

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

EL AJOLOTE: ETNOZOOLOGÍA Y DATOS DE
ESTRUCTURA POBLACIONAL EN *Ambystoma*
granulosum Y *A. rivulare* DEL ESTADO DE MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MARÍA FERNANDA CRUZ MOSQUEDA

Directora de tesis:

Dra. Sandra Fabiola Arias Balderas

Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2020





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

RESÚMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	7
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
ÁREA DE ESTUDIO	13
ESPECIE DE ESTUDIO	19
DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA AMBYSTOMATIDAE	19
DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES	20
ESTADO DE CONSERVACIÓN	26
DISTRIBUCIÓN	27
MATERIALES Y MÉTODOS	30
TRABAJO EN CAMPO, COLECTA DE DATOS	30
TRABAJO EN LABORATORIO	33
REGISTRO ETNOZOOLOGÍCO	33
ESTRUCTURA POBLACIONAL DADA POR ANÁLISIS MORFOMÉTRICO.....	35
RESULTADOS	36
ETNOZOOLOGÍA	36
ESTRUCTURA POBLACIONAL DADA POR ANÁLISIS MORFOMÉTRICO	46
DISCUSIÓN	57
ETNOZOOLOGÍA	57
ESTRUCTURA POBLACIONAL DADA POR ANÁLISIS MORFOMÉTRICO	64
CONCLUSIONES	67
REFERENCIAS	69
ANEXOS	83
ANEXO 1	84
ANEXO 2	85

RESÚMEN

La etnozoología es una herramienta que ha cobrado importancia en los últimos años en la conservación de la fauna silvestre, pues esta permite conocer y entender la relación que existe entre seres humanos y sus interacciones.

El ajolote de Toluca (*Ambystoma granulosum*) y el ajolote arroyero (*Ambystoma rivulare*), habitan cuerpos de agua del municipio de Amanalco en el Estado de México. Existen pocos estudios sobre la ecología y etnozoología de estas especies, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el conocimiento etnozoológico y la estructura poblacional de *A. granulosum* y *A. rivulare* en esta localidad.

Para la obtención de la información sobre etnozoología se realizaron 30 entrevistas. Se aplicó un análisis de uso tomando en cuenta el modelo de Cotton (1996). Usando google earth se calculó la distancia entre los cuerpos de agua y los poblados más cercanos. Se revisaron datos poblacionales de ajolotes que habitan en el municipio de Amanalco y que coincidían a los mencionados por la gente de la localidad en el PROCER “Conservación de Ajolote en las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” de la CONANP, el cual se otorgó mediante la Ley de transparencia y acceso a la información pública del estado de México y municipios (Anexo 3). Con ayuda del programa SigmaPlot 11.0 se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para analizar la relación entre las medidas morfométricas y los estadios contra los sitios de cada especie y se aplicó el método de Holm-Sidak.

La mayoría de las personas tienen conocimiento sobre los ajolotes y han detectado su presencia en la localidad. *A. granulosum* fue la especie mayormente identificada por los pobladores. Los usos de mayor importancia son gastronómicos, medicinales y en la economía. La forma tradicional en que es consumido el ajolote es en tamales, asados con epazote, chile y cebolla, caldo a la mexicana, tacos, fritos y en salsa roja o salsa verde. En cuanto a su uso medicinal, la aplicación más importante es para tratar afecciones en el aparato respiratorio, a personas éticas y personas con anemia.

Las y los pobladores reconocen que estos organismos son cada vez menos frecuentes de ver y consideran que los factores de mayor impacto son la venta, consumo y extracción de los ajolotes, el cambio climático y la disminución o desecación de los cuerpos de agua. Aunado a esto, en la zona existen granjas acuícolas, las cuales generan impactos negativos importantes, pues las truchas y tilapias han sido introducidas en los cuerpos de agua donde habita *A. granulosum* y *A. rivulare*, ocasionando alteraciones en la red trófica y en el agua.

En el caso de *A. rivulare*, se registró un total de 98 organismos en los sitios 1 y 2 (29 crías, 13 jóvenes, 48 adultos neoténicos y 8 adultos metamorfoseados). En los sitios 3 y 4 se registró un total de 103 organismos de *A. granulosum* (31 crías, 29 jóvenes, 29 adultos neoténicos y 14 adultos metamorfoseados).

Se mostraron diferencias significativas para *A. granulosum* entre estadio y sitio ($P = <0.001$), al aplicar el método de Holm-Sidak se obtuvieron diferencias significativas entre los sitios 3 y 4 en los organismos jóvenes ($P = <0.001$), Adultos neoténicos ($P = <0.001$) y Adultos metamorfoseados ($P = 0.002$), lo cual podría deberse a que en el sitio 4 se observó a personas extrayendo ajolotes con redes, además del ganado que pasa por esas zonas.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con un total de 1138 especies de anfibios y reptiles, lo que constituye el 9.1% de la herpetofauna mundial, de las cuales 672 son endémicas. En particular, el estado de endemismo de anfibios en el país es muy alto, ya que se poseen 252 especies de anfibios endémicas, lo que equivale al 67% de la riqueza total (Parra *et al.*, 2014). Debido a la gran cantidad de especies de anfibios que habitan en México, lo colocan como el quinto país en riqueza de anfibios (Parra *et al.*, 2014).

En la actualidad los anfibios se encuentran sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia. De las 374 especies de anfibios presentes en México, 164 se encuentran amenazadas o críticamente amenazadas, lo que representa el 43% de la diversidad total (Parra *et al.*, 2014). Algunos factores se tienen bien identificados, tales como la pérdida de hábitats, contaminación, exposición a radiación ultravioleta, enfermedades infecciosas emergentes, especies exóticas e invasoras y el cambio climático. La UICN ha determinado que el factor más importante que ha provocado la disminución de las poblaciones de anfibios en México, es la deforestación y la transformación de la vegetación (Collins y Storfer, 2003). Sin embargo, existen probablemente otros que no han sido detectados o bien identificados (Mattoon, 2000).

Estos organismos son muy vulnerables tanto por sus características morfológicas y por su ecología. Al presentar doble ciclo vital, acuático y terrestre, se vuelven indefensos ante alteraciones que se presentan en el ambiente. La característica más importante de los anfibios es su piel, la cual es altamente permeable a la contaminación del agua, la lluvia ácida o a la radiación (Bosch, 2003).

Así mismo, la disminución de la duración del periodo de lluvias, puede modificar de manera radical la sobrevivencia de huevos y larvas, lo que ocasiona la disminución o extinción de varias poblaciones (Dodd, 1993). Además, muchos de

los anfibios, requieren de medios específicos para poder sobrevivir (Matton, 2000). Estas características son justamente lo que los vuelve tan vulnerables, pues son altamente específicos en la selección de sitios de reproducción. Todas estas cualidades, hacen que los anfibios jueguen un papel importante como especies bioindicadoras, ya que el estado de sus poblaciones puede ayudar a indicar el estado de conservación del medio en que habitan con alta precisión (Catalá, 2011).

La fauna silvestre, desde el inicio del ser humano, ha tenido gran importancia en distintos aspectos que van desde el cultural, el económico, como alimento, medicina, etc. Sin embargo, en la actualidad la fauna silvestre se ha visto amenazada por diversos motivos, reflejándose en la disminución de las poblaciones, siendo el grupo de los anfibios uno de los más amenazados (Matton, 2000).

La comunidad científica ha propuesto diversas soluciones a esta problemática y una de ellas son las estrategias de conservación, las cuales consisten en la reproducción *ex situ* e *in situ* (Gascon *et al.*, 2007). Además de estas alternativas, existe una herramienta que ha cobrado importancia en los últimos años en la conservación de la fauna silvestre, pues permite retomar el conocimiento que los humanos poseen acerca de los recursos faunísticos (etnozoología).

La etnobiología estudia e interpreta el manejo, la utilización, el conocimiento y la importancia cultural que la flora y la fauna, y las relaciones que tienen estos elementos, para una cultura en específico (Villamar, 2012).

La etnobiología comprende cuatro ramas principales; la etnobotánica, que estudia la interacción de los pueblos con las plantas (Toledo *et al.*, 1995); la etnomicología, la relación con los hongos (Estrada *et al.*, 2009), la etnoecología, la cual es el estudio interdisciplinario de creencias, prácticas y conocimientos de los distintos grupos humanos sobre su ambiente (Reyes, 2007) y la etnozoología, la relación de los pueblos con los animales (Grebe, 1984).

La etnozoología se encarga de estudiar las interacciones entre las personas y los animales. Su estudio en México es relevante, pues proporciona las bases para

estudiar cualquier tipo de interacción entre los humanos y los animales. Sin embargo, es claro que aún faltan muchos estudios etnozoológicos por realizar, en los cuales será necesario incluir aspectos biológicos, ecológicos, de conservación, restauración, manejo de fauna silvestre, entre otros (Gutiérrez *et al.*, 2018).

El estudio etnozoológico que se centra en anfibios y reptiles, se denomina etnoherpetología, se han realizado pocas investigaciones tanto en México como en otros países y específicamente los estudios sobre anfibios son escasos (Alves y Alves, 2011).

En la República Mexicana los estados donde se han realizado trabajos etnozoológicos son: Aguascalientes, Chiapas, Ciudad de México, Coahuila, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco y Veracruz. Siendo Chiapas y la Ciudad de México los que más trabajos registran (González, 2019).

En diversas localidades se han preservado creencias populares en torno a los animales y en el caso de los anfibios aún existen sentimientos de antipatía, se les sigue relacionando con magia y fábulas, posiblemente por su apariencia, además de considerarlos animales "ponzoñosos y espantosos" (Vallejo y González, 2015).

El municipio de Amanalco, es poseedor de una gran riqueza histórica, natural y cultural, ocupando así, una posición privilegiada. Al ser una zona con una importante cobertura forestal, permite la captación de altos niveles de agua pluvial e infiltración hacia mantos freáticos, lo que genera una riqueza hidrológica que ha servido, inclusive para aportar agua de esta zona a entidades vecinas. Sin embargo, en los últimos años, la deforestación, la agricultura, la contaminación y el cambio climático han significado un problema grande en el ciclo de diversas especies (Ayuntamiento de Amanalco, 2018).

El ajolote de Toluca (*Ambystoma granulosum*), el ajolote arroyero (*Ambystoma rivulare*), la rana plegada (*Dryophytes plicatus*) entre otras especies de anfibios y reptiles y el acocil (*Cambarellus* sp.), son ejemplos de los recursos que se han visto afectados por el deterioro de algunos cuerpos de agua en el municipio de Amanalco.

El conocimiento acerca de la estructura poblacional y de la etnozoología de *A. rivulare* y *A. granulosum* son aún desconocidos, al estar presentes ambas especies en el municipio de Amanalco, suelen ser confundidas (Ayuntamiento de Amanalco, 2018).

ANTECEDENTES

Existen pocos estudios sobre *A. granulosum*, entre los que destacan los estudios de Shaffer (1984), el cual está enfocado a aspectos genéticos, en este se codificó a las especies de ajolotes mexicanos del género *Ambystoma*, incluido *A. granulosum*, encontrando que no existe una variación genética en ellos. Por otro lado, Frías *et al.* (2008), desarrollaron estudios sobre la quitidriomicosis, incluyendo a *A. granulosum*, encontrando que éste es afectado por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*.

Aguilar *et al.* (2009), lograron reproducir a la especie exitosamente en condiciones de laboratorio, con y sin inducción hormonal a base de Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) y Robles *et al.* (2009), desarrollaron estudios sobre su mantenimiento en cautiverio en estado larval con el fin de producir organismos sanos para investigación y reproducción *ex situ*. Posteriormente, Gómez (2016) logró reproducir a la especie exitosamente controlando únicamente factores físicos.

Parra *et al.* (2011), encontraron que poblaciones de *Ambystoma* poseen un bajo flujo y mezcla de genes entre poblaciones, siendo las poblaciones paedomórficas las que presentan una mayor relación dentro de la población que la mayoría de las poblaciones metamórficas.

A. rivulare fue descrita por Taylor (1940), aunque en un principio se le dio el nombre de *Rhyacosideron rivularis*. Posteriormente, Reilly y Brandon (1994), registraron similitudes entre los géneros *Rhyacosiredon* y *Ambystoma*, por lo que se consideraron como un solo género, desde entonces el género válido es *Ambystoma* y el nombre de la especie fue modificado a *A. rivulare*.

Flores y Hernández (2006), reportaron la presencia de *A. rivulare* en la Sierra de Taxco, Guerrero a una altitud de 2200 msnm, en vegetación tipo Bosque Mesófilo de Montaña de forma abundante. Posteriormente, Billie (2009) reporta la presencia de *A. rivulare* y otras tres especies en el Nevado de Toluca, México, además analizó la historia de *A. rivulare*, en donde menciona la existencia de segregación entre adultos y larvas de la especie.

Torres (2015), realizó la caracterización del hábitat de *A. rivulare* en el Nevado de Toluca, México, encontrando mayor presencia de organismos en sitios con alta contaminación, angostos, poco profundos y con temperatura fría. Morales (2015), analizó la dieta de una población de *A. rivulare* en el Nevado de Toluca, México y reportó la preferencia de los individuos por ostrácodos.

En el aspecto etnozoológico el ajolote es importante en el ámbito cultural, histórico, tradicional, etc. Es bien sabido que en México los ajolotes se encuentran íntimamente relacionados con dos de las civilizaciones más importantes del Altiplano mexicano, la *p'urhépecha* y la mexicana, para las cuales ha tenido una importancia religiosa (Moreno, 1969).

Lemos y Smith (2002), mencionan que *A. rivulare* forma parte de la alimentación de la etnia Mazahua, ya que pobladores de San Felipe El Progreso, Loma de Juárez y El Salitre la consumen ocasionalmente.

Casas (2004), realizó una recopilación de aspectos históricos que han afrontado las diferentes especies de *Ambystoma*, usos y costumbres en torno a este grupo de

organismos y hace mención de algunas recomendaciones para mitigar su estado crítico. Argueta (2008), menciona la importancia de estos organismos para los *p'urhépecha* entre los que menciona aspectos medicinales y medicinal y para obtención de proteínas.

Mendoza (2012) y Cruz (2013), realizaron trabajos de investigación sobre la etnozoología de ajolotes en México, en el primer caso, se evaluó la importancia ecológica y cultural de *A. dumerilii* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán y en el segundo caso, se trabajó sobre *A. velasci* en el Ejido de San Miguel Allende.

De acuerdo con Argueta *et al.* (2012) y Fita *et al.* (2012), hasta el 2011 se tenía un total de 636 trabajos etnozoológicos. Las investigaciones enfocadas a la etnoherpetología, suman 46 pero muy pocos dirigidos únicamente a la Clase Amphibia.

González (2019), realizó una recopilación de información cultural que los pueblos locales poseen sobre sus recursos naturales en las tres regiones hidrológicas del Estado de México aplicando entrevistas abiertas y semiestructuradas y como resultado, documentó el uso y aprovechamiento de doce especies, siendo las más utilizadas los ajolotes (*Ambystoma lermaense* y *A. granulosum*) y ranas (*Rana montezumae* y *R. spectabilis*).

Los ajolotes han sido adoptados en diversas ocasiones por escritores, a su alrededor se ha formado una percepción misteriosa. Desde la mitología de los antiguos mexicas, pasando por naturalistas clásicos hasta escritores actuales. Casas *et al.* (2004), indican que la primera publicación científica sobre el ajolote fue realizada en 1615 por Francisco Ximénez, posteriormente Nieremberg (1635) y Jonstonus (1649) publicaron notas basadas en los escritos de Francisco Hernández.

Francisco Javier Clavijero (1780), en su obra “Historia antigua de México” describe a los ajolotes como feos y de aspecto ridículo (Figura 1). Además, retoma ideas de Hernández al indicar que estos organismos son semejantes a la mujer al poseer útero y tener “evacuaciones periódicas de sangre”.

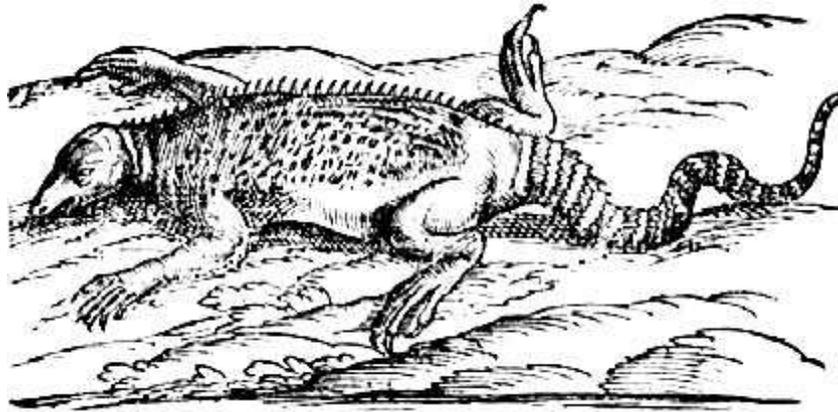


Figura 1. Grabado en el que se representa la descripción que Francisco Hernández realizó del *axolotl*. La imagen en realidad muestra a una iguana del género *Ctenosaura* (Tomado de Clavijero, 1780).

Alzate (1790), publicó en la “Gazeta de Literatura de México” un texto en el que refutó las ideas de Hernández, también clasificó a los ajolotes como animales ovíparos y peces, basándose en que la característica por la que los naturalistas determinaban si un organismo acuático era un pez o no, era por la presencia de branquias, o como él llamó a las branquias de los ajolotes: “agallas u oídos”. Además, da una receta para la fabricación de jarabe para curar la tisis.

Francisco Hernández (1959), describe al ajolote en su obra “Historia Natural de la Nueva España”, en la cual señala que estos organismos tienen “vulva” y ciclos menstruales como las mujeres, además de estas falsas suposiciones, mencionaba que los ajolotes eran quizá de la misma familia que los cocodrilos. De igual forma, describía algunas maneras en que eran preparados por españoles y mexicanos.

El “axolotl” es parte de la obra de Sahagún (1999) “Historia General de las cosas de la Nueva España”, en donde se relata la huida del dios Xólotl, quien se negó a tirarse a la hoguera para mantener al sol en movimiento. Huyó a las milpas y se convirtió en raíz doble del maíz, cuando lo descubrieron se transformó entonces en maguey doble; fue encontrado y perseguido, mudó a axolote y se escondió en el lago. Ahí fue encontrado y asesinado, aunque su sacrificio resultó inútil pues el sol siguió sin tener movimiento.

JUSTIFICACIÓN

Los cuerpos de agua en los que habita *A. granulosum* y *A. rivulare*, enfrentan cambios que repercuten directamente en sus poblaciones, además, las/los habitantes acostumbran a extraer a esta especie para su posterior venta y consumo, lo cual ha significado un gran problema a las pequeñas poblaciones que aún se encuentran en la zona. Aunado a esto, se ha observado la presencia de especies que han sido introducidas, como la trucha arcoíris, las cuales representan una amenaza, ya que son depredadoras potenciales de larvas de ajolotes.

Al realizar el presente estudio, se pretende obtener información acerca de la cosmovisión, usos y aspectos biológicos de ambas especies, ya que, a pesar de que en el área de estudio se emplea al ajolote como alimento, no existen trabajos que se especialicen en dicho uso ni que permitan conocer si *A. granulosum* y *A. rivulare* tienen algún otro valor para la población.

OBJETIVOS

❖ **Objetivo general**

- Evaluar el conocimiento etnozoológico y la estructura poblacional de *Ambystoma granulosum* y *A. rivulare* en el municipio de Amanalco, Estado de México.

❖ **Objetivos particulares**

- Conocer la importancia que ha tenido el ajolote para los habitantes del municipio de Amanalco, Estado de México.
- Evaluar los usos que se le dan a ambas especies (*A. granulosum* y *A. rivulare*).
- Evaluar si las/os habitantes de la localidad reconocen a *A. granulosum* y *A. rivulare* como especies distintas.
- Describir la estructura poblacional de *A. granulosum* y *A. rivulare* dada por análisis morfométrico.
- Analizar la relación que existe entre la estructura de la población y la distancia entre los cuerpos de agua donde habitan ambas especies y los poblados más cercanos.

ÁREA DE ESTUDIO

Amanalco es una palabra de origen náhuatl, que se compone de *amanalli*, "estanque de agua", y *co*, "lugar en", y significa "lugar cerca del lago". El primer nombre que se conoce en sus orígenes fue N'dabi, de origen otomí, que significa "lugar donde flotan troncos".

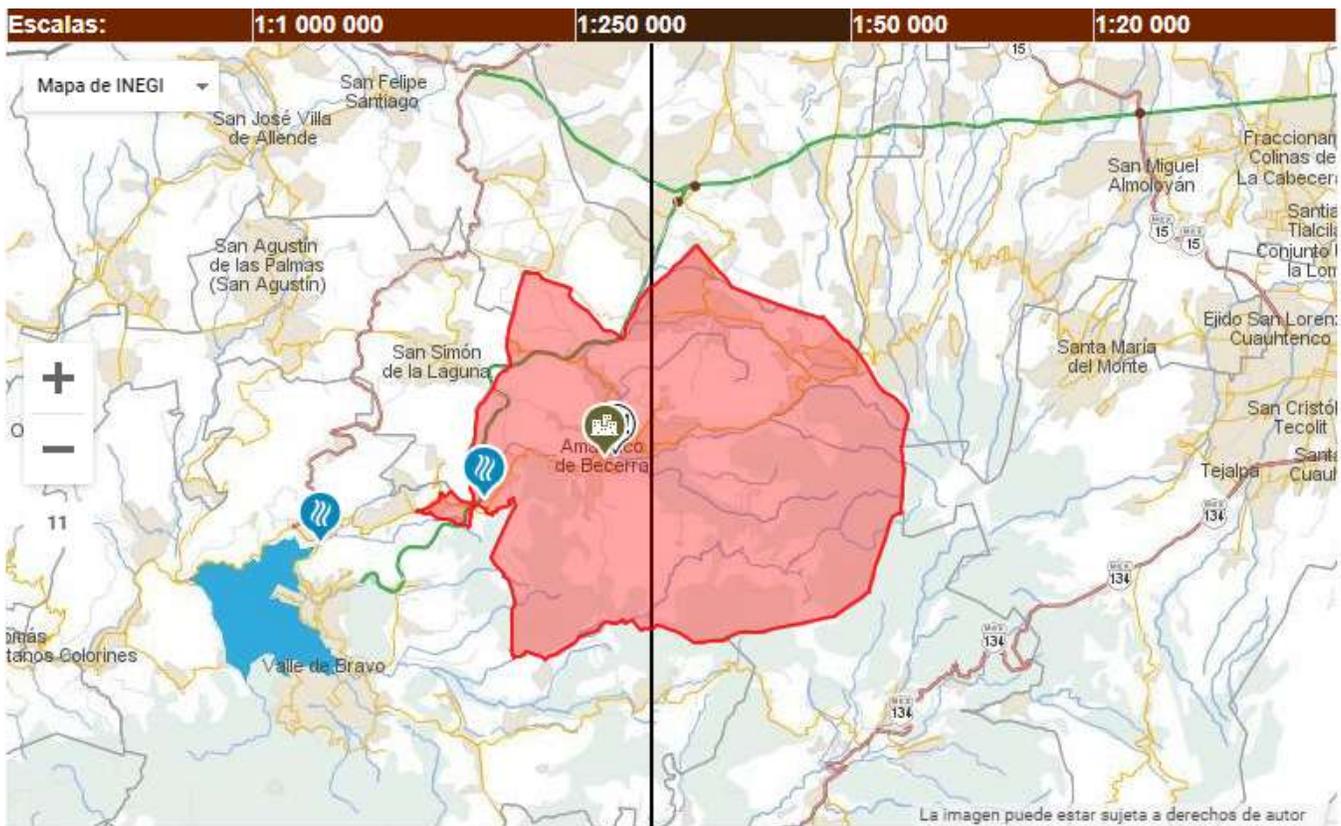


Figura 2. Localización del área de estudio (INEGI, 2013).

Ubicación

El área de estudio se localiza en la parte oeste del estado de México, en el municipio de Amanalco de Becerra. El área está delimitada por las coordenadas 19° 10' y 19° 20' de latitud norte; los meridianos 99° 54' y 100° 06' de longitud oeste; altitud entre 2 000 y 3 500 m. Cuenta con una extensión territorial de 219.57 kilómetros cuadrados,

colinda al norte con los municipios de Donato Guerra, Villa de Allende y Villa Victoria; al este con los municipios de Villa Victoria, Almoloya de Juárez, Zinacantepec y Temascaltepec; al sur con los municipios de Temascaltepec y Valle de Bravo; al oeste con los municipios de Valle de Bravo y Donato Guerra. El municipio ocupa el 0.99% de la superficie del estado, cuenta con 29 localidades (CONANP, 2018).



Figura 3. Ubicación del municipio de Amanalco de Becerra (INEGI, 2013).

Clima

El clima predominante en el municipio, según la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García, es Subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad en un 70.27% y semifrío subhúmedo con lluvias en verano en un 29.73%. Presenta una temperatura media anual que va desde los 8 °C a los 18 °C. La precipitación media anual es en el mes más seco de 800 mm y en el mes más lluvioso de 1300 mm (INEGI, 2013).

Fisiografía

El territorio se ubica en la provincia fisiográfica que corresponde al Eje Neovolcánico; en la subprovincia Mil Cumbres (73.8%), Lagos y Volcanes de Anáhuac (26.2%) y presenta diversos sistemas de toposformas: Lomerío de basalto con mesetas (73.8%), Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (15.74%) y Lomerío de basalto (10.46%) (CONANP, 2018).

Geología

El área corresponde al periodo del neógeno (63.82%) y Cuaternario (35.24%). Las rocas presentes son de tipo Ígnea extrusiva: andesita (48.6%), basalto (27.46%), volcanoclástico (7.14%) y toba básica (1.22%) (INEGI, 2009).

Edafología

Los tipos de suelo presentes en el área son Andosol (93.63%), Luvisol (2.54%), Phaeozem (2.02%), Leptosol (0.77%) y Cambisol (0.1%) (INEGI, 2013).

Hidrografía

El área se ubica en la región hidrológica Balsas (99.94%) y Lerma - Santiago (0.06%), dentro de la cual se ubica la cuenca hidrológica del Río Cutzamala (99.94%) y Río Lerma - Toluca (0.06%), que a la vez se subdivide en las subcuencas Río Tilostoc (99.94%) y Río Gavia (0.06%) (INEGI, 2009).

Cuenta principalmente con 2 ríos, los cuales conforman las subcuencas del río Amanalco y del río Molino-Los Hoyos, que a su vez son formados por 13 arroyos y 445 manantiales, con un gasto de 2,096.05 litros por segundo, lo que da un volumen

, moras (*Rubus ulmifolius*), manzano (*Malus domestica*), peral (*Pyrus communis*), chabacano (*Prunus armeniaca*), ciruelo (*Prunus domestica*), durazno (*Prunus pérsica*), higo (*Ficus carica*), chayote (*Sechium edule*), zapote (*Pouteria sapota*), nuez de Castilla (*Juglans regia*), membrillo (*Cydonia oblonga*), capulín (*Prunus salicifolia*) y tejocote (*Crataegus mexicana*). En los bosques han crecido: datura (*Datura stramonium*), madroño (*Arbutus unedo*), roble (*Quercus* sp.), sauce llorón (*Salix babylonica*) y mimbre (*Salix viminalis*). Existen además tierras de cultivo en la que siembra: maíz (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), chícharo (*Pisum sativum*), papa (*Solanum tuberosum*), hortalizas, gramíneas, avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum* sp.), trébol (*Trifolium* sp.) y forrajes (Ayuntamiento de Amanalco, 2015).

El Municipio de Amanalco tiene una extensión de 21,949 hectáreas de los cuales 11,123 hectáreas corresponden a bosque, 8,950 hectáreas a tierra agrícola (la cual 1,181 hectáreas es de riego y 7,750 hectáreas de temporal), 1,357 hectáreas a pastizales, 130 hectáreas a uso urbano, y 408 hectáreas se atribuye a otros usos. Es importante mencionar que muchas tierras de uso agrícola y pastizal hoy en día se utilizan para sembrar árboles, por lo que el área de bosque ha incrementado prácticamente a 12,000 hectáreas (INEGI, 2009).

Fauna

La fauna presente es variada, destacan los venados (*Odocoileus virginianus*), cacomixtles (*Bassariscus astutus*), cenizotes (*Mimus* sp.), coyotes (*Canis latrans*), armadillos (*Dasypodidae* sp.), zorrillos (*Conepatus* sp.), conejos (*Oryctolagus* sp.), topos (*Condylura* sp.), tuzas (*Thomomys* sp.), murciélagos, ratas de campo (*Rattus* sp.), ardillas de campo y de monte, camaleones, lagartijas de las bardas, escorpiones, víboras de cascabel (*Crotalus* sp.), culebras de agua, ranas, sapos, ajolotes (*Ambystoma* sp.), carpa común (*Cyprinus carpio*), acociles, charales, águila real (*Aquila*

chrysaetos), codorniz (*Coturnix* sp.), paloma silvestre (*Columba* sp.), búho, tecolote, golondrina, colibrí, calandria, tórtola, zopilote, cuervo, gorrión, chira vieja, primavera, pájaro carpintero, canario silvestre, colibrí, mariposa monarca (*Danaus plexippus*), escarabajos, etc (Ayuntamiento de Amanalco, 2018).

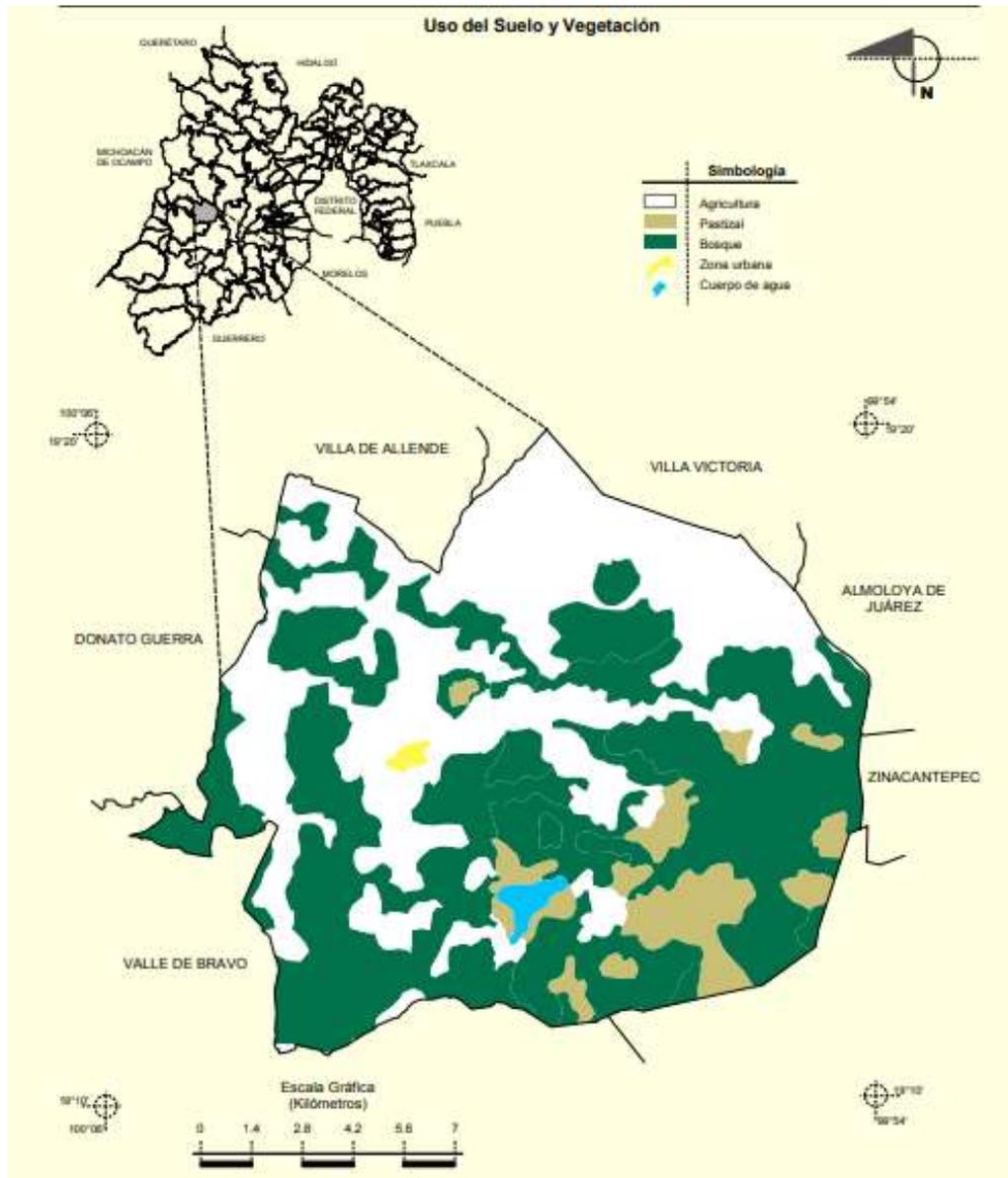


Figura 5. Uso del suelo y vegetación del municipio de Amanalco de Becerra (INEGI, 2013).

ESPECIES DE ESTUDIO

La familia Ambystomatidae está conformada únicamente por el género *Ambystoma* y 33 especies, de las cuales 17 habitan en México, siendo 16 de éstas endémicas.

Información Taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Amphibia

Orden: Caudata

Familia: Ambystomatidae

Género: *Ambystoma*

Especie: *Ambystoma granulosum* (Taylor, 1944)

Especie: *Ambystoma rivulare* (Taylor, 1940)

DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA AMBYSTOMATIDAE

Los organismos de la familia Ambystomatidae (género *Ambystoma*), presentan cuerpos robustos y largos, cola larga y cuatro extremidades, en algunas especies puede presentarse la reducción o pérdida de las extremidades posteriores. Algunas son paedomórficas o neoténicas, lo cual les permite conservar características que presentan en estado juvenil en su etapa adulta, como la presencia de branquias (Casas *et al.*, 2004).

El dimorfismo sexual en *Ambystoma* se manifiesta principalmente en la talla, por lo regular los machos son de mayor tamaño que las hembras, contrariamente a la mayoría de los anfibios en donde generalmente las hembras son de mayor tamaño. En los machos se presenta un incremento en el tamaño de las glándulas cloacales, además, suelen ser más delgados y con la cola más larga (Blanckernhorn, 2005).

Algunas especies presentan metamorfismo obligado y otras, metamorfismo facultativo. Esta última puede ocurrir en algunas poblaciones de una misma especie y depende de las condiciones ambientales (Duellman y Trueb, 1944). Por lo general, en las especies metamórficas, la fase larvaria termina cuando se pierden los caracteres asociados a la vida acuática. Posteriormente, los organismos maduran, hacen la transición al hábitat terrestre y regresan al hábitat acuático para reproducirse (Duellman y Trueb, 1944).

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Ambystoma granulosum fue descrita por Edward Harrison Taylor (1944):

“Presenta cabeza dirigida moderadamente hacia arriba, es más ancha detrás del ángulo de la mandíbula (23mm) mayor que la medida de la extremidad del hocico al doblar gular (20mm), pero menor que la distancia de la extremidad del hocico al surco gular, dorsal (30,2mm); longitud del ojo (3.5mm), menor que la distancia a la fosa nasal (4.8mm); distancia entre las fosas nasales, 5.9mm; distancia entre las órbitas, 8mm; ancho del párpado, 1.8mm; longitud del hocico, 7.2mm.

Una gran fosa palatina, transversalmente oval; coanas transversalmente ovales, la distancia entre ellas 7mm; dientes del prevomerianos-palatino como un borde algo arqueado, extendiéndose a través del paladar, con un diastema leve entre los

prevomerianos y la serie del palatino; una indicación leve de una rotura mesial en el borde dental, pero aquí los dientes son continuos. Cerca de 48-48 dientes maxilares-premaxilares, y aproximadamente el mismo número de dientes de la mandíbula, estos último forman una serie bastante irregular; alrededor de 11-13 dientes del prevomerianos; 9 dientes palatinos.

Lengua bastante pequeña con laminilla longitudinal (una lengua más grande en especímenes más viejos). El pliegue cutáneo larval en la esquina de la boca aún es evidente como una pequeña aleta en el labio superior y un pequeño doblez en la parte trasera del labio inferior; ningún rastro de dientes espleniales. La piel superior finamente corrugada o granular, más especialmente granular en la región caudal; un surco detrás del ojo que curvando hacia abajo cerca de la esquina de la boca; doblez gular prominente; la piel de la barbilla forma dobleces longitudinales; un surco profundo que pasa de las esquinas del doblez gular, a medio camino de la línea dorsal media.

Una serie doble de hoyos agrandados comenzando en medio de las fosas nasales y hasta la parte posterior sobre la órbita, entonces abajo detrás de ella; otra serie de hoyos que comienzan detrás de las fosas nasales y que cubren gran parte del área debajo de ojo; otra serie única en el maxilar inferior. Los órganos dorso-laterales, laterales y latero-ventrales del neuromasto representados por algunos poros dispersados. Doce surcos costales, que se pueden seguir a través del abdomen; extremidades de longitud moderada; cuando están presionados los dedos del pie más largos alcanzan la muñeca; un tubérculo interno y externo en la palma y la planta. Dedos 1, 4, 2 3, en orden de longitud cada vez mayor; dedos del pie 1, 5, 2, 3, 4; la parte distal de los metacarpos y los metatarsos libres; y un borde indistinto del dedo externo del pie sobre el tarso; la aleta caudal gruesa, apenas distinguible del resto de la cola; la aleta sub-caudal más reducida y ligeramente gruesa; cola un poco más corta que la cabeza y el cuerpo; parte media de la cola más abajo que la base; paredes cloacales con dobleces y con una pequeña proyección de la parte anterior.

Color: amarillento-aceitunado arriba y en los lados, más oscuro en el dorso; vientre sucio, o amarillento-rosado con algunos puntos negros dispersas en el dorso que se extiende a los lados; cola con patrones semejantes.

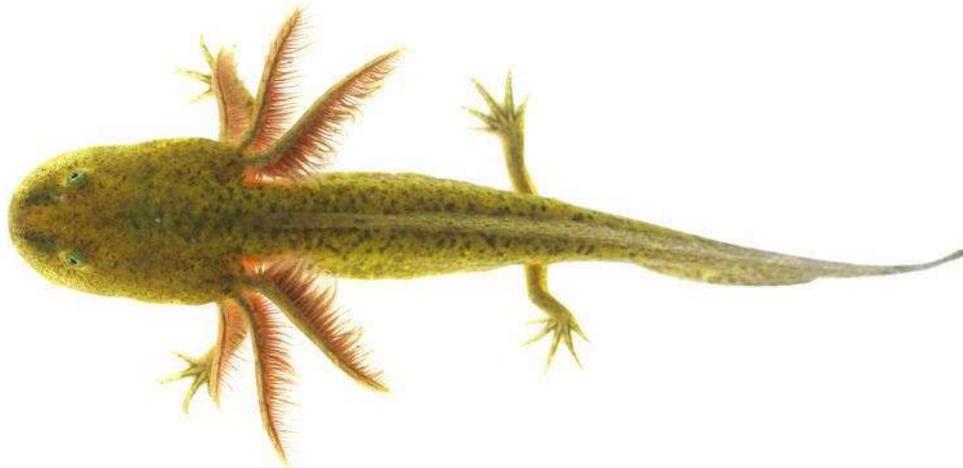
Larvas: la aleta dorsal que se presenta surge en un punto en el nivel de las bases de la papada, y en los jóvenes, forma una curva continua al extremo de la cola, la parte dorsal es más elevada cerca de la base de la cola; elevación de la parte sub-caudal de la aleta generalmente menos que la dorsal, aunque algunos especímenes la tienen igual a la dorsal; cuando las extremidades son oprimidas, las puntas de los dedos del pie alcanzan el codo; membranas interdigitales en el pie un poco más extensas que en el adulto, envolviendo los metatarsos a sus puntas.

Dientes maxilares-premaxilares en una fila muy irregular, aparentando como si hubiera más que una sola fila de dientes; dientes prevomerianos en dos fuertemente elevados, bordes ensanchados, cerca de 45 dientes en cada uno, acomodados en varias series, varios dientes al revés; los grupos de dientes, en contacto con la línea media, situados anteriores a una línea que conecta las coanas; la serie paladar-pterigoidea en dos arreglos longitudinales cada uno con cerca de 45 dientes, los dientes dispuestos en varias series transversales o diagonales. Cerca de 60 dientes esplénicos en cada lado acomodados en varias series cortas. Dientes de la mandíbula muy irregulares. Lengua subdesarrollada.

Las larvas son de un ligero color rosado con poco o nada de negro en la parte posterior o en cualquier otra parte. Hay un poco de pigmento en la aleta de la cola, especialmente cerca de la punta y en la parte inferior, algunos especímenes tienen esta región casi negra.”



Figura 6. Adulto metamorfoseado de *Ambystoma granulosum*.
(Foto: Gerardo Ceballos).



Alejandro Calzada ©

Figura 7. Ejemplar joven de *Ambystoma granulosum*.
(Foto: Alejandro Calzada, 2018)

El Ajolote Arroyero de Toluca (*Ambystoma rivulare*), fue descrita por Taylor (1940).

Es una salamandra que se caracteriza por tener un cuerpo corto y grueso, con cola corta y atenuada, extremidades relativamente cortas, cabeza ancha y robusta. Es de tamaño mediano, su longitud hocico cloaca varía de 31.0 a 73.3 mm; la cabeza es moderadamente profunda y es más ancha que larga, el hocico está redondeado aunque en algunos ejemplares se encuentra truncado, presenta un lóbulo supralabial; posee numerosas fosetas en la región supraorbital y en la barbilla; el piso de la boca está engrosado con un pliegue en el extremo externo, las coanas son más largas que anchas (Taylor, 1940). Su cuerpo es corto y grueso y posee 11 pliegues costales entre la axila y la ingle, presenta una aleta caudal bien desarrollada surgiendo en un punto por encima de la cloaca que alcanza su máxima altura a mitad de la cola, la cual está engrosada en la parte anterior y se adelgaza posteriormente; las extremidades son cortas y robustas y los tubérculos metatarsales interno y externo son casi del mismo tamaño y a veces poco conspicuos (Hernández, 1989).

Dorsalmente presenta un color negruzco con manchas o puntos irregulares de color verde amarillento extendiéndose hasta la base de la cola e incluso a la aleta caudal, los costados son de color amarillento. Algunas veces la coloración dorsal se extiende hasta los costados; algunas larvas presentan una coloración verde olivo uniforme o con algunas manchas o motas difusas de color amarillento. La coloración de la región ventral es variable, desde blanco crema hasta amarillento o gris, la región gular es de color blanco crema con algunos puntos dispersos de color café oscuro; el vientre está areolado incluyendo la región gular y la barbilla, excepto en un ejemplar que es liso y en otros la región abdominal es lisa (Taylor, 1940).



Figura 8. Adulto metamorfoseado de *Ambystoma rivulare*.
(Foto: Alejandro Calzada, 2018)



Figura 9. Adulto neoténico de *Ambystoma rivulare*.
(Foto: Fernanda Cruz, 2018)

Ambas especies son importantes al ser especies endémicas de México, en general todos los miembros del género *Ambystoma* son importantes por ser endémicos de América, así como desde el punto de vista biológico, por presentar heterocronía, un fenómeno interesante desde el punto de vista de la biología del desarrollo y localmente son consumidos como una fuente de proteína importante (Aguilar y Casas, 2005).

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Ambystoma granulosum es una especie endémica de las Ciénegas de Lerma, ubicadas al noroeste de Toluca, Estado de México. Se encuentra en estado de protección especial bajo la NOM-059-SEMARNAT-2001 y NOM-059- SEMARNAT-2010, se ubica en condición de “En Peligro de Extinción” en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020).

Por otra parte, *A. rivulare* es una especie endémica de México. Está protegida bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se encuentra dentro de la categoría “En peligro de extinción” en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020).

DISTRIBUCIÓN

A. granulosum habita en sistemas lénticos temporales, permanentes y templados poco profundos (Aguilar *et al.*, 2009). Su distribución está restringida al Estado de México, siendo Aculco, Atlacomulco, Cuautitlán Izcalli, Chapa de Mota, Ixtlahuaca, Jocotitlan, El Oro, San Felipe del Progreso, Toluca, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacatepec los lugares en donde históricamente se ha tenido registro de la especie (CONABIO, 2018).

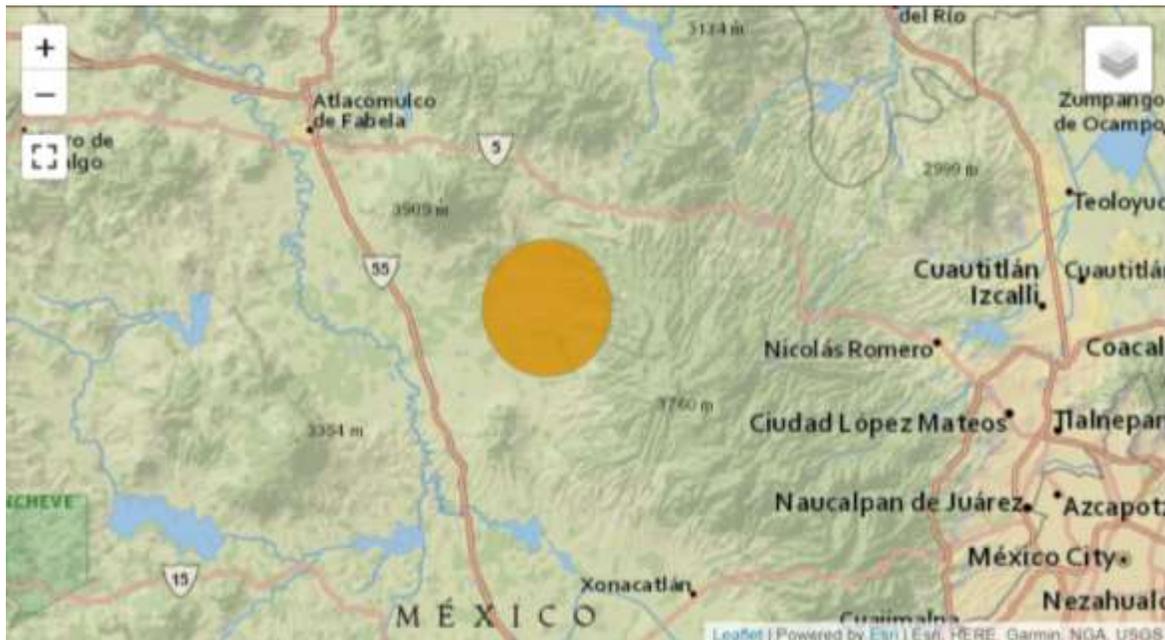


Figura 10. Mapa de distribución de *Ambystoma granulosum*.

(Imagen: UICN, 2008)

En el caso de *A. rivulare* la localidad tipo para esta a 13 km al este de Villa Victoria, México (Smith & Taylor, 1948). Se tiene registro de su distribución en el estado de México en el Parque Nacional Nevado de Toluca, Parque Nacional de Bosencheve; inmediaciones de los poblados de Villa Victoria, San Felipe El Progreso, Lomas de Juárez; en el estado de Michoacán en el área contigua al Parque Nacional de

Bosencheve, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Santuario Chincua y el estado de Guerrero en la carretera Taxco-Tetipac km 10 (Lemos, 2003; Lemos *et al.*, 1999; Taylor, 1940).

Su distribución es poco clara y parece posible que algunos registros se confundan con los de *A. altamirani* (Shaffer *et al.*, 2008). Actualmente, en estudios realizados por Woolrich *et al.* (2017) se observa que *A. rivulare* tiene un sitio de distribución en Guerrero, 25 en el Estado de México y uno más en Michoacán, haciendo un total de 27 sitios que se ubican a una elevación entre los 2,720 a 3,180 msnm.

Esta salamandra se encuentra en montañas altas, en donde se presenten arroyos de aguas frías, claras, limpias y con niveles altos de oxígeno en bosques de Oyamel (*Abies religiosa*), bosques de Pino (*Pinus spp.*), Bosques de Pino-Encino (*Pinus spp.* - *Quercus spp.*), pastizales (*Festuca sp.*, *Stipa sp.* y *Muhlenbergia sp.*), y bosques Mesófilos de Montaña. En general los arroyos que ocupa son de agua clara y libres de contaminación (Taylor, 1940; Hernández, 1989).



Figura 11. Mapa de distribución de *Ambystoma rivulare*.

(Imagen: UICN, 2008)

Tanto *A. granulosum* como *A. rivulare*, habitan cerca de zonas urbanas, por lo que se exponen a la contaminación de los cuerpos de agua, sus hábitats se encuentran sujetos a una acelerada alteración, desecación de arroyos, introducción de especies exóticas, específicamente de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la contaminación de arroyos con compuestos nitrogenados causado por la fertilización de campos de cultivos, canalización y entubación (UICN, 2008). Además, los habitantes de las zonas aledañas, los emplean como recurso alimenticio (Torres, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

- **Trabajo en Campo, colecta de Datos**

Para los análisis de la estructura poblacional, se tomaron datos del proyecto PROCER “Conservación de Ajolote en las Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec” de la CONANP, el cual se otorgó mediante la Ley de transparencia y acceso a la información pública del estado de México y municipios (Anexo 3).

Se consultaron los datos de 4 sitios, correspondientes a los sitios que las personas entrevistadas mencionaron. Las coordenadas y altitud de estos se muestran a continuación:

Tabla 1. Coordenadas y altitud de los sitios de muestreo.

	Latitud	Longitud	Altitud
Sitio 1	19.2176561	-99.9436146	2834
Sitio 2	19.2316062	-99.9492696	2843.8
Sitio 3	19.20369	-99.993271	2790
Sitio 4	19.200288	-99.996455	2788

Para la obtención de la información sobre etnozoología, se realizaron 30 entrevistas a personas originarias o que trabajan en la localidad, estas se aplicaron tanto a personas de la tercera edad, adultos y jóvenes. Se trabajó con preguntas abiertas previamente planteadas (Anexo 1) para tener una guía y así poder emplear la estadística necesaria. Se mostraron fotografías de ambas especies para preguntar a

las personas si las consideraban especies distintas y para que pudieran señalar cuál era la especie que veían con más frecuencia (Anexo 2).

Trabajo en laboratorio

- **Análisis de datos**

A) Registro etnozoológico

Con la información obtenida en las entrevistas, se realizó un análisis de la percepción sobre los ajolotes por parte de los pobladores de la localidad. Todas las gráficas fueron elaboradas en el programa de Excel.

Además, se aplicó un análisis de uso tomando en cuenta el modelo de Cotton (1996), considerando a *A. granulosum* y a *A. rivulare* como una sola especie. Se estimó la Frecuencia de Uso (**FU**), Diversidad de Uso (**DU**) y Valor de Uso (**VU**) de la siguiente manera (García *et al.*, 2017):

- ❖ Frecuencia de Uso por especie (**FUs**):

$$FUs = \frac{Mns}{Ni}$$

Mns: número de menciones por cada especie.

Ni: número de informantes entrevistados.

- ❖ Diversidad de Uso por especie (**DUs**):

$$\diamond DUs = \frac{Cs}{\# \text{ categorías}}$$

Cs: número de categorías de uso en que fue mencionada la especie.

\diamond *VUc*: Valor de Uso de la especie en cada categoría.

$$\diamond VUc = \frac{\sum iMn_c}{Ni}$$

VUc: Valor de Uso para una especie en una categoría de uso determinada.

Mn_c: menciones de cada informante por especie en una categoría de uso.

Ni: número de informantes entrevistados.

Para el análisis de uso de cada especie se consideraron las siguientes categorías:

Alimenticio (A): parte que se emplea como alimento y forma de preparación

Medicinal (M): uso del animal y/o sus partes involucradas para tratamientos de enfermedades físicas o del alma, se considerará el uso de amuletos.

Económico (E): venta del animal, ya sea para uso de compañía, ornato o aprovechamiento de órganos (piel, esqueleto, etc.).

Representación Cultural (RC): creencias, historias, leyendas, mitos, supersticiones, ritos y cuentos.

B) Estructura Poblacional dada por análisis morfométrico.

Usando google earth, se calculó la distancia entre los cuerpos de agua donde fue posible encontrar organismos y los poblados más cercanos. Con ayuda del programa SigmaPlot versión 11.0 se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para comparar la relación entre las medidas morfométricas y los estadios contra los sitios de cada especie, posteriormente se aplicó el método de Holm-Sidak para conocer específicamente entre cuáles grupos se presentaban estas diferencias.

RESULTADOS

Etnozoología.

Se realizaron 30 entrevistas con preguntas abiertas, estas fueron aplicadas a personas locales y a personas que trabajan en la localidad. De las entrevistas realizadas (Figura 12), 23 fueron aplicadas a mujeres (77%) y 7 a hombres (23%)

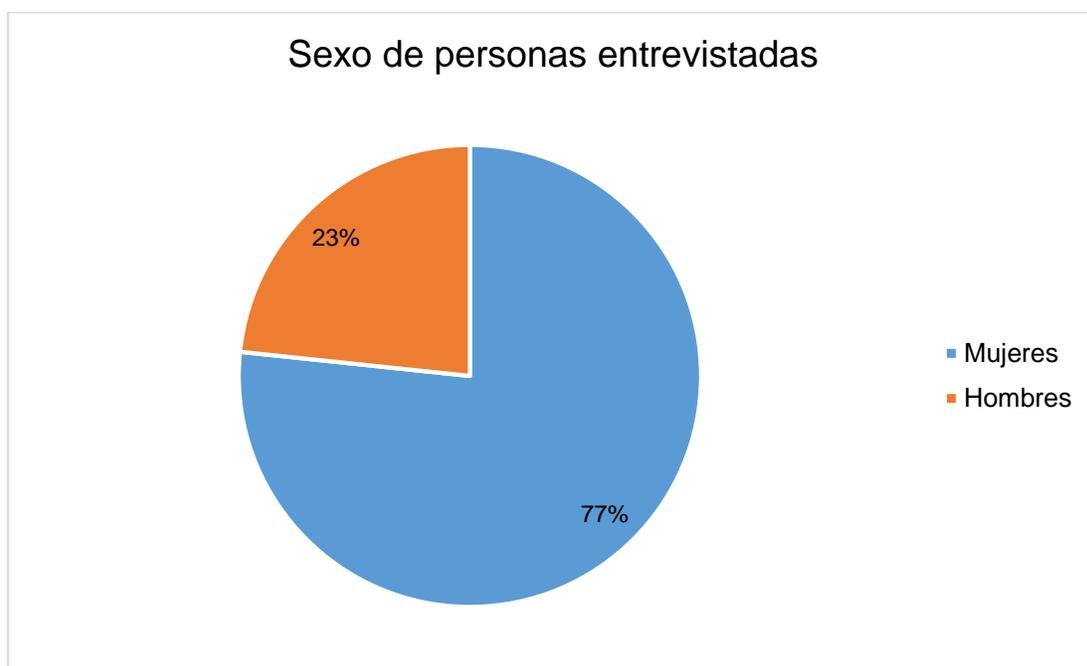


Figura 12. Proporción de sexos de las personas entrevistadas en la localidad.

En relación a la edad de las personas entrevistadas (Figura 13), se dividieron en tres clasificaciones: jóvenes (14-26 años), personas adultas (27-65 años) y personas ancianas (66-100 años). La mayoría de los entrevistados, fueron personas adultas (17), le siguieron jóvenes (7) y personas ancianas (6).

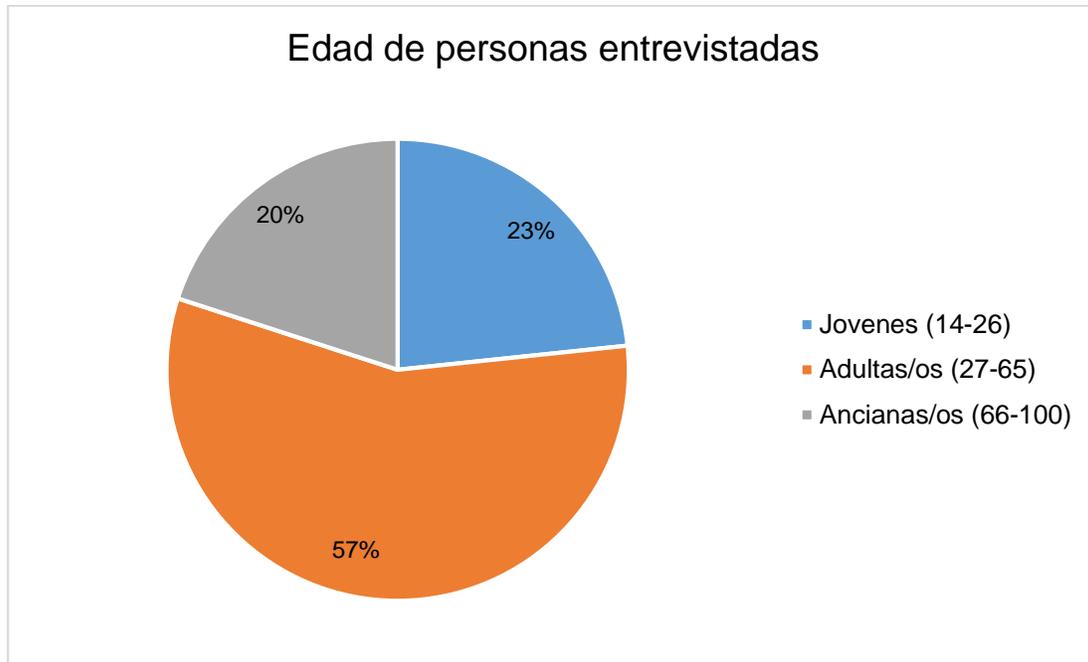


Figura 13. Proporción de edades de las personas entrevistadas en la localidad.

En cuanto al oficio de las personas entrevistadas, 18 se dedican al comercio, 3 son estudiantes, 3 se dedican a las labores del hogar, 3 son empleadas, 2 se dedican al campo y 1 realiza trabajos espirituales. La mayoría de la gente lleva viviendo toda su vida en la localidad (18), 8 más de la mitad y 6 menos de la mitad.

De las personas entrevistadas, 6 personas adultas hablan alguna lengua o idioma diferente al español, siendo 4 personas que hablan mazahua, 1 persona que habla otomí y 1 inglés (Figura 14).

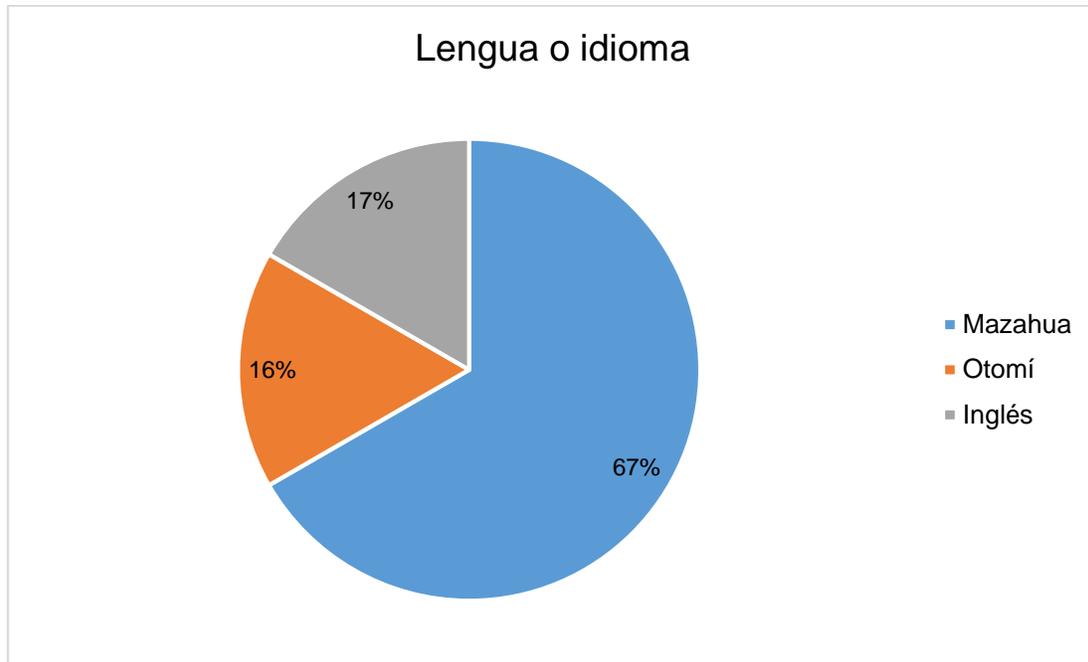


Figura 14. Idioma o lengua hablada por pobladoras y pobladores de la localidad.

La mayoría de las personas tienen conocimiento sobre los ajolotes (90%) y han detectado la presencia de estos en la localidad (83%). Al preguntar si tenían conocimiento sobre las especies, se les mostraron dos fotografías en donde se muestra a *A. granulosum* y *A. rivulare*, siendo *A. granulosum* el organismo mayormente identificado por los pobladores, pues como se mencionó anteriormente, esta especie vive en cuerpos de agua poco profundos en donde son fáciles de capturar a comparación de *A. rivulare* que vive en arroyos. Esto, es prueba de que la gente que ha tenido la posibilidad de verlos en los cuerpos de agua, en su mayoría, logran diferenciar a ambas especies.

La mayoría de las personas, solo los conocen por ajolotes, pero algunas personas mencionaron conocerlos por otros nombres, como "salamandras", "tepecates", "Chontes" (en estado larvario) y "curco" en mazahua.

Al hablar con los pobladores durante los muestreos, nos mencionaron que los nombres de “*Chonte*” y “*tepocate*” son los nombres que le dan las ranas en estado larvario, por lo que son comúnmente confundidos con las larvas de ajolote y por esto, las personas a quienes se entrevistaron, dieron estos nombres como sinónimo de “ajolote”.



Figura 15. Larvas de rana (*Dryophytes plicatus*) y ejemplar de *A. granulosum* capturados con la red de arrastre.

Las personas que han logrado observar a los ajolotes, mencionan que los lugares en donde han observarlos son en: charcas de agua, ríos, presas, lagunas, debajo de piedras y en conejeras (Figura 16). Las/os entrevistadas/os coinciden en que las poblaciones de ajolotes han disminuido y que, por lo tanto, la frecuencia con que los observan en la actualidad es muy baja, además mencionaron que antes después de llover era muy común verlos en charcos, aunque hay probabilidad de que estos hayan sido confundidos con “*chontes*”.

La mayoría de las personas conocen sobre los usos que se le dan al ajolote (83%), se registraron principalmente tres: 37% económico, gastronómico 35%, medicinal 27% y únicamente 1 persona menciona la importancia cultural de la especie (Figura 17).

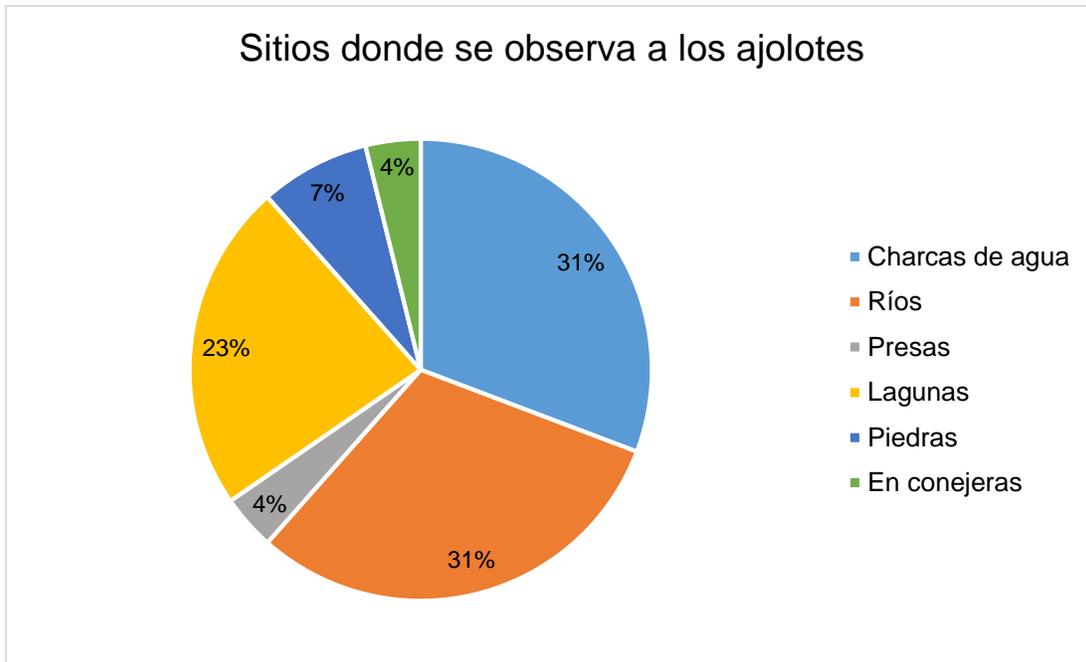


Figura 16. Sitios donde las y los pobladores han logrado observar a los ajolotes en la localidad.

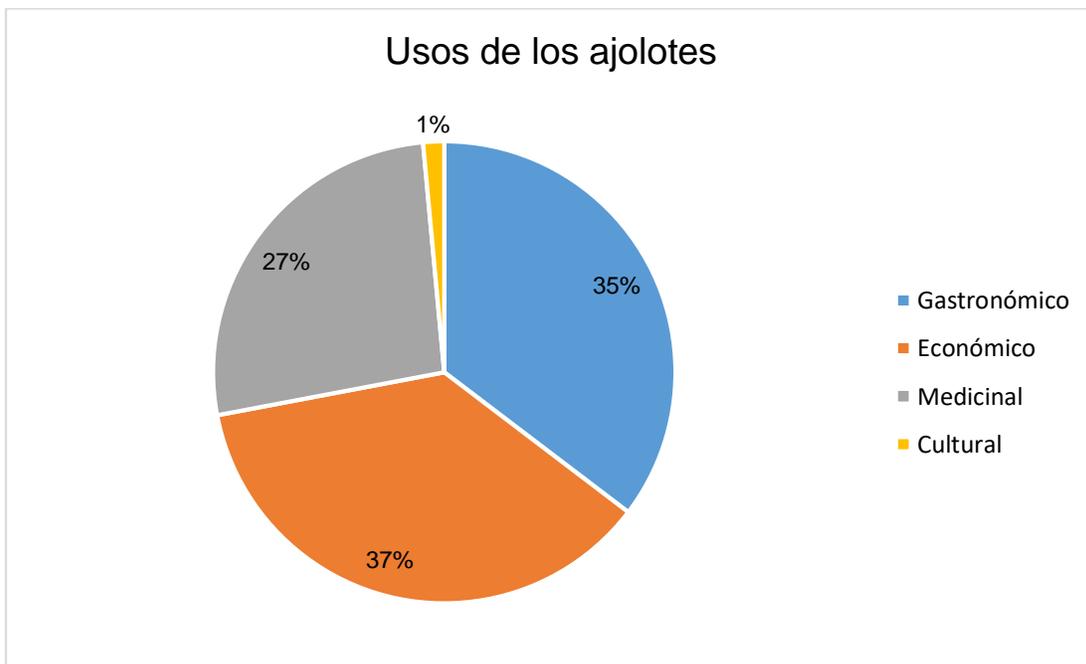


Figura 17. Principales usos de los ajolotes. Los principales usos que se le dan a los ajolotes son el económico (37%), gastronómico (35%) y medicinal (27%).

En cuanto al uso comestible, la forma tradicional en que es consumido el ajolote, es en tamal. Otras formas en que se preparan, son: asados con epazote, chile y cebolla, caldo a la mexicana, tacos, fritos y en salsa roja o salsa verde (Figura 18).

Los pobladores comentan que su sabor es similar al de la carne de pollo o de pescado. Al momento en que los pescadores los extraen de los cuerpos de agua, los abren para sacarles las vísceras y posteriormente venderlos ya sea en tamales o sin preparar.

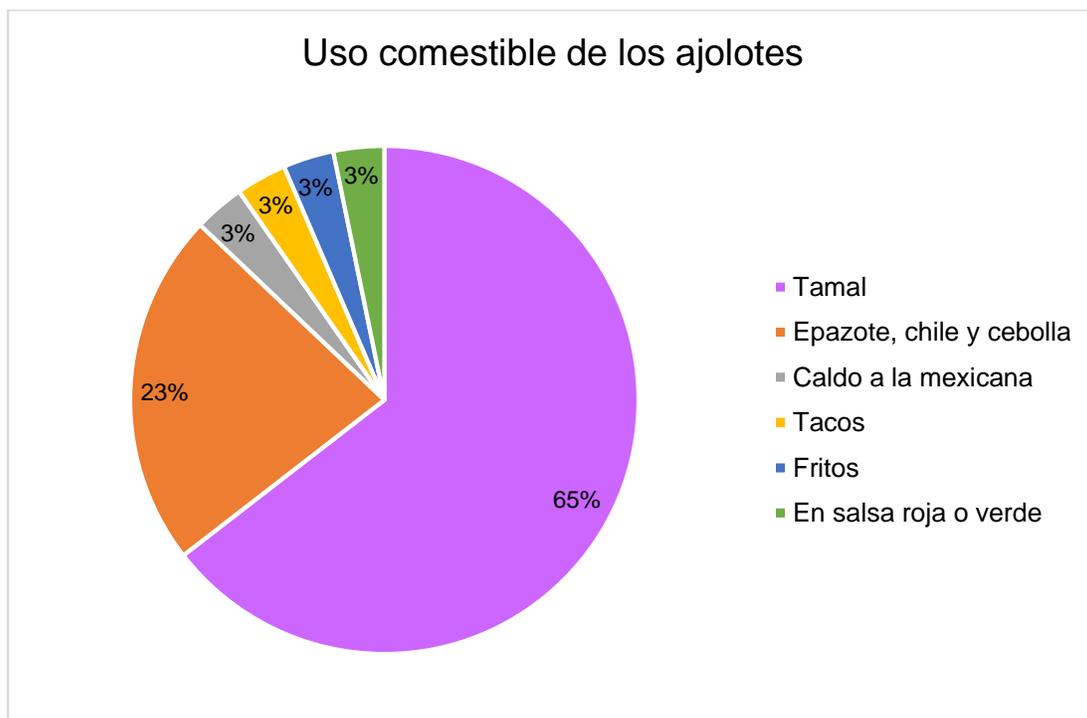


Figura 18. Formas de preparar al ajolote. Se observa que las principales formas son el tamal (65%) y asados con epazote, chile y cebolla (23%).

En cuanto al uso medicinal de los ajolotes, el 60% de los entrevistados conocen algunas formas en que son utilizados para curar diversas enfermedades, las cuales, son tratadas por medio del consumo del ajolote ya sea en jarabe o en guisados. Algunas de las enfermedades se relacionan con afecciones en el aparato respiratorio:

pulmones (22%), asma (18%), bronquios (4%) y, de igual forma para tratar a personas éticas (22%), afecciones en hígado (9%) y riñones (13%), para la sangre (4%), dolores musculares (4%) y para la piel (4%) (Figura 19).

Algo importante de mencionar, es que las personas comentaron que se emplea para curar a “niñas/os éticas/os”, explican que son niñas/os con desnutrición, entre los síntomas están: tener el vientre inflamado, tener parásitos, gustan de comer cosas muy saladas y de comer tierra. En estos casos, se sirve en guisados y no se les agrega sal.

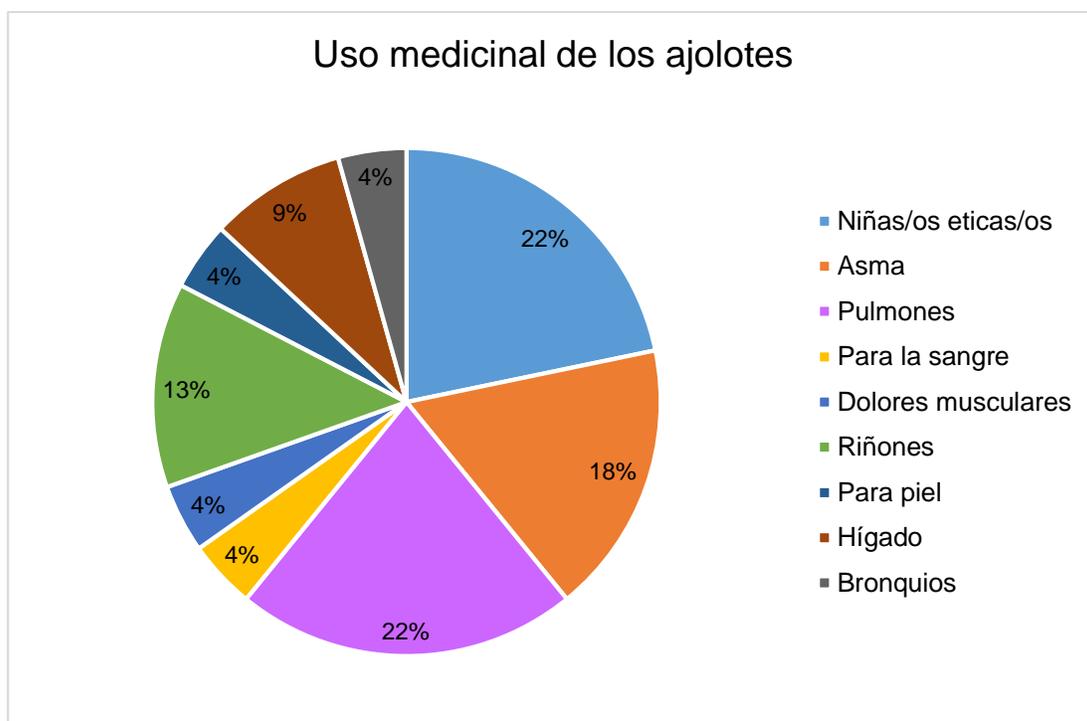


Figura 19. Enfermedades que son tratadas con el ajolote. Se muestra que las principales son: afecciones en pulmones (22%), para curar a niños éticos (22%) y asma (18%).

La mayoría de las personas reconocen que los ajolotes tienen una importancia relevante en cuanto a su valor comercial para las personas que se dedican a

venderlos ya que estos organismos son muy demandados, todos los domingos se encuentran fácilmente frente a la iglesia de la localidad y su precio es de 4 tamales x \$60.

En cuanto a la representación cultural o Mágica-Religiosa, las personas no creen que estas especies tengan valor, únicamente una mujer contó una historia que conoce sobre estas especies:

“Cuando los ajolotes nacen, van creciendo poco a poco en una piedra y se van a los zacatones, en donde viven con una víbora. Cuando crecen van al agua a reproducirse. Posteriormente vuelven a salir a los zacatones a vivir en piedras.”

La mayoría cree que estos organismos son representativos de la localidad, porque son conscientes de que estas especies son difíciles de encontrar en otras localidades. Además, mencionan que su importancia es principalmente en el aspecto económico, sobre todo para las personas que se dedican a su venta y distribución.

El 80% de las personas considera que es menos frecuente verlos, y las razones por las que consideran esto, son las siguientes (Figura 20):

- Los sacan, los venden y se los comen sin tener control.
- No dejan que se reproduzcan como antes.
- Por la contaminación.
- Por las aves.
- La población creció y hay más construcciones.
- Falta de cuidado.
- Cambio climático.

- Los cuerpos de agua se han secado o disminuido.

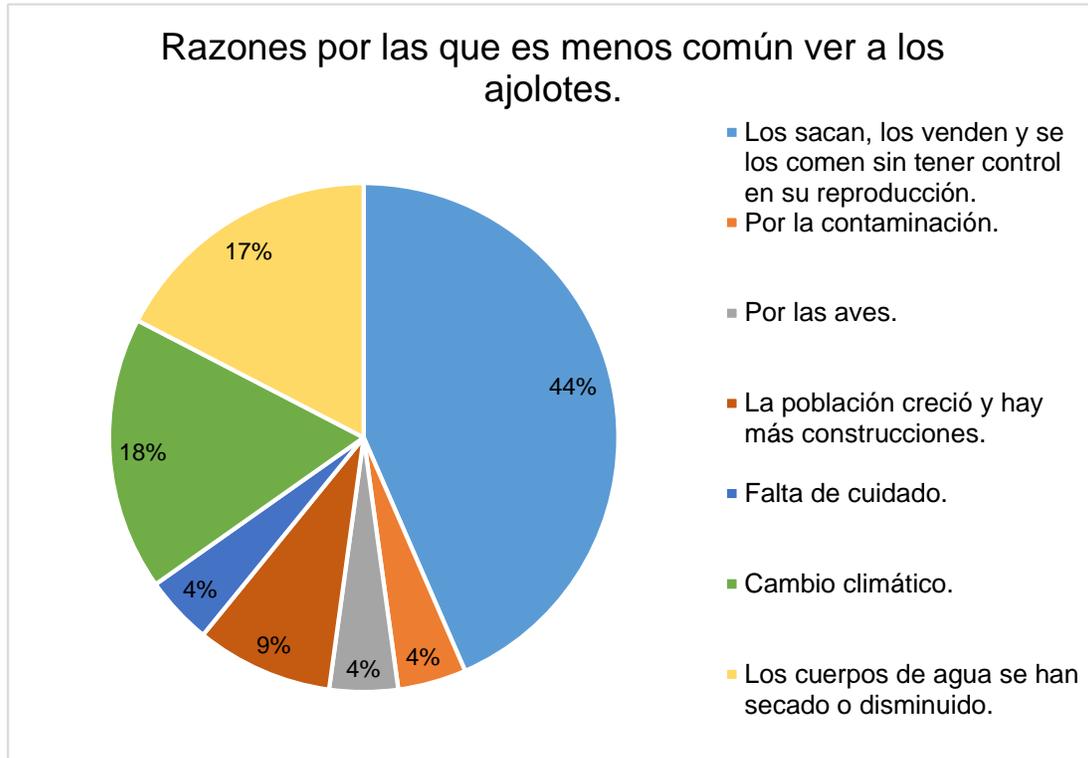


Figura 20. Razones por las que las personas consideran que los ajolotes se han visto con menos frecuencia. Se muestra que las principales son: los sacan, los venden y se los comen sin tener control en su reproducción (44%), cambio climático (18%) y que los cuerpos de agua se han secado o disminuido (17%).

Se le preguntó a la gente que si consideraba que los ajolotes son importantes y cuáles eran las razones que les hacían creer esto, la mayoría de las personas coincidieron que su importancia radica en su valor alimenticio (39%), porque consideran que al ser seres vivos merecen vivir (22%), que son importantes para la gente que los vende (17%), por sus propiedades curativas, antepasados y su legado (11%), por el balance ecológico (5%) o porque son de los pocos seres capaces de regenerarse (6%) (Figura 21).

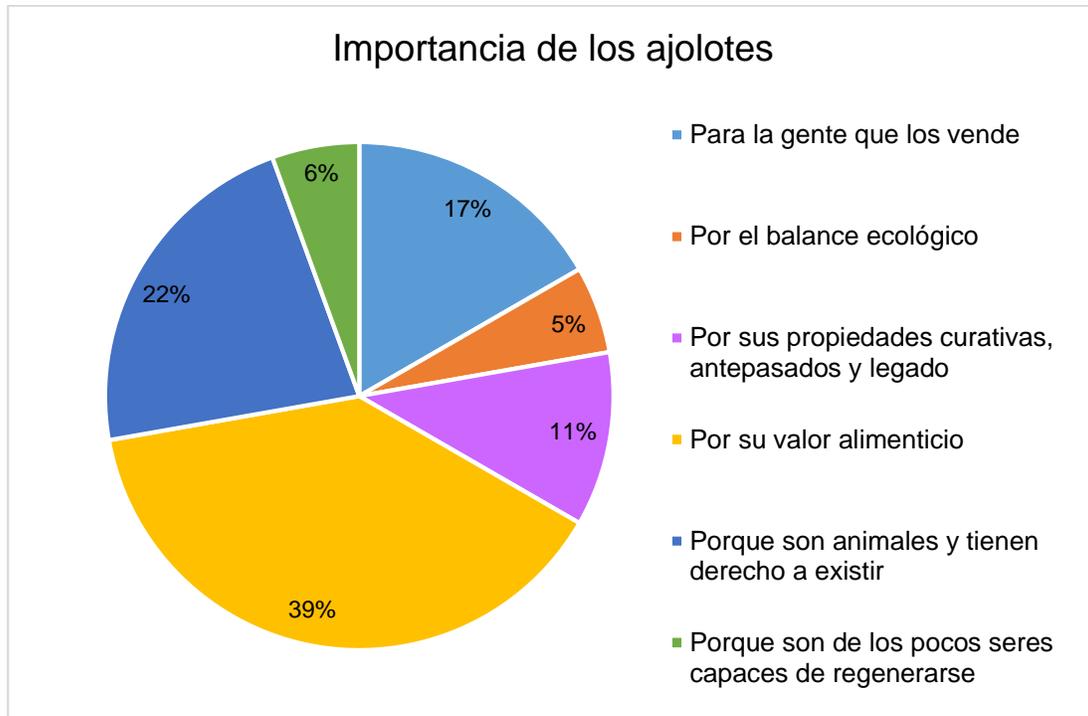


Figura 21. Razones por las que las personas consideran que los ajolotes son importantes. Se aprecia que las principales son: por su valor alimenticio (39%), porque son animales que tienen derecho a existir (22%) y que son importantes para la gente que los vende (17%).

Por último, se preguntó a las personas si harían algo para conservar a los ajolotes, todas las personas dieron sus propuestas y un gran porcentaje considera que una forma de ayudar a su protección es mediante la conservación de lagunas (28%), no pescarlos y cuidar que nadie lo haga (17%), crear más cuerpos de agua y más grandes (17%), prohibir su caza cercando los predios donde se encuentren (14%), evitar contaminar el agua (10%), enseñarle a la gente que debe cuidarlos y dejarlos reproducirse (7%), reforestar para que haya más agua (4%) y solo una persona, no cree que es necesario (3%) (Figura 22).



Figura 22. Propuestas de las personas entrevistadas para proteger a los ajolotes. Se observa que la mayoría de las personas considera como mejor opción la conservación de las lagunas (28%), no pescarlos y cuidar que nadie lo haga (17%) y crear más cuerpos de agua y más grandes (17%).

Con los resultados obtenidos de las entrevistas, se aplicó el modelo de Cotton para estimar la Frecuencia de Uso (*FU*), Diversidad de Uso (*DU*) y Valor de Uso (*VU*). Como se mencionó anteriormente, se consideró a *A. granulosum* y a *A. rivulare* como una sola especie, dado que las personas no las reconocen como especies distintas y las usan indistintamente.

En el caso de la Frecuencia de Uso calculada (*FU*) total de menciones (*Mns*) fue de 27 de un total de 30 personas entrevistadas (*Ni*). Para la Diversidad de Uso (*DU*) se consideraron en total cuatro categorías (Figura 23), y en las cuatro las personas entrevistadas proporcionaron información, aunque solo una mujer tenía conocimientos en la categoría de representación cultural (*RC*). En cuanto al Valor de

Uso (**VU**), la categoría de la Economía (**E**), fue la que más se mencionó (n= 25), le siguió la categoría de Alimentación (n= 24), Medicinal (n=18) y de Representación Cultural (n= 1). Los resultados obtenidos de las pruebas se muestran en la tabla 2.

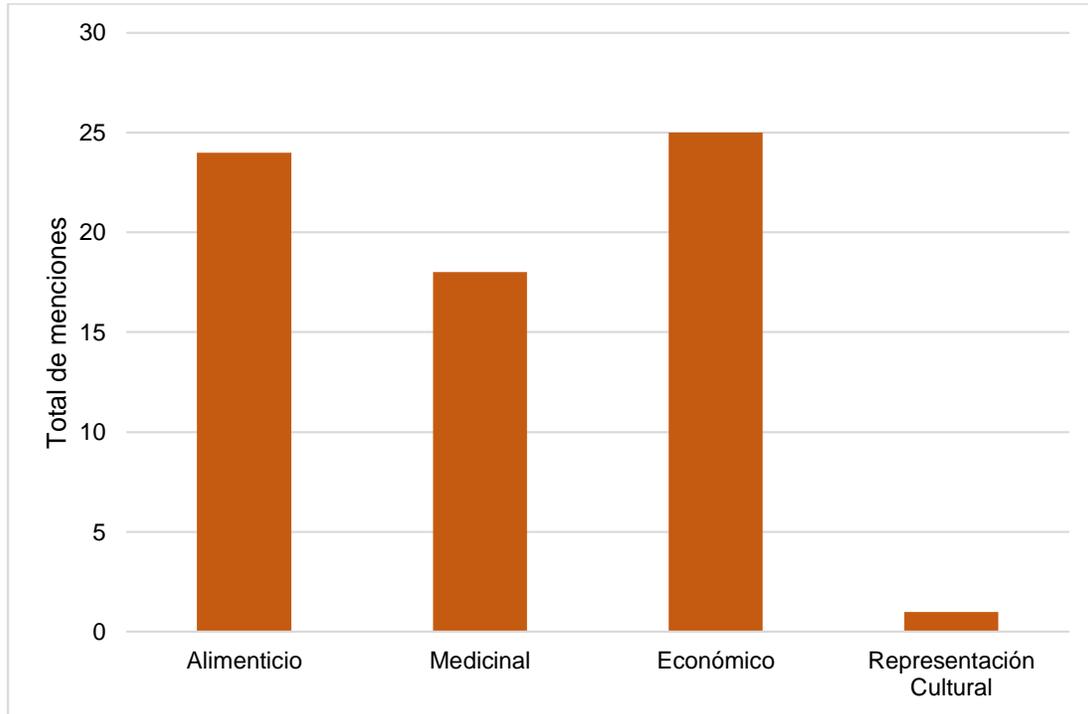


Figura 23. Número de menciones de los entrevistados por categorías de uso de *Ambystoma* sp. en Amanalco, Estado de México.

Tabla 2. Usos de *Ambystoma* sp. en Amanalco, Estado de México.

Especie	FU %	DU	VU
<i>Ambystoma</i> sp.	0.9	1	2.26

Estructura Poblacional dada por análisis morfométrico.

En el caso de *A. rivulare*, se registró un total de 98 organismos en los sitios 1 y 2 (29 crías, 13 jóvenes, 48 adultos neoténicos y 8 adultos metamorfoseados). En los sitios 3 y 4, se registró un total de 104 organismos de *A. granulosum* (31 crías, 30 jóvenes, 29 adultos neoténicos y 14 adultos metamorfoseados).

El sitio 1, se caracteriza por ser un arroyo que nace de manantiales en una zona de pastizal. Este se encuentra cubierto por vegetación en algunas zonas. En la zona se registraron 40 organismos de *A. rivulare* en total, de los cuales 23 correspondían a hembras y 14 a machos. Los promedios de las medidas morfométricas (mm) en los diferentes estadios se observan en la tabla 3 y la proporción de individuos por clase de edad, se puede observar en la figura 24.

Tabla 3. Medidas promedio de LHC, LC, An-C y LT (mm) de los individuos de *A. rivulare* encontrados en el sitio 1.

Estadio	N° organismos	LHC	LC	An-C	LT
Cría	4	49	34	5.035	54.73
Joven	9	57.94	48.99	15.31	106.93
Adulto Neoténico	26	72.74	65.98	19.19	138.72
Adulto Metamorfoseado	1	71.33	62.69	17.04	134.02

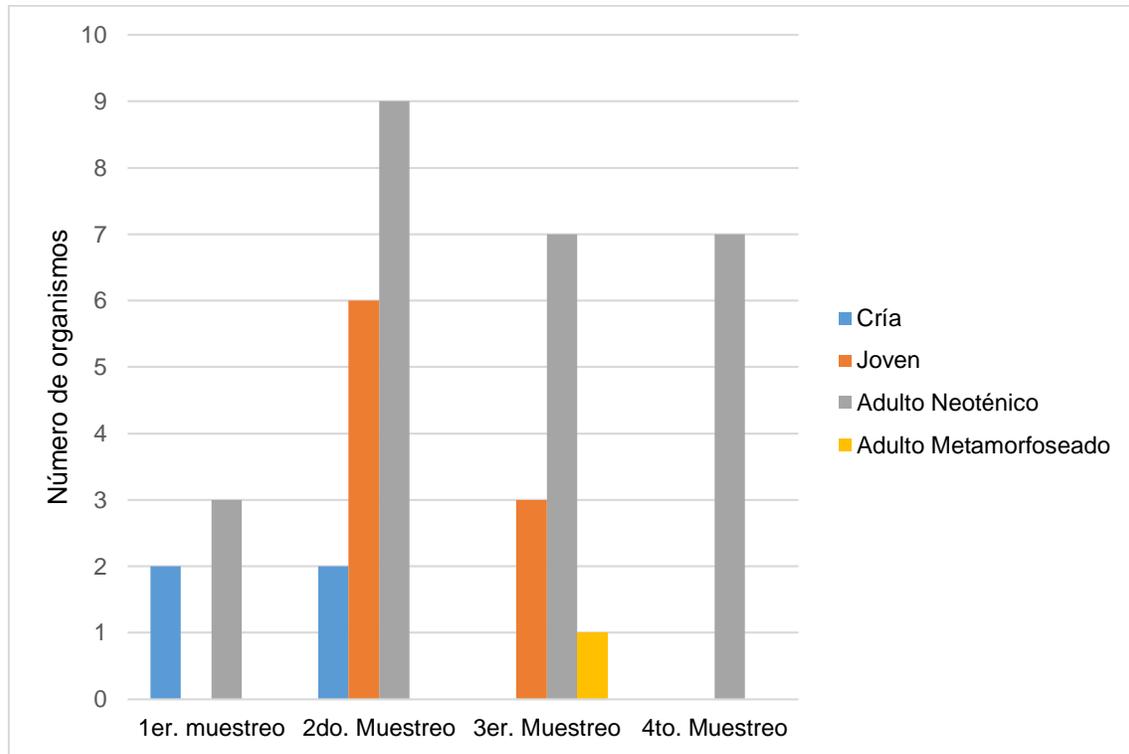


Figura 24. Se muestra la proporción de los individuos *A. rivulare* encontrados por clase de edad en el sitio 1.

Con ayuda de Google Earth se calculó la distancia de cada punto con el poblado más cercano. En este caso, el poblado más cercano se ubica en las coordenadas 19° 14' 08.31" N y 99° 57' 10.04" O, el nombre del pueblo es "Hacienda Nueva" y la distancia del sitio 1 hasta el pueblo, es de 2,195.07 metros.

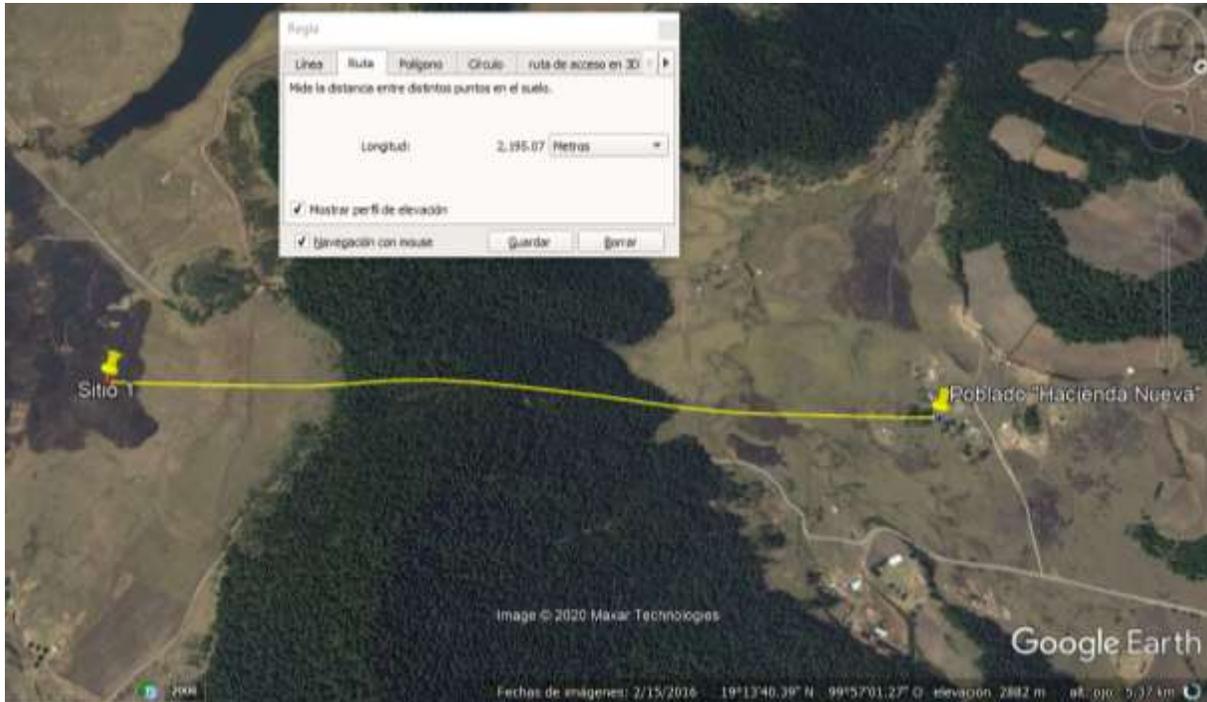


Figura 25. Distancia entre el sitio 1 y el poblado "Hacienda Nueva"

Tomado de Google Earth, 2017.

El sitio 2, es una zona con características similares al sitio 1, este se encuentra muy cerca de un camino por donde pasan carros, una parte del pavimento se encontraba hundido, ya que este fragmenta el arroyo y ahí fue posible observar a un organismo.

Se encontraron 58 organismos en total de *A. rivulare*, de los cuales 23 correspondían a hembras y 8 a machos. Los promedios de las medidas morfométricas obtenidas de los organismos encontrados en este sitio en los diferentes estadios se observan en la tabla 4 y la proporción de individuos por clase de edad, se puede observar en la figura 26.

Tabla 4. Medidas promedio de LHC, LC, An-C y LT (mm) de los individuos de *A. rivulare* encontrados en el sitio 2.

Estadio	Nº organismos	LHC	LC	An-C	LT
Cría	25	34.29	29.74	12.38	64.03
Joven	4	56.45	44.89	14.36	101.34
Adulto Neoténico	22	65.56	54.69	16.95	120.25
Adulto Metamorfoseado	7	73.08	69.52	17.61	142.59

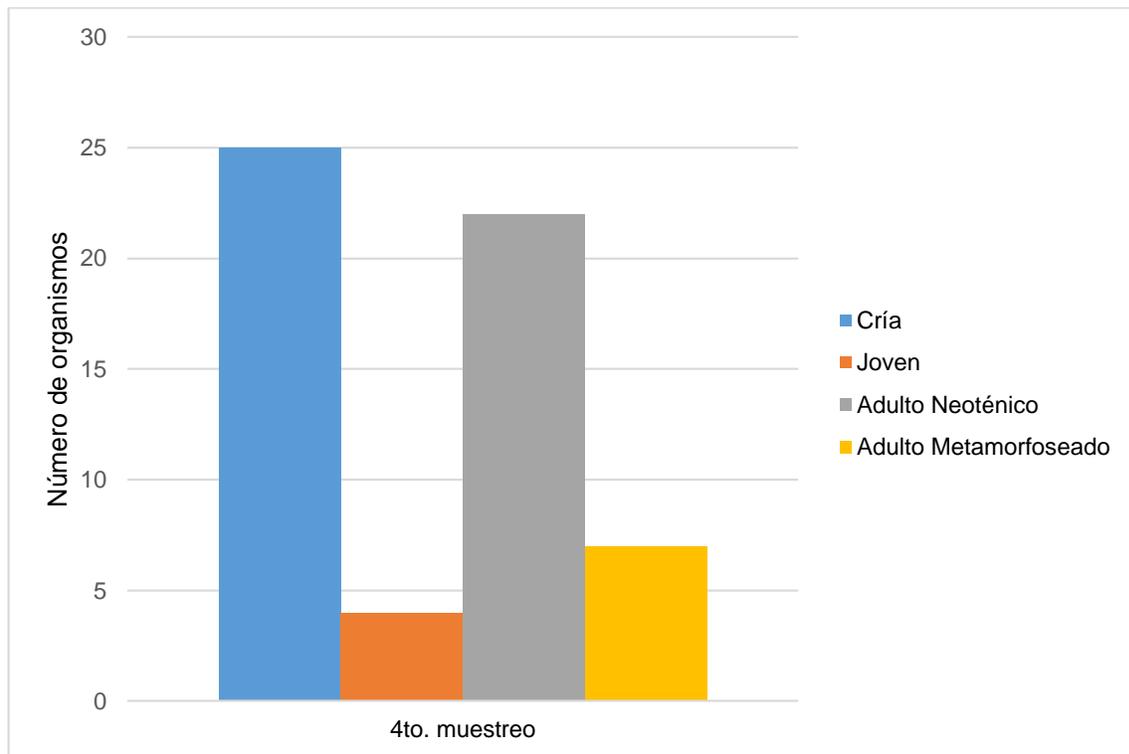


Figura 26. Proporción de los individuos de *A. rivulare* encontrados por clase de edad en el sitio 2.

En este caso, el poblado más cercano corresponde al mismo que el sitio 1. La distancia entre sitio 2 y el poblado “Hacienda Nueva” es de 560.50 metros.

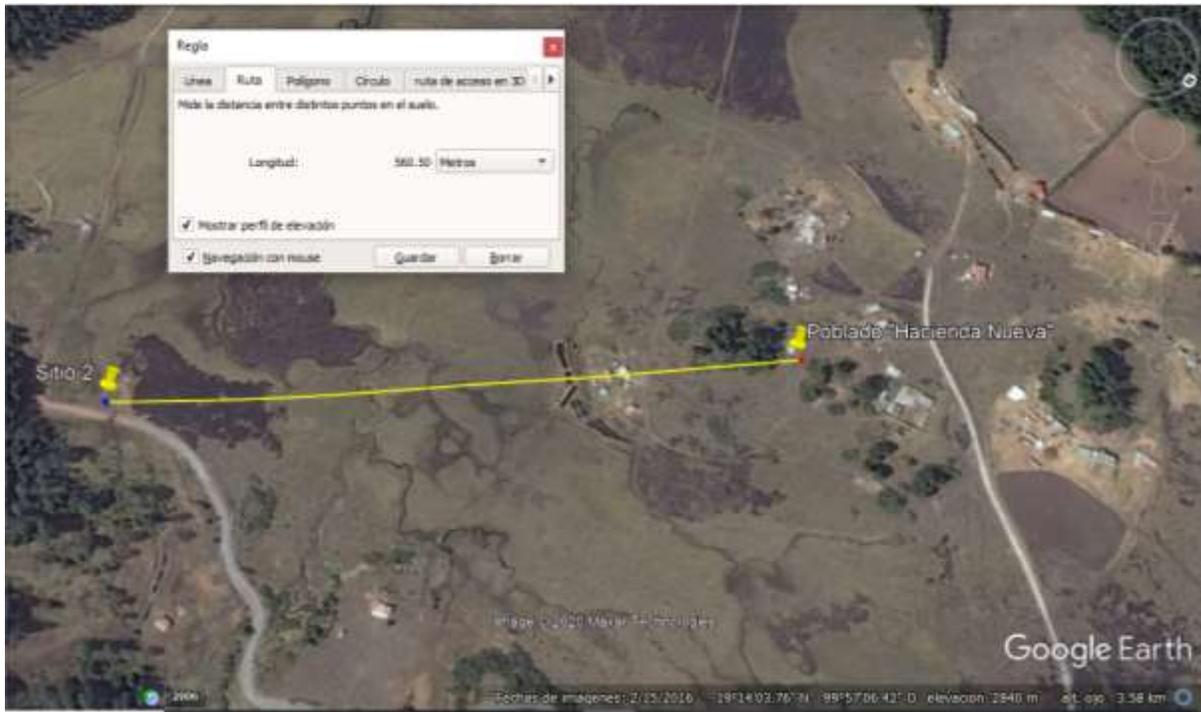


Figura 27. Distancia entre el sitio 2 y el poblado “Hacienda Nueva”

Tomado de Google Earth, 2017.

En el sitio 3, se registraron 82 ejemplares de *A. granulosum* en total, de los cuales 20 correspondieron a hembras y 13 a machos. La zona es una Ciénega formada a las orillas de un arroyo. En la tabla 5, se pueden observar los promedios de las medidas morfométricas en los diferentes estadios y en la figura 28, se muestra la proporción de individuos por clase de edad en el sitio.

Tabla 5. Medidas promedio de LHC, LC, An-C y LT (mm) de los individuos de *A. granulosum* encontrados en el sitio 3.

Estadio	Nº organismos	LHC	LC	An-C	LT
Cría	16	34.467	22.58	-	57.04
Joven	24	66.16	53.37	15.98	119.78
Adulto Neoténico	29	58.15	50.51	13.66	108.66
Adulto Metamorfoseado	13	66.05	57.82	14.53	123.86

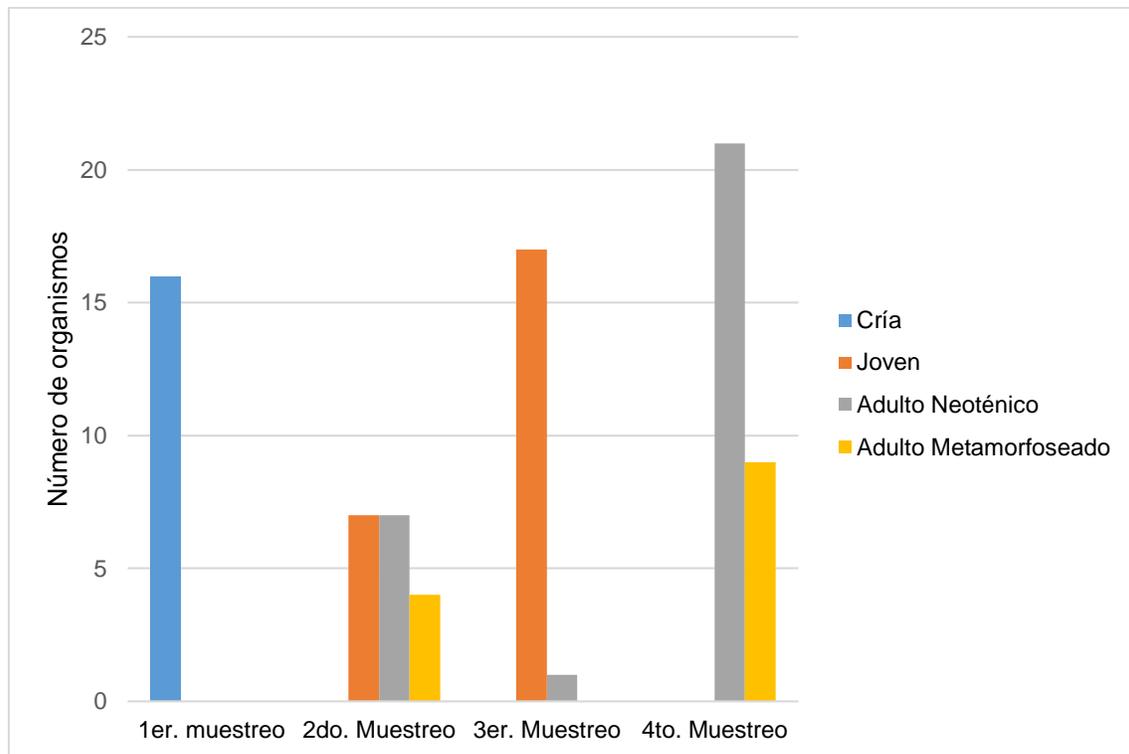


Figura 28. Se observa la proporción de los individuos de *A. granulosum* encontrados por clase de edad en el sitio 3.

Para este sitio, se tomó al poblado "Capilla Vieja", como el más cercano. La distancia entre ambos sitios es de 2,072.98 metros.

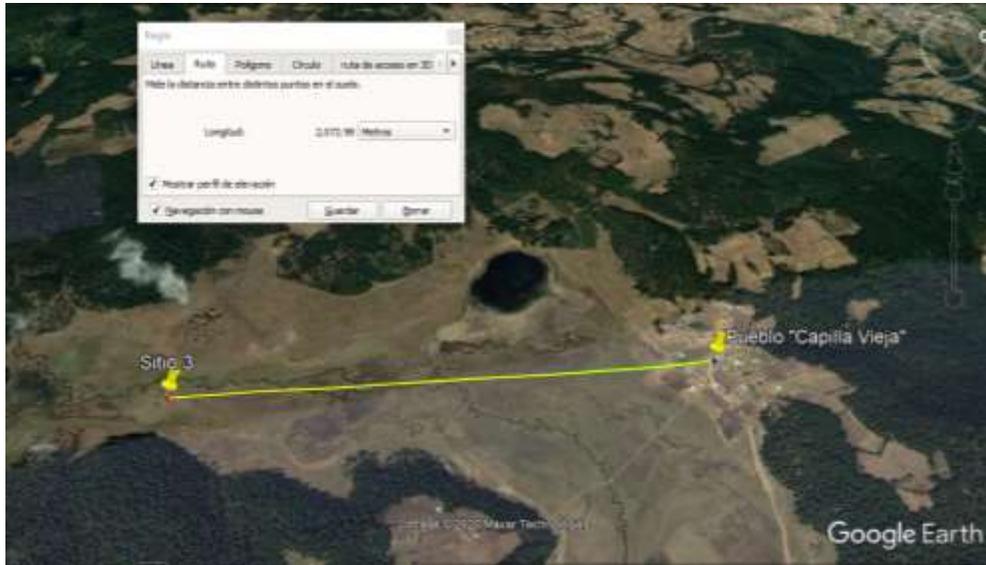


Figura 29. Distancia entre el sitio 3 y el poblado “Capilla Vieja”.

Tomado de Google Earth, 2017.

En el sitio 4, se registró la presencia de *A. granulosum*, el sitio presenta características similares a las del sitio 3. En total se registraron 21 organismos, sólo fue posible determinar el sexo de un organismo adulto (hembra). Los promedios de las medidas morfométricas en los diferentes estadios se observan en la tabla 6 y la proporción de individuos por clase de edad, se puede observar en la figura 30.

Tabla 6. Medidas promedio de LHC, LC, An-C y LT (mm) de los individuos de *A. granulosum* encontrados en el sitio 4.

Estadio	Nº organismos	LHC	LC	An-C	LT
Cría	15	28.97	21.38	-	50.35
Joven	5	30.78	24.6	8.116	55.38
Adulto Neoténico	-	-	-	-	-
Adulto Metamorfoseado	1	104.47	100.1	25.42	204.57

En el primer muestreo, se registró la presencia únicamente de crías, se esperaba que para los muestreos posteriores se observara una mayor cantidad organismos en los siguientes estadios, sin embargo, como puede observarse en la figura 30, esto no fue así. Este sitio es del que las personas entrevistadas dieron mayor referencia, por lo que quizá este sea el sitio en el que se da mayor aprovechamiento a esta especie, lo que puede estar ligado a la disminución de los organismos en este sitio para el segundo muestreo.

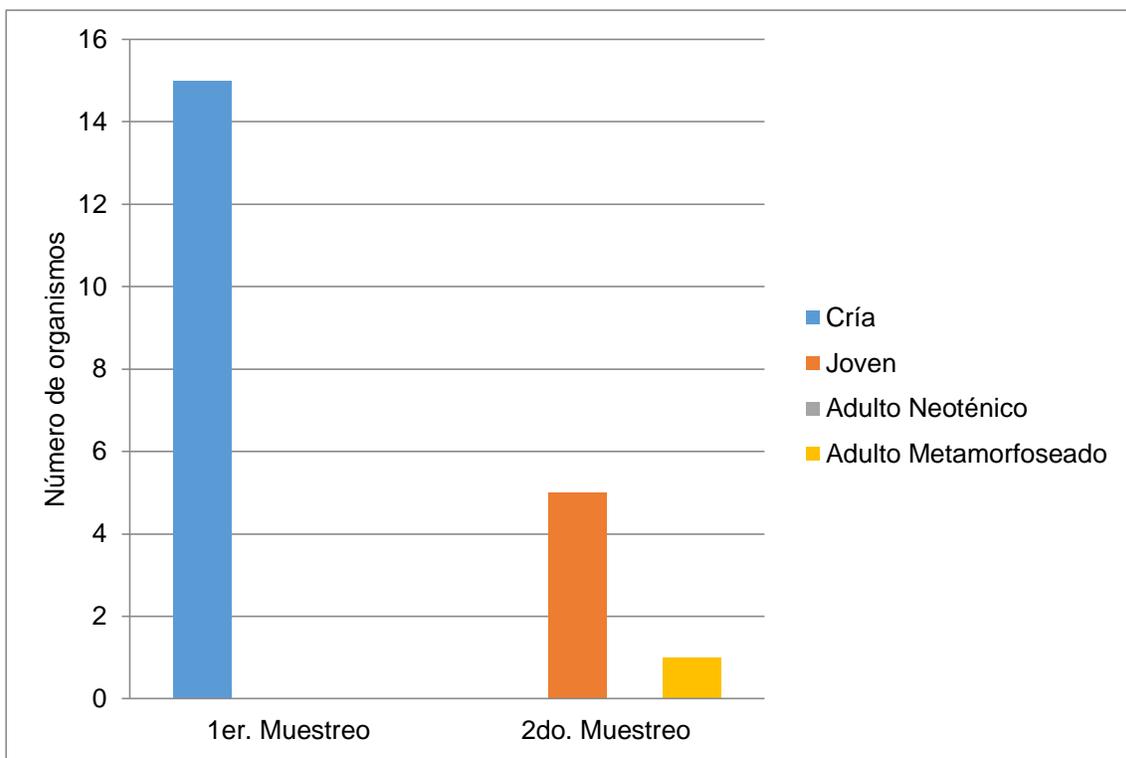
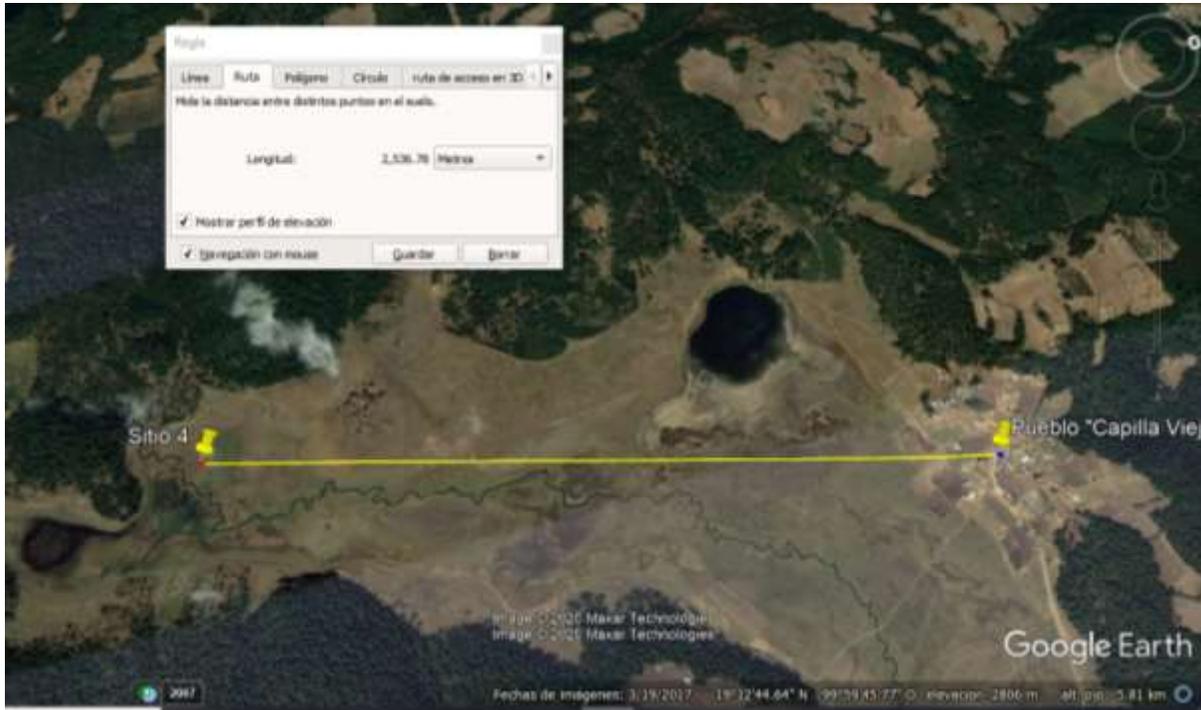


Figura 30. Se muestra la proporción de los individuos de *A. granulosum* encontrados por clase de edad en el sitio 4.

El poblado “Capilla Vieja” es el más cercano para los casos del sitio 3 y el sitio 4. La distancia entre ambos puntos, es de 2,536.78 metros.



**Figura 31. Distancia entre el sitio 4 y el poblado “Capilla Vieja”.
Tomado de Google Earth, 2017.**

Con la distancia calculada mediante Google Earth entre los cuerpos de agua donde fue posible encontrar organismos y los poblados más cercanos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para comparar la estructura de la población contra los sitios de cada especie. Para el caso de *Ambystoma rivulare*, se compararon estadios contra sitio 1 y sitio 2 (Tabla 7), como se observa, no hay diferencias significativas ($P = 0.095$).

Tabla 7. Resultados de ANOVA de dos vías para *A. rivulare*.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Estadio	3	55702.803	18567.601	48.804	<0.001
Sitio	1	20.397	20.397	0.0536	0.817
Estadio x Sitio	3	2494.349	831.45	2.185	0.095
Residual	90	34240.678	380.452		
Total	97	130992.71	1350.44		

Para el caso de *A. granulosum*, se compararon los estadios contra el sitio 3 y sitio 4 (Tabla 8) en este caso sí existe una interacción estadísticamente significativa entre estadio y sitio ($P = <0.001$).

Tabla 8. Resultados del ANOVA de dos vías para *A. granulosum*.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Estadio	3	46778.437	15592.812	24.861	<0.001
Sitio	1	3836.625	3836.625	6.117	0.015
Estadio x Sitio	3	25693.654	8564.551	13.655	<0.001
Residual	96	60210.451	627.192		
Total	103	171178.03	1661.923		

Posteriormente se aplicó el método de Holm-Sidak para conocer entre cuáles estadios de *A. granulosum* existen diferencias, teniendo como resultado diferencias significativas entre los sitios 3 y 4 entre los organismos jóvenes ($P = <0.001$), Adultos neoténicos ($P = <0.001$) y Adultos metamórficos ($P = 0.002$).

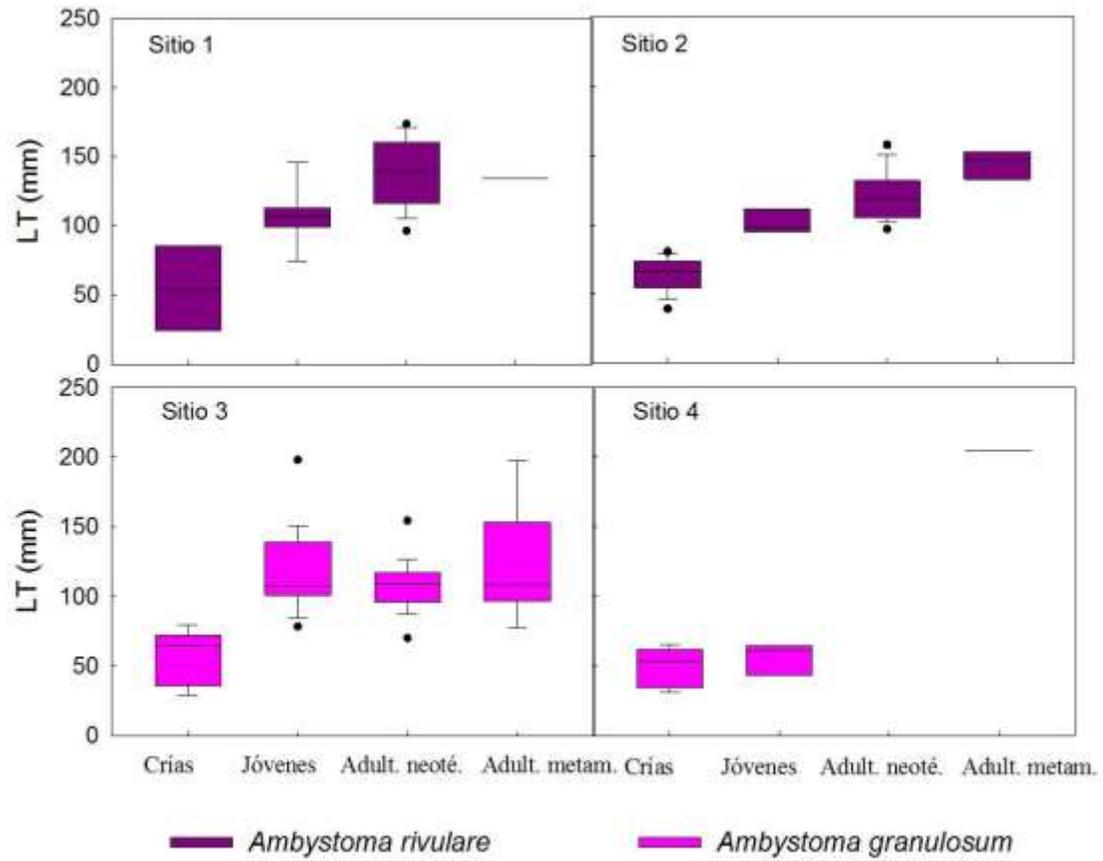


Figura 32. Longitud Total (LT) en mm de *A. rivulare* y *A. granulatum*, tomando en cuenta las distancias calculadas de los poblados y los estadios de los organismos.

DISCUSIÓN

- **Etnozoología**

Escobar (2002) y Sánchez (2006), recalcan la importancia de recopilar la información que los pueblos locales poseen sobre sus recursos naturales, con el fin de rescatar conocimientos que serán útiles para establecer estrategias de manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas. Una forma de lograr esto, es averiguando las relaciones y conocimientos tradicionales entre los grupos humanos y su fauna local. Por estas razones, el conocimiento que poseen las y los pobladores del municipio de Amanalco, son de suma importancia para la planificación de estrategias de conservación en torno a *A. granulosum* y *A. rivulare*.

Como se observó, la mayoría de las y los entrevistados tienen conocimiento sobre los ajolotes, y en general, muestran interés hacia el valor de estas especies. La importancia que las personas han mantenido o han generado acerca de estas especies, no radica únicamente en su utilidad práctica, sino también en su uso, ya que, el conocimiento que las personas tienen sobre todas las especies y su importancia, es preservado y heredado a través del tiempo por tradición (Sánchez, 2006).

Pese a que una menor parte de las personas entrevistadas pertenece a algún grupo étnico, la mayoría mencionó que uno de los nombres referidos a los ajolotes es « tepocate », el cual proviene del náhuatl *atepócatl* (Guerrero y Retana, 2012) y significa renacuajo. Esto como resultado del parecido entre las ranas en estado larvario y los ajolotes no metamórficos.

Ventura (2016), menciona que un claro ejemplo de la transculturación es la pérdida de las lenguas, la disminución de su uso y por lo tanto el poco conocimiento de los significados. La pérdida de las diferentes lenguas indígenas, trae como consecuencia la pérdida del conocimiento tradicional al ser el instrumento fundamental de transmisión del conocimiento local (Saynes, 2013). A pesar de que el municipio limita con la región mazahua y que en la antigüedad sus habitantes en su mayoría eran otomíes, mexicas, mazahuas y mestizos (Inafed, 2016), es evidente que en la localidad hay una pérdida importante en cuanto a las lenguas indígenas y su conocimiento, por ende, la pérdida del conocimiento ancestral de la fauna en estos sitios.

El conocimiento tradicional, involucra además de inventarios de plantas o animales y sus usos, un sistema complejo de conocimientos-prácticas-creencias (Fenstad *et al.*, 2002). De aquí la importancia de preservar los conocimientos tradicionales que mujeres y hombres poseen, pues al complementarlo con el conocimiento científico se puede entender de mejor forma las estrategias que las personas han implementado a lo largo de la historia para preservar el medio ambiente y así poder en la actualidad mejorar esas estrategias y aprovechar de mejor forma los recursos naturales de una manera respetuosa y armoniosa entre la naturaleza y sociedad.

Se podría decir que en la actualidad los usos de los ajolotes en la localidad han disminuido debido a la pérdida de la tradición y por el decrecimiento de las poblaciones de ambas especies. Aunque aún son importantes en la gastronomía, la mayor parte del consumo se da en tiempos de lluvia, cuando son más fáciles de encontrar. No obstante, con seguridad la especie que más se consume en la localidad, es *A. granulosum* esto debido a que vive en cuerpos de agua poco profundos y con baja corriente, contrario a *A. rivulare* que vive en cuerpos de agua

con corriente rápida y que, además, debido a sus tonalidades oscuras, son más difíciles de encontrar (Hernández, 1989; Shaffer *et al.*, 2008 y Woolrich *et al.*, 2017)

Las formas de cocinar a los ajolotes son diversas, de acuerdo a las entrevistas realizadas a las personas de la localidad, los ajolotes son capturados por las personas que viven cerca de los cuerpos de agua donde aún es posible encontrar poblaciones de ajolotes y bajan al pueblo a venderlos, las personas que los compran los preparan en tamales (para consumo o venta), caldo a la mexicana, fritos, en tacos y en salsa roja o en chile. Según los relatos, cuando se usa con fines medicinales, se consume de alguna de las formas ya mencionadas. Estos datos coinciden con las investigaciones realizadas en el Estado de México de Rivera y Molina (2019) y González (2019), en donde se mencionan las mismas formas de uso alimenticio y medicinal, en el primer caso de *A. granulosum*, y en el segundo caso de *A. granulosum* y *A. rivulare*.

En cuanto a las enfermedades que son tratadas con ajolote, se registró que se emplea principalmente para tratar enfermedades del sistema respiratorio, a personas éticas y personas con anemia. Estos dos usos han sido encontrados para otras especies de *Ambystoma* Huacuz (2002), Ruíz (2008) y Velarde (2011), la principal manera en que es empleado, es en caldo.

Con base en los resultados de las entrevistas se puede llegar a la conclusión que las y los pobladores están llevando a cabo un manejo de las especies, las personas son conscientes de que las poblaciones han disminuido drásticamente y por esto, cada vez lo consumen en menor cantidad. Además, la pesca de ajolotes se realiza cuando es temporada de lluvias, lo cual es favorable ya que de esta forma se deja que los ajolotes se reproduzcan y puedan seguir su ciclo de forma natural durante las demás

épocas del año. De igual modo, las personas encargadas de extraerlo, dan un manejo a los ajolotes que consiste en sacar únicamente los de talla mediana, pues saben que los organismos grandes son los que están maduros sexualmente (Aguilar *et al.*, 2009)

Como se sabe y como se ha mencionado anteriormente, los ajolotes tienen una distribución espacial limitada, lo cual causa que las poblaciones sean vulnerables. Aunado a esto, actividades humanas como las económicas y sociales, aumentan el riesgo de extinción pues estas actividades históricamente se han realizado sin algún tipo de manejo que no afecte drásticamente a las poblaciones ni se había considerado el equilibrio ecológico de la zona (Ochoa y Flores, 2006).

Con respecto a las creencias o percepciones de que las poblaciones de ajolotes hayan disminuido, las y los pobladores consideran que los factores con mayor impacto son la venta, consumo y extracción de los ajolotes sin tener control en su reproducción, el cambio climático y la disminución o desecación de los cuerpos de agua. También es importante considerar que en la localidad hay granjas acuícolas de tilapia y truchas, lo que ha afectado considerablemente a las poblaciones que aún existen en la zona (Ayuntamiento de Amanalco, 2018).

Las razones que se considera han ocasionado la disminución y vulnerabilidad de las especies de anfibios en general, son: 1) las transformaciones antrópicas debido a la expansión urbana que provoca degradación del hábitat y contaminación; 2) presencia de bacterias y turbidez del agua ocasionada por la descarga de aguas residuales; 3) desecación de cuerpos de agua; 4) presencia de especies exóticas; 5) urbanización; 6) tala ilegal y sobrepastoreo; 7) agricultura, en particular por el cultivo comercial de trigo y 8) uso de detergentes, fertilizantes y acumulación de

basura (Juárez-Figueroa *et al.*, 2003; Santos-Barrera *et al.*, 2004; Zambrano *et al.*, 2004; Parra-Olea *et al.*, 2014).

Zambrano *et al.* (2001), mencionan que algunas especies de peces nativos pueden llegar a cohabitar con los ajolotes, sin embargo, la carpa (*Cyprinus carpio*) y la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) ocasionan importantes alteraciones en la red trófica donde son introducidas y aunque no depredan organismos juveniles de ajolotes, se considera probable que depreden sus puestas y algunos alevines. Además, estas especies pueden afectar de manera indirecta, principalmente la carpa, pues esta provoca que la cobertura de las plantas sumergidas que son empleadas como sitios de puesta de los ajolotes y que son fundamentales para la reproducción y mantenimiento de las poblaciones disminuyan (Zambrano *et al.*, 1999). Otras especies perjudiciales para los ajolotes son la lobina (*Micropterus salmoides*) y la tilapia (*Oreochromis niloticus*) ambas especies depredadoras, la lobina puede depredar a los juveniles y la tilapia directamente las puestas de ajolotes.

En el municipio de Amanalco la piscicultura es una de las actividades productivas más representativas, ya que este municipio posee gran cantidad de cuerpos de agua. Sin embargo, las personas han introducido a la trucha en los cuerpos de agua ya que la zona presenta las condiciones naturales propicias para su reproducción: clima frío y templado, manantiales, arroyos y ríos con agua limpia, oxigenada y con corriente rápida (H. Ayuntamiento de Amanalco de Becerra, 2015). Lo que pone en riesgo a especies nativas como es el caso de los ajolotes y en mayor medida a *A. rivulare* pues estas mismas condiciones son las que presentan los cuerpos de agua donde habitan.

A pesar de los impactos humanos importantes sobre estas especies, se han registrado poblaciones de *A. granulosum* y *A. rivulare*, en condiciones aceptables, como es el

caso de las que se encuentran en esta localidad. Los factores que son de mayor riesgo para *Ambystoma granulosum*, son de tipo antropogénicos, principalmente la contaminación que las y los pobladores generan en los bordos. Por otra parte, la captura de esta especie para comercio y alimento, generalmente es para consumo local, sin embargo, se ha observado que en los últimos años se llevan a otras localidades del Estado de México y estados próximos en donde son comercializados (Aguilar, 2005). Aunado a esto, la zona donde habita esta especie es plana y algunas personas aprovechan estos lugares para practicar deportes en cuatrimotos, además de ser zona de paso para ganado, lo que conlleva la perturbación y deterioro del hábitat de *A. granulosum*.

En el caso de *Ambystoma rivulare*, los factores de riesgo de mayor importancia son también ocasionados en mayor medida por la actividad humana. Las poblaciones de esta especie están expuestas directamente a la contaminación de arroyos por el uso de detergentes y jabones para el lavado de ropa, arrastre de fertilizantes y fumigantes utilizados en campos de cultivo, acumulación de basura y descarga de aguas residuales domésticas (Aguilar, 2003).

Como se mencionó anteriormente, la agricultura es muy importante en la localidad, esta ocupa una superficie de 8,950 hectáreas (de las 21,949 ha que abarca en total el municipio). Esta actividad ha generado diversas problemáticas que han afectado directa e indirectamente a los recursos naturales, en este caso directamente al suelo y los bordos, lo cual a su vez genera un impacto sobre las especies que habitan en el medio. Como se observó en el mapa de uso de suelo (Fig. 5), el territorio ocupado para cultivos es bastante amplio y la frontera agrícola ha ido aumentando a través de los años.

Recordemos que el municipio de Amanalco se encuentra dentro del Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal “Cuencas de Los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostóc y Temascaltepec”, por lo que además de las problemáticas mencionadas, se encuentra la tala clandestina e inmoderada de diferentes especies de árboles, incendios forestales, plagas forestales, erosión de suelo, cambios de uso de suelo, expansión de las áreas semirurales y de las actividades agropecuarias y la disminución de retención del agua de lluvia por pérdida de cubierta forestal y vegetal (Ayuntamiento de Amanalco, 2018).

Las zonas que antes eran bosque y han ido desapareciendo, han sido reemplazadas por zonas de cultivo y esto no sólo afecta a la infiltración de agua para la recarga de acuíferos, también a la pérdida de flora, fauna contribuyendo al desgaste del suelo, así como al cambio climático. La calidad del agua, se ve afectada también por las actividades agrícolas realizadas de manera no sustentable, pues los agroquímicos, fertilizantes, materia orgánica, sedimentos y sales que llegan a esta mediante escorrentías, dan lugar a contaminación del agua superficial y subterránea (Ongley, 1997).

Como todas las especies endémicas, *A. granulosum* y *A. rivulare* forman parte del equilibrio ecológico de la localidad en la que habitan, el endemismo es importante para proteger, conocer y comprender los atributos biológicos de las especies, así como la historia evolutiva que representan dichos taxones endémicos y sus patrones biogeográficos (Noguera, 2017).

Flores (1993), señala que el grupo de los anfibios es uno de los que contribuye considerablemente a que México sea un país megadiverso, como se mencionó anteriormente, el estado de endemismo de anfibios en el país es muy alto, ya que se

poseen 252 especies de anfibios endémicas, lo que equivale al 67% de la riqueza total. En cuanto a diversidad del orden Caudata (al que pertenecen *A. granulosum* y *A. rivulare*), México ocupa el segundo lugar en riqueza a nivel mundial con un total de 137 especies, después de Estados Unidos con un total de 189 especies (Parra-Olea *et al.*, 2014), por lo que es de vital importancia la conservación de estas especies y mantener la conexión entre ellas y la humanidad.

- **Estructura Poblacional dada por análisis morfométrico.**

Los sitios 1 y 2, que corresponden a los sitios donde se observó a *A. rivulare*, coinciden con las características del hábitat de esta especie reportado por Woolrich *et al.* (2017) y Hernández (1989), quienes mencionan que esta especie prefiere arroyos con corriente fuerte, relativamente angostos y poco profundos. Desafortunadamente, este tipo de arroyos es más escaso o como ya se mencionó anteriormente, ha sido modificado debido al impacto de la introducción de trucha arcoíris.

Se observó que tanto crías como adultos de ambas especies, tienen preferencia por algún sitio. Las larvas y los organismos jóvenes de *A. rivulare* preferían sitios con menor vegetación y se encontraban en el fondo, mientras que los adultos neoténicos y adultos metamórficos se encontraban en lugares más oscuros y con más vegetación. Aunque estos tenían preferencia por algún sitio, fue posible encontrar organismos de diferentes tallas en tramos pequeños.

En el caso de *A. granulosum*, se observó que las crías y los organismos jóvenes tienen preferencia por sitios poco profundos, donde el agua era clara y con poca vegetación,

estos eran fáciles de encontrar mientras se encontraban reposando sobre plantas acuáticas. Mientras que los adultos mostraban preferencia por sitios con mayor profundidad, en zonas donde el agua era turbia y con más vegetación.

La altitud a la cual se registró la presencia de esta especie, difiere con lo observado por Flores y Hernández (2006), quienes indican que esta especie se presenta a una altitud de 2200 msnm, en vegetación tipo Bosque Mesófilo de Montaña. En este estudio, la altitud a la que se encontraron, fue de 2834 y 2843.8 msnm.

Las características de los sitios 3 y 4, coinciden con lo reportado por Shafer *et al.* (2008), quienes describen que el hábitat característico de *A. granulosum* son cuerpos de agua con corriente lenta, sin entradas de agua, anchos y poco profundos. Así mismo, indican que la altitud en donde se registra la especie va de los 2650 a 2800 msnm y en la zona, se registró una elevación promedio de 2723 msnm.

En cuanto a los resultados obtenidos en el ANOVA de dos vías y el análisis de Holm-Sidak, se puede decir que estos resultados se deben a que en el caso de los sitios 1 y 2, donde se encontró a *A. rivulare*, a pesar de la gran distancia entre ellos, esta especie podría estar siendo aprovechada de la misma forma en ambos sitios o se encuentran bajo las mismas condiciones de presión ecológica, es importante mencionar también que cerca de ambos sitios hay granjas en donde se crían truchas. La presencia de estas granjas, podría estar perturbando la corriente natural de los arroyos, desviándolos o disminuyendo la fuerza de las corrientes, lo que quizá estaría reduciendo la cantidad de agua y oxígeno disuelto. Asimismo, el alimento que se le da a la trucha para su rápido crecimiento, llega al flujo natural y podría estar alterando la calidad del agua de los arroyos (Lemos-Espinal, com. pers., 2015).

En el caso de *A. granulosum*, las diferencias significativas podrían deberse a que el sitio 4 se encuentra mayormente perturbado y es el sitio del cual las y los pobladores dan mayor referencia, por lo que esto puede estar ocasionando la baja densidad de organismos.

Otros factores por considerar, es el agua tratada que es usada en las casas, la cual llega de manera directa a los cuerpos de agua cercanos, lo que ocasiona que se genere una alta concentración de nutrientes, que provoca la eutrofización de estos. Esta condición genera efectos negativos cuando esta agua llega a sitios que tienen pocas salidas y/o entradas de agua, ya que ocasiona una producción masiva de algas las cuales a través de la fotosíntesis elevan la concentración de oxígeno disuelto a niveles de sobresaturación, que en concentraciones mayores de 11.0 mg/l. puede ser letal para los ajolotes (enfermedad de la burbuja) (Wetzell, 1985 y Mena y Servín, 2014). Así mismo favorecen el desarrollo de cianofitas que incrementan la concentración de amonio que es altamente tóxico. Otro factor negativo son las repentinas descargas de aguas cloradas, ya que el cloro es usado en el tratamiento de aguas residuales, el cloro resulta tóxico y reacciona con la materia orgánica (Zambrano *et al.*, 2004).

Las principales amenazas de los anfibios en el Estado de México son la pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de sus poblaciones y la contaminación ambiental (Aguilar y Casas, 2009), los esfuerzos por llevar a cabo acciones para conservar a estas especies han sido mínimos. Es urgente concientizar a la población sobre la problemática e importancia de la preservación y conservación de este grupo de organismos, así como el generar conocimiento sobre estas especies a través de la investigación científica y el conocimiento tradicional de las y los

pobladores para tomar decisiones, realizar acciones de conservación, compilar, evaluar y difundir la información. Así como incorporar las necesidades de los anfibios en los planes de uso de suelo y uso del agua. Prevenir la pérdida del hábitat, identificar hábitats críticos degradados, restaurarlos y gestionarlos para la conservación. (Viesca y Barrera, 2011). La conservación de los anfibios y en general de todas las especies debe ser un trabajo que se realice en conjunto con las instituciones y autoridades estatales para lograr objetivos en común (González, 2019).

Las sociedades tradicionales poseen un amplio conocimiento ecológico que por lo general es local, colectivo y holístico. Los pueblos originarios poseen una extensa historia en cuanto a los usos de los recursos locales. El conocimiento es transmitido de generación en generación y está intrínsecamente ligado a las necesidades prácticas de uso y manejo de los ecosistemas locales (Toledo y Barrera, 2009). Por lo anterior, es necesario implementar programas que liguen los estudios científicos, con el conocimiento y aprovechamiento de las culturas tradicionales de cada región.

CONCLUSIONES

- Tanto *A. granulosum* como *A. rivulare*, son especies de gran relevancia en la zona de estudio. El estado de conservación de ambas especies, genera un gran interés a nivel internacional y nacional para su investigación en el ámbito científico, así mismo, su importancia en el ámbito cultural, medicinal y su empleo como fuente alimentaria de proteína, hace más evidente la urgencia de su conservación.
- En la actualidad, los usos que se le dan a estas especies de ajolotes en la localidad han disminuido debido a la pérdida de la tradición y por el decremento de las poblaciones de ambas especies.
- Con seguridad la especie que más se consume en la localidad, es *A. granulosum*, esto debido a las condiciones de los cuerpos de agua donde habita, lo que favorece su captura.
- Las formas más comunes en que se consume al ajolote es en tamales, asados con epazote, chile y cebolla, caldo a la mexicana, tacos, fritos y en salsa roja o salsa verde.
- Los usos medicinales más importantes que se le da a estas especies, se relacionan con afecciones en el aparato respiratorio, a personas éticas y personas con anemia.

- Los factores que generan mayor impacto en las poblaciones son la venta, consumo y extracción de los ajolotes (la cual se realiza sin tener algún tipo de manejo en su reproducción), el cambio climático y la disminución o desecación de los cuerpos de agua.
- Aunque generalmente el consumo de estas especies es para consumo local, se ha observado que en los últimos años se llevan a otras localidades del Estado de México y estados próximos en donde son comercializados.
- La existencia de granjas acuícolas en la localidad, genera impactos negativos importantes, pues las truchas y tilapias, han sido introducidas en los cuerpos de agua donde habita *A. granulosum* y *A. rivulare*, ocasionando alteraciones en la red trófica y en el agua.
- Los diferentes estadios de *A. rivulare* pueden presentarse en las mismas porciones de arroyo, ocupando sitios diferentes. Crías y jóvenes ocupan el fondo de los arroyos, mientras que los adultos prefieren sitios con poca entrada de luz y con más vegetación.
- Las crías y jóvenes de *A. granulosum* tienen preferencia por sitios poco profundos y con poca vegetación, los adultos tienen preferencia por sitios con mayor profundidad, en zonas con agua turbia y más vegetación.
- No se encontraron diferencias significativas entre las medidas morfométricas y estadios contra los sitios donde se encontró a *A. rivulare*. Mientras que en el caso de *A. granulosum* se encontraron diferencias significativas entre los sitios

donde se encontraron y los jóvenes, Adultos neoténicos y Adultos metamórficos.

- Las diferencias encontradas podrían deberse a que los sitios donde se encuentra *A. rivulare* están siendo aprovechados de la misma forma en ambos sitios o se encuentran bajo las mismas condiciones de presión ecológica, a diferencia de los sitios donde habita *A. granulosum*, ya que el aprovechamiento de esta especie es mayor en uno de los sitios y se encuentra mayormente perturbado.
- La información obtenida en esta investigación, aporta conocimientos nuevos acerca de esta especie, mismos que serán útiles para establecer estrategias de manejo y aprovechamiento sustentable.

REFERENCIAS

- 📖 Alves R. N. y H. N. Alves. 2011. The faunal drugstore: Anima-based remedies used in traditional medicines in Latin American. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(9): 1-43.
- 📖 Alzate, J. 1790. *Gazeta de literatura de México*. En: Bartra, R., y Viñas, G. V. (Eds.). *Axolotiada: vida y mito de un anfibio mexicano*. Fondo De Cultura Económica USA, 2011. 415 pp.
- 📖 Aguilar, J. A. 2005. *Composición nutricia del plancton del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México*. Tesis profesional. Facultad de Química, UNAM. 91 pp.
- 📖 Aguilar, X. 2003. *Ambystoma granulosum*. Algunas especies de anfibios y reptiles contenidos en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000. Facultad de Ciencias, Centro de Investigación en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma del Estado de México. Bases de datos SNIBCONABIO. Proyecto W035. México. D.F.
- 📖 Aguilar, X. y G. Casas. 2009. Parte II. Diversidad de especies pp. 125-130. En: Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López, R., Muñozcano, M. J., Collado, E. y J. E. San Román (Comps.). *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de estado*. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Gobierno del Estado de México.

- 📖 Aguilar, X., G. Legorreta y G. Casas. 2009. Reproducción ex situ en *Ambystoma granulosum* y *Ambystoma lermaense* (Amphibia: Ambystomatidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 25(3): 443-454.
- 📖 Argueta, A. 2008. Los Saberes *P'urhépecha*. Los animales y el diálogo con la naturaleza. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México, Gobierno del Estado de Michoacán, Universidad intercultural indígena de Michoacán, Casa Juan Pablo y Programa de Naciones Unidas para el Ambiente. México. 249 pp.
- 📖 Argueta, A. V., Martínez, E. C., Salinas, G. A., Fita, D. S., Maya, E. M. A., Velázquez, R. S. y Domínguez, M. A. 2012. Historia, situación actual y perspectivas de la Etnozoología en México. *Etnobiología*, 10(1): 18-40.
- 📖 Ayuntamiento de Amanalco. 2018. Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018. Disponible en: https://gobedomexmy.sharepoint.com/personal/copladem1_edomex_gob_mx/Documents/Planes%20de%20. Fecha de acceso: febrero 2020.
- 📖 Ayuntamiento de Amanalco. 2015. Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015. Disponible en: https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2012/33/7/fe681c4d137affb0273f335c8ca362ea.pdf Fecha de acceso: febrero 2020.
- 📖 Blanckenhorn, W. U. 2005. Behavioural causes and consequences of sexual size dimorphism. *Ethology*, 111: 977-1016.

- 📖 Billie, T. 2009. Field observations on the salamanders (Caudata: Ambystomatidae, Plethodontidae) of Nevado de Toluca, México. *Raíces*, 1(2): 5.
- 📖 Bosch, J. 2003. Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. *Munibe*, 16: 56-73.
- 📖 Casas, G. R., Cruz y X. Aguilar. 2004. 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. *Ciencia Ergo Sum*, 10(03): 304-308.
- 📖 Catalá, E. I. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1): 31-38.
- 📖 Clavijero, F. 1780. *Historia antigua de Mejico*. En: Bartra, R., y Viñas, G. V. (Eds.). *Axolotiada: vida y mito de un anfibio mexicano*. Fondo De Cultura Económica USA, 2011. 415 pp.
- 📖 Collins, J. y A. Storfer. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9: 89-98.

- 📖 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2018. Naturalista. Ajolote de Toluca (*Ambystoma granulosum*). Disponible en: <https://www.naturalista.mx/taxa/26733-Ambystoma-granulosum> Fecha de acceso: febrero 2020.
- 📖 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2018. Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. CONANP, México. Disponible en: <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=41®=11>. Fecha de acceso: septiembre 2019.
- 📖 Cruz H. V. 2009. Estudio Etnozoológico de los Anfibios en el Ejido de San Miguel Allende, Tepeapulco, Hidalgo. VII Congreso Mexicano de Etnobiología y I Congreso Latinoamericano de Etnobiología. Pachuca, Hidalgo. 2 al 6 de noviembre 2009.
- 📖 Cruz, V. 2013. *El ajolote (Ambystoma velasci en el Ejido de San Miguel Allende, Tecocomulco, Hidalgo: etnozoología y datos de biología alimentaria*. Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. Estado de México. 104 pp.
- 📖 Dodd, C. K. 1993. Cost of living in an unpredictable environment: the ecology of striped newts *Notophthalmus perstriatus* during a prolonged drought. *Copeia*, 605-614.
- 📖 Duellman, W. E. y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw-Hill, Nueva York, 670 pp.

- Escobar, G. 2002. Introducción al paradigma de la etnobiología. 3er Congreso Virtual de Antropología y Arqueología Naya. Disponible en: http://www.naya.org.ar/congreso2002/ponencias/german_escobar_beron.htm
- Estrada, E., G. Guzmán, D. Cibrián y R. Ortega. 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia*, 34 (1): 25-33.
- Fenstad, J.E., Hoyningen-Huene, P., Hu, Q., Kokwaro, J., Salick, J., Shrum W. y B. V. Subbarayappa. 2002. Science and traditional knowledge Report from the ICSU Study Group on Science and Traditional Knowledge. International Council for Science. 15pp.
- Fita, D. S., Villamar, A. A., Domínguez, M. A., y Martínez, M. Q. 2012. La etnozoología en México: la producción bibliográfica del siglo XXI (2000-2011). *Etnobiología*, 10(1), 41-51.
- Flores, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, 253-280.
- Flores, O. y E. Hernández. 2006. Herpetofauna de la sierra de Taxco, Guerrero-Estado de México. *Publ Soc Herpetol Mex*, 3: 266-282.

- 📖 Frías P., V. Vredenburg, M. Familiar, J. Longcore, E. González, G. Santos, L. Zambrano y G. Parra. 2008. Chytridiomycosis Survey in Wild and Captive Mexican Amphibians. *EcoHealth*, 5: 18–26.
- 📖 García, R., A. Villegas, N. Pacheco y G. Gómez. 2017. Traditional use and perception of snakes by the Nahuas from Cuetzalan del Progreso, Puebla, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13:6.
- 📖 Gascon, C., J. Collins, R. Moore, D. Church, Mackay y J. Mendelson. 2007. *Amphibian Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland, Switzerland.
- 📖 Gómez, S. S. 2016. Reproducción y crecimiento de ajolote granulado en cautiverio (Urodela: Ambystomatidae: *Ambystoma granulosum*). Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. Estado de México.
- 📖 González, A. J. 2019. Estudio etnozoológico de anfibios en el estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México. Estado de México. 105 pp.
- 📖 Grebe, M. E. 1984. Etnozoología andina: Concepciones e interacciones del hombre andino con la fauna altiplánica. *Estudios Atacameños*, 7: 335-347.

- 📖 Guerrero, S. y O. G. Retana. 2012. Nota Científica: Uso medicinal de la fauna silvestre por indígenas Tlahuicas en Ocuilán, México. *Etnobiología*, 10 (3): 28-33.
- 📖 Gutiérrez, T. V., L. U. Arellano y A. Mora. 2018. Etnozoología en México: Una revisión al estado del conocimiento. *Revista Minerva*, 1(1): 52-60.
- 📖 Hernández, G.E. 1989. Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Tesis Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F.
- 📖 Hernández, F. 1959. *Historia de los animales de la Nueva España*. En: Bartra, R., y Viñas, G. V. (Eds.). *Axolotiada: vida y mito de un anfibio mexicano*. Fondo De Cultura Económica USA, 2011. 415 pp.
- 📖 Huacuz E. D. 2002. Programa de conservación y manejo de *Ambystoma dumerilii*. El achoque del Lago de Pátzcuaro. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. SEMARNAT Morelia Michoacán. México. 138 p.
- 📖 Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2016. Amanalco. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15007a.html> Fecha de acceso: mayo del 2020.

- 📖 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Información Topográfica Digital. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/default.html> Fecha de acceso: febrero 2020.
- 📖 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Cuaderno estadístico y geográfico de la zona metropolitana del Valle de México 2013. INEGI, México. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol.pdf. Fecha de acceso: septiembre 2019.
- 📖 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Amanalco, México. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15007.pdf Fecha de acceso: septiembre 2019.
- 📖 IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2020. *Ambystoma granulosum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: T59058A53973911. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T59058A53973911>. Fecha de acceso: agosto 2020.
- 📖 IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2020. *Ambystoma rivulare*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: T59067A53974395. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T59067A53974395> Fecha de acceso: agosto 2020.

- 📖 Juárez, L. A., Silva, J., Uribe, F. J. y E. Cifuentes. 2003. Microbiological indicators of water quality in the Xochimilco canals, Mexico City. *Salud Pública de México*, 45 (5) :389-395.
- 📖 Lemos, J. A. 2003. *Rhyacosiredon rivularis*. Fichas diagnósticas para 10 especies de anfibios y reptiles mexicanos. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W002. México. D.F.
- 📖 Lemos, J. A., Ballinger, R. E., y Smith, G. R. 1999. *Ambystoma rivulare* (Michoacan stream siredon). Cannibalism. *Herpetologica*, 30: 159.
- 📖 Mattoon, A. 2000. El declive de los anfibios. *Worldwatch Institute*, 23: 11-21.
- 📖 Mena, H., y Servín, E. 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*).
- 📖 Mendoza, T.V. 2012. Importancia ecológica y cultural de una especie endémica de ajolote (*Ambystoma dumerilii*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Etnobiología*, 10(2): 40-49.
- 📖 Morales, J.M. 2015. *Análisis de la dieta de una población del ajolote arroyero de Toluca (Ambystoma rivulare) que habita la vertiente noroccidental del volcán Nevado de Toluca, México*. Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. Estado de México.

- 📖 Moreno, R. 1969. El axólotl. Estudios de Cultura Náhuatl VIII: 157-173.
- 📖 Noguera, E. A. 2017. El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1): 89-107.
- 📖 Ochoa, L. M. y O. Flores Villela. (2006) Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM CONABIO, México, D.F. 211pp.
- 📖 Ongley, E. D. 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje-55). GEMS/Water Collaborating Center Canada Center for Inland Waters, 21-37.
- 📖 Parra, G., O., Flores, y C. Mendoza. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 460-466.
- 📖 Parra G., K. Zamudio, E. Recuero, A. Aguilar, D. Huacuz y L. Zambrano. 2011. Conservation genetics of threatened Mexican axolotls (*Ambystoma*). *Animal conservation*, 15: 61-72.
- 📖 Pérez, M. C., Gutiérrez M., Morales, O. y Pérez, J. 2006. Experiencias de cultivo de achoque (*Ambystoma dumerilii*) en cautiverio. Monasterio de Dominicas de Orden Predicadores María Inmaculada de la Salud AR. Pátzcuaro, Michoacán, pp.104.

- 📖 Reilly, S.M. y R.A. Brandon. 1994. Partial Paedomorphosis in the Mexican Stream Ambystomatids and the Taxonomic Status of the Genus *Rhyacosiredon* Dunn. *Copeia*, 3: 656-662.
- 📖 Reyes, V., y Martí, N. 2007. Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura. *Revista ecosistemas*, 16(3).
- 📖 Rivera, R y G, Molina. 2019. *Propuesta para establecer un área destinada voluntariamente a la conservación del ajolote (Ambystoma granulosum) en Jiquipilco, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional, UNAM. Estado de México.
- 📖 Robles C., E. García y R. Vanegas. 2009. Soluciones de mantenimiento de juveniles del ajolote *Ambystoma mexicanum* (Amphibia: Caudata). *Hidrobiológica*, 19(3): 205-210.
- 📖 Ruíz B. M. 2008. Uso y comercialización de anfibios y reptiles de cuatro mercados del Distrito Federal. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 117 pp.
- 📖 Sahagún B. 1999. *Historia General de las cosas de nueva España*. En: Bartra, R., y Viñas, G. V. (Eds.). *Axolotiada: vida y mito de un anfibio mexicano*. Fondo De Cultura Económica USA, 2011. 415 pp.

- 📖 Sánchez, E. 2006. Conocimiento tradicional mazahua de la herpetofauna; un estudio etnozoológico en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. *Estudios Sociales*, 14(28): 46-66.
- 📖 Santos, G., Pacheco, J. y G. Ceballos. 2004. La conservación de los anfibios en México. CONABIO. *Biodiversitas*, 57:1-6.
- 📖 Saynes, A., Caballero, J., Meave, J. A. y F. Chiang. 2013. Cultural change and loss of ethnoecology knowledge among the Isthmus Zapotecs of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9:40
- 📖 Shaffer, H. B. 1984. Evolution in a paedomorphic lineage. I. An electrophoretic analysis of the Mexican ambystomatid salamanders. *Evolution*, 1194-1206.
- 📖 Shaffer B., G. Parra O., D. Wake. 2008. *Ambystoma velasci*. Disponible en: IUCN 2008. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Fecha de acceso: febrero 2020.
- 📖 Smith, H. M., & Taylor, E. H. 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of México. *Smithsonian Institution, United States National Museum, Bulletin* 194.
- 📖 Taylor, E.H. 1940. A new *Rhyacosiredon* (Caudata) from Western Mexico. *Herpetologica*, 1: 171-176.

- 📖 Toledo, V. y N. Barrera. 2009. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria Editorial. Barcelona, España. 230 p.
- 📖 Toledo, V. M., A. I. Batis, R. Becerra, E. Martínez y C. H. Ramos. 1995. La selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*, 20(4): 177-187.
- 📖 Torres, I. 2015. *Caracterización de los arroyos ocupados por el ajolote arroyero de Toluca (Ambystoma rivulare) que habita la vertiente noroccidental del volcán Nevado de Toluca, México*. Tesis de licenciatura. FES Iztacala, UNAM. Estado de México.
- 📖 Vallejo, J. R. y J. A. González. 2015. Los anfibios en la medicina popular española, la farmacopea de Plinio y el Dioscórides. *Historia, Ciencias, Saúde-Manguinhos, Río de Janeiro*, 22(4): 1283-1319.
- 📖 Velarde, M, T. 2011. Importancia ecológica y cultural de una especie endémica del ajolote (*Ambystoma dumerilii*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 103 p.
- 📖 Ventura, C. 2016. Cambios en la identidad cultural de San Pedro Tultepec y San Mateo Atenco Estado de México, en el contexto de la transformación territorial urbana. Tesis Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 116 p.

- 📖 Viesca, F. C. y V. D. Barrera. 2011. La pérdida de la biodiversidad y su impacto en la gastronomía en México. *Culinaria. Revista virtual especializada en Gastronomía*, 1: 29-49.
- 📖 Wetzel, 1985. *Limnología*. De. Saunders, USA.743p.
- 📖 Woolrich, G., Smith, G. R., Lemo, J. A., Estrell, B., y Montoya, R. 2017. Observed localities for three endangered, endemic Mexican ambystomatids (*Ambystoma altamirani*, *A. leorae* and *A. rivulare*) from central Mexico. *The Hepetological Bulletin*, 139: 12-15.
- 📖 Zambrano, L., Perrow, M., Aguirre V. y C. Macías. 1999. The impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds. *Journal of Aquatic Stress Ecosystems and Recovery*, 6:281-288.
- 📖 Zambrano, L., Scheffer, M. y M. Martinez. 2001. Catastrophic response of lakes to response to benthivorous fish introduction. *Oikos*, 94: 344-350.
- 📖 Zambrano, L., Reynoso, V. H. y G. Herrera. 2004. Abundancia y estructura poblacional del axólotl (*Ambystoma mexicanum*) en los sistemas dulceacuícolas d Xochimilco y Chalco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe SNIB-CONABIO proyecto AS004.

ANEXOS

Anexo 1- Formato de entrevista a las y los pobladores del municipio de Amanalco, Estado de México.

Se muestra la entrevista que se utilizará como guía para la elaboración de las entrevistas a los pobladores de la comunidad.

Nombre de la persona:

H_____ M_____ Edad: _____ Oficio: _____

1) ¿Habla una lengua diferente al español? Sí _____ No_____

En caso de que la respuesta sea afirmativa, ¿cuál es?

2) ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en la localidad?

3) Tiene conocimiento sobre los ajolotes, en caso de que la respuesta sea “no” se le explicará que es un ajolote. SI_____ NO_____

4) ¿Ha detectado la presencia de algún ajolote por la región? SI_____ NO_____

5) ¿Con qué otro nombre los conoce?

6) ¿Normalmente dónde los observa?

7) ¿Con qué frecuencia los observa?

8) ¿Conoce algún uso de estos organismos?

Subraya lo que conozca:

___ Uso comestible. Modo de preparación:

___ Uso medicinal (curativo ó preventivo)

___ Valor comercial o sacar algún provecho económico.

___ Representación cultural (historias, mitos, leyendas, etc.)

9) ¿Considera que es menos frecuente verlos?

10.1 De ser así, ¿a qué cree que se deba esto?

10) ¿Crees que los ajolotes sean representativos de la localidad?

- 11) ¿Consideras que son importantes? ¿por qué?
- 12) ¿Qué harías para conservarlos?

Anexo 2- Fotografías que se mostraron a las y los pobladores del municipio de Amanalco, Edo. de México para indicar las diferencias entre las especies, sus estadios y/o explicar qué es un ajolote y su importancia.

Ambystoma rivulare



Ambystoma granulosum



Anexo 3- Solicitud aprobada del informe PROCER.



**COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS**
DIRECCIÓN GENERAL DE
OPERACIÓN REGIONAL
Oficio No. DGOA/0604/2020.
Ciudad de México, a 18 de septiembre de 2020

LIC. LILIANA LIZÁRRAGA MORALES
TITULAR DE LA UNIDAD DE TRANSPARENCIA DE LA
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
PRESENTE

Estimada Lic. Lizárraga,

Hago referencia a la solicitud de acceso a la información número **1615100048220**, recibida a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, en la que se requirió la siguiente información:

"Buena tarde.

Solicito el informe generado del PROCER "Conservación de Ajolote en las Cuencas de las Rías Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec" del año 2018 que realizó la asociación Naturam Sequi"

Al respecto me permito enviar anexo el informe solicitado.

Sin otro particular, le reitero mi consideración distinguida.

ATENTAMENTE

ING. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ AZUARA
DIRECTOR GENERAL DE OPERACIÓN REGIONAL

C.c.p. Dr. José Eduardo Ponce Guevara. Encargado del Despacho de los temas de Especies en Riesgo y Programas de Conservación de Especies

JEPG / MERR



Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, 1 Sección,
Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 0620, Ciudad de México.
Tel (55) 5448 70 00 - www.gob.mx/conanp



2020
LINA ENCARNACIÓN