

# Abundancia, actividad espacial y crecimiento de *Ambystoma ordinarium* Taylor 1940 (Caudata: Ambystomatidae) en Michoacán, México

M. Alicia Montes-Calderón, Javier Alvarado-Díaz✉ e Ireri Suazo-Ortuño

Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, U.M.S.N.H. Av. San Juanito Itzicuaró s/n, San Juanito Itzicuaró, Morelia, Michoacán, México

## Resumen

Mediante marcaje y recaptura se estimó la abundancia, el crecimiento y la actividad espacial de una población de *Ambystoma ordinarium* en una sección de 100 m de arroyo en la localidad de Agua Zarca, Microcuenca del Río Chiquito en el Municipio de Morelia, Michoacán. En el periodo de marzo a mayo del 2006 se efectuaron seis muestreos. Se capturaron y marcaron 190 ejemplares, recapturándose al menos una vez 85 (44.7%) individuos. Mediante la prueba de Schnabel se estimó una abundancia promedio de 111.6 individuos (95% Intervalo de Confianza de 85.8 a 159.7 ejemplares). La densidad promedio estimada fue de 0.39 individuos por m<sup>2</sup>. El crecimiento promedio fue de 4.06±0.51 mm (rango = 0.09–8.0, N = 49) y la tasa de crecimiento promedio diario fue de 0.15±0.01 mm (rango = 0.0–0.3, N = 49). El 76% de los movimientos fueron menores a 5 m (N = 49 individuos) y la tasa de desplazamiento diario fue de 0.22±0.72 mm (rango = 0.0 – 1.36). El área de uso promedio, estimada mediante el método del polígono mínimo, fue de 5.10±0.55 m<sup>2</sup> (rango = 0.22–19.6, N = 12). El 83% de los ejemplares presentaron un área de uso menor a 5 m<sup>2</sup>. Los resultados de abundancia, crecimiento, distancia de desplazamientos y tamaño de área de uso sugieren que el hábitat presenta requerimientos adecuados para la salud demográfica de la población estudiada.

**Palabras clave:** *Ambystoma ordinarium*, abundancia, crecimiento, movimientos

## Abstract

Using a mark and recapture technique, abundance, growth and spatial activity of an *Ambystoma ordinarium* population were estimated. The study was conducted in a 100 m section of stream in Agua Zarca, in the watershed of Río Chiquito, in the municipality of Morelia, Michoacán. Between march and may of 2006, six field surveys were conducted. One hundred and ninety individuals were collected and marked, and 85 (44.7%) were recaptured at least once. Using the Schnabel test, an average abundance of 111.6 individuals (95% CI 85.8 – 159.7) was estimated. Estimated average density was 0.39 individuals/m<sup>2</sup>. Average growth registered in the study period was 4.06±0.51 mm (range = 0.09–8.0 mm, N = 49) and the average daily growth rate was 0.15±0.01 mm (range = 0.0–0.3 mm, N = 49). Seventy six percent of 49 individuals presented movements with a distance less to 5 m and the average daily movement rate was 0.22±0.72 m (range = 0.0 – 1.36). Average use area of 12 individuals (recaptured at least 3 times) was 5.10±0.55 m<sup>2</sup> (range = 0.22–19.6). Eighty three percent of the individuals presented use areas of less than 5 m<sup>2</sup>. Results of abundance, growth, length of movements and use area size suggest that the habitat presents adequate conditions for the demographic health of the studied population.

**Key words:** *Ambystoma ordinarium*, abundance, growth, movements

## Introducción

Las salamandras de la familia Ambystomatidae son componentes importantes de los ecosistemas acuáticos, ya que frecuentemente son especies clave en las comunidades a las que pertenecen (Duellman y Trueb 1994). La salamandra michoacana de arroyo, *Ambystoma ordinarium*, es una especie de ambystomatido endémica a los estados de Michoacán y México, habitando arroyos y manantiales de la Cuenca Lerma-Santiago en la Faja Volcánica Tranmexicana. En estos hábitats, *A. ordinarium* es el depredador ápice ya que ocupa el nicho de los peces, ausentes en forma natural en este tipo de arroyos (Shaffer 1989), por lo que esta especie puede constituir la mayor proporción de biomasa animal en estos arroyos y por lo tanto jugar un papel importante en la transferencia trófica y flujo energético. Debido a su grado de endemidad y a la degradación de sus hábitats, *A. ordinarium*

se considera en riesgo de extinción a nivel global, enlistada como “Amenazada” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN 2011) y a nivel nacional, enlistada como “Sujeta a Protección Especial” (Diario Oficial de la Federación 2010).

La información generada en especies animales sobre características poblacionales como densidad, tamaño poblacional, crecimiento y actividad espacial es un componente crítico para el diseño de estrategias de conservación (Gibbons y Stangel 1999). Sin embargo, a pesar de sus niveles de riesgo a la extinción, la información publicada sobre *A. ordinarium* es escasa, limitándose a aspectos de descripción de la especie (Taylor 1940), distribución (Shaffer 1989, Anderson y Worthington 1971), dieta (Alvarado-Díaz *et al.* 2003) y filogenia (Welsrock *et al.* 2006), por lo que en este estudio se presenta información sobre aspectos poblacionales de *A. ordinarium*. Específicamente, se registró la abundancia, crecimiento y movimientos de individuos en una población de paedomorfos (morfos que se reproducen reteniendo características juveniles) de esta especie.

✉ **Autor de correspondencia:** Javier Alvarado. INIRENA, Av. San Juanito Itzicuaró/sn, San Juanito Itzicuaró, Morelia, Michoacán, México. email: jvr.alvarado@gmail.com

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en una sección de 100 m a lo largo del cauce de un arroyo de montaña (Río Chiquito) en el Municipio de Morelia, Michoacán. La sección del arroyo estudiada se conoce localmente como Agua Zarca y se localiza aproximadamente 1 km al sureste del poblado de San Miguel del Monte (19°36'48"N 101°07'10"O, 2,400 m de altitud), al que se puede llegar por la carretera Morelia-Ichaqueo (Fig. 1). Los márgenes de la sección de arroyo estudiada presentan un tipo de vegetación de galería (*Alnus acuminata* y *Cratogeomys* sp.) y las laderas en ambas márgenes están cubiertas por vegetación de pino-encino (Ortega 1996). En la sección de arroyo estudiada se presentan áreas de remansos, pozas y rápidos con una profundidad promedio de 30 cm (rango = 10–50 cm) y una anchura promedio de 2.0 m (rango = .50 – 3.50 m). El agua presenta una temperatura promedio de 15 °C y la velocidad media de la corriente en la zona de rápidos es de .28 m/seg (Montes 2007).

Para estimar la abundancia poblacional y el crecimiento, así como para dar seguimiento a los movimientos de *A. ordinarium*, los individuos colectados fueron marcados y liberados. Cada ejemplar fue tatuado con un número

de 1 cm de alto fabricado de alambre de hierro, previamente calentado con un encendedor de gas propano. El tatuaje por calor es un método de probada eficiencia para el marcaje de salamandras y no presenta efectos negativos si es efectuado correctamente (Frese *et al.* 2003, para una revisión). Los tatuajes fueron colocados en la base lateral izquierda de la cauda y fueron visibles durante las recapturas subsecuentes. Se realizaron seis muestreos, uno cada 15 días entre marzo y mayo de 2006. Los ejemplares fueron colectados mediante el uso de un chinchorro (3 x 1.5 m). Cada ejemplar colectado fue colocado en una bolsa numerada de plástico tipo zip con agua del arroyo mientras se terminaba con el procedimiento de tatuaje y medición. Posteriormente fueron liberados en el sitio de captura.

Para estimar la abundancia de la población en la sección de arroyo estudiada, se usó la prueba de Schnabel (Krebs 1992) utilizando los datos de marcaje y recaptura múltiple mediante el paquete estadístico Ecological Methodology 5.1. La densidad poblacional se calculó como el número de ejemplares registrados entre la superficie de la sección de arroyo muestreada y se expresó como número de individuos por m<sup>2</sup>. El crecimiento durante el periodo de estudio fue registrado midiendo la longitud

hocico-cloaca (LHC mm) durante cada evento de captura y recaptura. Para el registro de la LHC, cada ejemplar fue colocado en una bolsa de plástico tipo zip, inmovilizándose mediante un dispositivo diseñado para este fin por Walston y Mullin (2005). La LHC se registró en mm mediante un vernier con exactitud de 0.1 mm. La tasa de crecimiento se expresó en mm por día usando la fórmula propuesta por Zuñiga-Vega *et al.* (2005):  $GR = (LS_2 - LS_1) / \text{número de días}$ , donde GR es la tasa de crecimiento en mm/día, LS2 es la segunda medición y LS1 la primera. Se consideraron como organismos juveniles a ejemplares < 70 mm (LHC) y adultos a ejemplares ≥ 70 mm (LHC) (Anderson y Worthington 1971). Ejemplares < 55mm (LHC) no fueron considerados en este estudio por ser demasiado pequeños para la técnica del tatuaje.

Para medir la extensión de los movimientos de *A. ordinarium*, la sección estudiada de 100 m del arroyo fue dividida en sub-secciones de 5 m de largo mediante estacas de madera numeradas, clavadas en la margen derecha del arroyo. La posición de cada ejemplar colectado (para marcaje o recaptura) fue registrada estableciéndose la distancia a la estaca más cercana. Los puntos de captura secuenciales de cada ejemplar fueron medidos con una cinta métrica. La distancia recorrida en promedio por día se calculó dividiendo la distancia entre los puntos de captura de máxima separación entre el número de días del periodo de muestreo. Para estimar el tamaño del área de uso (*sensu* Goodman *et al.* 2005, "área de uso es equivalente al ámbito hogareño, pero calculado con datos registrados en un periodo menor a un año") se usaron los puntos de captura y recaptura para establecer el área mínima de un polígono (Nishikawa 1990) mediante el programa AutoCad 2007.

Las diferencias en tasa de crecimiento, desplazamientos y tamaño de área de uso entre juveniles y adultos se evaluaron mediante pruebas t de Student. Los valores promedio se reportan con ± ES y el nivel de significancia de las pruebas estadísticas se estableció a un nivel alfa de 0.05.

## Resultados

Durante el periodo de estudio se capturaron y marcaron un total de 190 ejemplares. Se recapturaron 85 ejemplares

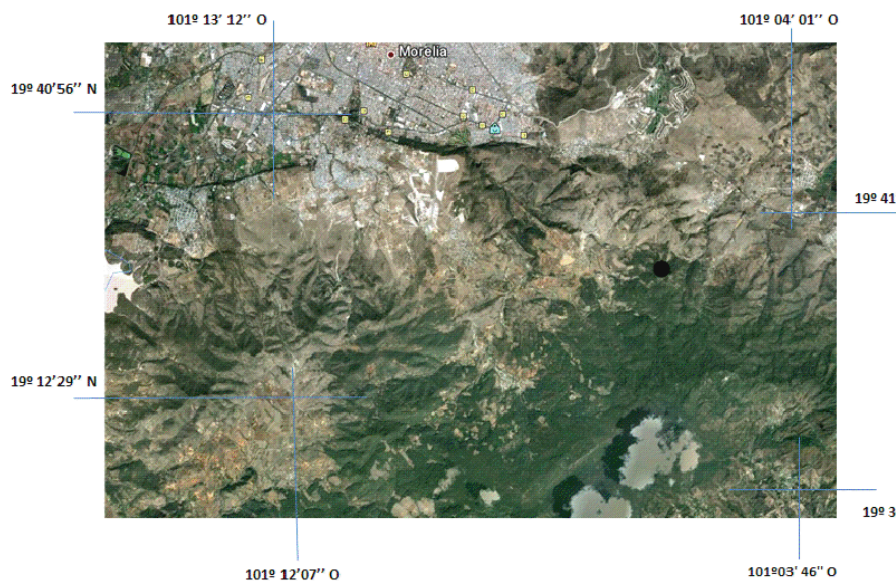


Figura 1. El círculo negro muestra la ubicación del sitio de estudio (Agua Zarca) en la microcuenca del Río Chiquito, municipio de Morelia, Michoacán.

al menos una vez, por lo que la tasa de recaptura total fue de 44.7 %.

### Abundancia y densidad

La prueba de Schnabel estimó una población promedio de 111.6 individuos (95% con un Intervalo de Confianza de 85.8 a 159.7). Usando el valor de individuos promedio estimado, la densidad promedio calculada fue de 0.39 individuos por m<sup>2</sup>.

### Crecimiento

Durante el periodo de estudio, el crecimiento promedio fue de  $4.06 \pm 0.51$  mm (rango = 0.09 – 8.0 mm, N= 49), mientras que la tasa promedio de crecimiento diario fue de  $0.15 \pm 0.01$  mm (rango = 0.0 – 0.3 mm, N=49). Aunque los juveniles presentaron un mayor crecimiento diario (media =  $0.17 \pm 0.014$  mm, rango = 0.013 – 0.300, N = 25) que los adultos (media =  $0.12 \pm 0.015$  mm, rango = 0.013 – 0.266, N = 24) esta diferencia no fue significativa ( $t = 0.644$ ,  $gl = 45$ ,  $P = 0.5224$ ) (Fig. 2).

### Actividad espacial

Considerando los movimientos de 49 individuos, el 76% de los movimientos fueron menores a 5 metros (Fig. 3). El promedio de distancia de desplazamiento durante el periodo de estudio fue de  $4.07 \pm 0.044$  m (rango = 0.0 – 20.5). La tasa promedio de desplazamiento diario fue de  $0.22 \pm 0.727$  m (rango = 0.0 – 1.36) y aunque los adultos se desplazaron a mayores distancias ( $0.277 \pm 1.18$ , rango = 0.0 – 1.36, N = 24) que los juveniles ( $0.155 \pm 0.883$ , rango = 0.0 – 0.86, N = 25) esta diferencia no fue significativa ( $t = 1.366$ ,  $gl = 36$ ,  $P = 0.1804$ ) (Fig. 4).

El área de uso promedio de 12 ejemplares registrados al menos en 3 ocasiones fue de  $5.10 \pm 0.55$  m<sup>2</sup> (rango = 0.22 – 19.60). El 83.3% de los 12 ejemplares presentaron áreas de uso menores a 5 m<sup>2</sup>. Aunque los adultos presentaron área de uso menores (media =  $1.60 \pm 2.74$  m<sup>2</sup>, rango = 0.22 – 2.66, N = 5) que los juveniles (media =  $7.60 \pm 2.74$  m<sup>2</sup>, rango = 0.57 – 19.6, N = 7) las diferencias no fueron significativas ( $t = 1.996$ ,  $gl = 6$ ,  $P = 0.0902$ ).

## Discusión

La información publicada sobre valores de abundancia y densidad en poblaciones paedomorfas del genero *Ambystoma* es

escasa, por lo que resulta complicado interpretar el nivel relativo de salud demográfica de *A. ordinarium*. En el mismo sitio de estudio, García (2003) registró una densidad de 0.05 individuos por m<sup>2</sup>. Estos resultados sugieren un incremento poblacional de *A. ordinarium* entre 2003 y 2006, o bien puede tratarse de un reflejo de los diferentes métodos de muestreo, ya que García registró la abundancia por encuentro visual, mientras que en el presente estudio el muestreo se efectuó mediante arrastre de chinchorro a través de la columna de agua. Otros estudios sobre densidad de salamandras en ambientes acuáticos presentan un rango de valores de 0.1 ejemplares por m<sup>2</sup> en *Ambystoma rivulare* (Ruiz 2006) y de 2.17 individuos/m<sup>2</sup> en *Siren intermedia* (Frese et al. 2003). El tamaño poblacional registrado en nuestro estudio podría estar sobreestimado si ocurrieran valores altos de intercambio entre individuos de otras secciones del arroyo. Sin embargo, la extensión de los movimientos que presentaron los ejemplares estudiados sugiere que el recambio de ejemplares entre diferentes secciones del arroyo es reducido. La información sobre la abundancia y densidad de *A. ordinarium* generada en el presente estudio podrá ser usada como línea base para comparar en el futuro tendencias poblacionales de esta especie.

Estudios de crecimiento en salamandras muestran en general una tendencia de mayor crecimiento en juveniles que en adultos, aunque frecuentemente la diferencia reportada no es estadísticamente significativa (Frese et al. 2003, para una revisión). En general, la productividad del hábitat y la densidad poblacional están positiva y negativamente relacionadas respectivamente con la tasa de crecimiento en anfibios (Smelitsch 1987). Whiteman et al. (1996) registraron un crecimiento negativo en paedomorfos de *A. tigrinum* y lo atribuyen principalmente a la baja productividad del hábitat que se refleja en una baja disponibilidad de presas (e.g. insectos acuáticos). La tasa de crecimiento en anfibios es particularmente relevante para la adecuación de los adultos, ya que las larvas de rápido crecimiento se transforman en adultos de mayor tamaño y este atributo esta a su vez positivamente relacionado con la eficiencia reproductiva (Smelitsch 1987). Aunque la información publicada sobre tasas de crecimiento en paedomorfos del genero *Ambystoma* es escasa, las tasas de crecimiento registradas

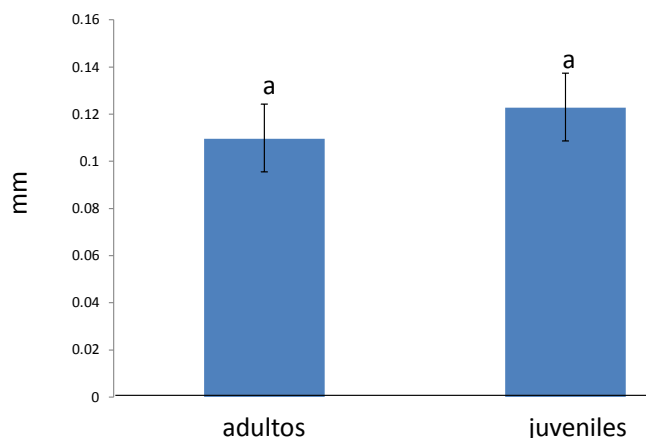


Figura 2. Tasa de crecimiento diario en juveniles y adultos de *A. ordinarium*

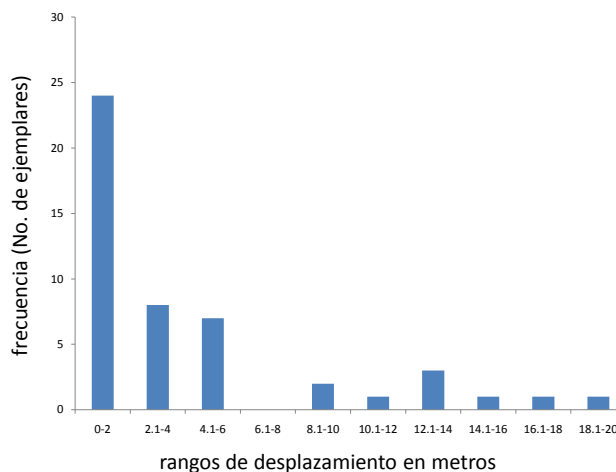
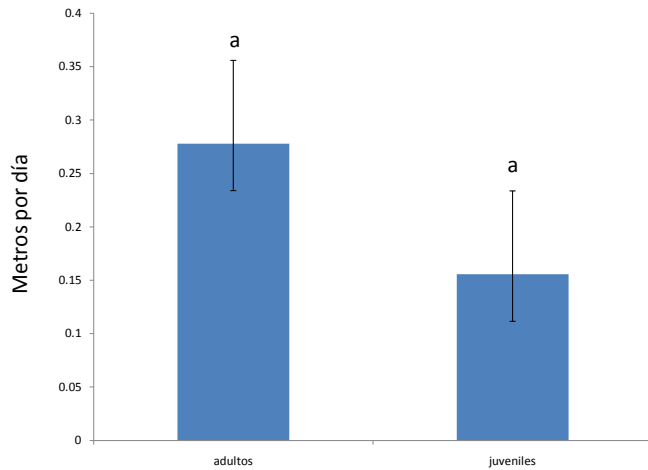


Figura 3. Frecuencia de desplazamiento en *A. ordinarium*



**Figura 4.** Desplazamientos promedio de adultos y juveniles de *A. ordinarium* en m/día

en nuestro estudio sugieren que la calidad del hábitat en cuanto a productividad y disponibilidad de presas es tal que permite un crecimiento de *A. ordinarium* discernible aun en periodos cortos de evaluación, como es el caso de nuestro estudio.

Duellman y Trueb (1994) sugieren que el desplazamiento de las salamandras está relacionado con la búsqueda de alimento, de pareja y calidad general del ambiente y las distancias recorridas por salamandras durante desplazamientos no migratorios son relativamente cortas. Los bajos valores de desplazamiento registrados en el presente estudio (media = 4.07 m, rango = 0.0 – 20.5 m) son similares a los valores de movimientos no migratorios reportados en otras especies de salamandras. Por ejemplo, en *Ambystoma maculatum* se registran rangos de movimientos de 3.3 a 29.4 m (Duellman y Trueb 1994) mientras que en *Plethodon tayahalee* y *P. jordani* se registran movimientos con rangos de 0.0 a 3.0 y de 0.0 a 8.0 metros respectivamente (Nishikawa 1990).

Estudios sobre áreas de uso o ámbitos hogareños en salamandras reportan dimensiones que varían de < 1 m<sup>2</sup> (i.e. *Plethodon hubrichti* [Kramer *et al.* 1993], *P. teyhalee* y *P. jordani* [Nishikawa 1990]) hasta 94.8 m<sup>2</sup> en *Siren intermedia* (Frese *et al.* 2003). La mayoría de los reportes en salamandras estiman ámbitos hogareños menores a 10 m<sup>2</sup> (Duellman y Trueb 1994). La distancia de los desplazamientos y el tamaño del área de uso registrado en el presente estudio sugieren que esta población cuenta con disponibilidad adecuada de recursos y una calidad general del hábitat adecuada.

## Agradecimientos

El proyecto fue financiado en parte por la Coordinación de la Investigación Científica de la U.M.S.N.H. Se agradece la colaboración en las actividades de campo de Ricardo Valencia Vargas.

## Referencias

- Alvarado-Díaz, J, P. García-Garrido P, Suazo-Ortuño I (2003) Food habits of a paedomorphic population of the Mexican salamander, *Ambystoma ordinarium* (Caudata: Ambystomatidae). *The Southwestern Naturalist* 48(1): 100–102
- Anderson JD, Worthington RS (2001) The life history of the Mexican

- salamander *Ambystoma ordinarium* Taylor. *Herpetologica* 27: 165–176
- Diario Oficial de la Federación (2010) *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo
- Duellman WE, Trueb L (1994) *Biology of amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London
- Frese P, Mathis A, Wilkinson R (2003) Population characteristics, growth, and spatial activity of *Siren intermedia* in an intensively managed wetland. *The Southwestern Naturalist* 48(4):534–542
- García GP (2003) *Caracterización de hábitat y atributos demográficos de Ambystoma ordinarium Taylor 1940 (Amphibia: Caudata) en Agua Zarca, Municipio de Morelia*. Tesis de Maestría, Fac. de Biología, U.M.S.N.H.
- Gibbons JW, Stangel PW (1999) *Conserving amphibians and reptiles in the new millennium*. Proceedings of the Partners in Amphibian and Reptile Conservation (PARC) Conference. Savannah River Ecology Laboratory HerpOutreach Publication No. 2, Aitken, South Carolina
- Goodman RM, Echternacht A, Burton FJ (2005) Spatial ecology of the endangered iguana, *Cyclura lewisi*, in a disturbed setting on Grand Cayman. *Journal of Herpetology* 39(3):402–408
- IUCN (2011) IUCN Red list of threatened species. Version 2011.1
- Kramer P, Reicherbach N, Hayslett M, Sattler P (1993) Population dynamics and conservation of the Peaks of Otter salamander, *Plethodon hubrichti*. *Journal of Herpetology* 27(4):431–435
- Krebs CJ (1992) *Ecological methodology*. Harper and Row, New York.
- Ortega R J M (1996) *Caracterización de la Cuenca de Río Chiquito de Morelia, Michoacán, México por medio de un sistema de información geográfica*. Tesis de licenciatura, ENEP-Iztacala
- Montes CMA (2007) *Crecimiento, movimientos y densidad de una población de la salamandra Ambystoma ordinarium (Caudata: Ambystomatidae) en Agua Zarca, Morelia, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, fac. de Biología, U.M.S.N.H.
- Nishikawa CK (1990) Spatial relationships of two species of terrestrial salamanders. *Copeia* 27(2):418–426
- Ruiz ML (2006) *Uso de hábitat del ajolote Ambystoma rivulare en el arroyo "El Establo", Santuario Sierra Chincua, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán*. Tesis de Licenciatura, Fac. de Biología, U.M.S.N.H.
- Shaffer HB (1989) Natural history, ecology and evolution of the Mexican "Axolotls". *Axolotl Newsletter* (18): 5–11
- Smelitsch RD (1987) Density-dependent growth and fecundity in the paedomorphic salamander *Ambystoma talpoideum*. *Ecology* 68(4):1003–1008
- Taylor EH (1940) A new *Rhyacosiredon* (Caudata) from Western Mexico. *Herpetologica* 1 (7): 171 – 175
- Walston JL, Mullin SJ (2005) Evaluation of a new method for measuring salamanders. *Herpetological Review* 36(3): 290–291.
- Welsrock DW, Shaffer HB, Storz BL, Storz SR, Voss SR (2006) Multiple nuclear gene sequences identify phylogenetic species boundaries in the rapidly radiating clade of Mexican ambystomatid salamanders. *Molecular Ecology* 15:2489–2503.
- Zuñiga-Vega JJ, González-Rojas I, Lemos-Espinal JA, Trejo ME. (2005) Growth ecology of the lizard *Xenosaurus grandis* in Veracruz, México. *Journal of Herpetology* 39(3):433–443.