



Recepción: marzo 12 de 2003

Aceptación: junio 6 de 2003

* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-153, C.P. 04510, México, D.F. Correo electrónico:

gcasas@servidor.unam.mx

** Centro de Investigación en Recursos Bióticos, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100. C.P. 50000, Toluca, Estado de México.

Correo electrónico: xam@uaemex.mx

Un regalo poco conocido de México al mundo: el ajolote o axolotl (Ambystoma: Caudata: Amphibia). Con algunas notas sobre la crítica situación de sus poblaciones

Gustavo Casas Andreu*, Ricardo Cruz Aviña** y Xóchitl Aguilar Miguel**

Resumen. En 1863 llegaron al Museo de Historia Natural de París 34 ejemplares vivos de ajolotes o *axolotl*, unos raros anfibios del grupo de las salamandras enviados desde Xochimilco, México. A partir de ese momento, se inició en Europa una serie de importantes investigaciones y publicaciones sobre estos organismos. Con ellos se han realizado más de tres mil publicaciones en diferentes campos de la biología y la medicina. Desgraciadamente son pocas las investigaciones que se han realizado en México acerca de estos interesantes anfibios y su estatus de conservación es deplorable, pues varias especies se encuentran al borde de la extinción y otras en muy mal estado. Se presentan en forma breve los problemas que enfrentan las diferentes especies y se hacen algunas recomendaciones para mitigar su crítico estado.

Palabras clave: ajolotes, *Ambystoma*, historia, conservación, México.

A little-known gift from Mexico to the World: the "Ajolote" or "Axolotl" (Ambystoma Caudata: Amphibia). Notes on the Critical Situation of its Population

Abstract. In 1863, thirty-four live specimens of a peculiar species of amphibian salamanders called 'ajolotes' or 'axolotl', arrived at the Natural Museum of History in Paris, France. They were sent from Xochimilco in the Valley of Mexico. A series of papers on these animals were published in Europe, and living specimens also were sent to many other countries. Currently, more than three and a half thousand papers concerning the axolotl have been published in different fields of Biology and Medicine. Unfortunately, just a few studies on these interesting amphibians have been carried out in Mexico, and the Conservation Status of the axolotl is deplorable. Several species face extinction and others are in critical condition, due to the loss and deterioration of their habitat and other environmental problems. We briefly present here the problems confronting the conservation of the species and we make suggestions to mitigate their critical situation.

Key words: axolotl, *Ambystoma*, history, conservation, Mexico.

En 1863 llegaron al Museo de Historia Natural de París 34 ejemplares vivos de ajolotes o *axolotl* unos raros anfibios del grupo de las salamandras enviados desde Xochimilco, México, por el general Elie Frédéric Forey, militar francés al mando del ejército, quien llegó a México a instancias de Napoleón III en 1862 y preparó la regencia de Maximiliano de Habsburgo, desconociéndose los motivos de ese envío. A partir de ese momento, se inició una serie de importantes publicaciones en Europa acerca de estos organismos.

El zoólogo Auguste H. A. Duméril (1870) del propio Museo de Historia Natural de París, quien recibió los ajolotes, dejó claro que el año de arribo fue en 1863 y señaló que de los 34 ejemplares 33 eran negros y uno era blanco (albino). Como lo indican sorprendidos Smith y Smith (1971), fue milagroso que los ajolotes sobrevivieran a las varias semanas que debe haber llevado su transporte por tierra y por barco, desde Xochimilco hasta París.

De estos 34 ejemplares, sobrevivieron cinco machos y una hembra, los que junto con un espécimen albino donado en noviembre 26 de 1866 se entregaron a Duméril para su estudio, los cuales se reprodujeron por miles, distribuyéndose en buena cantidad al resto de Europa.

El mismo Duméril (1872) documenta haber enviado ajolotes vivos a Inglaterra, Irlanda, Italia (Milán y Nápoles), Holanda, Bélgica, Suiza, Bavaria, Prusia, Rusia y Suecia. Es bien conocido que subsecuentemente se enviaron a otros países como Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Polonia y con toda seguridad a muchos otros países y lugares. En la actualidad se encuentran como animales de acuario en muchos países, dada su facilidad para mantenerlos en cautiverio.

Los ajolotes habían llamado ya poderosamente la atención de los antiguos mexicanos en el Valle de México y los representaron en diferentes códices, como el Florentino, el Madrid y el Vaticano (Martín del Campo, 1936; Smith y Smith, 1971). En su *Historia general de las cosas de Nueva España*, Sahagún (1938) hace mención del papel que jugaban los ajolotes en la vida y pensamiento de los antiguos mexicanos a principios de la conquista de México.

El primer registro publicado del axolotl se encuentra en las obras de Francisco Ximénez en 1615 (1915) y después aparecen citas en Nieremberg (1635) y en Jonstonus (1649, en Smith y Smith, 1971), aunque esas citas están basadas en la grandiosa obra de Francisco Hernández, quien finalizó sus manuscritos antes de su muerte en 1587 y de la cual se produjo una edición hasta 1648.

Después de las citas antes mencionadas, no parece haber registro sobre estos animales por más de un siglo, hasta que José Antonio Alzate (1790 a, b) en su *Gaceta de México* da una breve

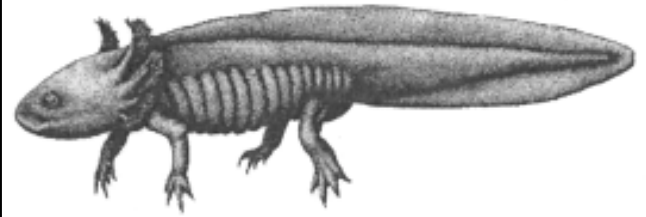


Figura 1. Ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*).

descripción y hace algunas notas sobre sus propiedades medicinales. Shaw (1798) dentro de su obra incluye una descripción del ajolote como *Gyrinus mexicanus*. Dentro de los trabajos de Humboldt (1811), Cuvier (1811) hace mención también de estos animales.

Aparentemente la gran popularidad de los ajolotes en el mundo se debe a la relativa facilidad para reproducirlos en cautiverio; de hecho el mismo Duméril (1872), quien recibió estas salamandras en París, se sorprendía de la fertilidad de estos animales. Esta facilidad permitió que sus posibilidades como animales

de laboratorio fueran muy grandes y desde entonces se empezaron a utilizar como tales y gracias a ello es uno de los animales más populares en muchos laboratorios de todo el orbe.

Con estas salamandras se han realizado más de tres mil investigaciones, particularmente sobre biología del desarrollo, regeneración, metamorfosis, endocrinología, cultivos, radiación, trasplantes y anatomía (Smith y Smith, 1971). Datos sobre estudios más recientes se pueden

encontrar en Armstrong y Malacinski (1989).

El ajolote tuvo una importancia especial en el pensamiento de los antiguos mexicanos (Martín del Campo, 1946). Desde luego fue y ha sido fuente de proteínas para los antiguos y actuales mexicanos del Valle de México y valles y lagos circunvecinos desde tiempo inmemorial. De su importancia como alimento nos hablan Llamas (1935) y Martín del Campo (1955). Sus usos, costumbres y pesquería o captura, se narran en los excelentes trabajos de Rojas Rabiela (1985) Serra Puche (1988) y de Albores Zárate (1995), en los que se relatan las formas de pesca, la preparación y la venta de los productos lacustres, entre otros del ajolote.

Hace todavía algunos años era frecuente encontrar ajolotes, principalmente en los mercados de Xochimilco, Toluca, Pátzcuaro, Zumpango y en otras localidades pequeñas del centro de México, en donde se vendían vivos o asados e inclusive guisados en hoja de tamal. Actualmente se han vuelto menos frecuentes y a veces es difícil encontrarlos. En el último cuarto del siglo XIX fue tal la popularidad de los ajolotes, que Duméril en 1872 pensaba en usar-

**Los ajolotes son vertebrados,
del grupo de los anfibios
y dentro de ellos
se encuentran entre
las salamandras.**

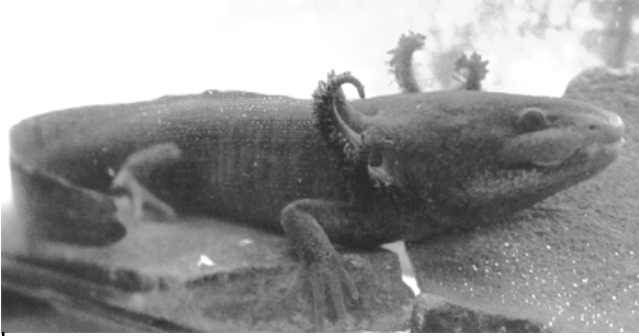


Figura 2. Ajolote adulto neoténico.

los en Francia como fuente alimentaria, aunque esto parece que no tuvo ningún éxito.

No obstante, su cultivo en cautiverio se hizo popular debido, por un lado, al sorprendente gusto y afición existente desde ese tiempo por la acuariofilia y los terrarios caseros en el centro de Europa, y por otro, a las grandes posibilidades de propagación y experimentación como animal de laboratorio.

Curiosamente y en virtud de su desarrollo en acuarios, el conocimiento del ajolote, en un altísimo porcentaje se ha producido cuando el animal está en cautiverio, y ello ha ocurrido principalmente en laboratorios de Europa y Estados Unidos (un análisis e índice de las investigaciones en estos animales se encuentra en Smith y Smith, 1971). Los únicos investigadores que realizaron algunas investigaciones a fines del siglo XIX en México fueron José María Velasco (1879, 1880), el franco-mexicano Alfredo Dugés (1870, 1896) y Alfonso L. Herrera (1899). A mediados del siglo pasado, entre 1947 y 1964 Manuel Maldonado-Koerdell (1964) realizó varios trabajos sobre los ajolotes de México. Es sólo en los últimos años que se vienen desarrollando algunos estudios del animal en condiciones naturales (Casas y Aguilar, 1997; Graue *et al.*, 1998).

Para su reproducción tienen fertilización interna. La mayoría se reproducen en el agua por medio de huevos y tienen fases larvarias acuáticas, con los adultos terrestres.

En México hemos tenido tan olvidados a los ajolotes, que internacionalmente el término *axolotl* se ha asignado en forma exclusiva al ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*), cuando aquí en nuestro país se le llama "ajolote" a cualquier representante del género *Ambystoma*. Ronald Brandon (1989), el investigador que hace la asignación del nombre, inclusive señala textualmente lo siguiente: "It may seem pedantic-even futile-to attempt to control the use of a common name, but in this instance the benefit would be great".

Ciertamente, esta denominación implica confusiones para las personas que viven en México, por lo que bien podría dársele al *A. mexicanum* el nombre de "ajolote de Xochimilco" y a otras espe-

cies, por ejemplo, "ajolote de Alchichica" para *Ambystoma taylori* o "ajolote del Lerma" a *A. lermaense*, o bien, "achoque de Pátzcuaro" para *A. dumerilii* o "achoque de Zacapu" para *A. andersoni* y así con los demás, lo que les daría una definición más clara y práctica, además de una presencia más local a las diferentes especies.

¿Pero qué son los ajolotes zoológicamente? Los ajolotes son vertebrados del grupo de los anfibios, y dentro de ellos se encuentran entre las salamandras. Como otros representantes de ese grupo, por su forma semejan lagartijas, sólo que en este caso carecen de escamas y su piel es lisa, glandular y húmeda, careciendo de uñas; tienen cuatro dedos en las patas anteriores y cinco en las posteriores. Pueden ser de color café, negro, verde, manchados, amarillos y algunas veces rosados, existiendo también ajolotes albinos.

Su cuerpo es robusto, con surcos costales sobre los lados del mismo y con cabeza ancha, la cola es algo aplanada lateralmente, especialmente cuando son formas acuáticas. Tienen párpados móviles y presentan pulmones.

Para su reproducción tienen fertilización interna. La mayoría se reproducen en el agua por medio de huevos y tienen fases larvarias acuáticas, con los adultos terrestres. En algunas especies de ajolotes como el de Xochimilco, los adultos son paedomórficos o neoténicos, es decir, que alcanzan la madurez sexual con características larvarias, por ejemplo, la retención de branquias externas y su permanencia siempre como formas acuáticas.

Los ajolotes del género *Ambystoma* se encuentran distribuidos en gran parte de América del Norte, desde el sur de Canadá y Alaska, hasta el Eje Neovolcánico Transversal de México. De casi 30 especies que se conocen, 15 se encuentran en el centro de México, la mayoría de ellas endémicas para nuestro país.

Existen dos grandes grupos de ajolotes en esta área geográfica de México: los ajolotes de arroyo o de montaña, entre los que se

encuentran *Ambystoma altamirani*, de la Sierra de las Cruces al oeste de la ciudad de México; *A. leorae*, en los arroyos de los alrededores de Río Frío, México; *A. ordinarium*, en la Sierra de Mil Cumbres, Michoacán; *A. rivulare*, en la serranía de colindancia entre el Estado de México y Michoacán; *A. zem-*

poalaensis, endémico de las Lagunas de Zempoala; existen dudas sobre la validez de esta especie, algunos la determinan como sinónima de *A. altamirani*; *A. bombypellum*, endémico del oeste del Estado de México y los ajolotes de lago o laguna como *A. andersoni*, endémico de la Laguna de Zacapu en Michoacán; *A. amblycephalum*, endémico de Michoacán; *A. dumerilii*, endémico de la Laguna de Pátzcuaro, Michoacán; *A. granulosum*, endémico al norte del Valle de Toluca; *A. lermaense*, endémico en las lagunas al sur del Valle de Toluca; *A. mexicanum*, el ajolote de Xochimilco, endémico del sur del Valle de México; *A. taylori*, endémico de la Laguna de Alchichica, Puebla y *A. velascoi*, con una amplia distribución en gran parte del norte, centro y este del altiplano mexicano.

Infortunadamente y a pesar de que estos animales son un regalo de la naturaleza para la humanidad, poco o nada se está haciendo por salvarlos de su precario *estatus* de conservación y en términos generales tenemos la siguiente situación:

Casas y Aguilar (1997), Duhon (1997) y Huacuz (2001) han señalado que la desecación de las lagunas y lagos del Valle de México, Toluca y Michoacán, así como el azolvamiento, la contaminación y la introducción de depredadores exóticos y la captura comercial, pudieran estar jugando un papel importante en la disminución de las poblaciones de ajolotes y eventualmente en la extinción de sus especies. Se han detectado varias causas sobre la declinación y eventual extinción de los ajolotes en esas regiones, algunas previamente documentadas y otras que se han observado directamente para tener un panorama de la situación de sus poblaciones.

Como factor común que afecta a las poblaciones, se encuentra la desecación de su ambiente, debido al uso del agua en actividades humanas. Por los efectos citados, existen tres especies de las que habitan lagos, que se encuentran al borde de la extinción, en orden de importancia: *Ambystoma lermaense*, *A. mexicanum* y *A. andersoni*. Posiblemente *A. velascoi* ya fue extirpado del Valle de México. Con problemas severos se encuentra *A. dumerilli*, por el deterioro existente en el Lago de Pátz-cuaro. Entre los ajolotes de arroyo, *A. leorae* y *A. rivulare* parecen presentar los problemas más graves de declinación de poblaciones, seguidos por *A. zempoalaensis* y posiblemente por *A. altamirani*.

Legalmente, casi todas las especies de ajolote están protegidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) para la pro-



Figura 3. Ajolote adulto transformado.

tección de especies nativas de flora y fauna, aunque las condiciones en que se encuentran las diferentes especies requieren un esfuerzo mucho mayor para su recuperación.

La problemática existente sobre estos animales es bastante compleja, no obstante, ante esta situación conviene preguntarse cuáles podrían ser algunas acciones que se pudieran llevar al cabo para paliar o solucionar estos problemas.

1. Realizar una prospección general de la(s) población(es) de cada especie;
2. Detectar los problemas que las afectan (desecación del hábitat, contaminación, sobre captura, etc.) y definir su *estatus* de conservación de acuerdo con las leyes y normas vigentes.
3. Dar prioridad a aquellas especies con problemas realmente graves para iniciar un programa de restauración de sus poblaciones.

Los ajolotes son un legado de la naturaleza a nuestra sociedad y como se ha mencionado, un regalo de México al mundo, por lo que bien valdría la pena dedicarles un mayor esfuerzo del que les hemos brindado hasta el presente y de paso salvar de la extinción a varias de sus especies.



Bibliografía

- Albores, A. (1995). *Tules y Sirenas. El impacto ecológico y cultural de la industrialización del Alto Lerma*. Colegio Mexiquense, A. C.-Gobierno del Estado de México.
- Alzate, J. A.
 _____ (1790a). "Ajolotl", *Gaceta Literaria de México*. T. 2, Núm. 5: 41-42.
 _____ (1790b). "Conclusión de la antecedente", *Gaceta Literaria de México*. T. 2, Núm. 6: 43-44.
- Armstrong, J. B. y G. M. Malacinski (ed.) (1989). *Developmental Biology of the Axolotl*. Oxford University Press, New York, London.
- Brandon, R. A. (1989). "Natural History of the Axolotl and its Relationship to Other Ambystomatid Salamanders", en Armstrong, J. B. y G. M. Malacinski (Ed.). *Developmental Biology of the Axolotl*. Oxford University Press, New York.
- Casas, A. G. y X. Aguilar (1997). "La polémica sobre la declinación mundial de poblaciones de anfibios", *Ciencia Ergo Sum*. Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 4 (1): 97-102.
- Cuvier, G. L. (1811). "Recherches anatomiques sur les reptiles regardés encore comme douteux par les naturalistes; faites a la occasion de l'axolotl, rapporté par M. de Humboldt du Mexique", en Humboldt et Bonpland, *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée dans l'ocean atlantique, dans l'interieur du nouveau continent et dans la mer du sud pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803*. Vol I Paris, Schoell et Dufour. Pp. 93-126.
- Duméril, A. H. A.
 _____ (1866). "On the development of the axolotl (*Siredon mexicanus* vel *Huboldtii*)", *Ann. Mag Nat. Hist.*, 3 (17): 156-157.
 _____ (1870). "Quatrième notice sur la ménagerie des reptiles du Muséu d'Historie Naturelle",

- Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat.*, París, 5: 47-60.
- _____ (1872). "Notes complémentaires sur les axolotls", *Mem. Soc. Linn. N. France* 2 (1868-1871): 248-251.
- Dugés, A. A. D.
- _____ (1870). "Una nueva especie de ajolote de la Laguna de Pátzcuaro", *Naturaleza*, México, 1: 241-244.
- _____ (1896). "Amblystoma altamirani, A. Dug.", *Naturaleza*. México. (2) 2: 459-461.
- Duhon, S. T. (1997). "The Axolotl and its Native Habitat-Yesterday and Today", *Axolotl Newsletter*: (26): 14-17.
- Graue, V.; J. Sánchez; G. Castro; O. Cuamatzi; Y. Márquez y M. Marquez (1998). "Breeding the Axolotl in its Native Habitat", *Axolotl Newsletter*; (27): 4-6.
- Hernández, F. (1648). *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu plantarum animalium mineralium mexicanorum historia*. V. Mascardi, Roma.
- Herrera, A.L. (1899). "El ajolote sufre la metamorfosis general en la clase de los batracios, por aumento de nutrición y no por cambio de medio", *La Naturaleza* (2) 3: 367-376.
- Huacuz, E. D. C. (2001). *Estado de conservación del género Amblystoma en Michoacán, México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Humboldt, A. (1811). *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée dans l'ocean atlantique, dans l'interieur du nouveau continent et dans la mer du sud pendant les années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803*. Vol. I. Schoell et Dufour, Paris.
- Llamas, R. (1935). "La alimentación de los antiguos mexicanos", *An. Inst. Biol.* Universidad Nacional Autónoma de México, México, 6: 245-258.
- Maldonado-Koerdell, M. (1964). "Algunos problemas de sistemática y distribución de la familia *Ambystomidae* (Urodela, Amphibia) en la República Mexicana", *Mems. Rev. Acad. Nac. Cienc. "Antonio Alzate"*, 59: 379-388.
- Martín del Campo, R.
- _____ (1936). "Los batracios y los reptiles según los códices y relatos de los antiguos mexicanos", *An. Inst. Biol.* Universidad Nacional Autónoma de México, México, 7: 489-512.
- _____ (1946). "Xolotl y los gemelos monstruos", *An. Inst. Biol.* UNAM, México, 17(1): 343-345.
- _____ (1955). "Productos biológicos del Valle de México", *Rev. Mex. Estud. Antrop.*, México, 14 (1): 53-77.
- Nieremberg, J. E. (1635). *Historia Naturae Maxime Peregrinae*. Anwerp, B. Moreti. 4, 502.
- Rojas R. T. (1985). *La cosecha del agua en la Cuenca de México*. Cent. Invest. Est. Sup. Antrop. Soc., Mus. Nac. Cult. Pop. México. Cuadernos de la Casa Chata, Núm. 116: 1-112.
- Sahagún, B. De (1938). *Historia general de las cosas de Nueva España*. Robredo, México. 5 Vols.
- Shaw, G. (1798). *The Naturalist's Miscellany*. London. 9: 343-344.
- Serra, P.M. C. (1988). *Los recursos lacustres de la Cuenca de México durante el Formativo*. Coordinación General de Estudios de Postgrado, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. Colección Postgrado, No. 3. México, D. F.
- Smith, H. M. y R. B. Smith (1971). *Synopsis of the Herpetofauna of Mexico. Vol. I. Analysis of the Literature on the Mexican Axolotl*. Eric Lundberg, Augusta, West Virginia.
- Velasco, J. M.
- _____ (1879). "Descripción, metamorfosis y costumbres de una especie nueva del género *Siredon*", *Naturaleza*. México, 4: 209-233.
- _____ (1880). "Anotaciones y observaciones al trabajo del Sr. D. A. Weismann sobre la transformación del ajolote mexicano en *Amblystoma*", *Naturaleza*. México, 5: 58-54.
- Ximénez, F. (1615). "Quatro libros de la naturaleza", en Vda. de López D. (1888). (2ª Ed.). Imprenta Ministerio de Fomento, México.