



Horacio Mena González • Erika Servín Zamora

## Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*)

Manual básico para el cuidado en cautiverio  
del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*)

Horacio Mena González, Erika Servín Zamora

En la cubierta: *Ambystoma mexicanum*

Revisores: Luis Zambrano González; Ángel Merlo Galeazzi  
Diseño de portada: Claudia Mena González / Julio César Montero  
Diseño: D.G. Julio César Montero / D.G. Diana Martínez  
Fotografía de portada: Daniel Manzur Trujillo  
Laboratorio de Restauración Ecológica

Primera edición: 10 de febrero de 2014

D.R.©2014  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,  
C.P. 04510, México, Distrito Federal  
[www.unam.mx](http://www.unam.mx)  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA  
[www.ibiologia.unam.mx](http://www.ibiologia.unam.mx)

ISBN 978-607-02-5513-7

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la  
autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.  
Impreso y hecho en México

*Laboratorio de Restauración ecológica IB UNAM*



*Laboratorio de Restauración ecológica IB UNAM*

Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) es una publicación del Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se terminó el 10 de febrero de 2014. Es una publicación en medio electrónico e-book en formatos .EPUB, .MOBI, .PDF y .AZW. El diseño y cuidado de la edición estuvo a cargo de Horacio Mena.

Este libro se encuentra alojado en los servidores de la UNAM. Si has encontrado útil la información y quieres ayudarnos al rescate de esta emblemática especie, realiza un donativo, que será destinado a la producción de materiales como este que apoyan el rescate de Xochimilco y del axolote.



# INDICE

1. Prefacio .....	4
2. Introducción .....	6
2.1 El axolote en la mitología prehispánica .....	6
3. Diferencias entre axolote y renacuajo .....	8
4. Consideraciones antes de adquirir un axolote .....	11
5. Clasificación científica del axolote de Xochimilco .....	14
6. Anatomía básica del axolote .....	14
7. Mantenimiento en cautiverio .....	18
7.1 Características de los acuarios .....	18
7.2 Alimentación .....	18
7.3 Técnicas de marcaje para identificación .....	24
8. Enfermedades comunes en axolotes mantenidos en cautiverio .....	25
8.1 Enfermedades no infecciosas .....	25
8.2 Enfermedades infecciosas .....	26
9. Reproducción .....	31
10. Acciones para la conservación .....	35
11. Bibliografía .....	37

# 1. PREFACIO

El axolote (*Ambystoma mexicanum*) es un organismo que sólo habita en la Ciudad de México y que por su belleza, importancia en el ecosistema y trascendencia histórica bien podría ser considerado como emblema y motivo de orgullo. Este sonriente animalito con branquias que parecen un penacho ha sido distinguido a través del tiempo por pintores, escritores e investigadores, pero actualmente ha pasado de ser una deidad prehispánica que mantenía una simbiosis considerablemente productiva con el hombre a una mascota que muchos aficionados quisieran tener. Cabe señalar que en ocasiones suele llegar a manos de quienes desconocen qué tipo de animal es, pero se sienten atraídos por su magia y adquieren el compromiso responsable de conservarlo e investigar cómo mantenerlo adecuadamente.



A todas estas personas está dirigido el presente manual, que tiene como objetivo proporcionar la información necesaria para el conocimiento y mantenimiento del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) en cautiverio. Es importante señalar que actualmente, además del axolote de Xochimilco, otras especies de salamandras se encuentran amenazadas o en peligro de extinción; esta situación supone de manera prioritaria un conocimiento de la normatividad vigente en términos de posesión de algún ejemplar de esta especie como mascota. Asimismo, con la finalidad de proporcionar un trato adecuado y proveer de los elementos necesarios para el bienestar de esta especie en cautiverio, este manual presenta las recomendaciones esenciales a considerar, desde la identificación y la adquisición de un ejemplar, pasando por estrategias para su manejo, hasta las instalaciones y el equipo necesarios para lograr un confinamiento adecuado. También se dan sugerencias sobre cómo mantener la salud de los organismos y finalmente, a manera de conclusión y para un mayor entendimiento, se presentan las medidas que actualmente se están poniendo en práctica para la conservación de esta especie.

Esperamos que la información vertida en este manual sirva para que este animalito, dadas sus características, reciba la oportunidad de mejorar su calidad de vida en cautiverio.

HUBO UN TIEMPO EN  
QUE YO PENSABA MUCHO  
EN LOS AXOLOTL. IBA  
A VERLOS AL ACUARIO  
DEL JARDÍN DES PLANTES  
Y ME QUEDABA HORAS  
MIRÁNDOLOS OBSERVANDO  
SU INMOVILIDAD, SUS  
OSCUROS MOVIMIENTOS.  
AHORA SOY UN AXOLOTL.

**JULIO CORTAZAR**  
(FRAGMENTO DE AXOLOTL)



Escuela Preparatoria del Gobierno del D.F. Fray Bernardino de Sahagún

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 EL AXOLOTE EN LA MITOLOGÍA PREHISPÁNICA

El axolote aparece ligado a los más antiguos mitos mexicanos. Su nombre en nahúatl (**axólotl**) quiere decir “xólotl de agua” y se ha traducido como “juguete de agua”, “monstruo acuático”, “gemelo de agua” o “perro de agua”. Es evidente que hace referencia al dios Xólotl, una especie de Caín heroico de los nahuas que es el hermano gemelo de Quetzalcóatl o, para ser preciso, su doble. Mientras Quetzalcóatl es el “gemelo precioso”, Xólotl es monstruoso y deforme.

En la leyenda del quinto sol se indica que en la ciudad sagrada de Teotihuacán los aztecas creían que cuando Nanahuatzin y Tecuciztécatl se tiraron a la hoguera se convirtieron en el sol y la luna respectivamente; los dioses, al darse cuenta de que el sol y los astros seguían sin moverse, decidieron morir también, pero hubo uno, Xólotl, que se negó al sacrificio. Xólotl es un dios que le tiene miedo a la muerte y no la acepta. Por ello escapa del sacrificio mediante sus poderes de transformación.

Primero se convirtió en maíz, pero el verdugo lo encontró; se escapó nuevamente y se transformó en maguay, pero fue encontrado una vez más. Finalmente se transformó en axolote, forma en la que encontró la muerte.

#### ¿Por qué nosotros lo escribimos con “X”?

Actualmente es correcto escribir axolote en vez de axolote, pero en el caso de este manual lo estaremos escribiendo con x. Como todos sabemos en nuestro país, tenemos muchas palabras que vienen del náhuatl, algunas de las cuales son sustantivos comunes, como tomate, y otras son topónimos, como Xochimilco, e incluso el mismo nombre del México. Todas estas palabras están castellanizadas, lo cual quiere decir que no se escriben ni pronuncian de manera exactamente igual al náhuatl original. No obstante, en el proceso de castellanización se puede intentar preservar algunas letras que pueden ayudar a explicarnos de dónde vienen esas palabras. Así, escribimos México con x con el fin de mantener esa raíz cultural en el nombre, en lugar de escribir Méjico, como se hacía en la Nueva España. De la misma manera, para recordarnos que la palabra axolote viene del dios Xolotl y que por lo tanto está muy ligado a nuestra cultura y nuestras raíces, la escribimos con x, esperando que la práctica se vaya popularizando.



“Xolotl”  
Códice Borgia





### 3. DIFERENCIAS ENTRE AXOLOTE Y RENACUAJO

Es común que las personas expresen un conocimiento erróneo acerca de qué es y cómo es un axolote. Es frecuente escuchar comentarios como “Son animales que salen en los charcos de agua cuando llueve”, pero son los renacuajos, y no los axolotes, los que se ajustan a esta descripción; también se les ha confundido con peces o unas lagartijas. No obstante, en realidad se trata de una salamandra, que es un anfibio. El axolote, a diferencia de otras salamandras y anfibios como las ranas, no presenta metamorfosis; de hecho, alcanza la madurez sexual y puede reproducirse sin perder las características físicas y morfológicas de su estado larvario (esta característica se conoce como neotenia). Este anfibio “de la eterna juventud” permanece en un medio acuático toda su vida y es capaz de regenerar todas las partes de su cuerpo, incluido el sistema nervioso, situación que lo ha hecho muy atractivo para científicos de todo el mundo.



*Axolote (Ambystoma mexicanum),*  
Laboratorio de Restauración Ecológica IB-UNAM

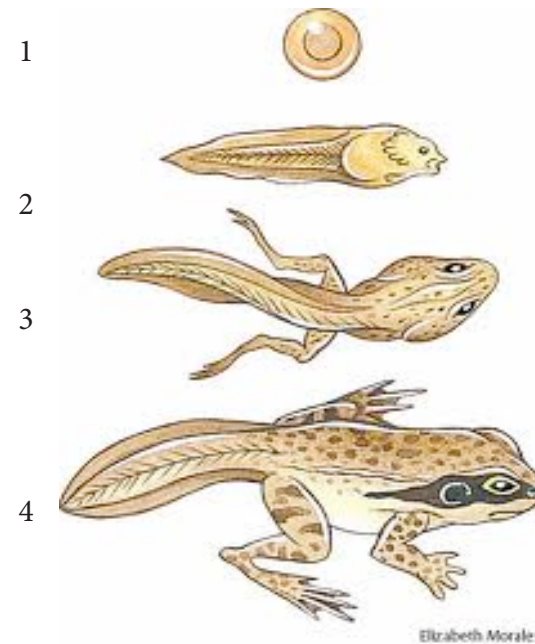
**“Se trata de una salamandra  
que es un anfibio...”**

# Renacuajo

Las ranas, o anuros (anfibios que no tienen cola), son comúnmente denominadas renacuajos en su etapa larvaria, durante la cual se distinguen por tener un cuerpo oval y una cola comprimida, así como branquias no visibles y una alimentación fundamentalmente herbívora.



Renacuajo



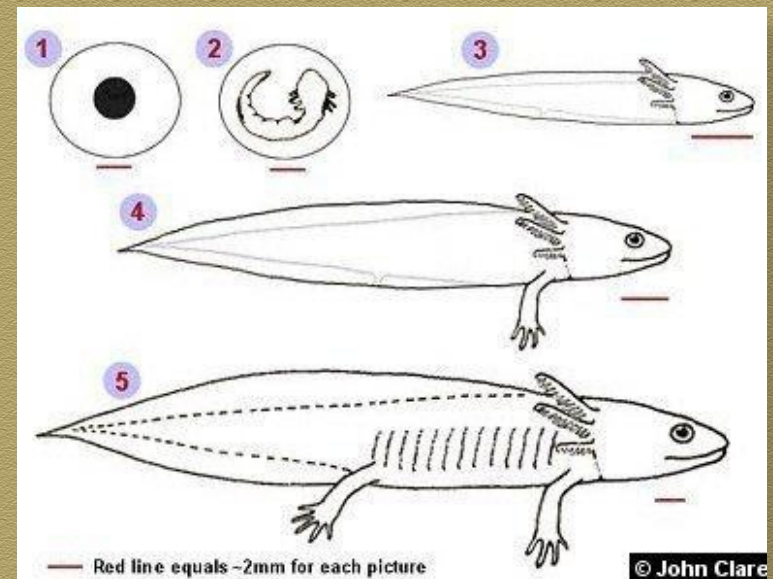
Metamorfosis de renacuajo a rana

# Axolotes

Los axolotes no son renacuajos, sino salamandras. Todas las salamandras se distinguen de las ranas por tener cola y por ello se les llaman urodelos (del griego oura, cola y delo, visible). Al salir del huevo, las salamandras desarrollan rápidamente sus patas y enseguida se parecen a los adultos; sus branquias son ramificadas, visibles en todo momento y las ostentan a ambos lados de la cabeza; además, suelen ser carnívoros como los adultos.



Desarrollo del axolote



# 4. CONSIDERACIONES ANTES DE ADQUIRIR UN AXOLOTE

## Legislación y Normatividad

En México la NOM-059 - SEMARNAT- 2010 identifica las especies de flora y fauna silvestres que se encuentran riesgo. En ella, el axolote (*Ambystoma mexicanum*) se encuentra ubicado como una “especie en peligro de extinción (P)”, mientras que la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ubica esta especie en la categoría de “peligro crítico (CR)”, que es cuando una especie enfrenta riesgo de extinción extremadamente elevado en la naturaleza. Con respecto a su comercio internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) ubica a esta especie en el “Apéndice II”, donde el intercambio internacional con fines comerciales está permitido pero de manera controlada. La normatividad antes descrita pone de manifiesto la obligación de evitar la adquisición de ejemplares de esta especie en el mercado negro, así como extraerlos de su hábitat natural.

“El axolote es una especie en peligro de extinción...”



## Adquiriendo un axolote

En caso de existir interés por adquirir un ejemplar, es aconsejable recurrir a criaderos establecidos y especializados en la reproducción en cautiverio de esta especie. Estos espacios son conocidos como UMAS (Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre) y cuentan con los permisos legales para vender estos organismos, pues han adquirido sus ejemplares de manera responsable y sustentable. Si queremos adquirir un organismo ayudando a la conservación de esta especie, ésta es la forma adecuada.

Algunos UMAS recomendadas son:

- Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
- Umbral Axochiatl Xochimilco
- CIBAC UAM Xochimilco



Es aconsejable adquirir axolotes  
en criaderos establecidos  
y especializados.



Axolote enfermo:  
piel granulosa, rugosa y ulcerada



Axolote enfermo:  
piel con zonas algodonosas blancas



Axolote enfermo:  
prolapso cloacal

Laboratorio de Restauración ecológica IB UNAM

Antes de adquirir un axolote te damos una serie de consejos para una buena selección. En primer lugar, la coloración y textura de su piel debe mostrar continuidad y puede ser negra, gris obscura o aperlada, atigrada en tonos verdosos o grises y en ocasiones blanca. No debe haber lesiones, costras, puntos o manchas algodonosas o sangrantes. Debe tener sus cuatro patas completas, con cuatro dedos en las patas delanteras y cinco dedos en las traseras. Su cola debe estar completa, bien desarrollada, implantada sobre la línea media hasta la altura de las vértebras cervicales de forma continua y terminar en punta de flecha. Igualmente, la cabeza no debe presentar lesiones en la piel; los ojos deben verse claramente sin la presencia de manchas blancas y la boca debe estar visiblemente delineada de manera similar a una sonrisa, sin la presencia de costras o lesiones. Las branquias pueden variar de tamaño, pero deben ser tres ramificaciones bien implantadas de ambos lados de la cabeza, limpias y sin la presencia de manchas algodonosas o costras. Si te es posible, toma un tiempo en observar su desplazamiento y posición, la cual no deberá ser boca arriba. También observa el contenedor y busca la presencia de heces, que deben ser oscuras y sólidas, parecidas a un frijol. Pregúntale al vendedor qué edad tiene el ejemplar de tu elección, cuál es su sexo, que está comiendo y con qué frecuencia.



Axolotes sanos  
Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM 2011



Laboratorio de Restauración ecológica IB UNAM

# 5. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL AXOLOTE DE XOCHIMILCO

*(Ambystoma mexicanum)*

El axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) es un anfibio del orden Urodelo, que pertenece a la familia Ambystomatidae, misma que agrupa a las salamandras. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

**Clase:** Anfibia

**Orden:** Caudata

**Sub-Orden:** Salamandroidea

**Familia:** *Ambystomatidae*

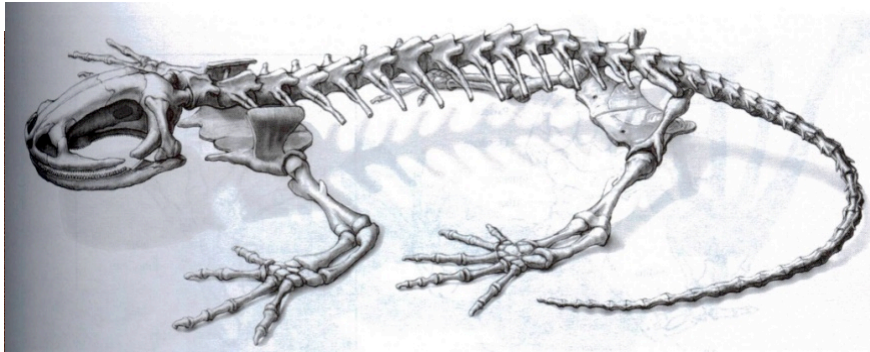
**Género:** *Ambystoma*

**Especie:** *mexicanum*

**Nombre común:** Axolote de Xochimilco



Fotografía: Carmen Loyola



Esqueleto de *Ambystoma*.

Tomado de Wright: Amphibian medicine and captive husbandry, 2001.

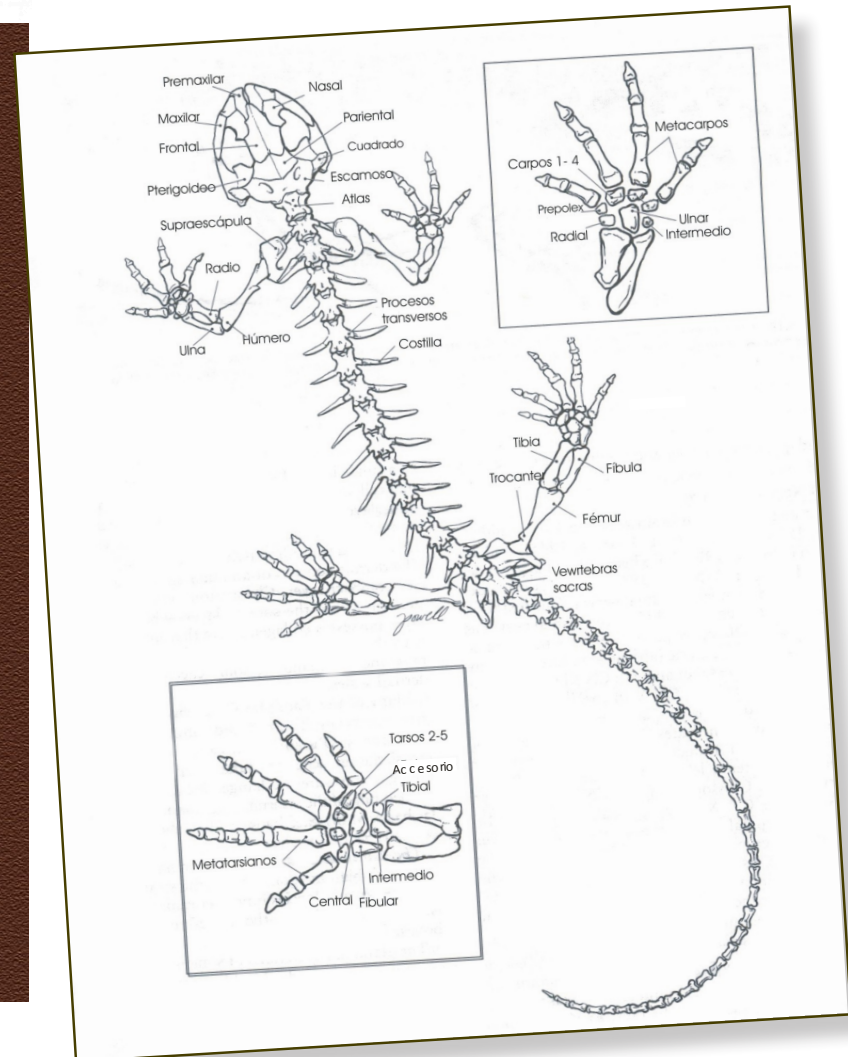
## 6. ANATOMIA BÁSICA DEL AXOLOTE

Los axolotes presentan esqueleto que al no estar completamente osificado difiere de la mayoría de los vertebrados. Este proceso es evidente en la zona de las branquias que están compuestas en su totalidad por cartilago.

El cráneo de los anfibios en general, presenta mayor número de estructuras cartilaginosa que óseas, y presenta conductos que comunican la cavidad nasal con la bucal, llamados coanas u orificio nasal interno.

Sistema óseo completo de *Ambystoma*. Tomado de Wright: Amphibian medicine and captive husbandry, 2001.

En la columna vertebral el número de vertebras presentes es de 50 aunque pueden variar Si consideramos que el número de vertebras de la región de la cola puede ir desde 30 hasta 35. La columna se puede diferenciar en cuatro partes: cervical, torácica, sacra y caudal. Otro aspecto interesante es que poseen costillas rudimentarias que se observan a lo largo de todo el cuerpo. Los axolotes poseen cuatro extremidades que se desarrollan a partir de la tercera semana de edad. Las dos extremidades anteriores poseen cuatro dedos mientras que las dos posteriores poseen cinco.





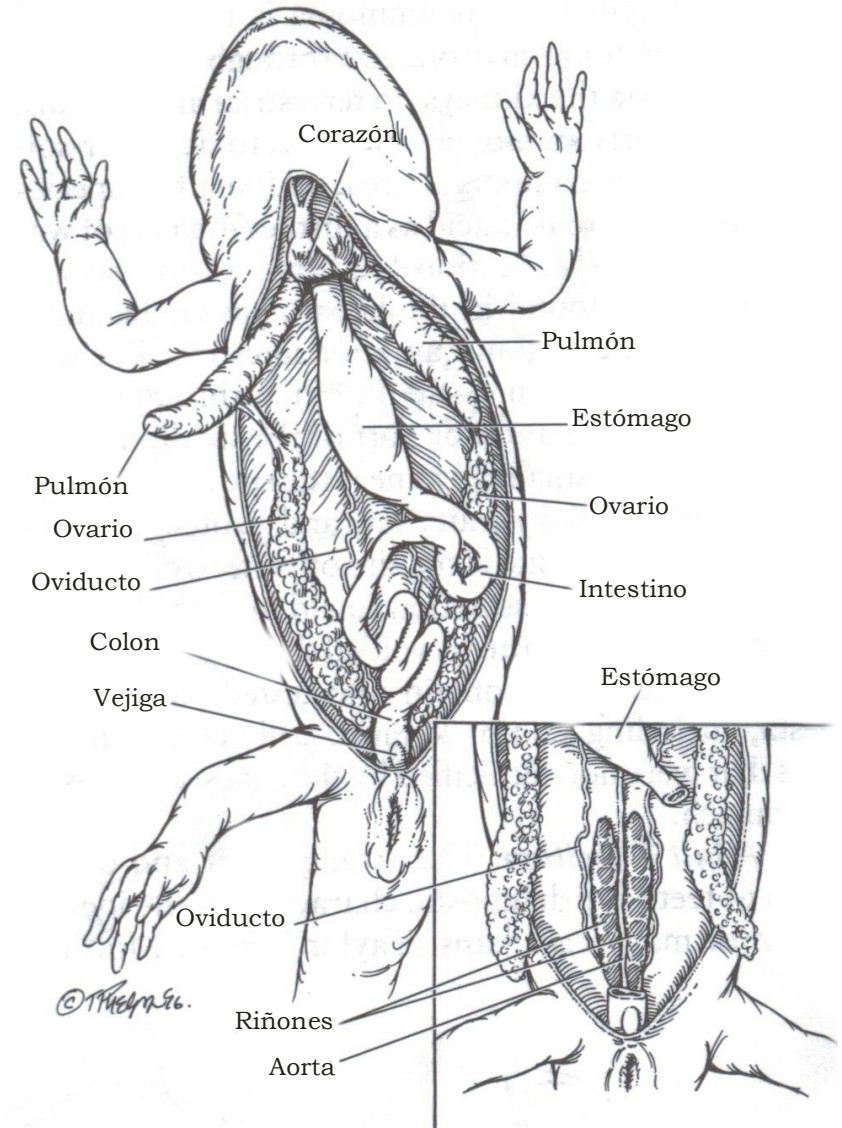
## Sistema digestivo

Todos los anfibios adultos son carnívoros estrictos y poseen un tracto gastrointestinal relativamente corto y simple. El alimento es ingerido a través de la boca, de hecho, la boca es la responsable del nombre científico de *Ambystoma* ya que significa *Amblyx* = copa, taza y *stoma* = boca.

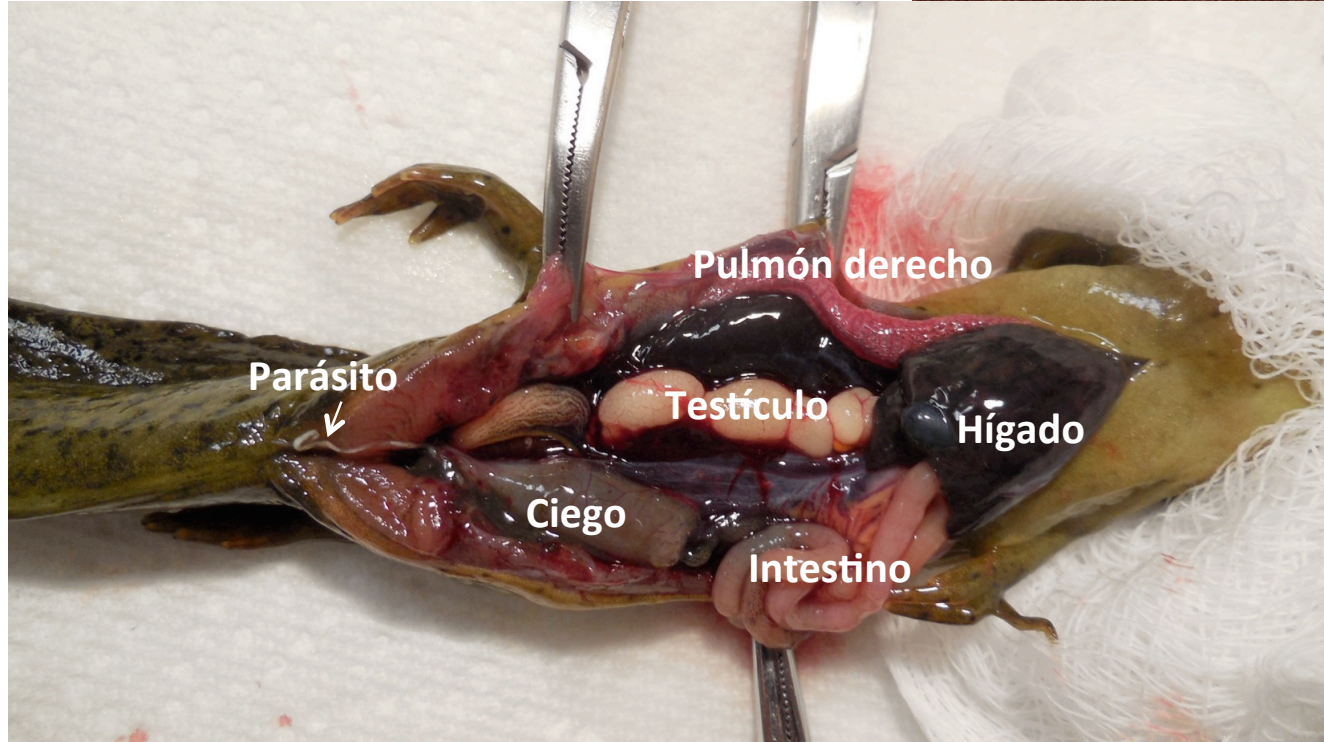
Los ajolotes no mastican el alimento, sin embargo, poseen unas estructuras aserradas cartilaginosas en el paladar inferior y superior que funcionan como dientes que ayudan a la sujeción de las presas.

La cavidad oral está separada del esófago por un fuerte esfínter, que podría compararse con la glotis. La faringe, en este tipo de especies, adquiere mayor importancia en la respiración que en el proceso digestivo. El proceso digestivo inicia en el esófago que secreta un tipo de moco con diversas enzimas digestivas como el pepsinogeno, al tanto que las líneas de cilios presentes transportan la ingesta a través del esófago hacia el estómago donde la digestión continuará. El estómago, de tipo glandular y en forma de “j”, presenta tres zonas bien delimitadas: el cardias, el fondo y el píloro. El estómago está separado del intestino por el esfínter pilórico, el vaciamiento gástrico hacia el intestino es controlado por el duodeno. Las secciones del intestino no son fácilmente diferenciables como en otros vertebrados. La parte anterior corresponde al intestino delgado, y la posterior al intestino grueso. Por ser el axolote un organismo carnívoro, la longitud del intestino es corta.

**“Todos los anfibios adultos son carnívoros estrictos y poseen un tracto gastrointestinal relativamente corto y simple...”**



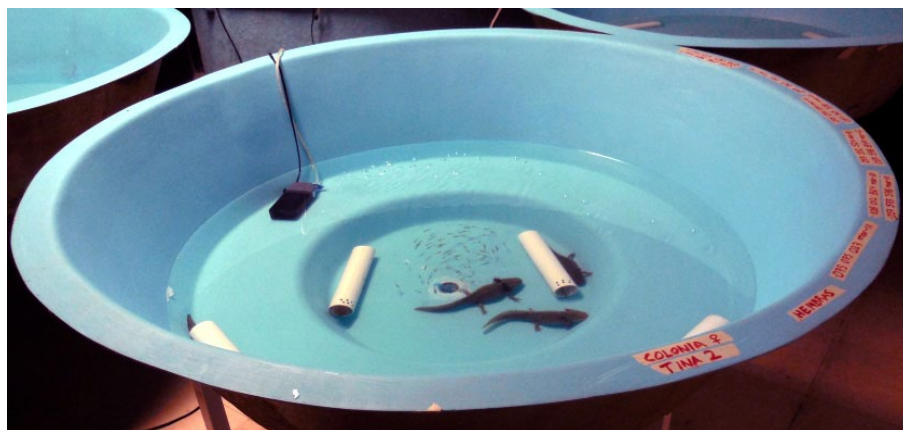
Anatomía de *Ambystoma*: Tomado de Wright:  
*Amphibian medicine and captive husbandry*, 2001.



Axolote macho, obsérvese la coloración normal del hígado, pulmones, testículo, intestino y ciego, también la presencia de un nematodo (parásito) en la cavidad celómica.

Varios órganos anexos auxilian al tubo digestivo en sus funciones entre los que se encuentran el hígado y el páncreas. El hígado, que es de mayor tamaño, funciona como almacén de grasas y proteínas además de elaborar los líquidos biliares que se vierten en la porción inicial del intestino delgado como auxiliares de la digestión de las grasas. En anfibios acuáticos, el hígado tiene una participación mínima en el procesamiento de nitrógeno, el cual se libera en forma de amonio a través

de la piel y por la vía excretora de los riñones. Por otra parte el páncreas, que se encuentra entre el estómago y el intestino anterior, produce las enzimas pancreáticas que intervienen en la digestión. Tanto los líquidos biliares como las enzimas pancreáticas entran al intestino a través de ductos que drenan a la parte anterior del intestino delgado donde la absorción de nutrientes es llevada a cabo.



## 7. MANTENIMIENTO EN CAUTIVERIO

El fundamento del mantenimiento en cautiverio de las especies silvestres como el axolote de Xochimilco consiste en proveer un alojamiento con características similares a las que se presentan en su hábitat natural. Esta condición promueve un desarrollo y estado de salud adecuados, que se verán reflejados en el bienestar del organismo.

El axolote habita en aguas lénticas (esto es, con poca o nula corriente de agua), a una temperatura que va de los 10 a los 18 °C y con poca iluminación. Utiliza refugios como plantas acuáticas y diferentes tipos de sustratos, pues gusta de enterrarse en el fondo cuando se siente amenazado.

### 7.1 Características de los acuarios

Para mantener un axolote en cautiverio se pueden acondicionar acuarios, tinas o estanques con diferentes capacidades. Lo importante es considerar que el tamaño y etapa de desarrollo en que se encuentren los organismos que alojemos juntos sea similar y les permita un desplazamiento libre. Es posible alojar a las crías en grandes grupos, mientras que los adultos pueden estar separados o en grupos pequeños. Un acuario de 40 litros es adecuado para uno o dos axolotes adultos.

La calidad del agua es el factor más importante a considerar, ya que si ésta no es adecuada, los axolotes serán susceptibles a enfermar.

Los parámetros físico-químicos que pueden ayudarnos a evaluar la calidad del agua son pH, nitritos, nitratos, amonía, oxígeno disuelto, concentración de cloro, dureza y temperatura. Esto se puede realizar de manera práctica y sencilla con el apoyo de kits comerciales.

Los parámetros físico-químicos ideales para el mantenimiento del axolote de Xochimilco en cautiverio son los siguientes:

PARÁMETRO	VALOR IDEAL
pH	6.5 – 8
Cloro	0 mg/l
Dureza general (GH)	6 – 16 °dh
Dureza carbono (KH)	3-10 °dh
Nitritos (NO <sub>2</sub> -)	> 3 mg/l
Amonia	0% ó 0 mg/l
Densidad	1.000
Concentración CO <sub>2</sub>	< 5 mg/l
O <sub>2</sub> disuelto	>80% de saturación
Temperatura	10 - 18° C

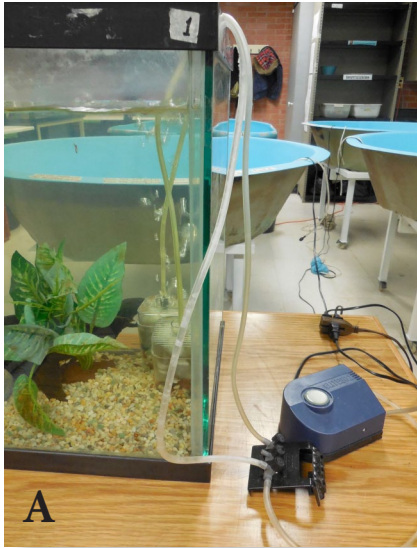
“El axolote habita en aguas con poca o nula corriente de agua...”

Para un mejor control de la calidad de agua se sugiere llevar el registro periódico de estos parámetros en nuestros acuarios, pues de esta manera mantendremos saludables a los animales.

El agua potable del grifo puede ser adecuada para nuestro acuario, siempre y cuando cumpla con los parámetros anteriormente descritos. El único inconveniente es su alto contenido de cloro, el cual varía de una zona habitacional a otra. Para eliminar el contenido de cloro podemos utilizar productos químicos llamados anti-cloro diseñados para este fin, los cuales se consiguen con facilidad en acuarios y tiendas para mascotas (solamente hay que seguir las recomendaciones descritas en la etiqueta del producto). Otra manera para eliminar el cloro es poner nuestra agua con aeración constante por 24 horas, o bien exponerla al sol y a la intemperie por el mismo tiempo.

El agua embotellada no es recomendable por su bajo contenido de minerales. Existe en la literatura sobre este tema una fórmula para preparar el agua con las características fisicoquímicas ideales. Esta solución se ha utilizado sobre todo en laboratorios y se llama solución Holtfreter. Se prepara de la siguiente manera: NaCl: 3.46 gr, KCl: 0.05 gr, CaCl<sub>2</sub>: 0.1 gr., NaHCO<sub>3</sub>: 0.2 gr (buffer) en un litro de agua destilada a un pH: ajustado a 7.4.

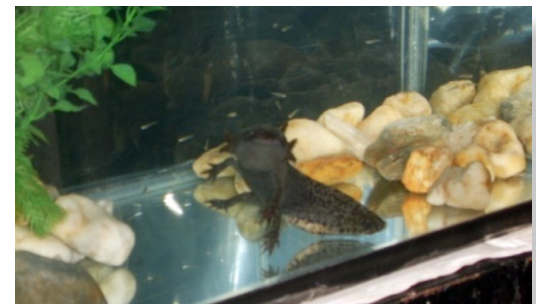
Para mantener la calidad de agua se pueden utilizar diferentes métodos de filtrado, similares a los utilizados para el mantenimiento de peces. Los filtros pueden ser mecánicos, químicos o biológicos, y generalmente se escogen de acuerdo a las instalaciones con las que se cuenta. Los filtros ideales para esta especie en particular son aquellos que no crean una fuerte corriente de agua. La colocación de una bomba de aire no es tan importante como en los acuarios para peces, ya que los axolotes pueden respirar y aprovechar el oxígeno que está disuelto en el agua. Esto lo logran a través de sus branquias y piel, además de la respiración pulmonar, que les permite aprovechar el oxígeno ambiental. En caso de alimentar a nuestros organismos con alimento vivo, como peces, entonces debemos considerar el uso de bombas de aire en los contenedores.



A. Bomba de aire ELITE 802 con regulador de aire manguera y filtro de esquina.  
 B. Filtro BOYU SP-603E. C. Filtro de esquina. Laboratorio de Restauración Ecológica IB-UNAM 2013

Para la ambientación de los albergues podemos utilizar sustratos como grava y rocas; también se pueden colocar plantas acuáticas y escondites, ya sean naturales o artificiales, usando por ejemplo rocas huecas o tubos de PVC.

Siempre se debe tomar en cuenta que al recrear un ambiente en un albergue, independientemente de la dimensiones del mismo, se está trabajando con un sistema dinámico, en el que se llevan a cabo ciclos biológicos, como el ciclo del nitrógeno, particularmente importante en anfibios acuáticos. Los compuestos nitrogenados surgen como resultado de la biodegradación que realizan las bacterias nitrificantes en la materia orgánica. Esta materia está formada por excremento de peces, restos de comida, plantas y peces muertos. Aunque este proceso disminuye la toxicidad de la materia orgánica, debemos recordar que los anfibios son sumamente sensibles a los desequilibrios que se presentan en su sistema. Por ello es aconsejable realizar dos cambios parciales de agua por uno total a intervalos de 15 a 20 días. Este último deberá incluir la limpieza y desinfección del contenedor y el equipo utilizado como filtro (grava, plantas artificiales etc.). La recomendación anterior se sugiere para una pecera de 40 l con filtro sencillo, grava, no más de 2 axolotes adultos y rutinas de alimentación de 1 a 2 veces por semana en cantidades adecuadas.



Albergues para axolotes. Laboratorio de Restauración Ecológica IB-UNAM 2012

## 7.2 Alimentación

Los axolotes son carnívoros estrictos, pero la dieta varía según la etapa de desarrollo.

### Crías recién eclosionadas:

Durante los primeros días de vida se alimentan del saco vitelino y en vida libre también de algunas microalgas. Existe en el mercado un producto comercial llamado MICRON®, de la marca Sera, que se basa en alga espirulina y está indicada para alevines en general.

### Crías:

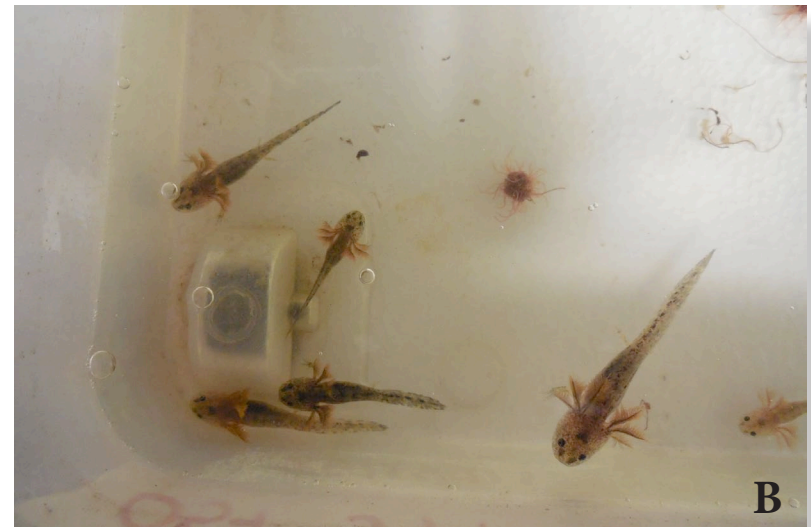
Se sugiere alimentarlas a partir de los 11 días de eclosionadas con pequeñas presas vivas, como los nauplios de artemia salina, pequeñas larvas de insectos de aproximadamente 3 mm de largo, y tubifex; este último debe administrarse perfectamente desinfectado con una gota de acriflavina, una de azul de metileno, una de sulfato de cobre y una de permanganato de potasio (después de 1 hora se debe enjuagar perfectamente y queda listo para el consumo).

### Juveniles:

A partir de los 5 cm de talla se les puede ofrecer artemia salina, alevines, tubifex, pellets pequeños, lombriz de tierra y pequeños trozos de carne.

### Adultos:

La dieta puede ser muy variada y consistir en peces pequeños (como charales y alevines), acociles, tubifex, lombrices de tierra, tenebrios, pequeños trozos de carne de res o pollo, grillos, pellets comerciales, entre otros.



A y B Crías alimentadas con tubifex,  
Laboratorio de Restauración Ecológica IB-UNAM 2013

Cuando damos alimento vivo debemos estar seguros de su calidad. Aunque lo ideal sería criarlo nosotros mismos, muchas veces esto no es factible y en tal caso se aconseja adquirirlo en un lugar de confianza. Si tenemos duda de su calidad, podemos dejarlo en un contenedor con agua adicionada con unas gotas de acriflavina con azul de metileno por espacio de seis horas. Posteriormente enjuagamos perfectamente el alimento, retiramos los charales o tubifex muertos y proporcionamos el alimento vivo y limpio a nuestros axolotes.

Hasta el momento no se tienen determinados con exactitud los requerimientos nutricionales para la mayoría de especies de anfibios. Sin embargo, la experiencia y la literatura recomiendan ofrecer una dieta variada, principalmente a base de presas completas, para evitar deficiencias de nutrientes.

La frecuencia de alimentación depende de la etapa de desarrollo. En los primeros días de vida se puede ofrecer alimento una vez al día. Ya que el alimento es muy pequeño, se aconseja ofrecerlo con la ayuda de una red de malla fina. Es importante no mover demasiado el agua del contenedor, pues las crías son muy sensibles a enfermarse por estrés. El alimento que no sea consumido debe cambiarse diariamente.

Con respecto a los adultos, éstos pueden ser alimentados cada tercer día variando el alimento. En algunos casos se puede ofrecer una cantidad que dure dos o tres días y después se retire por dos días. Si se decide alimentar diariamente, se sugiere ofrecer una cantidad moderada. El exceso de alimento, como en todas las especies, repercute en la salud del organismo.

“Hasta el momento no se tienen determinados los requerimientos nutricionales de la mayoría de los anfibios...”

## 7.3 Técnicas de marcaje para identificación

Si la población de organismos es grande, podemos emplear alguna técnica de marcaje para identificación. Estas técnicas pueden ser invasivas o no invasivas. En nuestra experiencia, hemos obtenido buenos resultados colocando microchips intramusculares en el tercio anterior sobre la región de la escápula a 5 mm de la columna vertebral. También mantenemos a los animales en contenedores individuales con alguna identificación en el mismo.



Los registros pueden ser individuales o grupales y pueden incluir árbol genealógico de la población, bitácora de manejo, calidad de agua, bitácora de alimentación, registros reproductivos, patologías presentadas y tratamiento (historia clínica). Toda esta información será de gran utilidad para el manejo de la población y la correcta toma de decisiones, así como la generación de datos que enriquezcan el conocimiento sobre estas especies en cautiverio.

A. Implantación intramuscular de chips de identificación.

B. Aplicación de sutura en el sitio de implantación Zoológico de Chapultepec.

C. Sutura simple en el sitio de implantación

D. Sutura terminada que se retira a los 10 días. Laboratorio de Restauración Ecológica IB - UNAM



## 8. ENFERMEDADES COMUNES EN AXOLOTES MANTENIDOS EN CAUTIVERIO



Al igual que todos los animales, los axolotes sufren diferentes enfermedades, las cuales pueden ser provocadas por factores diversos que no involucran necesariamente a ciertos parásitos como detonantes de la enfermedad. Tal es el caso del mal manejo, del mal estado del agua, de la mala alimentación, de la mala calidad del alimento, de las malas instalaciones y del estrés. Normalmente, las enfermedades dermatológicas, digestivas o respiratorias son las que se identifican con más facilidad y posiblemente sean las de mayor incidencia. En muchas ocasiones son identificadas cuando la signología es sumamente evidente y ya no hay mucho por hacer. Por ello, el gran reto ha sido identificar cuáles son los primeros signos de enfermedad y sobre todo qué podemos hacer para ayudar a nuestros organismos.

De manera general, un animal enfermo mostrará cambios en su comportamiento, nado anormal, arqueamiento de la cola (en forma de gancho), presencia de masas en la piel, cambio de color, muda retenida, falta de apetito o falta de consistencia en las heces (polvo) con una coloración blanca a gris. Ante la presencia de cualquiera de estos signos se sugiere contar con la supervisión de un veterinario.

## 8.1 Enfermedades no infecciosas

Entre las enfermedades no infecciosas podemos encontrar irritación de la piel, traumatismos causados por objetos o hacinamiento, ingestión de cuerpos extraños, flotación anormal por efecto de la temperatura, neoplasias y malformaciones.

La mala calidad del agua provoca un aumento en la secreción de moco, pérdida de tejido dérmico, mudas retenidas o excesivas, pérdida de branquias, exoftalmia (ojos saltones), hemorragias internas, crecimiento lento y reducido, inmunosupresión, septicemia y muerte.

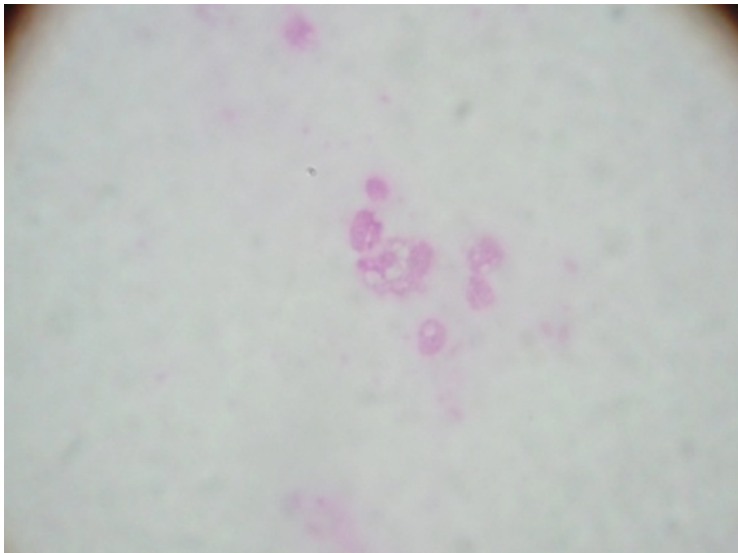
La dieta inadecuada puede provocar hipovitaminosis A con la presencia de enfermedades respiratorias e hiperparatiroidismo nutricional secundario por deficiencia de vitamina D3. El desbalance en vitaminas ADE y la deficiencia o exceso de calcio son las causas de enfermedad. La lipidosis corneal se puede presentar por exceso de colesterol y calorías en la dieta; es común en animales obesos.



Muda de piel causada por un pH de 5. Zoológico de Chapultepec, 2003

## 8.2 Enfermedades infecciosas

Las enfermedades infecciosas pueden ser de origen parasitario, bacteriano, micótico o viral. Dentro de las enfermedades parasitarias son más comunes los protozoarios, como *Opalina* spp. *Costia necatrix*, *Balantidium* spp. *Proteromonas* pp, *Hennyguya* spp. y *Protopalina* spp.



*Costia necatrix*, citología de piel, teñido con papanicolao. Zoológico de Chapultepec, 2004



Lesiones en axolote por *Costia necatrix*.  
Zoológico de Chapultepec, 2004.

*Opalina* spp. Zoológico de Chapultepec. Teñido con MIF a 40X



Los nematodos normalmente pueden ser encontrados en el intestino de axolotes que tienen acceso a copépodos como alimento y también en pulmones, donde *Rhabdias* puede causar neumonía. El tratamiento se realiza con metronidazol 50mg/lt de agua en baños de 24 horas tres veces por semana.



Nematodos intestinales y copépodo.  
UMA Umbral Axochiatl 2010



Dentro de los ectoparásitos más comunes encontramos *Lerneae* spp. Es un crustáceo copépodo, común en peces. Se observa como un gusano en forma de ancla adherido a la piel del animal y puede tener hasta 22 mm de longitud. Su cabeza tiene forma de ancla, que penetra la piel para establecer una fijación fuerte y lesiva. El parásito se alimenta de los tejidos del hospedador, provoca inflamación, letargia y pérdida de condición corporal. Predispone, además, a infecciones secundarias. El tratamiento consiste en el retiro manual con ayuda de pinzas previa aplicación de azul de metileno sobre el parásito. Es importante retirar el parásito completo.



*Lerneae* spp. Zoológico  
de Chapultepec, 2006

*Saprolegnia* spp. es una de las enfermedades micóticas más comunes. Es un Oomyceto, patógeno oportunista muy común en ambientes acuáticos. Se caracteriza porque se observa un crecimiento algodonoso sobre la piel y las branquias de los animales afectados, el cual provoca letargia, anorexia, estrés respiratorio, pérdida de peso e inclusive mortalidad. El tratamiento se lleva a cabo con la aplicación de itraconazol en baños de 0.01% en una solución salina del 0.6%.



Fotografía: Carmen Loyola.  
*Saprolegnia* spp.

Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM

La quitridiomycosis es otra enfermedad causada por *Batrachochytridium dendrobatidis*, un hongo de presencia frecuente. Produce una dermatitis de alta mortalidad y es el agente causal relacionado con la drástica disminución de poblaciones en vida libre y con la extinción de varias especies. Algunos animales mueren sin presentar signología previa. En otros se observan pequeños gránulos, decoloración, ulceración y hemorragia de la piel cuando el animal está muy afectado.

Las medidas preventivas son muy importantes, ya que es altamente contagioso.

El tratamiento se lleva a cabo con la aplicación de itraconazol en baños de 0.01% en una solución salina del 0.6%.



Quitridiomycosis. UMA Umbral Axochiatl 2010

Las enfermedades bacterianas en axolotes son provocadas principalmente por *Aeromonas hydrophila* (que provoca problemas de tipo respiratorio), *Pseudomonas fluorescens* (común en enfermedades cutáneas) y *Escherichia coli* (frecuente en enfermedades digestivas y cutáneas). El tratamiento se realiza con Kanamicina a dosis de 10 mg/kg IM cada 72 horas o en baños de 15 minutos diarios por 3 a 5 días.



Neumonía causada por *Aeromonas* spp.  
Zoológico de Chapultepec 2008.

Actualmente las enfermedades virales son las más difíciles de diagnosticar en anfibios. Se conocen básicamente los iridovirus, los ranavirus y el tumor de luke por herpesvirus. El iridovirus y el ranavirus causan signos muy similares a enfermedades bacterianas y fúngicas (normalmente asociados) que provocan dermatocepticemia.

## 9. REPRODUCCIÓN

En esta especie la madurez sexual se alcanza aproximadamente al año de edad. A partir de este momento tal vez podamos observar las diferencias entre machos y hembras. En los machos se presenta un incremento en el tamaño de las glándulas cloacales, el cual es perceptible a simple vista. Si se tiene un solo individuo, puede ser complicado el conocer su sexo, ya que no tenemos un parámetro de comparación, pero de forma general las siguientes características pueden ayudarnos a diferenciar machos de hembras:

- 1) En la zona de la cloaca se observan los márgenes más inflamados en el caso de los machos, pero parece ser que el tamaño de las glándulas cloacales podría variar de acuerdo a los estímulos externos que recibe el animal, como la época del año, la temperatura, la presencia de una hembra y la jerarquía.
- 2) Los machos son delgados, correosos y de cola más larga, pero esto puede variar de acuerdo a la complexión corporal del individuo, sus características individuales y la alimentación que tuvo durante las diferentes etapas de su desarrollo.

Durante el cortejo el macho realiza un ritual para atraer a la hembra, al final del cual secreta por la cloaca un pequeño saco de aspecto gelatinoso a grumoso que contiene los espermatozoides y que es conocido como espermatóforo. Este espermatóforo es absorbido por la cloaca de la hembra para fertilizar los huevos. Por lo general la ovoposición consta de 100 a 600 huevos por puesta, dependiendo de la edad de la hembra. El tiempo de incubación de los huevos dependerá de la temperatura ambiental, pero normalmente puede oscilar entre los 12 y los 18 días.



La hembra no presenta desarrollo de glándulas cloacales.

Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM 2010.

El macho presenta desarrollo de glándulas cloacales.





Puesta de huevos.

Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM 2012

Fotografía: Carmen Loyola.

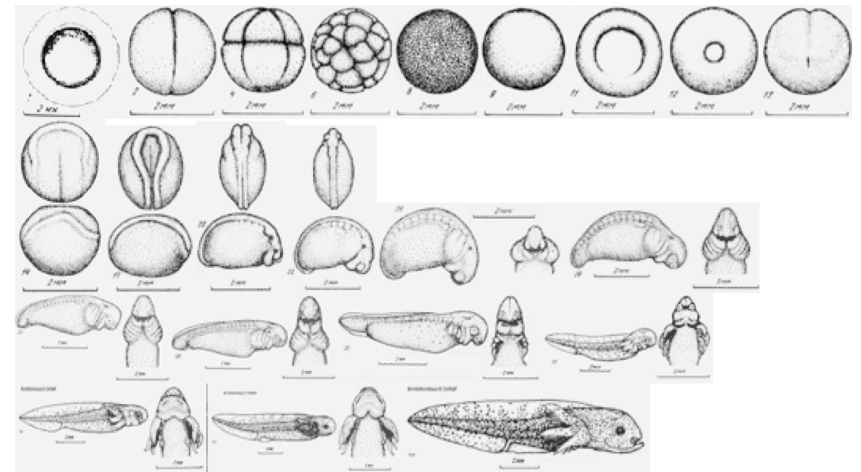
Puesta de huevos Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM



Durante la incubación es importante mantener una buena calidad de agua que cubra todos los parámetros físico-químicos recomendados.

De igual modo, es importante la aireación del agua para incrementar la concentración de oxígeno disuelto. El tipo de sustrato (como grava u otros) también es importante, pues en ocasiones puede ser fuente de contaminación. Por ello, para el mantenimiento de los huevos se sugiere no utilizar sustrato.

El huevo consta de 3 capas y es permeable, lo que lo hace sensible a las sustancias tóxicas disueltas en el agua. En ocasiones los embriones mueren y si no se retiran del contenedor pueden ser fuente de infección para los demás embriones.



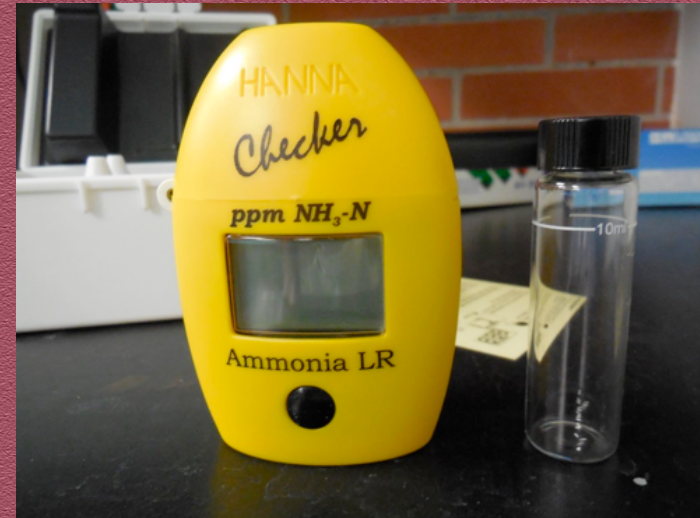
Resumen del desarrollo larvario del axolote  
(Armstrong y Malacinsky 1989)

Una vez eclosionadas las crías, se recomienda mantener lo mejor posible la calidad de agua, ya que son muy susceptibles a enfermar por condiciones inadecuadas en su medio ambiente y cualquier contaminante podría ser mortal.

Para disminuir la mortalidad en estas etapas es conveniente verificar de manera permanente la calidad de agua, prestar atención a la correcta alimentación, mantener los organismos en contenedores adecuados, separarlos de acuerdo al tamaño y evitar las altas densidades de población para evitar el canibalismo.



Crías de 7 semanas de edad.  
Laboratorio de Restauración Ecológica IB UNAM 2012



Medidor de amonia marca HANNA HI 700



Medidor de pH y temperatura marca HANNA HI 98130



# 10. ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL AXOLOTE DE XOCHIMILCO

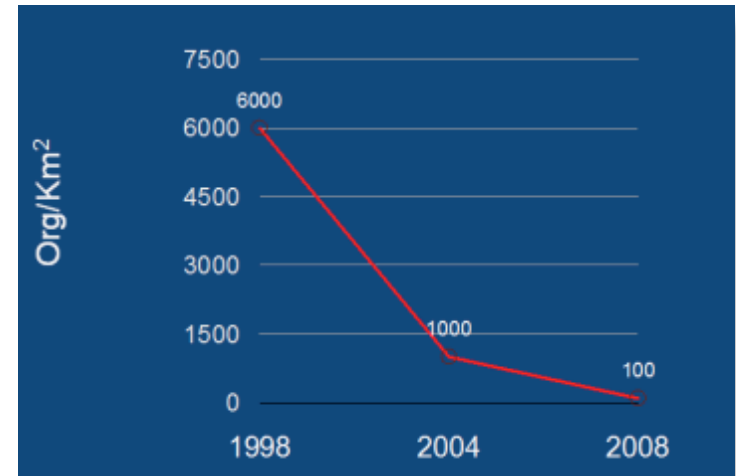
Actualmente las acciones para la conservación de esta especie se están centrando en mejorar las condiciones del Lago de Xochimilco a través de la educación para la conservación, ecoturismo, restauración del hábitat, control de especies introducidas de peces (como carpas y tilapias) y estrategias alternas para la conservación de axolotes in situ como la generación de refugios. Los proyectos que actualmente se desarrollan integran los cuatro grandes sectores para la conservación: político, social, económico y científico.

La reintroducción de axolotes que han sido criados en cautiverio no se recomienda hasta que las amenazas (como crecimiento urbano, ganadería, uso de agroquímicos, fragmentación del hábitat, control de especies introducidas, posibles enfermedades, riesgos genéticos, entre otras) puedan ser mitigadas o evaluadas dependiendo del caso.

Reforestación de chinampas



Refugios para axolotes dentro de las chinampas



Disminución de la población de axolotes por km<sup>2</sup> de 1998 a 2008

Es claro que la liberación de axolotes en los canales de Xochimilco u otros cuerpos de agua no es una opción sana para el animal ni para el ecosistema. En tal caso, si la intención en algún momento es deshacerse del organismo, lo adecuado sería regalarlo. Es importante recordar que el promedio de vida de un axolote en cautiverio es de 8 a 10 años.

“La liberación de axolotes en los canales de Xochimilco u otros cuerpos de agua no es una opción sana para el animal ni para el ecosistema...”

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez V. J., Anatomía comparada básica. Edit. Trillas, México, 1979.

Amstrong, J.B. Duhon, S.T. y Malacinsky G.M. 1989. “Raising the axolotl in captivity”. En: Amstrong, J. y Malacinski G. (eds). *Developmental Biology of the axolotl*. New York. Oxford University press. 201-219 p.

Duhon, S. 1987. “The I.U. Axolotl Colony’s. Short Guide to the Care An Feeding of Axolotls”. An overview of the methods used at the Indiana University Axolotl Colony. En: A report of the subcommittee on amphibian standards, Institute of laboratory Animal Resources, National Research Council. Washington, D.C. 15-18 p.

Bartra, R. 2011. *Axolotiada. Vida y mito de un anfibio mexicano*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Fondo de Cultura Económica y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 415 P.

Servin, E. 2011. “Manual para el mantenimiento en cautiverio y medicina veterinaria aplicada al axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) en el Zoológico de Chapultepec. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 199 p.

Shafer, Bradley. Natural history, ecology and evolution of the mexican “axolotls”. En: axolotl newsletter, 1989, Vol.18 spring 1989. California, EUA 5-11.

Wright, M. y Whitaker, B. 2001. *Amphibian medicine and captive husbandry*. Krieger publishing company, Malabar, 555 p.