

IZTACALÁ

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALÁ
BIOLOGÍA

Efecto de la salinidad y densidad poblacional
en el desempeño de las larvas del Sapo de
los Pinos *Ollotis occidentalis* (Anura: Bufonidae),
provenientes de las pozas asociadas
al Río Salado, Puebla.



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

EDGARDO AQUINO CABALLERO

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JULIO ALBERTO LEMOS ESPINAL

LOS REYES IZTACALÁ, TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO
2010





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.

Dedicado con amor a mi madre, pues es la bendición más grande de mi vida.

A mis hermanos Luis Alberto y Jorge por ser un ejemplo de perseverancia.

A mi Tío Arturo por apoyarme siempre en los momentos buenos y malos.

Hacer de la interrupción un camino nuevo,

hacer de la caída, un paso de danza,

del miedo, una escalera,

del sueño, un puente,

de la búsqueda...un encuentro.

— Fernando Pessoa

AGRADECIMIENTOS

A mi madre: Elba Caballero Santiago, por mostrarme que siempre existe una forma de seguir adelante, por su confianza, comprensión y apoyar mis decisiones.

A mi padre: Vitaliano Aquino Villegas, pues tu recuerdo me ha impulsado a seguir adelante durante todo este tiempo.

A mi tío Arturo por los consejos, apoyo, valores e influencia positiva, estando presente como una imagen paterna.

A todos los miembros de la familia, que de alguna u otra manera siempre me han brindado su ayuda.

A mis grandes amigos:

Mayra por compartir estos cuatro años una sonrisa, por tu cariño, por escucharme y brindarme apoyo incondicional, pero sobre todo por ser la mejor amiga. A Fernando, por compartir conmigo este trayecto, por tus albures y ocurrencias. A Sujey por ser un ejemplo de lucha, cariño y amistad. A Jimena, por hacerme sonreír, por tus pláticas y afecto. A Juanita por mostrarme tu gran persona y compartir tu sabiduría en momentos decisivos.

A Mis amig@s y compañer@s: Paty, Mónica, Osvelia, Alma, Adela, Rocío, Jazmín, Ivette, Memo, Axel y Ricardo, por los recuerdos de las practicas, por esos momentos llenos de albures y risas que hicieron amenas las clases, por la amistad de todos estos años.

Agradezco al Dr. Julio Alberto Lemos Espinal, mi director de tesis, por su confianza, apoyo, consejos, clases, pero sobre todo por su amistad, bajo su tutela encontré las mejores condiciones para que este trabajo se realizara.

A mis sinodales: el Dr. Raymundo Montoya Ayala, el M. en C. Tizoc Adrian Altamirano Álvarez, el M. en C. Felipe Correa Sánchez y el Biol. Raúl Rivera Velázquez, por sus revisiones y sugerencias, pues ayudaron a mejorar considerablemente este escrito.

A los profesores del Vivario, Felipe Correa, Raúl Rivera, Beatriz Rubio y a Librado, por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo dentro de este recinto y por sus enseñanzas sobre herpetología.

Al M. en Geog. Guillermo Alfonso Woolrich Piña por la ayuda en el análisis estadístico, la bibliografía y sus consejos.

A Poncho por ser mi compañero de campo, compartir su conocimiento y guiarme en Zapotitlán de las Salinas.

La realización del presente estudio fue gracias al apoyo brindado generosamente por la Dirección General de Asuntos de Personal Académico a través del proyecto PAPIIT-IN221707 titulado: “Factores que determinan la distribución de los anfibios en las pozas asociadas al Río Salado, Puebla, México”.

Agradezco igualmente a todas las personas que me brindaron su ayuda, pero que en este momento escapan a mi memoria.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	1
Introducción.....	
Justificación.....	
Antecedentes	
Área de estudio	
Especie de estudio	
Objetivos	
Objetivo General	
Objetivos Particulares	
Hipótesis	
Materiales y metodos	
Estudio de Campo.....	
Laboratorio	
Estadísticos.....	
Resultados	
Campo	
Laboratorio	
Discusión.....	
Conclusiones.....	
Perspectivas.....	
Literatura Citada.....	

TABLA DE FIGURAS

- Figura 1: Zona de estudio, Zapotitlán de las Salinas, Puebla (Imagen: Luis Canseco Márquez, 2003). ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 2: Vista lateral del renacuajo del Sapo de los Pinos, G 31..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 3: *O. occidentalis* G 45..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 4: *O. occidentalis*, metamorfosis completa.... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 5: Aparato bucal del renacuajo de *O. occidentalis*. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 6: *O. occidentalis* G 24..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 7: *O. occidentalis* G 26..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 8: Efectos de cada concentración salina (ppm) en el Peso (P) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (a) y 8 individuos (c). ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 9: Efectos de cada concentración salina (ppm) en la Longitud Hocico Cloaca (LHC) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c). ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 10: Efectos de cada concentración salina (ppm) en la Longitud Total (LT) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c). ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 11: Promedio de Individuos por semana de *Ollotis occidentalis* sobrevivientes a los tratamientos de cada salinidad y densidades de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c). ¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

Las larvas de anuros son influenciadas durante su desarrollo por el medio ambiente, los factores abióticos y bióticos juegan un papel determinante como recursos o como condiciones limitantes. En el medio natural la salinidad es un factor limitante para el proceso de crianza y desarrollo de los anfibios. Pocos estudios se han enfocado en mostrar la influencia de la densidad, así como dos factores actuando a la vez, sobre el desempeño de larvas de anuros, menos aun sobre las que habitan ambientes acuáticos efímeros. Este estudio examina la hipótesis en la cual distintos niveles de salinidad y densidad afectan el desempeño de larvas del Sapo de los Pinos *Ollotis occidentalis*, sus repercusiones en un hábitat xérico como lo es el Río Salado en Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Los organismos fueron colectados (n=126) en las charcas cercanas al Jardín Botánico de este poblado. Los parámetros seleccionados como indicadores del desempeño, fueron: El Peso, la Longitud Hocico-Cloaca y la Longitud Total, así como el tiempo que tardaron en alcanzar la metamorfosis. Los tratamientos, consistieron en mezclas de la salinidad (0 ppm, 0.4 ppm y 0.8 ppm) y densidad de individuos (2, 4 y 8), se conservaron en recipientes en el vivario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, donde semanalmente se midieron estos parámetros y se dio mantenimiento. Los análisis estadísticos de los datos de este anuro, no mostraron significancia para la Salinidad (P: P=1.481, LHC: P=0.202, LT: P=0.202), Densidad (P: P=1.173, LHC: P=0.462, LT: P=0.515) y tampoco para la interacción de ambos factores (P: P=0.733, LHC: P=0.433, LT: P=0.805). Esto indica que *O. occidentalis* es tolerante a los niveles trabajados en este experimento. Los estudios sobre la ecología de anuros que habitan zonas áridas ayudan a entender las relaciones de estos con el medio ambiente, las adaptaciones y estrategias que han desarrollado para sobrevivir en un hábitat como este.

Palabras clave: Anuros; Larvas; Salinidad; Densidad; Desempeño; *Ollotis occidentalis*.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un planeta habitado por una variedad inmensa de formas de vida sujetas al influjo modelador del ambiente. En ecología estudiar los efectos de estas relaciones es trascendental, pues los organismos son parte del ecosistema y están relacionados con factores abióticos y bióticos.

Dentro de las interacciones abióticas, se pueden distinguir los factores ecológicos en función de si son consumidos por los seres vivos, o no. Así, los factores abióticos que no se consumen suponen condiciones para los seres vivos y aquellos que se consumen representan recursos. No obstante, ciertos factores que son recursos pueden convertirse en condiciones limitantes y viceversa (Verdú del Campo, 1997).

La temperatura es un factor ecológico, que representa una condición pues cambia en función de la época del año, resultando relevante para los seres vivos, pues estos tienen una temperatura propia para un desarrollo óptimo. Recientemente se han realizado estudios del efecto de la temperatura sobre los seres vivos, con el objeto de predecir los cambios que producirá el calentamiento global (Hobbie, 1996). Otro factor es la humedad ambiental, ésta cambia en función de la zona geográfica y la época del año, es una condición para los animales, en el caso de los anfibios marca las épocas de reproducción. La salinidad es otro factor relevante después de la temperatura, sobre todo en los ambientes acuáticos, donde se le relaciona con la presión osmótica, la fuerza iónica y efectos químicos sobre sustancias particulares, se refiere a la cantidad de sales minerales disueltas en el agua y se mide a través de la conductividad. También el agua y los nutrientes han sido considerados como factores ecológicos pues son obviamente relevantes para los seres vivos, están relacionados con procesos vitales como la nutrición.

Entender los mecanismos que determinan los patrones en las comunidades ecológicas ha sido un punto importante en ecología por décadas (Dayton y Fitzgerald, 2001).

Hace unos 350 millones de años, los anfibios fueron los primeros en invadir el medio terrestre. Desde entonces han ocupado un papel trascendental en la naturaleza, siendo reguladores de poblaciones de invertebrados y vertebrados pequeños o como alimento para depredadores mayores.

Por muchos siglos los anuros han sido objeto de fascinación, aunque muchas personas los tratan de manera despectiva, al contrario de lo que se cree, estos animales son multifacéticos: forman parte de la cultura (cuentos, leyendas, comidas), su metamorfosis, la respiración multimodal, sus coloraciones vistosas, algunos secretan sustancias tóxicas por la piel como defensa, tienen modos variados y únicos de reproducción (la más grande que en cualquier grupo de vertebrados), al igual que sus llamados de cortejo y han sido utilizados como modelos de investigación biológica (Tyler *et al.*, 2007).

Los anfibios son animales dioicos que necesitan el agua para poder reproducirse, la puesta se efectúa normalmente en ésta y se compone de una multitud de pequeños huevecillos unidos por una sustancia gelatinosa.

Las charcas suelen variar ampliamente en tamaño, hidroperiodo, química del agua y composición de especies, estas últimas varían en su respuesta para muchas variables abióticas (Warner *et al.*, 1993). En algunos casos, la distribución de estos organismos en las pozas parece estar condicionada por las características químicas y físicas de la misma, así como por los factores extrínsecos e intrínsecos (Eason y Fauth, 2001; Welch y MacMahon, 2005).

Muchas especies de anfibios parecen estar restringidos por limitantes bióticos y abióticos tales como la disponibilidad de alimento, temperatura, depredación y competencia, particularmente en los estadios larvarios (Dayton y Fitzgerald, 2001). Los factores abióticos no sólo limitan el posible hábitat donde una especie es encontrada sino que también pueden determinar que tan viable es

una población en algún hábitat (Warner *et al.*, 1993). Por lo tanto, la interacción del ambiente químico y físico con el ambiente biótico determina potencialmente el éxito de las larvas de anfibios, afectando así su distribución entre diferentes cuerpos de agua.

Generalmente los anfibios son considerados incapaces de sobrevivir en condiciones de elevada salinidad (Ultsch *et al.*, 1999) aunque se sabe que algunas especies de anuros tienen una alta tolerancia a la salinidad, tales como *Limnonectes cancrivorus*, *Bufo calamita* y *Bufo bufo* (Christy y Dickman, 2002).

Los anuros que habitan ambientes xéricos sufren presiones específicas de diversas fuerzas selectivas (la desecación y el hidroperiodo de los cuerpos de agua, el periodo de lluvias, la temperatura, los depredadores y competidores, el pH, y la acción del hombre) que influyen de manera directa en su desarrollo larvario, y establecen la duración del tiempo disponible para el periodo o tiempo de metamorfosis (Zweifel, 1968).

En los ambientes desérticos, el éxito larvario depende de la longitud del periodo 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).

Las charcas que se secan rápido son ambientes adversos para los anfibios, ya que la mortalidad de los renacuajos se incrementa si una charca se seca demasiado rápido, favoreciendo un corto periodo de desarrollo para los renacuajos; la duración de los periodos reproductivos (que incluye cortejos, cantos, amplexos, y puestas de huevos) va desde una noche en algunas especies hasta casi dos semanas en otras (Zweifel, 1968).

Jennings y Scott (1993) mencionan que aunque algunos investigadores han usado la morfología larval de los anuros para investigar variados aspectos biológicos (adaptación, fisiología, filogenia y ecología), las larvas son un recurso que ha sido usualmente ignorado.

En vista de la reciente declinación de los anfibios, comienza a obtenerse un mayor conocimiento acerca de su hábitat y su reproducción (Canseco-Márquez *et al.*, 2003).

JUSTIFICACIÓN

El carácter único de la riqueza biológica del Valle de Zapotitlán Salinas en Puebla, México, destaca la importancia de entender las relaciones entre los animales con su entorno, sin embargo entre los grupos de animales, el de los anfibios es uno de los menos estudiados, respecto a su biología, sistemática y ecología. Conjuntamente las larvas de anuros han sido poco utilizadas para investigar aspectos ecológicos, razones por las que este trabajo pretende ampliar el conocimiento en relación al efecto de factores como la salinidad y densidad poblacional.

ANTECEDENTES

La riqueza biológica del Valle de Zapotitlán de las Salinas en Puebla, es única en la Republica Mexicana, pero el conocimiento de la Herpetofauna es pobre e insuficiente (Woolrich-Piña, *et al.*, 2005).

Los estudios iniciales en la región que se refieren a la Herpetofauna, son censos que reportan inicialmente 22 especies, refiriéndose a ellos como Herpetozoarios (Martin del campo y Sánchez-Herrera, 1979) y posteriormente 32 especies (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 1996). También se han realizado descripciones de especies, como la del anuro *Exerodonta* [=Hyla] *xera* (Mendelson y Campbell, 1994) y la serpiente *Micrurus pachecogili* (Campbell, 2000). El deterioro del hábitat, no ha sido olvidado en los trabajos de investigación, sobre todo resalta el interés en la herpetofauna (Mata-Silva, 2000). La termorregulación en cinco lagartijas (González-Espinosa, *et al.*, 1999; Woolrich-Piña, *et al.*, 2003 a, b) también ha sido tema de investigación. Así como se han reportado algunos aspectos reproductivos de los anuros de este valle (Oliver-López, *et al.*, 2000; Oliver-López y Ramírez-Bautista, 2002) y publicado a manera de nota el comportamiento fingidor del sapo *Ollotis occidentalis* (Abbadié-Bisogno, *et al.*, 2001). Información sobre la reproducción de *Sceloporus gadoviae* ha sido

reportada por Correa-Sánchez (2004). Abbadié-Bisogno (2004) recopiló algunos aspectos ecológicos de *Exerodonta* [=Hyla] *xera* e *Hyla arenicolor*.

Asimismo Woolrich-Piña *et al.* (2005) desarrollaron una lista, claves de identificación, notas de la historia natural y descripciones de anfibios y reptiles de este valle. Aspectos sobre la ecología de la reproducción y el desarrollo larvario del ensamble de los anuros han sido examinados por Oliver-López (2006). También Woolrich-Piña (2007) evaluó los factores que determinan la distribución del ensamble de lagartijas insectívoras de Zapotitlán Salinas. Finalmente se realizó la caracterización de las pozas asociadas al Río Salado, del mismo valle, examinando las interacciones entre las larvas de los anfibios y factores abióticos como la salinidad, temperatura y oxígeno disuelto (Barbosa-Morales, 2008).

ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica.

El municipio de Zapotitlán de las Salinas se ubica en la parte sureste del estado de Puebla, en las coordenadas geográficas de los paralelos $18^{\circ} 07' 18''$ y $18^{\circ} 26' 00''$ de latitud Norte y $97^{\circ} 19' 24''$ y $97^{\circ} 39' 06''$ de longitud Oeste.

Orografía.

El municipio pertenece a dos regiones morfológicas: el noreste forma parte del Valle de Tehuacán y el resto de la sierra de Zapotitlán. Se ubica en el costado sur-occidental del Valle de Tehuacán; muestra un relieve montañoso en general, el cual forma un arco que recorre en dirección norte-este y sur declinando hacia el centro-este donde el municipio alcanza su menor altura. El declive no es abrupto, encontrándose incluso, áreas planas al occidente; al norte destaca el cerro Chacateca y Pajarito, al poniente el cerro Gordo, y al sur el cerro Acatepec (Figura 1).

Edafología.

En esta zona se identifican cuatro tipos de suelo: redzina (E), regosol (R), vertisol (V) y litosol (I), este último es el suelo predominante, ya que ocupa una extensa área intermedia entre redzinas y vertisoles, así como todo el extremo sudoeste en zonas montañosas (Gobierno del Estado de Puebla, 1988).

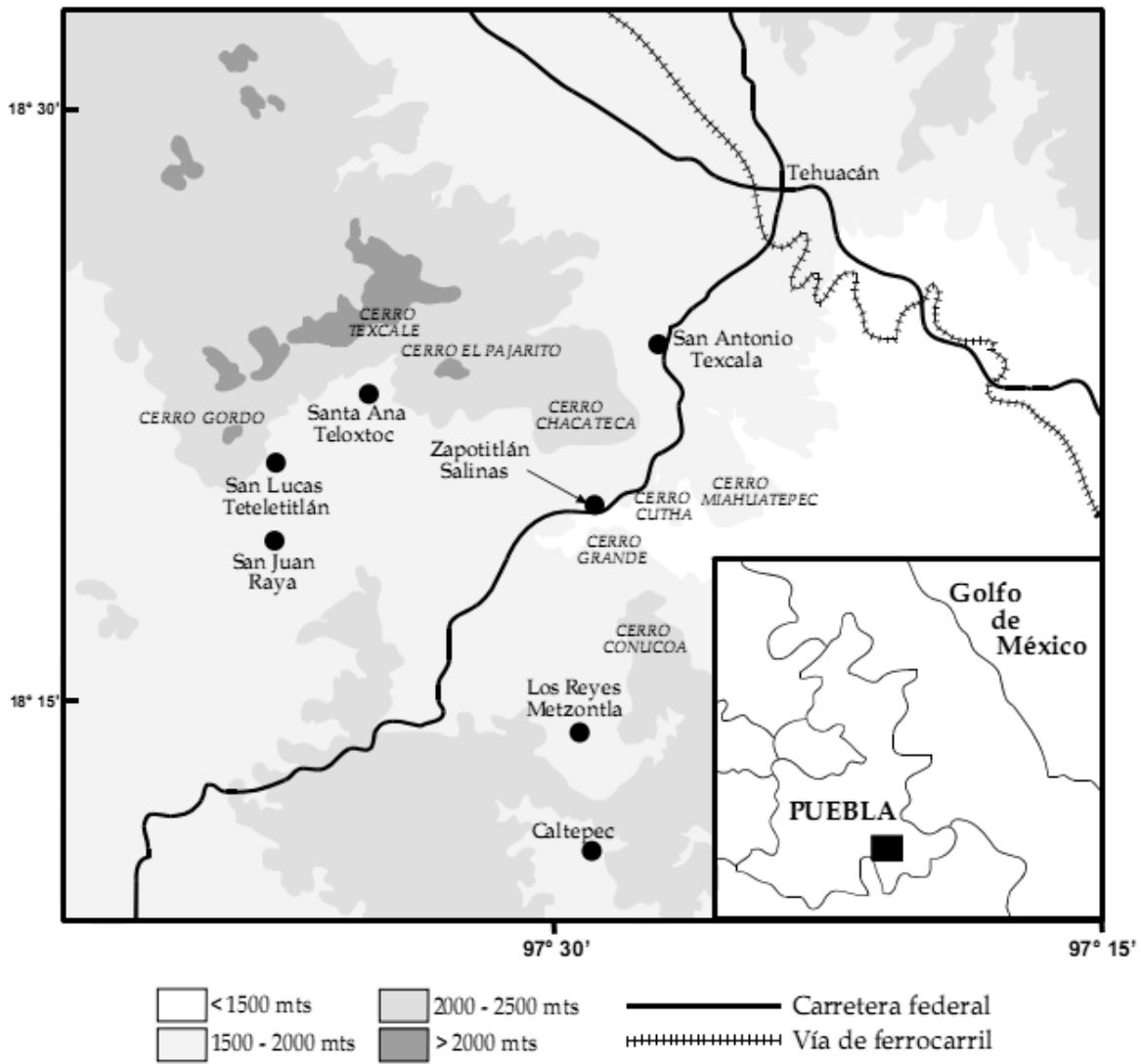


Figura 1: Zona de estudio, Zapotitlán de las Salinas, Puebla (Imagen: Luis Canseco Márquez, 2003).

Hidrología.

El municipio pertenece a la cuenca del Papaloapan en su mayor parte; sólo el extremo suroeste pertenece a la cuenca del Balsas, es recorrido por numerosos arroyos intermitentes en varias direcciones concentrándose en un arroyo principal al centro-este llamado Agua el Gavilán principal afluente del Zapotitlán. El Río

Zapotitlán presenta gran cantidad de sales de sodio provenientes de las depresiones; se une al Tehuacán en el valle del mismo nombre y forman el Río Salado uno de los principales afluentes del Papaloapan. El Río Salado atraviesa la cabecera municipal, a casi 3 kilómetros del pueblo, a una altitud de 1530 msnm, forma parte del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, ubicado en la parte central de México, la cual es considerada una importante región ecológica debido a su alta diversidad y a la gran cantidad de endemismos que en ella se presentan (Dávila, *et al.*, 1993). Este río presenta un caudal continuo únicamente en época de lluvias, mientras que en la época de secas sólo se manifiesta como varios cursos de agua o riachuelos paralelos a lo largo de la cuenca, aunque presenta algunos manantiales que fluyen permanentemente (Oliver-López, 2006); lo que permite la formación de charcas o pozas relativamente pequeñas y generalmente temporales. En el área de estudio hay pozas, que dependen de las condiciones de precipitación en cada época determinada del año, y que permiten la formación de hábitats ideales para el desarrollo de las especies mencionadas anteriormente. Este río recibe su nombre por la alta concentración de sales, tanto que permite el desarrollo de una industria salinera.

Clima.

Según la clasificación de Koppen, modificada por García (1973), el clima predominante es Bskw (w) semiseco templado con lluvias en verano y escasas a lo largo del año, el porcentaje de precipitación invernal con respecto al anual es menos de 1, verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C, la del mes más frío entre -3 ° y 18 °C (Gobierno del Estado de Puebla, 1988). El clima en Zapotitlán de la Salinas está determinado en gran parte por la Sierra Zongolica, que detiene los vientos húmedos provenientes del Golfo de México, formando una sombra de lluvias sobre el valle (Zavala, 1980). Sin embargo existe una marcada estacionalidad de las lluvias (éstas ocurren completamente en verano), cuatro meses consecutivos están definidos con lluvias, comenzando en junio, el mes más consistente y lluvioso, seguido de una marcada canícula, y después septiembre no

tan consistente debido a la variación de los ciclones tropicales (Valiente-Banuet, 2000).

Vegetación.

Encontramos principalmente tres tipos de vegetación de acuerdo con Rzedowski (1981); matorral xerófilo (como *Acacia coulteri*, *Prosopis laevigata* y cactus de los géneros *Pachycereus*, *Pilosocereus*, *Myrtillocactus*), bosque espinoso y bosque tropical caducifolio.

ESPECIE DE ESTUDIO

El sapo de los Pinos, cuyo nombre científico es *Ollotis* (=Bufo) *occidentalis* es un anuro de talla mediana (Longitud Hocico-Cloaca 50 a 90 mm en individuos adultos). Las glándulas parotoides son medianas y ovaladas, situadas inmediatamente por detrás del borde posterior del párpado; la membrana timpánica es redonda y evidente en individuos de talla grande.

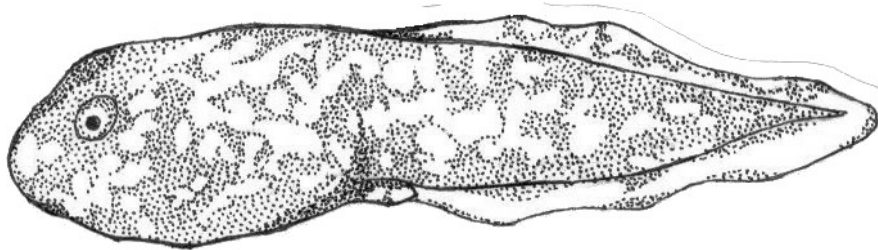


Figura 2: Vista lateral del renacuajo del Sapo de los Pinos, Gosner (G) 31.

En el dorso presentan dos tipos de granulaciones casi cónicas. Su coloración dorsal es gris olivo claro en el fondo y sobre esta coloración se observan dos bandas paravertebrales de color café oscuro que se unen a la altura del segundo tercio del dorso y delimitan una línea media vertebral irregular que se inicia en la punta del hocico. En las extremidades se observan manchas de color café oscuro mientras que la parte ventral de los muslos es de color crema (Santos-Barrera, 1995).

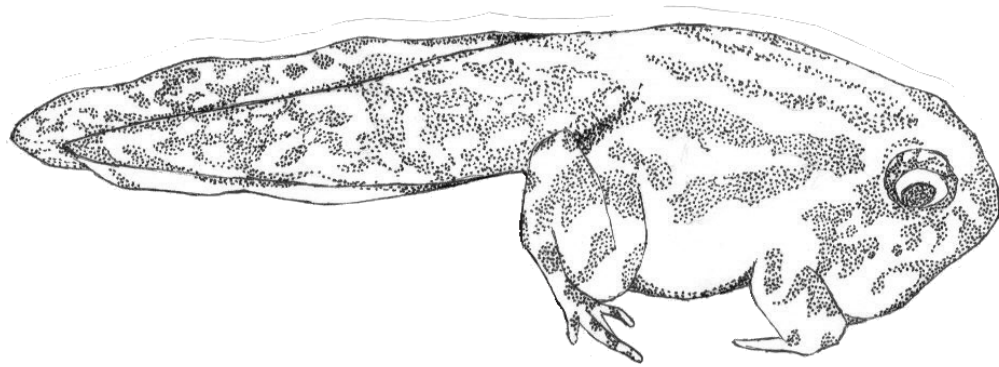


Figura 3: *O. occidentalis* G 45.

El género al que pertenece *O. occidentalis*, es un grupo de sapos muy diverso y habita una gran parte de nuestro planeta (Zug, 1993). En México su diversidad es notable y se han registrado hasta 28 especies, 9 de ellas endémicas. Este sapo se conoce desde el año de 1879, pero se desconoce la fecha exacta, así como el primer sitio de colecta, y tampoco existen los ejemplares tipo, por lo que éste no ha sufrido grandes cambios taxonómicos. La historia de la delimitación de su distribución geográfica se suma al desconocimiento de su ecología. Los registros existentes para *O. occidentalis* indican que se localiza en 20 de los 31 estados de la Republica Mexicana y abarca diferentes ambientes. Se distribuye desde el norte del país (Sonora y Chihuahua) atravesando todo el Altiplano Mexicano hasta la parte norte de Oaxaca, y extendiéndose hasta la costa del Pacífico (con excepción de Chiapas). Algunas de las poblaciones de *O. occidentalis* habitan preferentemente áreas de matorral xerófilo y algunas zonas de pino-encino (Santos Barrera, 1995). En Puebla se les puede encontrar a los 1420 msnm en Zapotitlan de las Salinas (Oliver-Lopez et al. 2000)

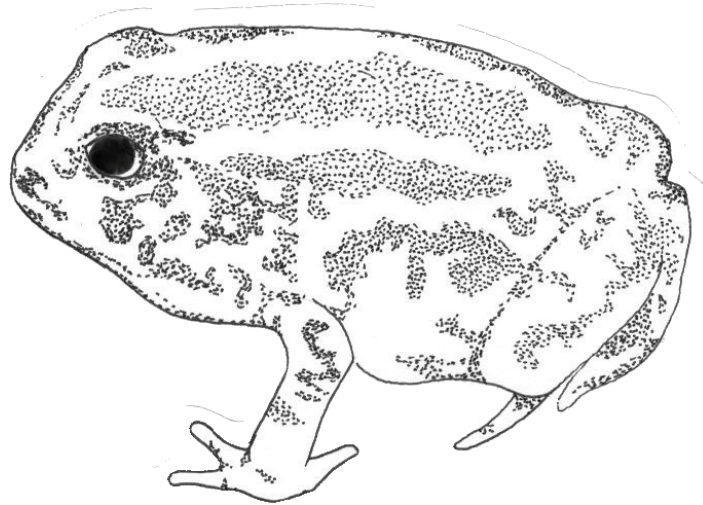


Figura 4: *O. occidentalis*, metamorfosis completa.

En el Valle de Zapotitlán podemos encontrar adultos que permanecen mucho tiempo en actividad, encontrando ejemplares, también de estadios larvarios en los tiempos de secas (de enero a mayo) en arroyos pequeños o en pozas someras en las riberas de los ríos (Oliver-López, 2000). Se ha registrado en una sola puesta hasta 10 mil huevos (Oliver-López *et al.*, 2000). Se sabe poco sobre la ecología e historia natural de esta especie, el escaso conocimiento que se tiene de ella se basa en los reportes de reproducción (Smith y Taylor, 1948; Santos-Barrera, 1995; Oliver-López, 2000; Oliver-López *et al.*, 2000, 2002; Woolrich-Piña *et al.*, 2005).

El renacuajo de esta especie presenta una fórmula dentaria de 2 (2)/3; la hilera anterior A-1 es completa mientras que la A-2 presenta una separación media muy pequeña. Las hileras posteriores P1 y P2 raramente presentan una separación media muy pequeña, y la hilera P3 puede estar festoneada. Las tres hileras del labio posterior tienen una misma longitud (P1= P2= P3); presenta unas papilas labiales (PL) con un hueco superior y uno inferior (incompletas) con emarginaciones laterales (E); la mandíbula superior (MS) tiene forma de media luna con prolongaciones laterales alargadas, y la mandíbula inferior (MI) presenta un borde dentado (Figura 5); el cuerpo es un poco deprimido, con forma ovoide, su coloración varía de un color uniformemente oscuro (principalmente en estadios

menores a 28) hasta tonalidades y matices dorados sobre fondos verdosos (principalmente en estadios mayores a 26); los ojos son dorsales, el espiráculo es siniestro, está pegado a la piel y es ligeramente tubular; la cloaca es media; la musculatura caudal presenta motas y puntos ligeramente oscuros; y en la aleta dorsal se observan tenues venaciones.

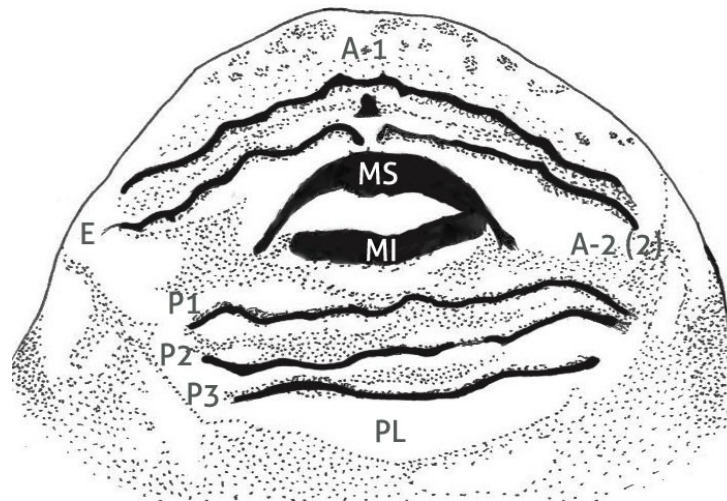


Figura 5: Aparato bucal del renacuajo de *O. occidentalis*.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- El presente estudio contribuirá al entendimiento de los efectos de la salinidad y densidad poblacional en el desempeño de larvas del Sapo de los Pinos *Ollotis occidentalis* presente en las pozas o charcas asociadas al Río Salado en el poblado de Zapotitlán Salinas, Puebla, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Entender la importancia de la densidad poblacional en el desempeño de las larvas del Sapo de los Pinos *O. occidentalis* y determinar si puede afectar el resultado.
- Examinar la tolerancia a la salinidad de las larvas de *O. occidentalis* encontradas en las pozas a lo largo del Río Salado.

HIPÓTESIS

- Las larvas de *O. occidentalis* serán afectadas en forma negativa su desarrollo por altos niveles de salinidad y densidad poblacional.

MATERIALES Y METODOS

ESTUDIO DE CAMPO.

Uno de los primeros requisitos para los estudios ecológicos de este tipo es mantener en condiciones adecuadas las larvas, durante el transporte al laboratorio, pues a diferencia del manejo que se tienen con los anuros adultos, los renacuajos requieren de una manipulación especial, debido a su constitución corporal.

Las larvas utilizadas en el experimento fueron tomadas mediante recolectas diurnas en las pozas asociadas al Río Salado, cercanas al Jardín Botánico. El primer muestreo se realizó los días 9, 10 y 11 del mes de febrero del 2009, y el segundo el día 15 de marzo. Se recolectaron un total de 126 individuos.

Para recolectar los renacuajos, se utilizó una red de acuario chica, por su fácil manejo y diseño con anillo metálico que soporta la inclusión de varios organismos, sedimento y/o vegetación.

Aunque las muestras de larvas son frecuentemente almacenadas en pequeños contenedores de fluido, la evaporación por un sellado inapropiado puede ser un problema debido a los efectos adversos en poco tiempo. Debido a todo esto los renacuajos usados en este experimento se almacenaron en bolsas de plástico grueso con las puntas chatas para evitar el aplastamiento entre los propios individuos (cada bolsa contenía alrededor de 50 larvas), selladas con ligas, dejando aproximadamente la mitad de aire en la bolsa.

En el sitio se registraron parámetros como la temperatura (°C), salinidad (ppm) y OD (mg/lit) con ayuda de un medidor de conductividad portátil marca Yellow Springs Instruments Modelo 85-10 FT.

LABORATORIO

Una vez en el laboratorio se identificaron a nivel de especie, utilizando las observaciones hechas por Woolrich-Piña *et al.*, (2005) y posteriormente se

determinó su estadio larval según las claves de Gosner (G) (1960) y Limbaugh y Volpe (1957); esto con el objetivo de seleccionar a aquellos en los que se pudiera observar el efecto o sea en los estadios que comprenden del 24 al 26 (Figuras 6 y 7).

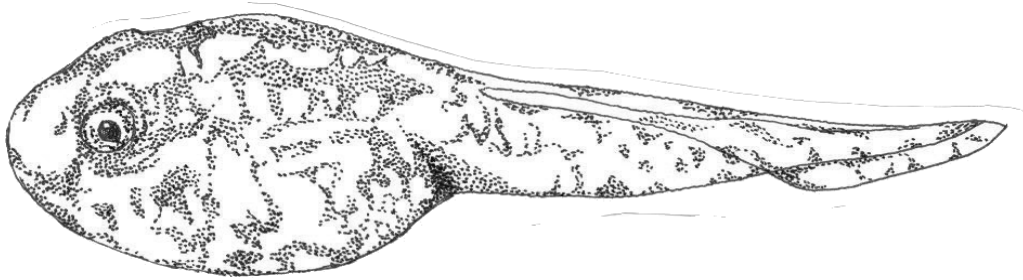


Figura 1: *O. occidentalis* G 24.

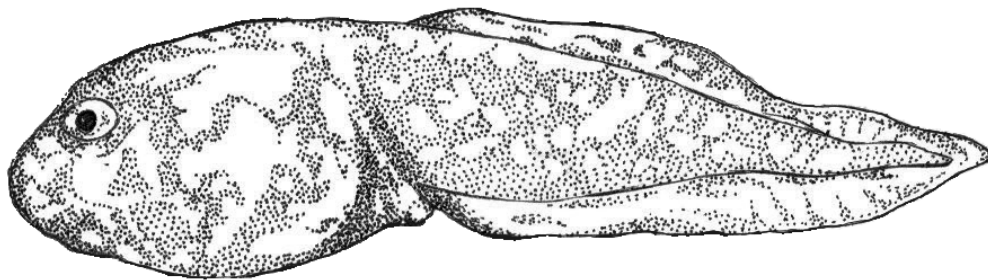


Figura 2: *O. occidentalis* G 26.

El experimento incluyó una semana de aclimatación a partir de la recolecta, durante este tiempo se mantuvieron en un recipiente grande con aproximadamente 15 L de agua pura, a temperatura ambiente, bombeo constante de aire, con el alimento que se utilizaría en los tratamientos; el cambio de agua se realizó cada tercer día. El objetivo de este régimen fue minimizar el efecto de un posible trauma durante el transporte de las larvas al laboratorio.

Después del periodo de aclimatación, las larvas fueron transferidas a sus recipientes según los siguientes tratamientos (cada tratamiento tuvo tres repeticiones):

TRATAMIENTO	SALINIDAD 0 (ppm)	SALINIDAD 0.4 (ppm)	SALINIDAD 0.8 (ppm)
DENSIDAD 2	2 LARVAS/0 ppm	2 LARVAS/0.4 ppm	2 LARVAS/0.8 ppm
DENSIDAD 4	4 LARVAS/0 ppm	4 LARVAS/0.4 ppm	4 LARVAS/0.8 ppm
DENSIDAD 8	8 LARVAS/0 ppm	8 LARVAS/0.4 ppm	8 LARVAS/0.8 ppm

Las soluciones utilizadas en los tratamientos con salinidad de 0.4 y 0.8 (ppm) fueron preparadas utilizando sal sintética (Instant Ocean®) añadida en las cantidades necesarias para modificad la salinidad. La elección de este tipo de sal fue debido a que cuando se realizan estudios, enfocados a la salinidad de un medio terrestre, no se basa únicamente en el contenido de los iones NaCl sino a la combinación de estos con otras sales (Dole *et al.*, 1985; Kinneary, 1993). Consecuentemente el uso de NaCl como imitación del medio natural es inadecuado. Además el NaCl puro, es toxico para anfibios y no contiene los iones necesarios para una osmoregulación eficiente (Power *et al.*, 1989). Fueron utilizados dos litros de solución para cada recipiente.

Con los individuos obtenidos durante la primera recolecta se pudieron realizar dos repeticiones del experimento y finalmente con la segunda recolecta la tercera repetición, debido a que de todos los animales recolectados durante la primera ocasión sólo sobrevivieron los suficientes para dos repeticiones.

El cambio del agua y la limpieza se realizaron cada semana al igual que el registro de los parámetros en tablas. El Peso se registro usando una balanza semianalítica, la LT (Longitud Total) y la LHC (Longitud Hocico Cloaca) se midieron con una regla transparente, para facilitar la observación sobre una caja de petri, el procedimiento consistió en colocar al renacuajo en ángulo ascendente sobre la caja Petri y medirlo con la regla bajo ésta, la salinidad y los parámetros

fisicoquímicos se midieron con ayuda de un medidor de conductividad portátil YSI Modelo 85-10 FT.

ESTADÍSTICOS

Para determinar si se presentaron diferencias significativas debidas a las concentraciones salinas y las densidades, en los cambios de Peso, Longitud Hocico Cloaca y la Longitud Total, se obtuvieron los datos de distribución, y se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías con ayuda del paquete estadístico SigmaPlot 11.

RESULTADOS

CAMPO

Los datos registrados en las charcas, revelaron una salinidad con un valor de 0.5 ppm, temperatura de 25.9 °C, 6.23 mg/l de Oxígeno Disuelto, un ancho de 252 cm, profundidad de 6.5 cm y cobertura vegetal (algas) del 60 % aproximadamente.

LABORATORIO

Los valores promedio registrados de los parámetros fisicoquímicos, en el laboratorio durante las semanas que duro el experimento fueron:

Salinidad (ppm)	Oxigeno Disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)
0	1.83	25.9
0.4	2.13	24.5
0.8	2.18	23.8

Se realizaron los estadísticos descriptivos para demostrar que los parámetros Peso (P), Longitud Hocico Cloaca (LHC) y Longitud Total (LT), en el comienzo del experimento no eran significativamente diferentes, para los estadios elegidos (G 24-26).

Así para el Peso se obtuvo un promedio de 0.453 g con una desviación estándar de 0.0456 con un valor mínimo de 0.370 g y un máximo de 0.527 g. Para la LHC un promedio de 13.532 mm con una desviación estándar de 0.647, un valor mínimo de 12 mm y un máximo de 14.750 mm. La LT con una media de 35.306 mm con una desviación estándar de 1.532, un valor mínimo de 30.500 mm y un máximo de 38.500 mm.

PESO

La ANOVA de dos factores reveló que la diferencia entre los valores medios entre los diferentes niveles de Salinidad no es estadísticamente significativa ($P= 1.481$) sobre el Peso, aun así no es suficiente para excluir la posibilidad de que estos valores se deban sólo al carácter aleatorio del muestreo. Con respecto a la Densidad, se concluye que el Peso de las larvas no depende de los niveles de este factor manejados en este experimento, por lo tanto no existe diferencia estadísticamente significativa ($P= 1.173$). Conforme a la interacción de los dos factores, se concluye que el efecto de diferentes niveles de Salinidad no depende de qué nivel de Densidad está presente. No hay una interacción estadísticamente significativa entre Salinidad y Densidad ($P = 0.733$).

El efecto de los diferentes tratamientos mencionados anteriormente sobre el Peso los podemos observar en la Figura 8.

También se obtuvo la distribución de los datos, así para los tratamientos con una Densidad (D) = 2 individuos y Salinidad (S) = 0 ppm, el peso promedió 0.59 ± 0.16 g ($n=14$, valores de 0.40 a 0.96 g); con $S= 0.4$ ppm el peso promedió 0.77 ± 0.19 g ($n=15$, valores de 0.37 a 0.75 g) y con $S= 0.8$ ppm el peso promedió 0.73 ± 0.23 g ($n=17$, valores de 0.34 a 1.10 g). Para los tratamientos con una $D= 4$ individuos y $S= 0$ ppm, el peso promedió 0.66 ± 0.16 g ($n=15$, valores de 0.40 a 0.96 g); con $S= 0.4$ ppm el peso promedió 0.63 ± 0.16 g ($n=15$, valores de 0.44 a 0.96 g) y con $S= 0.8$ ppm el peso promedió 0.66 ± 0.26 g ($n=18$, valores de 0.35 a 1.50 g). Para los tratamientos con una $D= 8$ individuos y $S= 0$ ppm, el peso promedió 0.57 ± 0.16 g ($n=20$, valores de 0.42 a 1.02 g); con $S= 0.4$ ppm el peso promedió 0.61 ± 0.18 g ($n=19$, valores de 0.37 a 1.05 g) y con $S= 0.8$ ppm el peso promedió 0.61 ± 0.12 g ($n=21$, valores de 0.32 a 0.82 g).

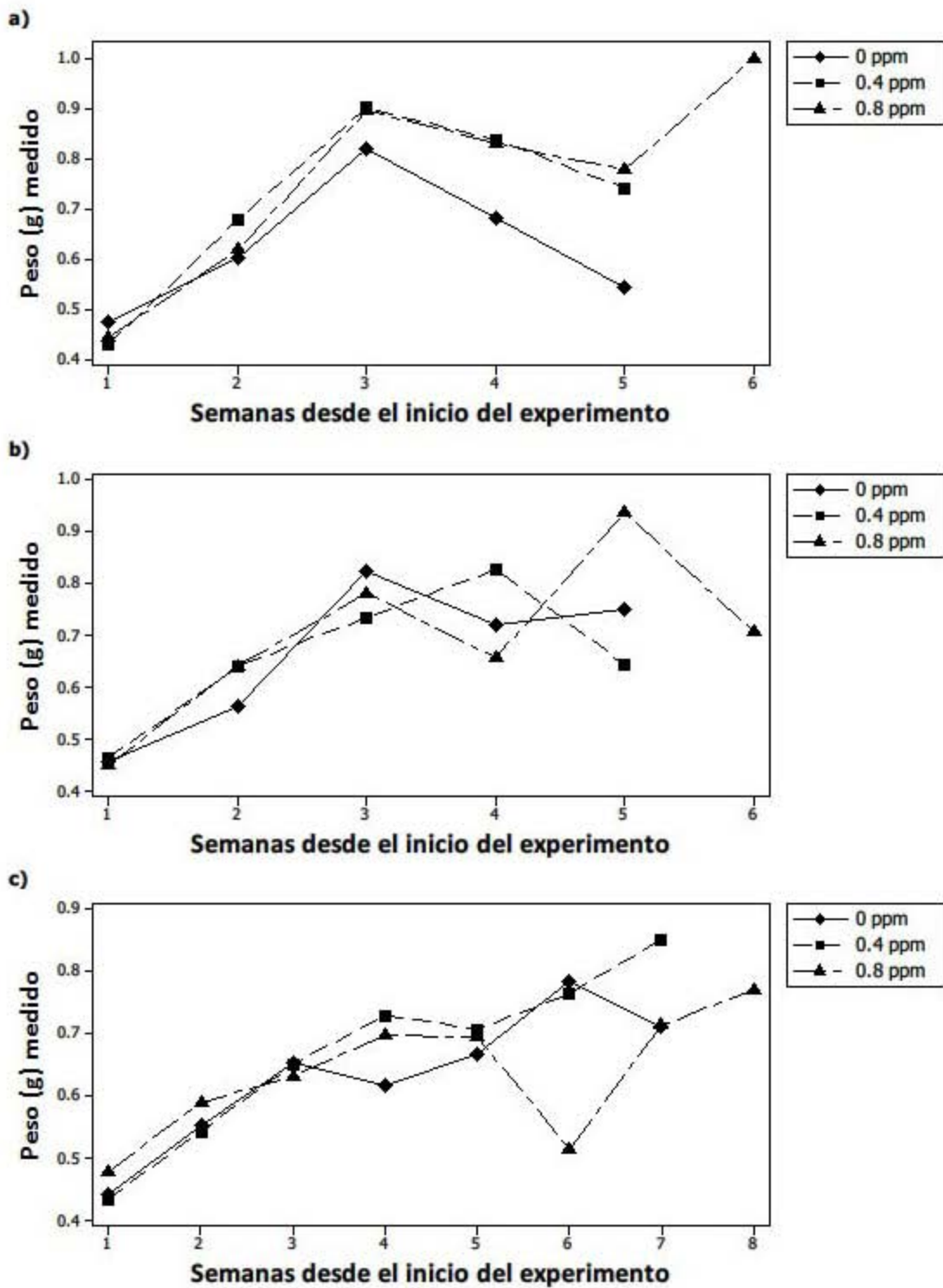


Figura 1: Efectos de cada concentración salina (ppm) en el Peso (P) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (a) y 8 individuos (c).

LHC

El análisis estadístico reveló que la diferencia entre los valores medios entre los diferentes niveles de Salinidad no es estadísticamente significativa sobre la LHC ($P = 0.202$), sin embargo no es suficiente para excluir la posibilidad de que estos valores se deban solamente a la aleatoriedad del muestreo. Igualmente la Densidad, se resuelve que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.462$), la LHC de las larvas no depende de los niveles manejados de este factor. Conforme a la interacción de los dos factores, no hay una interacción estadísticamente significativa entre Salinidad y Densidad ($P = 0.433$). El efecto de los distintos niveles de Salinidad no depende de qué nivel de Densidad está presente.

El efecto de los diferentes tratamientos mencionados anteriormente sobre la LHC lo podemos observar en la Figura 9.

La distribución de los datos obtenida es como sigue, para los tratamientos con una $D= 2$ individuos y $S= 0$ ppm, la LHC promedió 14.5 ± 1.57 mm ($n=14$, valores de 10.5 a 17 mm); con $S= 0.4$ ppm la LHC promedió 14.5 ± 1.7 mm ($n=15$, valores de 12 a 18 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LHC promedió 15.5 ± 2.38 mm ($n=17$, valores de 12 a 21 mm). Para los tratamientos con una $D= 4$ individuos y $S= 0$ ppm, la LHC promedió 14.5 ± 1.85 mm ($n=15$, valores de 11.2 a 18 mm); con $S= 0.4$ ppm la LHC promedió 14 ± 1.80 mm ($n=15$, valores de 10.5 a 17.3 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LHC promedió 14.37 ± 1.42 mm ($n=18$, valores de 13 a 18 mm). Para los tratamientos con una $D= 8$ individuos y $S= 0$ ppm, la LHC promedió 14.18 ± 1.64 mm ($n=20$, valores de 12 a 18 mm); con $S= 0.4$ ppm la LHC promedió 15 ± 1.32 mm ($n=19$, valores de 12.9 a 18 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LHC promedió 14.5 ± 1.17 mm ($n=21$, valores de 11.7 a 16.5 mm).

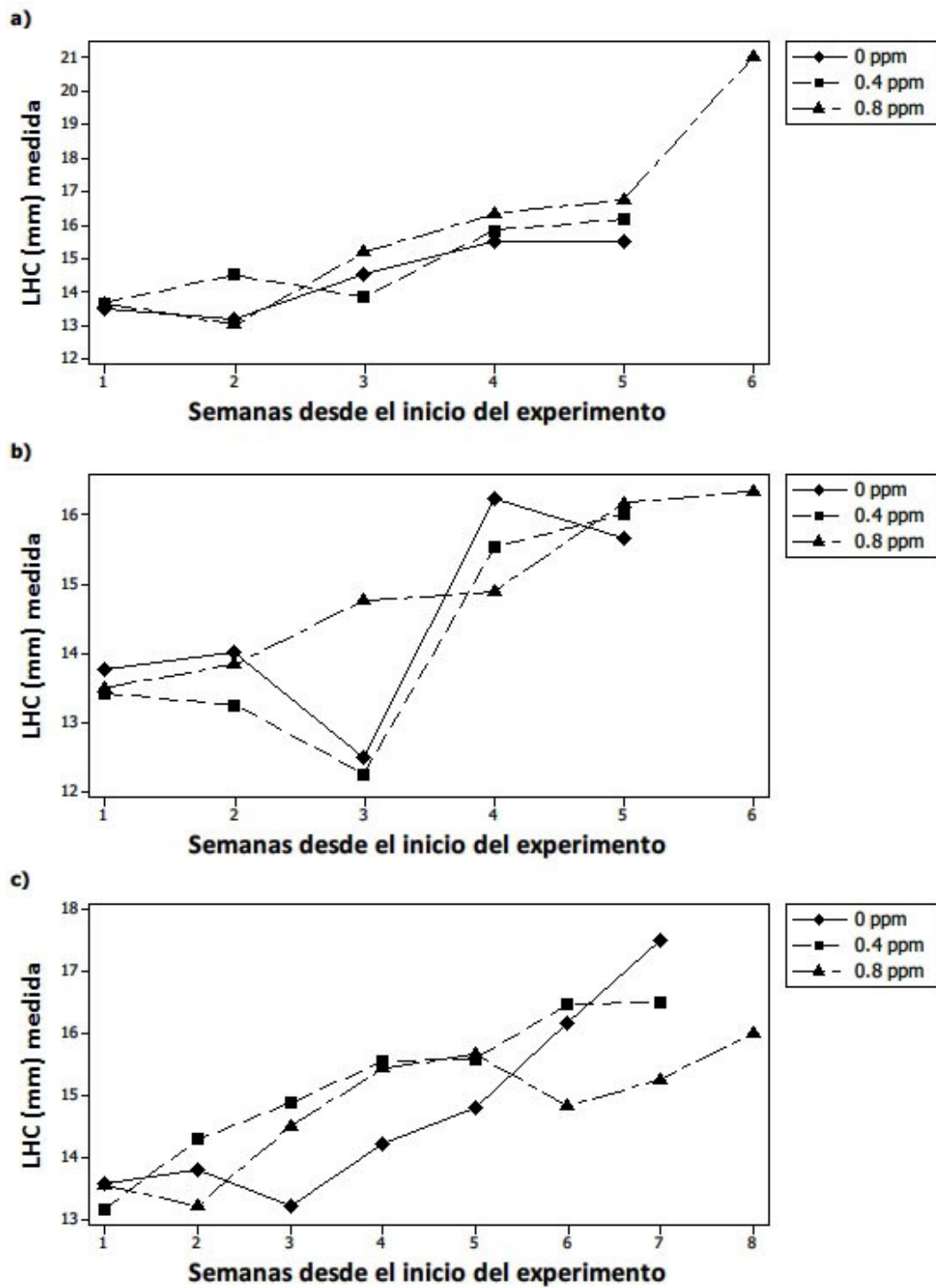


Figura 2: Efectos de cada concentración salina (ppm) en la Longitud Hocico Cloaca (LHC) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c).

LT

La ANOVA de dos vías, revelo que la diferencia en los valores medios entre los niveles de Salinidad manejados no es estadísticamente significativa sobre la LT ($P = 0.202$). Así mismo para la Densidad no existe diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.515$), es decir la LT no depende de los niveles manejados de este factor. Tampoco la interacción de los dos factores es estadísticamente significativa ($P = 0.805$), se concluye que el efecto de diferentes niveles de Salinidad no depende de qué nivel de Densidad está presente.

El efecto de los diferentes tratamientos mencionados anteriormente sobre el la LHC los podemos observar en la Figura 10.

Del mismo modo se obtuvo la distribución de los datos, para los tratamiento con una $D= 2$ individuos y $S= 0$ ppm, la LT promedió 34.5 ± 6.09 mm ($n=14$, valores de 19 a 42 mm); con $S= 0.4$ ppm la LT promedió 36 ± 7.24 mm ($n=15$, valores de 16.5 a 44.5 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LT promedió 34.5 ± 7.03 mm ($n=17$, valores de 17 a 44 mm). Para los tratamiento con una $D= 4$ individuos y $S= 0$ ppm, la LT promedió 35.5 ± 7.03 mm ($n=15$, valores de 17.5 a 39.5 mm); con $S= 0.4$ ppm la LT promedió 35 ± 6.96 mm ($n=15$, valores de 15 a 40.3 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LT promedió 34 ± 9.47 mm ($n=18$, valores de 11.66 a 47 m). Para los tratamiento con una $D= 8$ individuos y $S= 0$ ppm, la LT promedió 34.81 ± 4.45 mm ($n=20$, valores de 25 a 40.5 mm); con $S= 0.4$ ppm la LT promedió 35.5 ± 5.54 mm ($n=19$, valores de 16 a 40.85 mm) y con $S= 0.8$ ppm la LT promedió 36.5 ± 6.31 mm ($n=21$, valores de 10 a 40.57 mm).

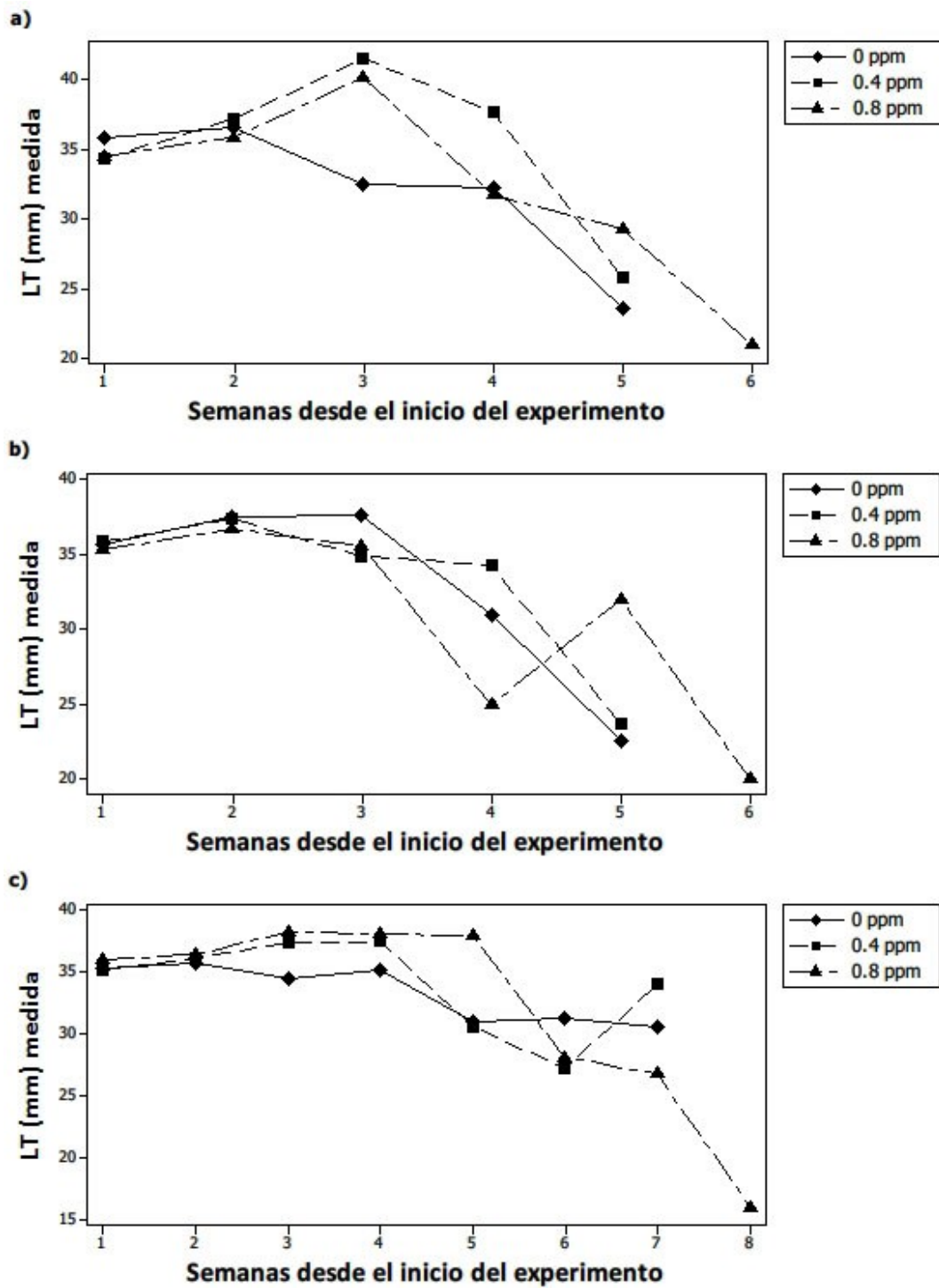


Figura 3: Efectos de cada concentración salina (ppm) en la Longitud Total (LT) de las larvas de *Ollotis occidentalis* a una densidad de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c).

TIEMPO

Las figuras 8 a 10 muestran el comportamiento de las variables indicadoras del desempeño, sin embargo si observamos los tratamientos que mezclan las mayores densidades y salinidades, el periodo para alcanzar la metamorfosis en estos se extiende por una o dos semanas, la figura 11, nos muestra claramente que de todos los individuos que iniciaron el experimento, no todos se mantienen hasta la ultima semana, algunos alcanzaron la metamorfosis antes que otros y pocos son los que se extendieron hasta esas semanas.

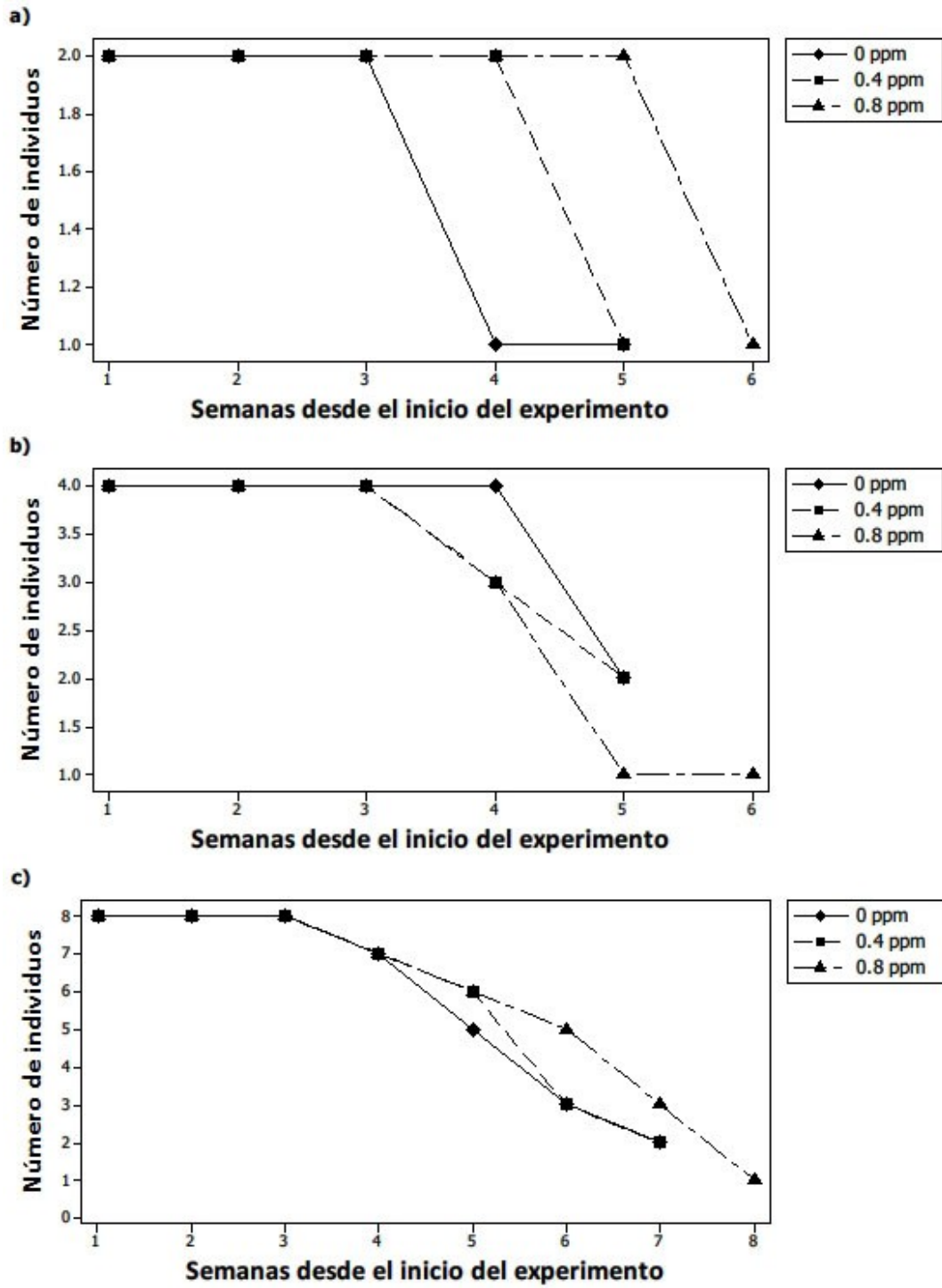


Figura 4: Promedio de Individuos por semana de *Ollotis occidentalis* sobrevivientes a los tratamientos de cada salinidad y densidades de 2 (a), 4 (b) y 8 individuos (c).

DISCUSIÓN

Los resultados indican claramente, mediante la ANOVA de dos factores que no existen diferencias significativas en el efecto por individual de salinidad, ni densidad y tampoco de la combinación de estos factores, para los niveles manejados en este experimento. Las larvas de *Ollotis occidentalis* toleran entonces, una salinidad de hasta 0.8 ppm sin aparentes efectos adversos.

Las pozas del Río Salado, uno de los hábitats naturales de las larvas de *Ollotis occidentalis*, fueron estudiadas por Barbosa (2008). El intervalo de concentraciones salinas se muestra en su trabajo, ella registró valores que van desde los más bajos de 0.5 ppm hasta el mayor de 1.1 ppm. Asimismo estudió el efecto de otras variables aparte de la Salinidad (0.05 a 1.1 ppm), como la Temperatura (21.5 a 29.1 °C), el Oxígeno Disuelto (1.0 a 6.8 mg/L) y la Profundidad (4.5 a 68.5 cm), del mes de Febrero a Septiembre. Concluyendo que la concentración salina no tiene efecto sobre la distribución y presencia de renacuajos en las pozas, tampoco encontró relación entre el peso y la salinidad. Se debe mencionar que los valores promedio registrados en este experimento se encuentran dentro del intervalo de los reportados.

Sin embargo, aunque en el presente trabajo el análisis estadístico señale una falta de significancia, si observamos con más detalle la figura número once que incluye el número de larvas a través del tiempo, sugiere que aunque las variables medidas no fueron afectadas significativamente, el alargamiento del tiempo para alcanzar la metamorfosis sucede en pocos individuos, se espera que futuros experimentos puedan enfocarse en encontrar los niveles precisos de tolerancia y el umbral de toxicidad/letalidad con respecto a la densidad.

Porque aunque la medición de las variables (P, LHC y LT) resulta útil para entender el desempeño, en cuanto al crecimiento y desarrollo. El desempeño ecológico también implica al tiempo que tarda el individuo en alcanzar la metamorfosis, es decir, entre más rápido un anuro como *Ollotis occidentalis* alcanza su forma “completa”, éste podrá movilizarse al medio terrestre, y evitar la

depredación, la desecación y la competencia intra e interespecifica. Como lo que sugiere el estudio de Dayton y Fitzgerald (2001), en el que se demuestra que la competición (intra e interespecifica) y depredación influyen en la etapa larvaria, marcando el éxito de unas especies sobre otras, igual que su distribución, sobre todo en hábitats acuáticos que son temporales como en los desiertos.

El efecto de la salinidad ha sido tema de estudios en el que se menciona que la selección de los sitios de puesta de anuros, está fuertemente influenciado por los niveles de salinidad, por ejemplo *Buergeria japonica* ve disminuida su sobrevivencia drásticamente al incrementar las concentraciones salinas (Haramura, 2008). La naturaleza del hábitat y su carácter dinámico, indica que este tipo de factores puede afectar la distribución de las especies de animales, sobre todo de los anuros (Marsh y Borrell, 2001).

En cuanto al efecto de la salinidad desde las primeras etapas del desarrollo en anuros, estudios anteriores se han enfocado en la tolerancia que presentan otras especies como los *Rana cancrivora* y *Bufo calamita*, concluyendo una tolerancia de las puestas a concentraciones de 1 ‰ (Beebe, 1985; Uchiyama *et al.*, 1990), pero suele variar, en *Bufo japonica* alcanza 2 ‰ (Haramura, 2004).

En la *Rana temporaria*, la cual elige su sitio de puesta a partir de la salinidad del agua, se ha descrito que los estadios más sensibles son los que van desde el G 20/21 al 22/23, que los estadios del G 8 al 20/21 en tiempos de 24 y 72 Hrs. Se midió el efecto de 19 concentraciones salinas diferentes, pero de ellas sólo mostraron sensibilidad a las de 648 ppm y 1490 ppm (Na⁺) y 1872 ppm (K⁺) (Viertel, 1999).

En la rana *Litoria aurea*, estos efectos salinos se observaron midiendo el crecimiento, se descubrió que tolera agua de mar con concentraciones de hasta 1.58 ‰, sin aparente efecto, pero salinidades de 1.87 ‰ decrecen significativamente su crecimiento e incrementan su mortalidad, aunque a esta concentración aun se alcanza la metamorfosis, pero cuando se supera este limite, ya no ocurre (Christy y Dickman, 2002).

Lymnodynastes tasmaniensis presenta una tolerancia al agua salina con una concentración de 13 % respecto al agua marina. Posiblemente el anuro más conocido respecto a la tolerancia salina es *Limnonectes cancrivorus*, sus larvas sobreviven en posas con una salinidad del 100 % respecto al agua marina. (Uchuiyama y Yoshizama, 1992) y *Bufo bufo* el cual puede sobrevivir en aproximadamente con una salinidad del 10 % respecto al agua marina (Hagström, 1981).

Aunque generalmente los anfibios son considerados incapaces de sobrevivir en condiciones de elevada salinidad (Ultsch *et al.*, 1999) muchas especies de *Rana* y *Bufo* tienen la particularidad de tolerar altas concentraciones salinas (Uchuiyama & Yoshizama, 1992).

La tolerancia observada en *Ollotis occidentalis*, tal vez sea responsable de que junto con *Lithobates spectabilis*, dominen los cuerpos de agua casi todo los meses del año, en la región de Zapotitlán de las Salinas, con respecto a otras como lo son *Hyla arenicolor* y *Exerodonta xera* que se encuentran en la época de lluvias, como lo reportó Oliver-López (2006).

La supervivencia de los individuos expuestos a un plazo relativamente corto a concentraciones de salinidad elevada ha sido atribuida a la fisiología de las branquias internas (Uchiyama y Yoshizawa, 1992). Algunas larvas de anuros toleran la salinidad mediante la acumulación de urea, lo que reduce el gradiente osmótico y por lo tanto la tasa de deshidratación (Beebe, 1996; Ultsch *et al.*, 1999).

Al contrario de este experimento, se dice que la metamorfosis puede ser suprimida debido a las altas concentraciones, debido a que se pierden las mitocondrias, cuando estas abundan las branquias son las responsables de la tolerancia (Uchiyama y Yoshizawa, 1992).

La secreción de prolactina, una hormona que aumenta la retención de sodio y agua puede ser también importante (Duellman y Trueb, 1994). Por lo tanto, las variaciones de la salinidad podrían causar un efecto tóxico directo que, o bien

inhibe el crecimiento, o un efecto osmótico que afecta el peso corporal ya sea por deshidratación o de hidratación de las larvas (Ultsch *et al.*, 1999), aunque en este trabajo se observaron variaciones en las medidas de crecimiento, no fueron significativas.

Si bien algunas especies de renacuajos pueden sobrevivir salinidades altas, estas concentraciones elevadas pueden también tener efectos sub-letales de inhibir la metamorfosis. Las concentraciones que se manejaron en este trabajo, no se presentó mortalidad, solo tres individuos murieron, debido a que no fueron extraídos a tiempo, pero ya habían alcanzado la metamorfosis.

Conforme a la densidad, los estudios de salinidad citados anteriormente, utilizaron grupos que van de los 20 a 30 individuos. Existen relativamente pocos estudios que se enfocan a la densidad como factor ecológico. Pero no necesariamente están enfocados a entender su influencia sobre el desempeño de las larvas; el estudio del efecto de las edades, estadios y tamaños de grupos sobre las decisiones que conforman su comportamiento, ha sido tratado por Golden *et al.*, (2001). Su trabajo con larvas de *Lithobates pipiens*, aunque no parezca relacionado, es relevante pues de acuerdo a los grupos de edad y estadios, las larvas presentan comportamientos diferentes y no suelen mezclarse con otras de mayor “edad”, según cuenta el investigador, su comportamiento cambia eligiendo diferentes microhábitats (con y sin vegetación) para evitar su cruce con los otros individuos, e incluso podría ser para evitar depredadores, variando su actividad y moviéndose en grupos.

Los organismos que habitan ambientes xérico como *Ollotis occidentalis*, son un caso especial, porque además de tolerar las concentraciones salinas que cambian de época de lluvias a la de secas, pueden utilizar estas adaptaciones como ventajas, por ejemplo esto podría significar excluir a larvas de otras especies que no toleran estas concentraciones salinas y que por ende son competencia y hasta podrían ser depredadoras, también pueden alcanzar rápidamente la metamorfosis, por lo que les confiere otras ventajas ecológicas como la movilización al medio terrestre, la obtención de nuevos recursos (una dieta con

nutrientes variada), evitar a los predadores (y obtener nuevos), así como mayor probabilidad de crecer hasta alcanzar la etapa reproductiva.

Como se pudo demostrar las salinidades manejadas, elegidas de las registradas en el medio natural, son toleradas por *Ollotis occidentalis*, estudios como este nos ayudan a tener una idea de lo que sucedería, si este medio cambiara, debido a las actividades del hombre, como aquellas que pueden aumentar los niveles de salinidad como la agricultura, la contaminación y la destrucción del hábitat, que pueden tener efectos negativos como la disminución de las poblaciones de anuros en ambientes como la Reserva Valle de Tehuacán – Cuicatlán.

CONCLUSIONES

- Las concentraciones Salinas tratadas en este experimento no tienen un efecto sobre el desempeño de las larvas de *Ollotis occidentalis*.
- Las densidades ocupadas en este trabajo no demostraron un efecto sobre el desempeño de las larvas de *O. occidentalis*.
- La interacción de los factores salinidad y densidad poblacional, no influye en el desempeño de las larvas de *O. occidentalis* significativamente.

PERSPECTIVAS

- Se requiere una investigación más detallada del tema, tomando en cuenta aspectos desde los huevos pasando por los primeros estadios larvarios hasta tiempo después de completada la metamorfosis.
- Del mismo modo es necesario el manejo de concentraciones salinas mayores y densidades superiores a las que se utilizaron en este trabajo.
- El estudio de estos efectos en otros anuros que habitan las zonas del Valle de Zapotitlán y sus cuerpos de agua en el Río Salado, es importante debido al carácter de este ambiente xérico como Área Natural Protegida.

LITERATURA CITADA

- Abbadié-Bisogno, K.** 2004. Algunos aspectos ecológicos de *Hyla xera* e *Hyla arenicolor* en la zona árida de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México.
- Abbadié-Bisogno, K., L. Oliver-López & A. Ramírez-Bautista.** 2001. *Bufo occidentalis*. Death feigning. *Herp. Rev.* 32 (4): 247.
- Barbosa-Morales M.** 2008. Caracterización de las pozas asociadas al Río Salado, Puebla, México (Larvas de anfibios y Factores abióticos). Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México.
- Beebe, T. J. C.** 1985. Salt tolerances of natterjack toad (*Bufo calamita*) eggs and larvae from coastal and inland populations in Britain. *Herpetol. J.* 1: 14:16.
- Beebe, T. J. C.** 1996. Ecology and Conservation of Amphibians. London: Chapman and Hall. 214 pp.
- Canseco-Márquez L. & G. Gutiérrez-Mayén.** 1996. Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. IV Reunión Nacional de Herpetología. Cuernavaca, Morelos.
- Canseco-Márquez L., G. Gutiérrez-Mayén & J. R. Mendelson III.** 2003. Distribution and Natural History of the Hylid frog *Hyla xera* in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico, with a description of the tadpole. *Southwest. Nat.* 48 (4): 670-675.
- Campbell, J. A.** 2000. A new species of venomous coral snake (Serpentes: Elapidae) from high desert in Puebla, Mexico. *Proc. Biol. Soc. Washington* 113 (1): 291-297.
- Christy, M. T. & C. R. Dickman.** 2002. Effects of salinity on tadpoles of the green and golden bell frog (*Litoria aurea*). *Amphibia-Reptilia* 23 (1): 1-11.

- Correa-Sánchez F.** 2004. Estudio comparativo de la ecología reproductiva de *Sceloporus gadovidae* (Prynosomatidae) en Zapotitlán de las Salinas Puebla y el Cañón del Zopilote, Guerrero, México. Tesis de Maestría. FES-Iztacala. UNAM. México.
- Dávila, P., J. L. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez-ken & P. Tenorio.** 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del valle de Tehuacán. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Dayton, G. H. & L. A. Fitzgerald.** 2001. Competition, predation, and distributions of four desert anurans. *Oecología*. 129: 430-435.
- Dole, J. W., B. B. Rose & C. F. Baxter.** 1985. Hyperosmotic saline environment alters feeding behaviour in the Western Toad, *Bufo boreas*. *Copeia*. 1985: 645-648.
- Duellman W.E. & L. Trueb.** 1994. Biology of amphibians. Johns Hopkins University, Baltimore, U.S.A. 670 pp.
- Eason, G.W. & J.E. Fauth.** 2001. Ecological correlations of anuran species richness in temporary pools: A field study in South Carolina, USA. *Israel J. Zool.* 47: 347-365.
- García, E.** 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Gobierno del Estado de Puebla,** Secretaría de Gobernación, Los Municipios de Puebla, 1ª edición, 1988.
- Golden, D. R, R. S. Geoffrey & J. E. Retting.** 2001. Affects of age and group Size on hábitat selection and activity level in *Rana pipiens* Tadpoles. *Herpetol J.* 11: 69-73.

- González-Espinoza J. E., G. A. Woolrich-Piña, J. A. Lemos-Espinal & A. Ramírez-Bautista.** 1999. Ecología térmica de la lagartija *Sceloporus jalapae* (Phrynosomatidae) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Memorias del XV Congreso Nacional de Zoología, Tepic, Nayarit.
- Gosner, K. L.** 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*. 16: 183-190.
- Hagström, T.** 1981. Tadpoles of the common toad (*Bufo bufo* L.) found in brackish water. *Amphibia-Reptilia*. 2: 187-188.
- Haramura, T.** 2004. Salinity and other abiotic characteristics of ovoposition sites of the rhacophorid frog, *Buergeria japonica*, in coastal habitat. *Cur Herpetol.* 23: 81-84.
- Haramura, T.** 2008. Experimental test of spawning site selection by *Buergeria japonica* (Anura: Racophoridae) in response to salinity level. *Copeia* 1: 64-67.
- Hobbie, S. E.** 1996. Temperature and plant species control over litter decomposition in Alaska tundra. *Ecol Monogr.* 66: 503-522.
- Jenning, E. D. & N. J. Scott.** 1993. Ecologically correlated morphological variation in tadpoles of the Leopard frog, *Rana chiricahuensis*. *Herpetol J.* 27: 285-293.
- Kinneary, J. J.** 1993. Salinity relations of Chelydra serpentine in a Long Island Estuary. *Herpetol J.* 27: 441-446.
- Limbaugh, B. A & E. P. Volpe.** 1957. Early development of the Gulf Coast Toad, *Bufo valliceps* Wiegmann. American Museum Novitates, number 1842. Department of Herpetology; American Museum of Natural History.
- Marsh, D. M. & B. J. Borrell.** 2001. Flexible ovoposition strategies in túngara frogs and their implications for toadpole spatial distributions. *Oikos*. 93: 101-109.

- Martín del Campo, R. & O. Sánchez-Herrera.** 1979. Estudio herpetofaunístico de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Biología de Campo. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Mata-Silva, V.** 2000. Estudio comparativo del ensamble de anfibios y reptiles en tres localidades de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México.
- Mendelson, J. R., & J. A. Campbell.** 1994. Two new species of the *Hyla sumichrasti* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Mexico. *Proc. Biol. Soc. Washington*. 107 (2): 398-409.
- Morrison, C. & J.M. Hero.** 2003. Geographic variation in life-history characteristics of amphibians: a review. *J. Anim. Ecol.* 72: 270-279.
- Oliver-López L.** 2000. Estado actual del genero *Bufo* (Familia: Bufonidae) en la Colección de anfibios y Reptiles (C.N.A.R.) y otras colecciones herpetológicas de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México.
- Oliver-López L.** 2006. Ecología de la reproducción y desarrollo larvario en un ensamble de anuros en la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría. FES-Iztacala. UNAM. México.
- Oliver-López L. & A. Ramírez-Bautista.** 2002. Algunos aspectos de la Ecología reproductiva y desarrollo larvario en un grupo de anuros del municipio de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Memorias de la VII Reunión Nacional de Herpetología, realizada el 25 al 28 de Noviembre en Guanajuato, Guanajuato.
- Oliver-López L., A. Ramírez-Bautista & J. A. Lemos-Espinal.** 2000. *Bufo occidentalis*. Fecundity. *Notes. Herp. Rev.* 31. (1): 39-40.

- Parris J. M.** 2000. Experimental analysis of hybridization in Leopard frog (Anura: Ranidae): Larval performance in desiccating environments. *Copeia* 2000: 11-19.
- Power, T., K. L. Clarck, A. Harfenist & D. B. Peakall.** 1989. Review and Evaluation of the Amphibian Toxicological Literature. Techniccal Report. No 61. Ontario, Canad. Wildl. Serv. Headquarters.
- Rzedowski, J.** 1981. La Vegetación de México. *Limusa*. México. 432 pp.
- Santos Barrera G.** 1995. Taxonomía de *Bufo occidentalis* Camerano, 1879. (Anura: Bufonidae) en México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Serrano-Cardozo V.** 2008. Estructuración del ensamble de lagartijas de Zapotitlán de las Salinas Puebla. Tesis Doctoral. FES-I Iztacala. UNAM. México.
- Smith, H. M. & E. W. Taylor.** 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of México. *Bull. Nat. Mus. U.S.A.* (194): 1-118.
- Tyler, M. J., R. Wassersug & B Smith.** 2007. How frog and humans interact: Influences beyond habitat destruction, epidemics and global warming. *App Herpetol.* 4:1-18.
- Uchiyama, M., T. Murakami & H. Yoshizawa.** 1990. Notes on the development of the crab-eating frog, *Rana cancrivora*. *Zool Sci.* 7: 73-78.
- Uchiyama, M. & H. Yoshizawa.** 1992. Salinity tolerance and structure of external and internal gills in tadpoles of the crab-eating frog, *Rana cancrivora*. *Cell Tissue Res.* 267: 35-44.
- Ultsch, G. R., D. F. Bradford, & J. Freda.** 1999. Physiology: Coping with the Environment. 189-214 en **McDiarmid R. W. & R. Altig.** Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae. Univ. Chicago Press, Chicago.

- Valiente-Banuet A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. Flores-Hernández, M. C. Arizmendi, J. L. Villaseñor & J. Ortega-Ramírez.** 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Bol. Soc. Bot. México*. 67: 25–74.
- Verdú del Campo M.** 1997. Ecología Evolutiva. FES-Iztacala. UNAM. México. 150pp.
- Viertel, B.** 1999. Salt tolerance of *Rana temporaria*: spawning site selection and survival during embryonic development (Amphibia, Anura). *Amphibia-Reptilia*. 20: 161–171.
- Warner, S. C., J. Travis & W. A. Dunson.** 1993. Effect of pH variation on intraspecific competition between two species of Hylid tadpoles. *Ecol.* 74: 183-194.
- Welch, N. E. & J. A. MacMahon.** 2005. Identifying habitat variables important to the rare Columbia spotted frog in Utah (USA): an information-theoretic approach. *Cons. Biol.* 19: 473-481.
- Woolrich-Piña, G. A., J. A. Lemos-Espinal, L. Oliver-López, J. E. González-Espinoza & F. Correa-Sánchez.** 2003a. Diferencias y similitudes en la termorregulación de dos lagartijas de pared. *Sceloporus gadoviae* (Phrynosomatidae) y *Phyllodactylus bordai* (Gekkonidae) que habitan en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Memorias del XVII Congreso Nacional de Zoología, Puebla, Puebla.
- Woolrich-Piña, G. A., J. E. González-Espinoza, J. A. Lemos-Espinal & L. Oliver-López.** 2003b. Ecología térmica de dos poblaciones simpátricas de las lagartijas *Aspidoscelis parvisocia* y *A. sackii* (Teiidae) que habitan en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Memorias del XVII Congreso Nacional de Zoología, Puebla, Puebla.

- Woolrich-Piña, G. A., L. Oliver-López & J. A. Lemos-Espinal.** 2005. Anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. UNAM y CONABIO. México. 54pp.
- Woolrich-Piña, G. A.** 2007. Algunos factores geográficos y ecológicos que determinan la distribución del ensamble de lagartijas que habitan en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla: un enfoque de conservación. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. México.
- Zavala, H. J. A.** 1980. Estudios Ecológicos en el valle semiárido de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, Clasificación de la vegetación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Zug, G.** 1993. Herpetology. Academic Press, San Diego. 521pp.
- Zweifel, R. G.** 1968. Reproductive biology of anurans of arid southwest, with emphasis on adaptation of embryos to temperature. *Bull. Am. Mus. Nat. His.* 140 (1): 57.