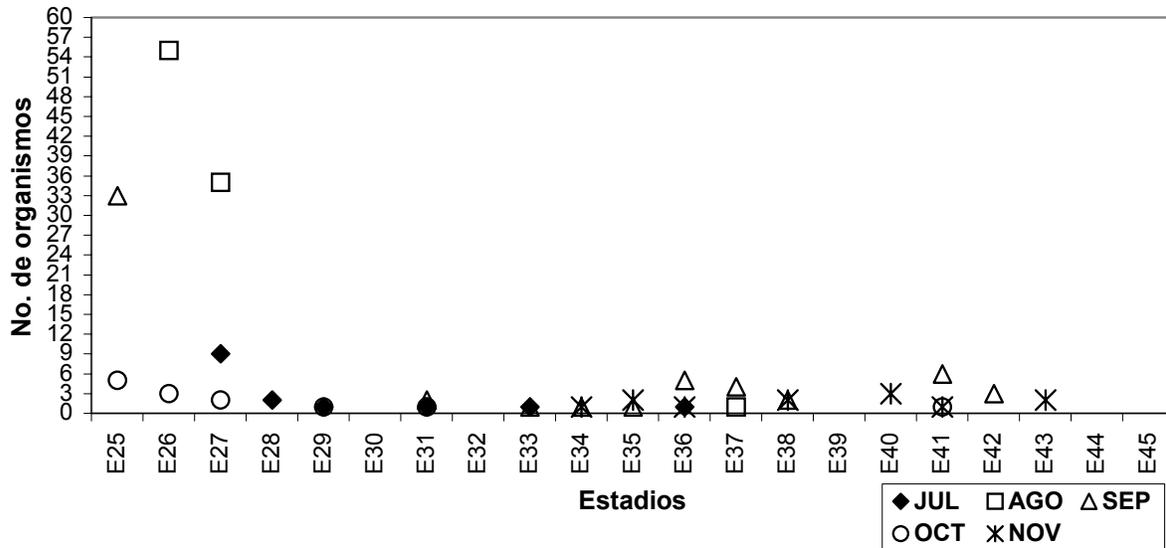
En el Río Salado, solo se hallaron renacuajos en los meses de julio y agosto. Renacuajos de los estadios 26 al 28 se encontraron en el mes de julio, predominando los del estadio 27 (9 organismos); y renacuajos en los estadios 25 y 26 se presentaron durante el mes de agosto, siendo los del estadio 26 los que tuvieron un mayor número de organismos (9; Figura 10).



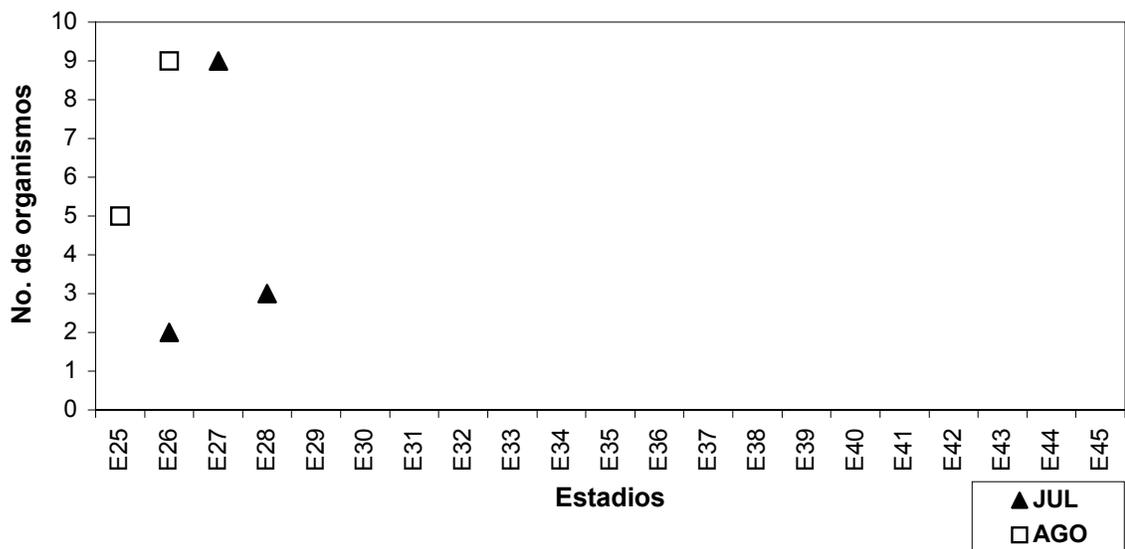
**Figura 9.** Desarrollo larvario de *Hyla xera* en "El Charcote" y Río Salado. Relación entre el número de estadios y el número de organismos. Los meses se simbolizan de la siguiente manera: JUL = julio; AGO = agosto; SEP = septiembre; OCT = octubre.



## "El Charcote"



## Río Salado



**Figura 10.** Desarrollo larvario de *Hyla arenicolor* en "El Charcote" y Río Salado. Relación entre el número de estadios y el número de organismos. Los meses se simbolizan de la siguiente manera: JUL = julio; AGO = agosto; SEP = septiembre; OCT = octubre; NOV = noviembre.

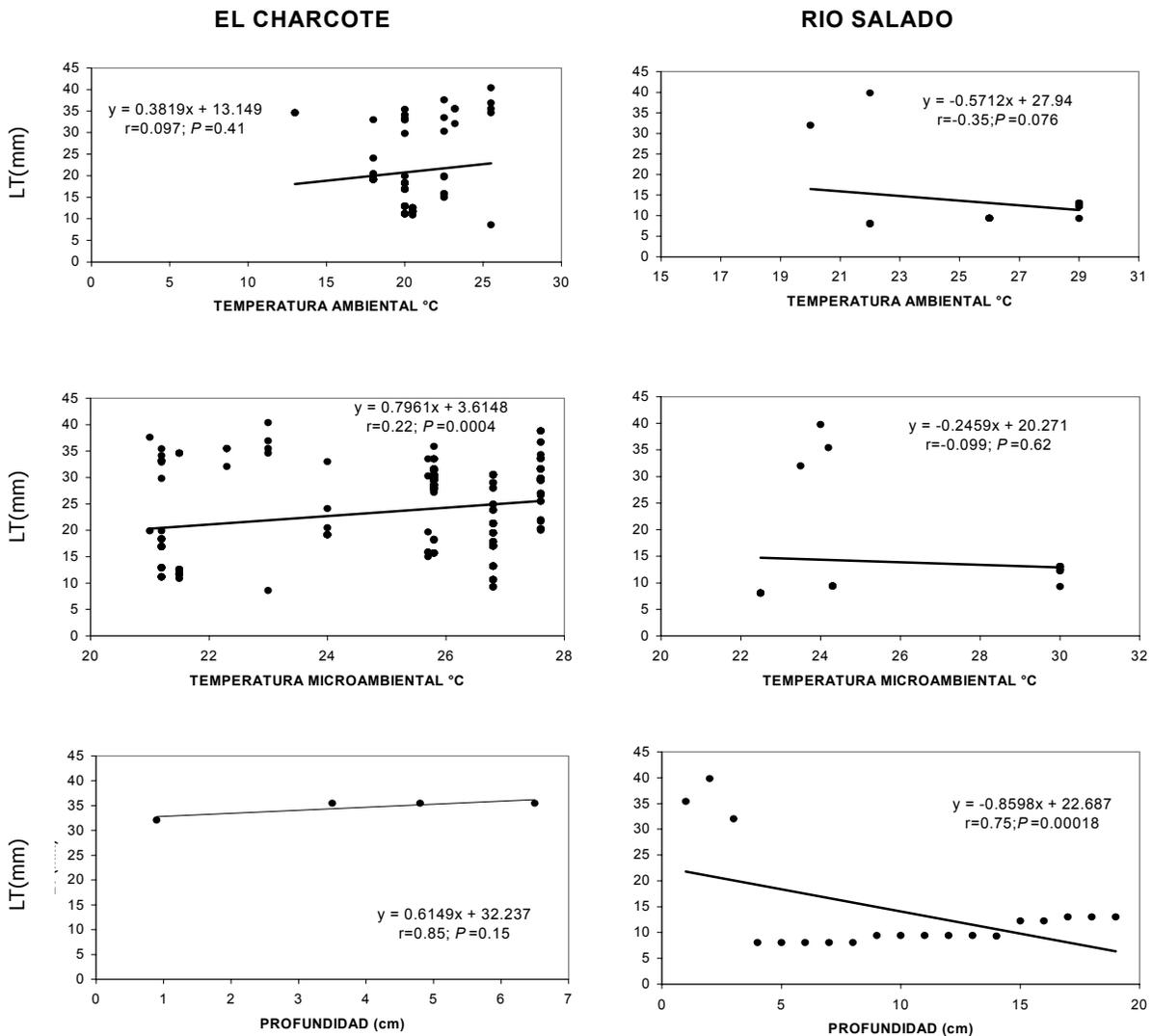
4)



## Correlación del tamaño corporal con los factores abióticos

### 4.1 *Hyla xera*:

Indiferentemente de la localidad, el tamaño de los individuos de esta especie (expresado como LT), no estuvo correlacionado con la temperatura ambiental ( $P > 0.05$  para ambas localidades). En contraste, la LT mostró una correlación significativa con la temperatura microambiental solamente en “El Charcote” ( $P = 0.0004$ ) pero no para el Río Salado. Por su parte, la LT tuvo una correlación negativa con la profundidad ( $P = 0.00018$ ) únicamente en el Río Salado (Figura 11).

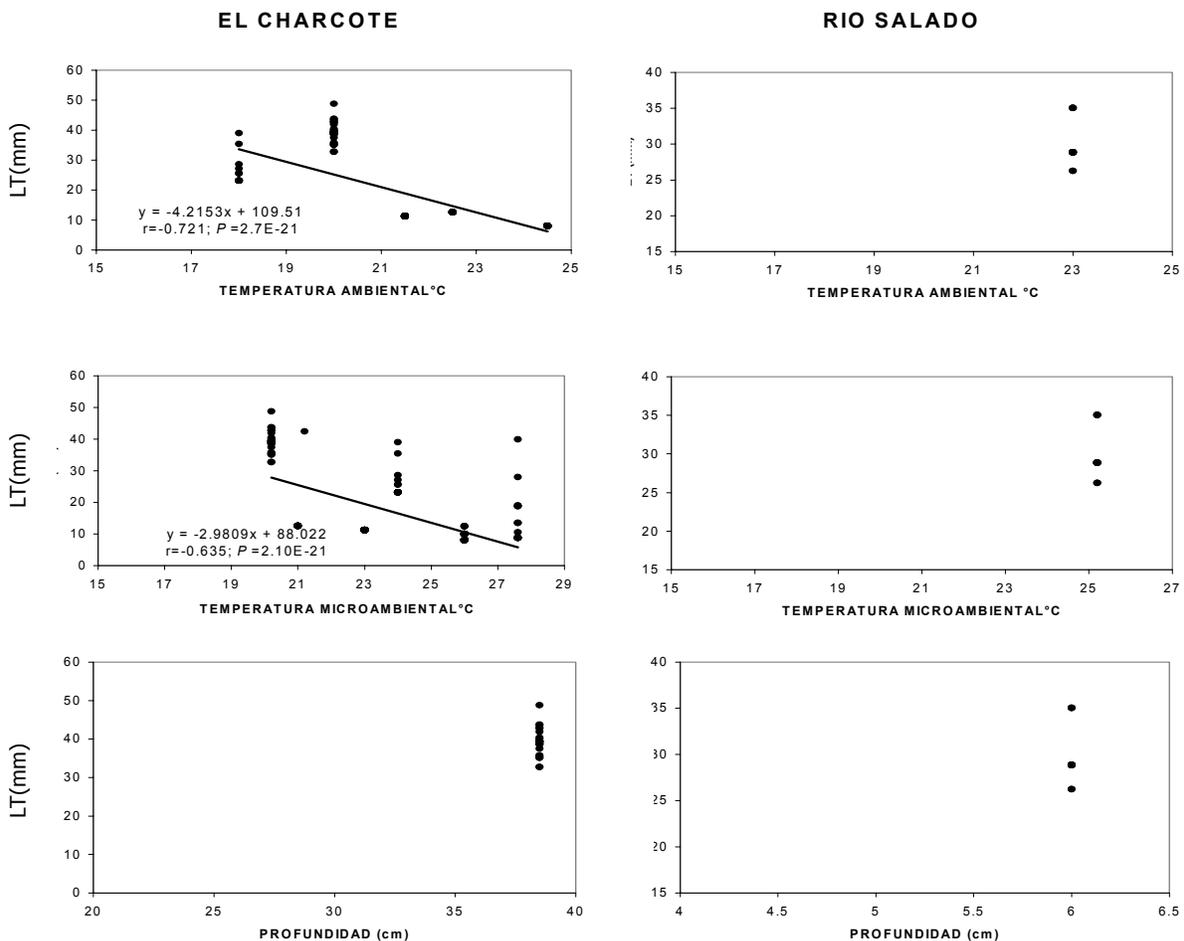


**Figura 11.** Correlación del tamaño larvario (LT mm) de *Hyla xera* contra Temperatura Ambiental, Temperatura Microambiental y Profundidad en el Charcote y en el Río Salado. Se muestra la ecuación que define la relación entre ambos factores, el valor de correlación (r de Pearson) y el valor de significancia (P).



## 4.2 *Hyla arenicolor*:

En “El Charcote”, el tamaño (LT) de esta especie estuvo correlacionado negativamente tanto con la temperatura ambiental ( $P = 2.7 \text{ E-}21$ ), como con la temperatura microambiental ( $P = 2.10 \text{ E-}21$ ), pero no fue posible evaluar si existe o no correlación con la profundidad, ya que los diferentes organismos evaluados se encontraron a una misma profundidad. En el caso del Río Salado, tampoco fue posible evaluar la posible correlación entre el tamaño y los factores abióticos microambientales, ya que los pocos ejemplares encontrados en esta localidad, estaban a una misma temperatura ambiental, microambiental y profundidad (Figura 12).



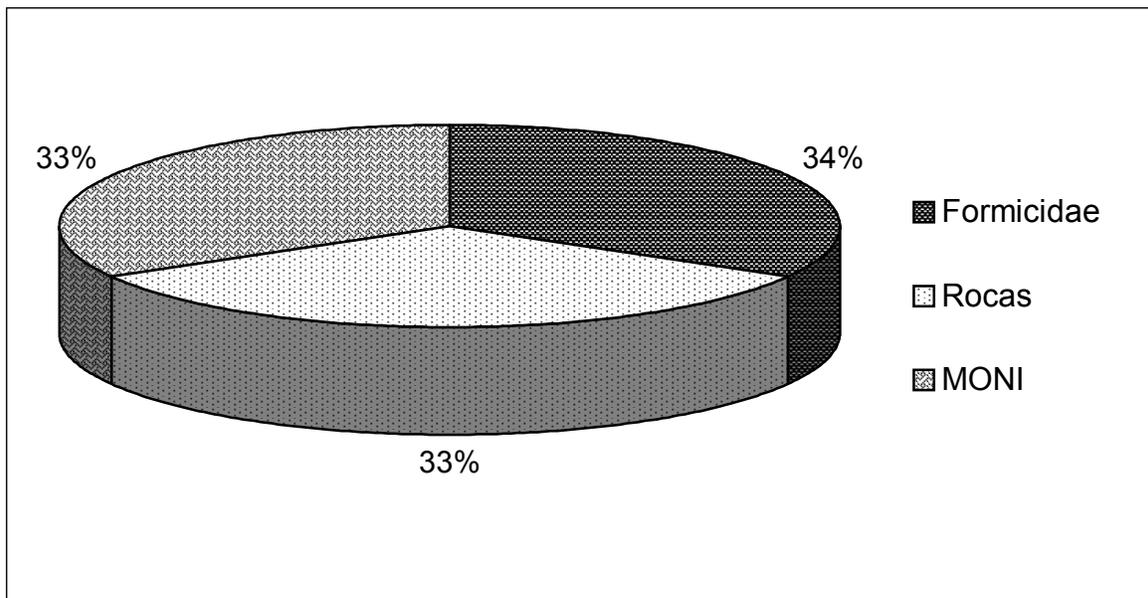
**Figura 12.** Correlación de tamaño larvario (LT mm) de *Hyla arenicolor* contra Temperatura Ambiental, Temperatura Microambiental y Profundidad en el Charcote y en el Río Salado. Para algunos casos se muestra la ecuación que define la relación entre ambos factores, el valor de correlación ( $r$  de Pearson) y el valor de significancia ( $P$ ).



## 5) Composición de la dieta en adultos

### 5.1 *Hyla xera*

De un total de 19 estómagos analizados, 16 no presentaron contenido estomacal identificable (89.21 %). Por lo tanto, basándose en el contenido de tres estómagos, se encontraron los siguientes resultados. Indiferentemente de la localidad o el sexo, el 34% de los organismos de *Hyla xera* presentaron presas pertenecientes a un solo taxon (Familia Formicidae), y 33% de “Materia Orgánica No Identificada” (MONI) y de rocas. (Figura 13). Debido al escaso número de ejemplares con contenido estomacal, los resultados obtenidos no son representativos, por lo que no se realizó un análisis más detallado.



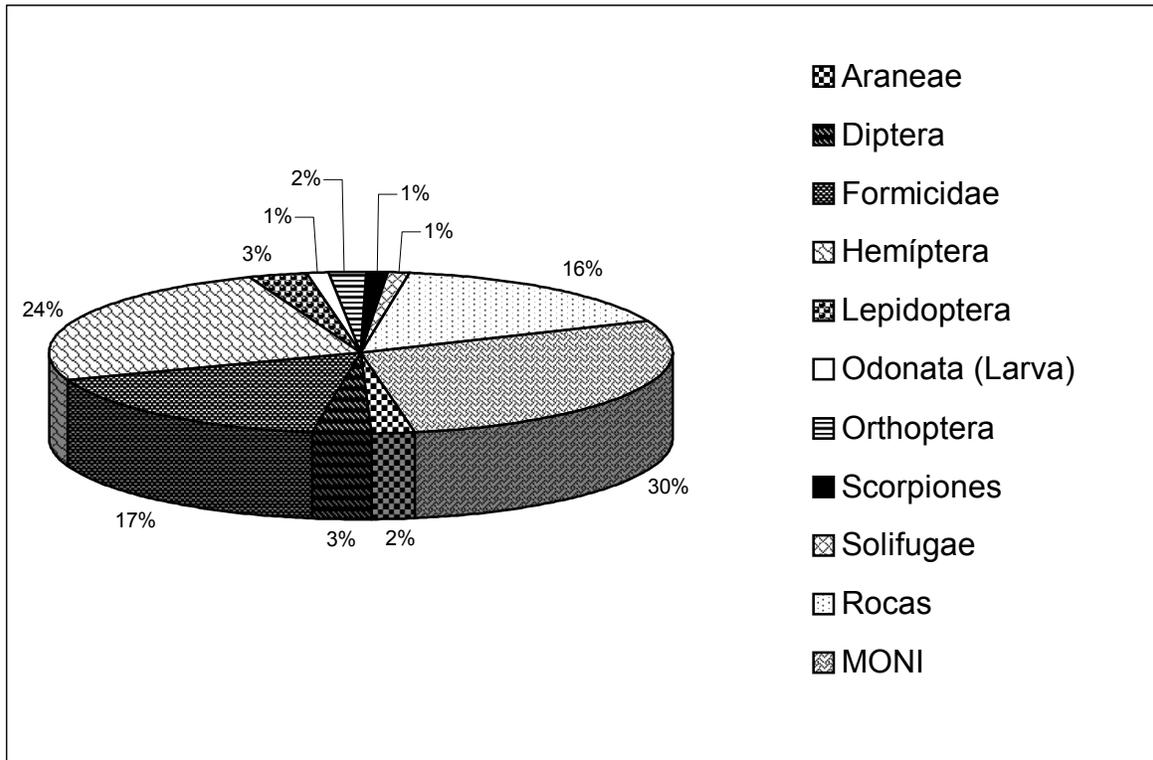
**Figura 13.** Composición porcentual de la dieta de *Hyla xera*. Las presas presentes en los contenidos estomacales pertenecen a la Familia: Formicidae (hormigas). MONI = Materia Orgánica No Identificada.

### 5.2 *Hyla arenicolor*

Adultos de *Hyla arenicolor* únicamente fueron encontrados en la localidad de “El Charcote”. De 26 estómagos analizados, en 3 (11.54 %) no se pudo identificar ningún tipo de presa, por lo que fueron excluidos del análisis de la dieta. El análisis de contenido estomacal reveló 9 tipos de presa presentes en la dieta de *Hyla arenicolor*.



El 24% de los organismos analizados presentaron presas del Orden Hemiptera, el 17 % de la Familia Formicidae, el 3% de los Ordenes Diptera y Lepidoptera, el 2% de los Ordenes Araneae y Orthoptera, y el 1% tuvieron presas de los Ordenes Odonata, Scorpiones y Solifugae. Como parte del contenido estomacal, las rocas se presentaron en el 16% de los estómagos, y el MONI en el 30% (Figura 14).



**Figura 14.** Composición y porcentajes de la dieta de *Hyla arenicolor*. Los tipos de presa presentes en los contenidos estomacales son: *Araneae* (arañas), *Diptera* (moscas), *Formicidae* (hormigas), *Hemiptera* (chinches), *Lepidoptera* (mariposas), *Odonata* (libélulas), *Orthoptera* (grillos), *Scorpiones* (alacranes) y *Solifugae* (solifugos). MONI = Materia Orgánica No Identificada.

La importancia de cada tipo de presa en la dieta de *H. arenicolor* se estimó a través de 4 parámetros: 1) Volumen porcentual, 2) Abundancia relativa, 3) Frecuencia de ocurrencia y 4) Valor de Importancia (V. I.). Estos parámetros fueron empleados para comparar la importancia que tiene cada tipo de presa en cada sexo (Cuadro 4). En los machos, la dieta estuvo conformada por 6 tipos de artrópodos: Hemiptera, Formicidae, Solifugae, Scorpiones, Orthoptera y Diptera. Considerando únicamente los valores más altos de cada parámetro, el volumen porcentual reveló que los Solifugos fueron la presa más importante, seguido de los Scorpiones, los Hemipteros y los



Formicidos. Sin embargo, de acuerdo a la abundancia relativa, la frecuencia de ocurrencia y el V. I., las presas más importantes fueron los Hemipteros y los Formicidos. En el caso de las hembras, se encontraron 7 tipos de presas: Hemiptera, Formicidae, Lepidoptera, Araneae, Orthoptera, Diptera y Odonata. Al igual que en el caso de los machos, considerando únicamente los valores más altos de cada parámetro los Hemipteros, Formicidos y Lepidopteros, fueron, en ese orden, los tipos de presa más importantes, independientemente del parámetro evaluado. La excepción a esta generalidad ocurrió al considerar el volumen porcentual, ya que en este caso, los Lepidopteros ocuparon el segundo lugar de importancia y los Formicidos el tercero (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Ordenes de insectos que conformaron la dieta de machos (12 individuos) y hembras (14 individuos) de *H. arenicolor* con su respectivo volumen porcentual, abundancia relativa, frecuencia de ocurrencia y valor de importancia (V.I.).

Tipo de presa (taxa)	Volumen %	Abundancia Relativa	Frecuencia de Ocurrencia	V. I.
<b>MACHOS ♂</b>				
Hemiptera	0.027	3.8333	0.75	4.61
Formicidae	0.0096	2.1666	0.5	2.67
Solifugae	0.362	0.1666	0.0833	0.28
Scorpiones	0.0290	0.1666	0.0833	0.27
Orthoptera	0.0032	0.1666	0.0833	0.25
Diptera	0.0005	0.1666	0.0833	0.25
TOTAL				8.3558
<b>HEMBRAS ♀</b>				
Hemiptera	0.04	5	0.8571	5.89
Formicidae	0.0219	4	0.5714	4.59
Lepidoptera	0.0256	0.4285	0.2142	0.66
Aranae	0.0066	0.2857	0.1428	0.43
Orthoptera	0.0132	0.1428	0.0714	0.22
Diptera	0.0066	0.1428	0.07	0.22
Odonata	0.0006	0.1428	0.0714	0.21
TOTAL				12.2578



## DISCUSIÓN

En comparación con la localidad del Río Salado, “El Charcote” presentó temperaturas ambientales menores y cuerpos de agua con profundidades mayores donde habitaron las especies en estudio, pero en ambas zonas, se registraron temperaturas microambientales similares. Algunas características propias de “El Charcote” que permiten entender mejor la naturaleza de tales diferencias son: una baja exposición a la radiación solar (debido a la orientación sur – norte del cuerpo de agua estudiado, y el tamaño y distancia entre las paredes que conforman la cañada dentro de la cual se encuentra el cuerpo de agua), la presencia de una gran cantidad de vegetación y el flujo constante de agua, tanto hacia dentro, como hacia afuera del cuerpo de agua principal.

La temperatura ambiental cerca de los cuerpos de agua donde se presentaron renacuajos de ambas especies fue diferente entre las localidades, lo que podría representar una evidencia de la capacidad de estas especies para responder a las variaciones de este factor. Aunado a lo anterior, si los intervalos de temperatura ambiental en que se presentaron estas especies son considerados como una medida de su tolerancia a este factor, ambos Hílicos pueden ser considerados como euritérmicos, es decir que tienen una amplia tolerancia a la temperatura, aunque no se tiene reporte al respecto.

Sin embargo, lo mencionado en el párrafo anterior debe tomarse con cautela, ya que debe recordarse que durante la etapa de renacuajos, las especies estudiadas, al igual que otros Hílicos, pasan la mayor parte del tiempo sumergidos en los cuerpos de agua (Duellman, 2001), por lo que la temperatura ambiental quizá no sea tan importante para su supervivencia como la temperatura microambiental. Esta conclusión se refuerza por el hecho de que la temperatura microambiental fue similar en ambas localidades. Al igual que en el caso de la temperatura ambiental, considerando los intervalos de temperatura microambiental en que se presentaron renacuajos de *H. xera* o *H. arenicolor*, podemos apreciar que ambas especies soportan las variaciones térmicas diarias (día – noche) de estos tipos de ambientes. De hecho, el intervalo de tolerancia conocido para *H. arenicolor* va de los 15.5 a 29.1 °C (Zweifel, 1968), temperaturas a las que las larvas presentan un desarrollo normal.



Aunque la profundidad de los cuerpos de agua difirió significativamente entre las localidades, únicamente los renacuajos de *H. arenicolor* se encontraron a distintas profundidades en las dos localidades, evidenciando que este factor podría no ser limitante para esta especie, ya que los renacuajos tienen la capacidad de desplazarse en la columna de agua con la finalidad de encontrar temperaturas microambientales apropiadas.

Canseco-Márquez, *et al* (2003) describen algunos aspectos sobre la historia natural de *Hyla xera* en varias localidades del Valle de Tehuacan-Cuicatlán, sin embargo la información disponible es nula para Zapotitlán Salinas. En este trabajo se encontró que esta especie parece no responder a la variación de la mayoría de los factores ambientales evaluados, lo que contribuye a explicar su distribución geográfica, ya que esta especie está restringida a ambientes con vegetación árida y semiárida (Canseco-Márquez *et al.*, 2003). En contraste, *H. arenicolor* es una especie capaz de responder a las variaciones de temperatura ambiental y profundidad de los cuerpos de agua, pero parece ser selectiva a la temperatura microambiental, ya que según Zweifel (1968) esta especie es la menos tolerante a las altas temperaturas, comparada con *Rana pipiens*, *Bufo cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus* y *Scaphiopus hammondi*. Estas características, en conjunto con otras, le han permitido a esta especie habitar desde zonas de desierto y pastizales desérticos, hasta bosques de encino-pino (Ivanyi *et al.*, 2000).

Debe advertirse que en la localidad del Río Salado, los renacuajos de *H. arenicolor* fueron encontrados durante un lapso de tiempo corto (30 de julio de 2000 y 12 de agosto de 2001), y que su número fue bajo, razón por la cual no existe error estándar, o intervalo, para los diferentes parámetros evaluados, por lo que los resultados correspondientes no deberán ser considerados como definitivos. No obstante, el presente trabajo representa el primer reporte de esta especie para este tipo de ambiente.

En cuanto a la asociación con otros organismos, de las seis Familias de artrópodos relacionados con los renacuajos de *Hyla xera* e *H. arenicolor*, los pertenecientes a la Familia Libellulidae han sido registrados anteriormente como depredadores de renacuajos de otras especies de anuros (por ejemplo el Hírido



*Agalychnis calcarifer*; Caldwell, 1994). Según Caldwell (1982), el tamaño de los renacuajos puede ser uno de los factores que determina si uno de ellos puede ser capturado por una larva de odonato (los Odonata incluyen a la Familia Libellulidae).

Los miembros de la Familia Dysticidae también han sido registrados como depredadores de renacuajos de anuros (Caldwell, 1982). Aunque no existen reportes previos, durante el presente estudio (3 de octubre de 2001), se presencié la depredación de un renacuajo de *H. xera* por parte de un organismo de la Familia Gelastocoridae. Aunque no se encontraron muchos organismos con heridas, se ha registrado que las cicatrices que presentan los renacuajos son el resultado de ataques sin éxito causados por los predadores, como los hemípteros acuáticos y las larvas de dysticidos (Morin, 1985).

La tasa de crecimiento de los renacuajos de *H. xera* no fue diferente entre las localidades estudiadas, así también la temperatura microambiental no varió entre localidades, por lo que tal vez este factor sea importante en el control de la tasa de crecimiento de esta especie. Por otra parte, en *Hyla arenicolor* la tasa de crecimiento larvario fue mayor en la localidad del Río Salado en comparación con la de “El Charcote”. Ello parece estar relacionado a que la primera localidad: 1) presenta valores mayores de temperatura ambiental, y 2) los cuerpos de agua son más someros y por lo tanto podrían ser considerados como temporales. Ambas características están vinculadas entre sí, ya que temperaturas ambientales mayores deberían conllevar a una disminución en la permanencia de los cuerpos de agua. Al respecto, se ha demostrado en otras especies, como *Scaphiopus couchii* (Zweifel, 1968), que a mayor temperatura ambientales, los anuros incrementan su tasa de crecimiento como resultado de un incremento en los procesos metabólicos, mientras que a bajas temperaturas ambientales algunos renacuajos como los de *Rana catesbeiana*, detienen la metamorfosis como resultado de la disminución de la actividad neuroendocrina y tiroidea (Viparina y Just, 1975). Por otra parte, la temporalidad de los cuerpos de agua tiene un impacto directo sobre la tasa de crecimiento de los anuros. En sus estudios con diferentes especies de anuros de ambientes desérticos, Zweifel (1968) y Denver *et al.* (1998), establecieron que especies que habitan cuerpos de agua expuestos a una mayor desecación, o de corta temporalidad (*Scaphiopus*



*bombifrons*, *S. couchii* y *S. hammondi*), presentan tasas de crecimiento y desarrollo más altas que aquellas que viven en cuerpos de agua menos expuestos a desecación o más permanentes (*Bufo cognatus*, *B. debilis*, *B. punctatus* e *Hyla arenicolor*), revelando esto una de las adaptaciones a los ambientes desérticos, como es el caso de las presentes áreas de estudio. No obstante, los datos obtenidos para *H. arenicolor* en la localidad del Río Salado fueron escasos, por lo que tal vez la evaluación de crecimiento correspondiente no sea representativa.

Respecto al desarrollo larvario, las condiciones prevalecientes en la localidad de “El Charcote” (cuerpo de agua permanente, constante aporte de nutrientes, temperaturas microambientales relativamente estables) parecen ser, en conjunto, la causa del amplio desfase de los estadios de desarrollo presentes dentro de cada uno de los cuatro o cinco meses en que ocurre la reproducción de las especies en estudio (julio-octubre *Hyla xera*; julio-noviembre *H. arenicolor*). Una causa posible para explicar el desfase observado son los efectos relacionados a la densidad (Crump, 1981), ya que en los anfibios el incremento en los encuentros entre los renacuajos puede causar:

- 1.- “estrés psicológico” (John y Fenster, 1975),
- 2.- que los inhibidores de crecimiento liberados por los renacuajos grandes sean ingeridos y causen efecto en los más pequeños (Licht, 1967). Por ejemplo, la hormona corticosterona inhibe el desarrollo en los estadios tempranos, pero acelera el proceso de metamorfosis en los estadios tardíos (Hayes, 2001); y
- 3.- incremento en la competencia por alimento (Steinwascher, 1978).

Debido al mencionado desfase es difícil establecer si el desarrollo larvario es completado en uno o en dos meses. Por ejemplo, las gráficas para “El Charcote” muestran organismos de estadios tempranos en julio, y estadios terminales para agosto, lo que permitiría decir que el desarrollo se completa en un mes; sin embargo, en las mismas gráficas se pueden observar estadios tempranos en junio, estadios intermedios en agosto y terminales en octubre, lo que podría interpretarse como evidencia de que el desarrollo larvario comprende dos meses.

En contraste con lo anterior, la mayor temperatura ambiental, la mayor exposición a la radiación solar, y por lo tanto una menor temporalidad de los cuerpos



de agua en el Río Salado, han causado que los estadios de desarrollo larvario se presenten únicamente durante dos o tres meses (julio y agosto en el caso de *H. arenicolor*, y julio – septiembre en *H. xera*). Además, tales condiciones parecen promover una tasa de desarrollo tal, que les permite a ambas especies de anuros alcanzar estadios de desarrollo avanzados en alrededor de un mes o menos. En *H. xera* se presentaron, por ejemplo, estadios tempranos durante julio y estadios terminales en agosto; mientras que en *H. arenicolor* se observaron estadios tempranos en julio y agosto y no se encontró ningún estadio de desarrollo más avanzado.

Según Duellman (2001), muy poco se conoce de la duración del desarrollo larval de las especies de hílidos en América Central, no obstante, el mismo autor menciona que los desarrollos de las especies de tierras bajas (*Phrynohyas venulosa* y *Smilisca cyanosticta*), son rápidos en comparación con los periodos largos de desarrollo de las especies que habitan en las montañas (*Hyla pseudopuma*), posiblemente la duración del periodo larvario está correlacionado con la temperatura del agua en la cual las larvas se desarrollan; sin embargo, la rápida tasa de desarrollo en muchas de las especies de tierras bajas que utilizan charcas temporales, puede ser una adaptación a la naturaleza temporal de su hábitat. Así, los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con las ideas de Duellman (2001).

Por otra parte, independientemente del lugar y de la especie, el mayor número de renacuajos correspondió a los primeros estadios (25 al 31 para *H. xera*, y del 25 al 27 para *H. arenicolor*), decreciendo drásticamente para los estadios subsecuentes, lo que en general ocurre con muchos anuros, como *Rana catesbeiana*, que habita estanques con corrientes frías y continuas (Stephen y Just, 1979). Este patrón podría considerarse como evidencia de que en los estadios tempranos de desarrollo es cuando existe una mayor tasa de mortalidad, misma que podría deberse a la depredación, a la desecación de los cuerpos de agua (Stephen y Just, 1979), o al efecto de competencia intra e interespecífica, así como a la competencia por recursos con otros habitantes de los mismos cuerpos de agua. Por ejemplo, las larvas de mosquito reducen la tasa crecimiento de los anuros por la competencia de comida (Mokany y Shine, 2003). Resulta interesante destacar que el decremento en el número de organismos ocurre a partir de que los renacuajos de ambas especies alcanzan alrededor de los 18 a 20 mm de longitud total. Si la presión de depredación fuese la



principal causa del decremento observado en cuanto al número de organismos, lo anterior significaría que el(los) depredador(es) selecciona(n), como presas, sólo a aquellos renacuajos de más de 20 mm de longitud total.

Temporalmente, el mayor número de renacuajos en estadios tempranos se presentó durante el mes de agosto, lo que nos permite decir que es en fechas cercanas a, o durante este mes, cuando ocurren la mayor parte de las puestas de ambas especies en ambas localidades.

La relación entre los factores abióticos microambientales y el tamaño larvario entre las dos especies mostró un patrón que se puede interpretar como una adaptación al ambiente, ya que al coexistir las dos especies en el mismo charco, necesitan repartirse los recursos disponibles para evitar la competencia, la depredación y la interacción; distribuyéndose así en toda la charca y aprovechando los recursos disponibles para cada grupo de renacuajos. Aunque no todos los factores abióticos estuvieron relacionados con la talla de los renacuajos, los resultados muestran que para ambas especies, la talla (LT) estuvo correlacionada con la temperatura microambiental en la localidad “El Charcote”, donde los renacuajos de talla pequeña de *Hyla xera* se encontraban a bajas temperaturas y las de talla grande se encontraban a altas temperaturas, distribuyéndose a lo largo de la columna de agua. Por su parte, *H. arenicolor* mostró una correlación negativa, donde las tallas pequeñas se encontraron a altas temperaturas y las grandes en bajas temperaturas. Esto confirma que los renacuajos grandes de una especie interactúan con los pequeños de la otra y viceversa, lo que podría ser otra causa que limite la velocidad de crecimiento durante los estadios tempranos en esta especie. Los resultados obtenidos por Woodward (1987) dan soporte a esta idea, cuyos datos sugieren que los renacuajos pequeños crecen considerablemente más rápido y tienen mayor sobrevivencia, si crecen con renacuajos del mismo tamaño, que cuando crecen con renacuajos grandes.

La única especie que mostró una relación entre la talla y la profundidad, fue *H. xera* en el Río Salado, donde los organismos más pequeños estaban en profundidades mayores y los más grandes en profundidades menores, repartiéndose así el recurso espacio.



A la fecha, diversos autores han reconocido la importancia de los factores abióticos y su relación con los factores bióticos en el estudio de los anuros. Wilbur (1987) menciona que la duración de las charcas puede determinar cuales especies completan la metamorfosis antes que otras en una charca determinada, y que ello indica que las relaciones entre los factores bióticos y abióticos pueden influir en algunos parámetros como la supervivencia y el crecimiento; estos resultados demuestran que comprender la estructura de las comunidades a una escala local, requiere entender no sólo de qué modo las especies responden a cada uno de los factores, sino también de qué manera responden a ambos tipos de factores simultáneamente.

Respecto a la dieta, en la mayoría (89 %) de los estómagos de los adultos de *H. xera* no se encontraron presas identificables. Lo anterior podría atribuirse a que durante el estudio (época reproductiva), los adultos de esta especie no se alimentan, de manera que tendrían que dedicar una parte considerable de sus reservas energéticas hacia los aspectos reproductivos (desarrollo gonádico, cortejo, cópula y puesta de huevos). No obstante, gran parte de los estómagos revisados presentaron materia orgánica no identificable (MONI). Por lo tanto, al parecer esta especie podría presentar una tasa digestiva alta que le permite degradar rápidamente las presas consumidas, o consumir presas “blandas” (sin estructuras quitinosas) fácilmente digeribles, como pudieran ser lombrices de tierra. En cualquier caso, el que el volumen del tracto digestivo sea relativamente pequeño, favorecería que gran parte de la cavidad abdominal esté disponible para ser ocupada por los huevos.

Por su parte, *H. arenicolor* presentó una dieta constituida por artrópodos, lo que concuerda con algunos trabajos reportados para anuros (Freed, 1980; Rodríguez, 1990 y Easteal), siendo las presas más importantes, los hemípteros y los formicidos. Ambos tipos de presa pueden ser considerados como organismos con gran movilidad, y en general los anuros pueden ser considerados como acechadores no selectivos. Por lo tanto, la posibilidad de encuentro entre tales tipos de presa y los anuros podría ser relativamente alta, lo que permite comprender el porque de la dominancia de estos taxones en la dieta de esta especie. Es importante resaltar que la presencia de alacranes y solífugos en la dieta de *H. arenicolor*, se puede deber a que estas presas



fueron consumidas en la época de lluvias (julio y agosto), cuando estos arácnidos salen de entre las rocas donde habitan, ya sea para huir de las “inundaciones” de sus refugios, o bien para reproducirse, incrementándose así su disponibilidad ante los anuros. De hecho, los alacranes y solífugos comparten el mismo microhábitat con estos hílidos (entre rocas), lo que incrementa aún más la posibilidad de detección de los arácnidos por parte de los anuros adultos. Si alacranes y solífugos fueran parte importante de la dieta, estas presas se encontrarían con más frecuencia en los contenidos estomacales, pero sólo se encontraron en dos estómagos de hylas y esta frecuencia no es representativa. Por lo anterior, parece probable que la ingestión de estos arácnidos se haya debido a un evento fortuito.

Tanto en los contenidos estomacales de *H. xera*, como en *H. arenicolor*, se encontraron rocas con una frecuencia alta. Esto puede deberse a las propiedades pegajosas de la lengua de estos organismos, que provoca la adhesión accidental de rocas en el momento de atrapar sus presas. Esta explicación ha sido sugerida también por Easteal por la presencia de rocas en el estómago de *Bufo marinus*.

El análisis del contenido estomacal de machos y hembras indica que éstas últimas tienen más variación en la dieta ya que consumen organismos de 8 taxones, en tanto que los machos sólo consumen 6 tipos. Independientemente del sexo, las presas más importantes fueron Hemiptera y Formicidae, ya que presentaron los valores más altos de abundancia relativa, frecuencia de ocurrencia y Valor de Importancia. Únicamente en el caso del volumen porcentual, los solífugos (machos) y lepidópteros (hembras), fueron las presas que tuvieron los valores más altos, lo que se atribuye al mayor tamaño de estos tipos de presa en comparación con el de los hemípteros y formicidos.

Aún cuando no se realizaron evaluaciones cuantitativas, los tipos de presa más abundantes en la zona de estudio fueron Hemiptera y Formicidae.



## CONCLUSIONES

- Las localidades “El Charcote” y Río Salado difieren significativamente en la temperatura ambiental, pero no en la temperatura microambiental, ni la profundidad de sus cuerpos de agua.
- Los artrópodos asociados con los renacuajos de *Hyla xera* e *Hyla arenicolor* pertenecen a las familias Ephemerellidae, Nepidae, Haliplidae, Libellulidae, Dytiscidae y Gelastocoridae, siendo las especies de estas últimas tres familias depredadores de esta etapa de vida de las especies estudiadas.
- La tasa de crecimiento larvario de *H. xera* fue la misma en ambas localidades estudiadas, mientras que la de *H. arenicolor* fue mayor en el Río Salado que en “El Charcote” debido a la diferencia de temperaturas y a las características ambientales de cada localidad. El crecimiento es más acelerado en la localidad con temperatura ambiental mayor, debido a que este factor repercute directamente sobre la temporalidad de los cuerpos de agua (más temperatura –cuerpos de agua menos permanentes).
- El desarrollo larvario de cada especie tuvo un amplio desfasamiento en la localidad de “El Charcote” lo que se puede deber a los efectos de la densidad, que ocasionan estrés psicológico, liberación de inhibidores de crecimiento y competencia por alimento.
- Al parecer el desarrollo larvario es completado en un mes en *H. arenicolor*, y en dos meses para el caso de *H. xera*.
- En ambas especies de anuros, ocurre un decremento drástico del número de renacuajos cuando alcanzan de los 18 a 20 mm de longitud total, lo que posiblemente se deba a que los depredadores seleccionan como presas a los renacuajos de más de 20 mm de longitud total.



- Cerca del mes de agosto, o durante este mes, es cuando ocurren la mayor parte de las puestas de las especies estudiadas.
- La talla de los renacuajos de *Hyla xera* estuvo relacionada positivamente con la temperatura microambiental en “El Charcote”, donde las larvas de talla pequeña se encuentran a bajas temperaturas y las de talla grande se encuentran a altas temperaturas; mientras que los de *Hyla arenicolor* tuvieron una correlación negativa, donde las tallas pequeñas se encontraban a altas temperaturas y las grandes a bajas temperaturas.
- La talla de los renacuajos de *Hyla xera* estuvo relacionada con la profundidad en la localidad Río Salado, encontrándose los organismos más pequeños en profundidades mayores y los más grandes en profundidades menores, repartiéndose así el recurso espacio.
- Ya que sólo se encontraron tres estómagos con contenido identificable, no se pudo determinar la dieta de adultos de *Hyla xera*. No obstante, la ausencia de presas identificables conlleva a plantear que esta especie cuenta con una estrategia que le permite disponer de la mayor parte del volumen abdominal para el almacenaje de huevos durante la época reproductiva.
- La dieta de las hembras de *H. arenicolor* fue más variada que la de los machos, encontrándose 8 taxones para las hembras y 6 para los machos, aunque las presas más frecuentes para ambos sexos fueron Hemiptera y Formicidae, según la abundancia relativa, la frecuencia de ocurrencia y el Valor de Importancia.
- Los estudios sobre la ecología de los anuros de zonas áridas permite comprender las adaptaciones y estrategias que estos organismos han desarrollado para habitar este tipo de ambientes, así como para explotar los diferentes recursos y evitar la competencia intra e interespecífica.



## LITERATURA CITADA

- Acosta, M. 1982. Índice para el estudio del nicho trófico. Ciencias Biológicas. Academia de Ciencias de Cuba (70): 125-127.
- Arismendi, Ma. del C. y P. Dávila. 2001. Sed, espinas y adaptaciones a una vida difícil. En: El Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Patrimonio Natural. Fundación ICA, A. C., Fundación Cultural Banamex, Fundación para la reserva de la Biósfera Cuicatlán, A.C. p.p 55-64.
- Borror, D. J., C. A Triplehorn, y N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth Edition. U. S. A. 875 p.
- Caldwell, J. P. 1982. Disruptive selection: a tale color polymorphism in Acris tadpoles in response to differential predation. Can. J. Zool. 60: 2818-2827.
- Caldwell J. P. 1992. Diversity of reproductive modes in anurans: facultative nest construction in gladiator frogs. Reproductive Biology of South American Vertebrates. Springer-Verlag. U. S. A. pp. 85-97.
- Caldwell J. P. 1994. Natural history and survival of eggs and early larval stages of *Agalychnis calcarifer* (Anura:Hylidae). Herpetological Natural History. U. S. A. 2: 57-66.
- Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén, y J. R. Mendelson, III. 2003. Distribution and Natural History of the hylid frog *Hyla xera* in the Tehuacán Cuicatlán Valley, Mexico, with a description of the tadpole. Southwestern Naturalist. 48: 670-675.
- Crump, M.L. 1981. Energy accumulation and amphibian metamorphosis. Oecologia 49: 167-169
- Dávila, P., J. L. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez-Ken y P. Tenorio. 1993. Listados florísticos de México X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Inst. Biol., UNAM. Mex.



- De la Maza, E. R. 2001. El valle de Tehuacán-Cuicatlán, biodiversidad y ecosistemas. En: El Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Patrimonio Natural. Fundación ICA, A. C., Fundación Cultural Banamex, Fundación para la reserva de la Biósfera Cuicatlán, A. C. p.p 21-45.
- Denver, R. J., N. Mirhadi, y M. Phillips. 1998. Adaptive plasticity in amphibian metamorphosis: response of *Scaphiopus hammondi* tadpoles to habitat desiccation. *Ecology* 79:1859-1972.
- Duellman, W. E. 1985. Reproductive modes in anuran amphibians: Phylogenetic significance of adaptive strategies. *S. Afr. J. Sci.* 81: 174-178.
- Duellman, W. E. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Contrib. Herpetol., Ithaca, New York.
- Easteal, S. Fauna of Australia. Family Bufonidae. En: <http://ea.gov.au/biodiversity/abrs/publications/fauna-of-australia/pubs/volume2a/ar11ind.pdf>
- Freed, A. N. 1980. Prey selection and feeding behavior of the green treefrog (*Hyla cinerea*). *Ecology* 61(3): 461-465.
- García, C. R. 1989. Ciclo reproductivo y hábitos alimenticios de *Sceloporus variabilis variabilis* (Reptilia: Sauria: Iguanidae) en Alvarado Veracruz. Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. Pp.26-28.
- Hayes, T. B. 2001. Stress and adaptative responses in anuran larvae. Symposium for the SICB Annual Meeting STRESS - IS IT MORE THAN A DISEASE? A COMPARATIVE LOOK AT STRESS AND ADAPTATION. Chicago. En: <http://www.usd.edu/~cliff/SICBStress/Tyroneab.html>



- Ivanyi, J. P., J. Perry, T. R. Van Devender y H. Lawler. 2000. Reptile & Amphibians accounnts. *En*: Phillips, S. J. y P. C. Wentworth (Eds.) A Natural History of the Sonoran Desert. Arizona-Sonora Desert Museum. University of California Press. Pp. 533-585.
- Jenning, R. D. y N. J. Scott. 1993. Ecologically correlated morphological variation in tadpoles of the Leopard frog, *Rana chiricahuensis*. *Journal of herpetology*. 27: 285-293.
- John, K.R. y D. Fenster, 1975. The effects of partitions on the growth rates of crowded *Rana pipiens* tadpoles. *Am. Midl. Nat.* 93: 123-130.
- Lemos E. J. y Ma. del C. Arizmendi. 1998. Efecto de la fragmentación del hábitat en el ensamble de vertebrados terrestres y sus interacciones con las plantas del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. UBIPRO; FES Iztacala. 24 p.
- Licht, L.E. 1967. Growth inhibition in crowded tadpoles: intraspecific and interspecific effects. *Ecology* 48: 736-745.
- Limbaugh B. A. y P. E. Volpe. 1957. Early development of the Gulf coast toad, *Bufo valliceps* Wiegmann. No. 1842. 32 pp.
- Mata, S. V. 2000. Estudio comparativo del ensamble de anfibios y reptiles en dos localidades de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. 62p.
- Mendelson, R. J., III, y J. A. Campbell. 1994. Two new species of the *Hyla sumicrasti* group (Amphibia:Anura:Hylidae) from Mexico. *Proceedings Biological Society Washington* 107:398-409.
- Mokany, A. y R. Shine 2003. Competition between tadpoles and mosquito larvae. *Oecologia* (2003) 135:615-620.



- Morin, J. P. 1985. Predation intensity, prey survival and injury frequency in an amphibian predator-prey interaction. *Copeia* 1985: 638-644.
- Oliver L. L. y A. B. Ramírez. 2000. *Bufo occidentalis* fecundity. *Herpetological Review*. 31: 39-40.
- Parris J. M. 2000. Experimental analysis of hybridization in Leopard frog (Anura:Ranidae): Larval performance in desiccating environments. *Copeia* 2000: 11-19.
- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual de claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos IBUNAM 23. Instituto de Biología, UNAM.
- Relyea R., y E. E. Werner. 2000. Morphological plasticity in four larval anurans distributed along an environmental gradient. *Copeia*. 2000: 178-190.
- Rodríguez, M. B. 1990. Ciclos reproductivo y alimentario de *Rana montezumae* Baird, 1854 (Amphibia:Anura) del lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.* 2: 6-9.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432p.
- Salazar, H. D. 2003. Estudio de la reproducción y alimentación de *Sceloporus mucronatus* (Sauria:Phrynosomatidae) en el sistema modificado de San José Deguedo, Estado de México. Tesis de licenciatura. FES Iztacala. UNAM. 63p
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume ediciones. 832 pp.
- Steinwascher, K. 1978. Interference and exploitation competition among tadpoles of *Rana utricularia*. *Ecology* 59: 1039-1046.



- Stephen, G. C. y J. Just. 1979. Survival rate, population density and development of a naturally occurring anuran larvae (*Rana catesbeiana*). *Copeia* 1979: 447-453.
- Viparina, S. y J. J. Just. 1975. The life period, growth and differentiation of *Rana catesbeiana* larvae occurring in nature. *Copeia* 1975: 103-109.
- Wilbur, H. M. 1987. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology* 68: 1437-1452.
- Woodward, B. D. 1987. Tadpole interactions and breeding season duration of Woodhouse's toad (*Bufo woodhousei*). *Copeia* 1987: 380-385.
- Zweifel, G. R. 1968. Reproductive biology of anurans of the arid southwest, with emphasis on adaptation of embryos to temperature. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. New York. Vol. 140: Article 1. 61 p.

