



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL**



**Licenciatura en Ciencias Ambientales**

**PROPUESTA PARA ESTABLECER UN ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE  
A LA CONSERVACIÓN DEL AJOLOTE (*AMBYSTOMA GRANULOSUM*) EN  
JIQUIPILCO, MÉXICO**

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**Licenciado en Ciencias Ambientales**

**PRESENTAN**

Andrea Rivera Rodríguez

Gloria Guadalupe Molina Gómez

Director de tesis:

Biol. Wilfrido Contreras Domínguez

Asesor externo: Biol. Juan Cruz Aviña

Toluca de Lerdo, Estado de México, septiembre 2019

# ÍNDICE

DEDICATORIAS .....	- 6 -
AGRADECIMIENTOS .....	- 7 -
INTRODUCCIÓN.....	- 8 -
ANTECEDENTES .....	- 10 -
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	- 12 -
JUSTIFICACIÓN .....	- 14 -
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	- 15 -
OBJETIVOS .....	- 15 -
METODOLOGÍA .....	- 16 -
<b>CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.....</b>	<b>- 21 -</b>
1.1 Corrientes ambientalistas.....	- 21 -
1.1.1. Corriente ecológica conservacionista o sustentabilidad fuerte.....	- 22 -
1.1.2. Corriente ambientalismo moderado o sustentabilidad débil .....	- 23 -
1.1.3. Corriente humanista crítica .....	- 23 -
1.2 Principales conceptos .....	- 25 -
<b>CAPÍTULO 2. MARCO JURÍDICO - ADMINISTRATIVO.....</b>	<b>- 35 -</b>
2.1 Normatividad respecto al estatus de la especie <i>A. granulosum</i> .....	- 35 -
2.1.1 Ámbito Internacional .....	- 35 -
2.1.2 Ámbito Federal.....	- 37 -
2.2 Normatividad para el establecimiento de un Área Natural Protegida de carácter comunitario.....	- 39 -
2.2.1 Ámbito Federal.....	- 40 -
2.2.2 Ámbito Estatal .....	- 46 -
2.2.3 Ámbito Municipal.....	- 47 -



2.3 Instituciones, Programas, Comités y otros instrumentos para la conservación del género <i>Ambystoma</i> y sus hábitats.....	- 47 -
2.3.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)...	- 48 -
2.3.2 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) .....	- 48 -
2.3.3 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) .....	- 48 -
2.3.4 Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) .....	- 49 -
2.3.5 Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) .....	- 50 -
2.3.6 Secretaría de Desarrollo Agropecuario .....	- 50 -
2.3.7 Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM .....	- 51 -
2.3.8 Centro de Investigaciones Acuícolas y Biológicas de Cuernavaca (CIBAC) de la UAM-Xochimilco.....	- 51 -
2.3.9 Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas (CICBA) de la UAEM.....	- 52 -

**CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA Y ESPECIE OBJETO DE ESTUDIO..... - 54 -**

3.1 Localización y delimitación de la zona de estudio .....	- 54 -
3.2 Descripción físico-natural y socioeconómica de la zona de estudio.....	- 56 -
3.2.1 Aspectos físico-naturales .....	- 56 -
3.2.2 Aspectos socioeconómicos.....	- 74 -
3.3 Descripción de la especie objeto de estudio.....	- 80 -
3.3.1 Antecedentes .....	- 80 -
3.3.2 Generalidades.....	- 81 -
3.3.3 Taxonomía y reproducción.....	- 82 -
3.3.4 Distribución histórica .....	- 83 -
3.3.5 Características del Hábitat .....	- 85 -
3.3.6 Estatus de protección.....	- 89 -
3.3.7 Relevancia .....	- 89 -
3.3.8 Factores de riesgo .....	- 92 -

**CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS ..... - 97 -**



---

4.1	Uso y aprovechamiento de los bordos en el Municipio de Jiquipilco .....	- 97 -
4.2	Análisis de los bordos seleccionados en la zona de estudio .....	- 98 -
4.2.1	Calidad del agua .....	- 105 -
4.3	Diagnóstico del A. granulosum en la zona de estudio .....	- 110 -
4.3.1	Importancia .....	- 110 -
4.3.2	Experiencia local en el uso y manejo del A. granulosum .....	- 111 -
4.3.3	Amenazas .....	- 112 -
4.4	Problemática de la zona de estudio .....	- 114 -
4.5	Perspectivas.....	- 117 -
<b>CAPÍTULO 5. PROPUESTA .....</b>		<b>- 119 -</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>- 124 -</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>- 127 -</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CITADA .....</b>		<b>- 128 -</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

**Cuadro 1.** Unidades de roca presentes en la zona de estudio

**Cuadro 2.** Datos de precipitación en el Municipio de Jiquipilco para el periodo de 1981 – 2010

**Cuadro 3.** Porcentaje de unidades de suelo presentes en la zona de estudio

**Cuadro 4.** Usos de suelo del municipio Jiquipilco

**Cuadro 5.** Población total

**Cuadro 6.** Población total por localidades rurales

**Cuadro 7.** Población total por zonas urbanas

**Cuadro 8.** Densidad de población y tasa de crecimiento

**Cuadro 9.** Educación

**Cuadro 10.** Parámetros y rangos óptimos de calidad del agua para *A. granulorum* en estado silvestre

**Cuadro 11.** Rangos para determinar turbidez del agua

**Cuadro 12.** Características de los bordos seleccionados en la zona de estudio

**Cuadro 13.** Calidad del agua de los bordos seleccionados en la zona de estudio



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Mapa de localización y delimitación de la zona de estudio

**Figura 2.** Mapa base de la zona de estudio

**Figura 3.** Mapa de Hidrología de la zona de estudio

**Figura 4.** Mapa de edafología de la zona de estudio

**Figura 5.** Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio

**Figura 6.** Mapa de ANP´s en las que se encuentra la zona de estudio

**Figura 7.** Rango geográfico de distribución de *A. granulatum* de acuerdo con la lista roja de especies amenazadas de la UICN

**Figura 8.** Selección y localización de los bordos objeto de estudio





## INTRODUCCIÓN

Los cambios de uso del suelo, la contaminación ambiental, la deforestación, la captura o caza ilegal, las plagas y enfermedades, son entre otras causas, los factores que afectan la conservación de las especies silvestres (Challenger, Dirzo et al., 2009).

Los esfuerzos por preservar las especies y su hábitat son algunas de las actividades más importantes que se realizan a nivel mundial por parte de la mayoría de los países, pues existe el entendimiento de que la sociedad no tiene el derecho de acabar con la naturaleza y menos aún, cuando sabemos que dependemos de ella para nuestra propia existencia (Ojeda y Sánchez, 1985)

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) fundada en 1948, tiene como propósito orientar y apoyar a los países miembros de la Organización de Naciones Unidas para lograr dicho propósito.

En el caso de México, el gobierno federal emprendió a inicios del siglo XX algunas acciones para conservar sus bosques y aguas, como es el caso del precepto del presidente Venustiano Carranza que, en 1917, decretó como parque nacional la zona conocida como Desierto de los Leones al Poniente de la Ciudad de México y que fue la primer Área Natural Protegida (ANP) en nuestro país. (CONABIO, 1988)

Muchas acciones similares se realizaron a lo largo de ese siglo, por ejemplo, en el Estado de México, el gobierno estatal, también decretó desde los años 70, diversas áreas bajo la denominación de parques naturales y de la fauna. El primero de ellos fue el Parque Estatal Lic. Isidro Fabela, decretado el 8 de febrero de 1975, entre los municipios de Jocotitlán y Atlacomulco (Decreto 183, 1975).

Ésta investigación toma en consideración los mencionados hechos pues a lo largo del proceso de formación en la Licenciatura en Ciencias Ambientales, es evidente que las acciones para preservar, conservar, recuperar o restaurar y aprovechar de manera sustentable los elementos que constituyen parte importante de nuestra herencia natural, deben continuar pues los problemas ambientales referidos inicialmente, no sólo no se han detenido, sino que, en muchos casos, están poniendo en riesgo de extinción a diversas especies (Carmona, García y González, 2011), que conforman la





---

gran biodiversidad que tiene nuestro país y que lo “ha colocado dentro de un selecto grupo de 17 reconocidos como países megadiversos” (CONABIO, 2016).

En ese sentido, la tesis se orienta a identificar la existencia del ajolote, de la especie *Ambystoma granulosum*, en la zona de uso agropecuario en el municipio de Jiquipilco, donde existen numerosos bordos, en los que se han realizado capturas de dicha especie, y así mismo, se implementaron programas gubernamentales de siembra de peces de escama con el propósito de apoyar la alimentación y economía de las familias de la zona. El propósito final, es elaborar una propuesta que favorezca la conservación del *A. granulosum* y, en consecuencia, evitar su probable extinción.



## ANTECEDENTES

Cuando se habla de ajolotes en México, la mayor parte de las investigaciones se enfocan en el *Ambystoma mexicanum*, mejor conocido como ajolote de Xochimilco. Una de las principales acciones que se ha tomado para su recuperación es el proyecto “Conservación del ajolote (*A. mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco” en el cual se afirma que la especie “sirve como anfibio modelo en muchos de los procesos fisiológicos y morfológicos del grupo” (Otto, 1999).

El *A. granulosum* comúnmente conocido como ajolote de Toluca, es una especie de la familia de los Ambystomatidae, que a su vez está en el orden Caudata (Aguilar-Miguel, 2005; Taylor, 1944). A diferencia del *A. mexicanum* especie paedomórfica (cuando un individuo adulto de una especie mantiene características juveniles y no realiza metamorfosis), el *A. granulosum* es una especie metamórfica, lo cual es una característica favorable para su variación genética; ya que la conservación de especies requiere una comprensión clara de la diversidad genética dentro y entre las poblaciones (Frankham, Ballou y Briscoe, 2002; Parra Olea et al., 2011).

En cuanto a acciones de conservación *ex situ* de la especie *A. granulosum*, Aguilar, Legorreta y Casas (2009), realizaron un estudio de los aspectos reproductivos que son vitales para la conservación de esta especie y del *Ambystoma lermaense* -también conocido como ajolote de Lerma-, logrando reproducir dichas especies en condiciones de laboratorio de manera natural o espontánea, o por la estimulación hormonal con Gonadotropina Coriónica (hCG). Los estudios ecológicos y reproductivos del *A. granulosum* en general son escasos, y aquellos en los que se resalta su importancia cultural, son aún más escasos.

Su importancia se puede atribuir principalmente a su uso como recurso local para alimentación (Aguilar et al., 2009; Favila, Quintero y Barrera, 2011). Favila et al. (2011) presentan una investigación llamada “Del plato a la boca... el ajolote a la sopa” una mirada al patrimonio cultural gastronómico, en dicha investigación podemos reconocer que la subsistencia de los pobladores del Valle de Toluca dependía principalmente de los sistemas lacustres por los que se rodeaban, y a pesar de que tuvieron la necesidad de cambiar su estilo de vida, algunas de las tradiciones prevalecieron; así mismo se



---

menciona que dentro de los asentamientos de la zona lacustre del Valle, el ajolote fue parte importante de la dieta, así como del comercio, ya que lo manejaban como un recurso local.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida de la diversidad de anfibios endémicos es una problemática global. Esta situación, puede incrementar su endogamia y disminuir el potencial adaptativo y de adecuación, así como aumentar la probabilidad de su extinción (Jiménez, Cruz, Arzate, Figueroa y Casas, 2007). En México, más del 85% de las especies de anfibios, se encuentran en alguna categoría de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2008).

El género *Ambystoma* comúnmente llamados “ajolotes”, lo comprenden un grupo de aproximadamente 33 especies (Vitt y Caldwell, 2013) y se distribuyen desde el sur de Alaska, abarcando Canadá, Estados Unidos y hasta el borde del altiplano mexicano. Según García, Canseco, Gutiérrez, y Trujano (2009) en Jiménez et al. (2007) de estas especies, México cuenta con alrededor de 17 especies de este género, de las cuales 16 son endémicas y varias de estas especies se encuentran al borde de la extinción o amenazadas debido a las condiciones críticas de su hábitat.

*A. granulosum* es una especie endémica del estado de México (Casas, Aviña y Aguilar, 2004); se encuentra a nivel internacional en la lista roja de especies amenazadas de la UICN bajo la categoría de peligro crítico y a pesar de esto, el estatus de protección en México no es lo suficientemente favorable para la especie ya que se encuentra enlistada como especie sujeta a protección especial en la NOM 059. En la zona del municipio de Jiquipilco, donde se enfoca la presente investigación, las actividad económica principal recae en el sector agropecuario, para estas actividades son aprovechados los bordos de agua donde hay presencia de ajolote, lo cual causa la modificación del hábitat, poniendo en riesgo su sobrevivencia.

Los estudios son nulos respecto a la especie y en términos generales, las autoridades municipales involucradas en el área acuícola y muchos de los habitantes del municipio solamente saben o tienen alguna referencia de la existencia del *A. granulosum*. Lo que conlleva a que no haya acciones concretas para su protección, pone en riesgo y acelera el proceso de disminución de sus poblaciones o extinción.



---

Es primordial visibilizar la importancia ecológica y cultural de *A. granulatum*, ya que si bien los pobladores de Jiquipilco saben de su presencia y ha sido fuente de alimento en algunos casos, probablemente no estén informados acerca de la relevancia de la especie actualmente, de cómo el conservarla y protegerla sería favorable para la población y el medio en el que se desarrollan. Dicho lo anterior se considera prioritario saber los requerimientos para establecer la protección de la especie y cuales serian los beneficios de esto para la zona de estudio.



## JUSTIFICACIÓN

El género *Ambystoma* o comúnmente llamados ajolotes forman parte de la riqueza biológica de México y tienen gran importancia ya que es la segunda especie más estudiada en el mundo después de los ratones. (Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH], s.f. ; Parra, et al., 2014). Son capaces de regenerar partes de su cuerpo (Sanz, 2005), por lo que se considera una especie de mucha importancia a nivel biomédico. A pesar de lo dicho, las investigaciones en México y las acciones de conservación son limitadas especialmente para las especies menos conocidas como es el caso de la especie objeto de estudio para esta investigación.

En el campo de las ciencias ambientales, la relación sociedad-naturaleza es el elemento central para encuadrar cualquier estudio y en este caso, se justifica plenamente al estudiar a una especie como el ajolote y su relación con la sociedad en una zona del municipio de Jiquipilco, con la expectativa de determinar cómo es esa relación y qué implicaciones tiene tanto para la especie como para la población circundante a los sitios o bordos donde habita la citada especie.



## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El interés por realizar el presente trabajo de investigación partió de una referencia encontrada en internet por parte de las autoridades municipales de Jiquipilco, específicamente del responsable del área pecuaria, respecto a la posible existencia del ajolote en los bordos de Jiquipilco, Estado de México y su interés por recibir orientación e implementar acciones para su protección; ello dio lugar al planteamiento de una pregunta de investigación.

¿Qué requiere la protección del ajolote en Jiquipilco?

## OBJETIVOS

### General

- Proponer un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación y lineamientos para la protección del *A. granulatum* en el municipio de Jiquipilco, México.

### Particulares

- Delimitar una zona de estudio con base en la identificación de la existencia del *A. granulatum* en los bordos.
- Diagnosticar la dinámica de aprovechamiento y las condiciones actuales de la especie *A. granulatum* en la zona de estudio.
- Identificar factores que favorecer la conservación de la especie objeto de estudio.



## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo, por una parte, visitas de campo y por otra, la revisión de textos y cartográfica de la zona de estudio, una vez que fue delimitada como parte del proceso de investigación.

El trabajo de campo se dividió en las siguientes fases:

### **Reconocimiento de la zona**

Para el reconocimiento de la zona se estableció contacto con el Ayuntamiento de Jiquipilco, específicamente con el área de Desarrollo Acuícola ya que es la vinculada al uso y aprovechamiento de los bordos.

A partir de esto se dio inicio a la identificación de aquellos bordos ubicados en distintas localidades del municipio en los que se tenía conocimiento de la presencia del ajolote. Cabe mencionar que esta área administrativa realiza trabajos rutinarios para determinar los volúmenes de captura de peces que se cultivan en la zona, y de manera paralela, en fotografías quedó registrada la existencia del ajolote, aún sin identificar su especie en términos científicos.

### **Entrevistas**

La entrevista forma parte de las técnicas de investigación social cualitativas cuya función es interpretar los motivos profundos que tienen los agentes a la hora de actuar o pensar de determinado modo con respecto a distintos problemas sociales (Taguenca y Vega, 2012).

Las entrevistas fueron abiertas ya que este tipo de entrevistas son técnicas de obtención de información que genere mayor confianza entre el entrevistador y el entrevistado. A pesar de que no se contaban con las preguntas estructuradas, se realizó una guía de entrevista (ver Anexo 1) con preguntas direccionadas hacia el objeto de estudio de la investigación para así poder aplicar la estadística necesaria que fue propiamente de carácter descriptivo. Se realizaron 28 entrevistas a pobladores





y servidores públicos que estuvieron dispuestos a ser entrevistados, con motivo de recopilar más información acerca de la especie.

Además, las variables condicionantes a cumplir con uno o más de los siguientes criterios para elegir a los entrevistados fueron:

- Jiquipilco como lugar de origen o residencia.
- Representante de la comunidad o ejido.
- Propietarios de los bordos privados
- Conocimiento de las actividades acuícolas que se realizan en la zona.
- Conocimiento de la especie objeto de estudio.
- Estar involucrado en el área acuícola del municipio.

### **Captura e identificación**

La captura de ejemplares del ajolote se realizó para ratificar su existencia en los bordos y determinar la especie a la que pertenecen. El método de captura que se empleo fue de arrastre con chinchorro ya que funciona mejor en aguas bajas. (Bjoldal, 2005). Se utilizó una red que consiste en una pared de malla con las siguientes medidas: 0.27mm x 1 x 100 x 50 esto se refiere a que el diámetro de pola es de 27mm; tiene una abertura de nudo a nudo de 1" (equivalente a 2.54cm); 100 mallas de caída (equivalente a 2.54mts) y 50 mts de largo, cuenta con flotadores en la relinga superior y pesos en la relinga inferior. Este tipo de red fue seleccionada con el fin de que los ajolotes quedarán atrapados en vez de quedar enredados, ambos extremos de la red tienen cables de arrastre largos de los cuales fue arrastrada la red hasta una orilla del bordo.

Posteriormente, se acudió al laboratorio del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para la identificación de la especie. Se dejaron algunos ejemplares para el ingreso a la Colección Nacional de Anfibios de la UNAM.

### **Estudios de calidad de agua en los bordos**

Se recurrió al servicio de análisis de agua para piscicultura del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de México (CSAEM) para realizar la toma de muestras y



posteriormente el análisis del agua de los bordos seleccionados como objeto de estudio. Se tomaron muestras superficiales y profundas de las cuales se obtuvieron ocho parámetros: temperatura, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez, nitritos y nitratos, para así conocer su calidad y poder determinar si existen condiciones de riesgo o no (comparándolas con otros estudios y normas), para la sobrevivencia de la especie.

Para concluir, el trabajo de campo ayudó a crear el panorama para fundamentar la propuesta con base en:

- Conocer la especie en vivo y el manejo que le da la población.
- Identificar a los informantes clave.
- Identificar la importancia ecológica y cultural, así como las principales problemáticas a las que se enfrenta el ajolote.
- Seleccionar los bordos para delimitar la zona de estudio

### **Delimitación**

Con la información recolectada en el trabajo de campo y con apoyo de imágenes de satélite, mapas de Google, así como recursos cartográficos del municipio de Jiquipilco, obtenidos del Instituto Nacional de la Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Desarrollo Urbano, el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se procedió a delimitar la zona de estudio.

La zona de estudio e interés para esta investigación se delimitó dentro del municipio de Jiquipilco. Los criterios considerados para la delimitación fueron los siguientes:

1. Selección de bordos con presencia de ajolote.
2. Selección de las zonas donde existiera iniciativa de los pobladores y autoridades de proteger la especie de ajolote.
3. Selección de una zona representativa en donde existiera mayor cantidad de concentración de bordos, respecto a la cantidad total que hay en el municipio.



Cabe aclarar que no se recorrieron todos y cada uno de los 220 bordos registrados en el ayuntamiento de Jiquipilco en el área de desarrollo acuícola, debido principalmente a dos razones: en primer lugar, la falta de recursos económicos, en segundo lugar, la propia temporalidad del estudio restringía establecer contacto con todas las personas involucradas en la propiedad de los bordos, lo cual fue un limitante para el alcance de la presente investigación.

El levantamiento de información documental pertinente relacionada a cada capítulo se detalla a continuación:

Con el fin de tener una base teórica, en el capítulo uno se abordaron las corrientes ambientalistas desde la perspectiva de diversos autores para así decidir el enfoque adecuado para fortalecer la investigación/propuesta.

En el capítulo dos, se recurrió a la consulta en materia jurídica de protección y conservación del ajolote en general y, en particular de la especie objeto de estudio. Por otra parte, la normatividad en cuanto a áreas protegidas de carácter comunitario que serían de interés para la presente investigación. Para ambas, la legislación ambiental internacional, y en México a nivel Federal, Estatal y Municipal, así como las acciones de asociaciones no gubernamentales

El desarrollo del capítulo tres se dividió, por una parte, en la caracterización de la zona objeto de estudio, y por otra, la descripción de la especie objeto de estudio. Para la primera, que se refiere a la descripción físico natural y socioeconómica, se recurrió a la búsqueda de bibliografía del municipio de Jiquipilco, principalmente a la consulta de información geográfica y estadística del INEGI, del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGCEM), del Consejo Estatal para el Desarrollo Integral de los Pueblos Indígenas del Estado de México (CEDIPIEM), de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), de información de suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), monografías municipales y Planes de desarrollo. Así mismo con recursos INEGI y CONABIO se elaboraron los mapas cartográficos en el Software Arc GIS® 9. Arc Map. Versión 10.1 con base en cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a escalas 1: 250 000, 1: 50 000 y 1: 20 000 y del Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad de la CONABIO como sustento



---

de la descripción de la zona de estudio, los cuales fueron de los rasgos naturales principales y que se consideraron relevantes para la investigación como: topografía, edafología, hidrología, uso de suelo y vegetación, clima y ANP's.

Para la segunda parte que se enfoca en la descripción de la especie objeto de estudio, se procedió a identificar trabajos de investigación en torno al ajolote y las especies en las que se clasifica en México, tomando en consideración la región centro del país y especialmente aquellos sitios donde se tienen mayores antecedentes, como es el caso de Xochimilco en la Ciudad de México, Lerma en el Estado de México, Pátzcuaro en Michoacán y en general dentro del altiplano mexicano. También fueron consultadas fuentes internacionales que son referencia del estado de protección de la especie como es la UICN y fuentes de investigación y divulgación científica como artículos y publicaciones en revistas.



## CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

Con el propósito de tener un marco teórico para el presente trabajo de tesis, se procedió a investigar lo conducente y se concluyó que no existe una teoría de lo ambiental; sin embargo, algunos autores refieren la existencia de corrientes de pensamiento que finalmente pueden ser consideradas útiles para que, con base en su contenido, se asuma una determinada orientación.

En lo que respecta a los conceptos, se identificaron 14, que son los principales para los propósitos de esta tesis.

### 1.1 Corrientes ambientalistas

Revisado lo escrito por Naina Pierri (2001), se entiende que la relación que existe entre el hombre y la naturaleza se ha construido a lo largo del tiempo a partir de una escala impuesta por valores antropogénicos; dando así a la naturaleza el valor basado en la utilidad para el hombre, lo cual genera una tensión entre los intereses humanos y sobre la presión que se ejerce hacia los recursos naturales, en todo caso es necesario entender que dicha construcción social de la naturaleza es la solución misma para el problema; ya que tiene que ver con la forma en la que se ha entendido y se entiende actualmente al ambiente (Lezama, 2001).

Con base en cómo la sociedad percibe y se relaciona con la naturaleza, podemos hablar del ambientalismo. Todo comenzó debido a la destrucción infringida al ambiente durante la Revolución Industrial que fue generando efectos sociales y ambientales negativos. Dichos efectos, liderados por la crítica social, hacen comprender al ambientalismo, como un movimiento ideológico - político surgido para equilibrar y así mejorar la interacción entre el sistema natural y social (Pierri,2001).

Por lo tanto, hay que hacer notar que el ambientalismo ha aportado un gran esfuerzo hacia la importante relación sociedad-naturaleza. No obstante, sólo se ha logrado la conciencia ambientalista y no un soporte teórico frente a la compleja problemática ambiental a nivel mundial (Quintero, Fonseca y Garrido 2008).



---

Mientras tanto Pierri (2001), realiza un análisis del movimiento ambientalista y establece tres corrientes de pensamiento, que son las siguientes:

### **1.1.1. Corriente ecológica conservacionista o sustentabilidad fuerte**

Durante la segunda mitad del siglo XIX, como señala Pérez (2003), la relación sociedad–naturaleza se basaba en una visión malinterpretada en la que las posibilidades de explotación infinita de los recursos naturales permitían especular un progreso económico y social indefinido. Fue así que ésta corriente tomó fuerza en los años sesenta, cuando el crecimiento económico mostraba las primeras señales de la degradación ambiental.

Por su parte Leopold (1966) sustenta las bases del conservacionismo con sus ideas ecocentristas, que promueven la ética de la tierra afirmando que lo correcto es conservar la integridad, estabilidad y la belleza de una biocenosis, y es incorrecto cuando tiende a lo contrario (Yang, 2010).

Fue de ahí que tomó fuerza la ecología profunda con otro principal exponente del conservacionismo, quien se basa en el principio de la autorrealización, sosteniendo que el Yo auténtico es aquel que forma un todo con la naturaleza; este proceso de autorrealización consiste en extender la conciencia de nosotros a la naturaleza, el comportamiento humano debe ser compatible con el mundo natural para proteger su biodiversidad (Naess, 1989 y Yang, 2010).

El conservacionismo promovió una estética de la conservación y la bioética, ya que el problema radicaba en que existe un crecimiento económico mientras que el sistema natural no tiene crecimiento; creando una presión por parte de la economía ante la capacidad de los ecosistemas a sustentarse (Pierri, 2001).

Dicho esto, el conservacionismo “puede ser considerado como un intento de frenar el desarrollo de la industrialización” (Baquedano, 2015), y en países subdesarrollados puede causar el desplazamiento de pueblos instalados en territorios con riqueza biológica llevando a una desigualdad económica y social (Dowie, 2006 y Segrelles, 2013).



### **1.1.2. Corriente ambientalismo moderado o sustentabilidad débil**

Los recursos naturales que anteriormente se podían considerar como infinitos, han cambiado su término a escasos. Debido a que la naturaleza es escasa y produce bienes y servicios, el humano la ha considerado otra forma de capital. Esta corriente es antropocéntrica y desarrollista, ya que establece criterios para los límites que impone la naturaleza a la economía (Pierri, 2001).

La fuerte influencia de los conservacionistas en muchos países llevó a las Naciones Unidas a la iniciación de discusiones sobre la problemática ambiental. En agosto de 1972 en Estocolmo; Suecia, Países Bajos, Canadá y Estados Unidos convocaron una conferencia intergubernamental para examinar los principales problemas ambientales, hacer recomendaciones y proponer medidas de cooperación para remediar dichos problemas. Siendo esto parte de las bases del desarrollo sustentable. (Declaración de Estocolmo, 1972).

A partir de 1992 se adoptó la idea de desarrollo sustentable durante la Cumbre de Río, como un nuevo paradigma para encaminar los esfuerzos nacionales en lo económico y lo social en pro de asegurar a las generaciones futuras (Urquidi, 1998).

En otras palabras, el desarrollo sustentable es desarrollo económico y social integrando el mejoramiento de ambiente y teniendo en consideración las consecuencias globales. Esta teoría económica sobre materia ambiental es llamada economía ambiental, que precisa redefinir el desarrollo, pasando de ser un proceso enfocado en la elevación de la producción a un proceso incluyente a atender las necesidades sociales (Urquidi, 1998).

### **1.1.3. Corriente humanista crítica**

Pierri (2001) señala como la “alternativa a las anteriores” ya que se basa en las ideas y los movimientos socialistas para el bien de los países y sectores pobres y subordinados; surgiendo así el término de “ecodesarrollo”.

Strong (1973) citado por Estenssoro (2014, p. 87) utilizó por primera vez el concepto ecodesarrollo como “una forma de desarrollo económico y social en cuya planificación debe considerarse la variable del medio ambiente”.



---

El economista polaco Sachs (1974) señalaba que un desarrollo social continuo puede estar en armonía con el medio ambiente, sin embargo, se tiene que entender al ambiente como una dimensión en el que los niveles de decisión obligan a replantear la definición de desarrollo y entender que podrían existir múltiples formas de ver el mismo. Particularmente hablando del “tercer mundo”, Sachs (1974) propuso que el ecodesarrollo era una forma, más no la única, de adaptar las realidades ecosistémicas de cada región o eco-región.

La autora Naina indica que “El ecodesarrollo pretende una relación armoniosa entre la sociedad y su medio ambiente natural, pero no elabora una teoría sobre las determinaciones histórico-sociales que explique cómo las estructuras y procesos económicos y políticos conducen a las formas sociales y técnicas de vincularse con el medio y hacer uso de los recursos.” Esta corriente propone un cambio radical enfocado a la sociedad, con primordial atención a las necesidades y la calidad de vida haciendo uso responsable de los recursos naturales. Existen dos subcorrientes: la anarquista y la marxista. (Pierri, 2001).

La sub-corriente anarquista se basa en la tradición comunitaria proponiendo una “sociedad ecológica” a través de la vida y los valores comunitarios. Por su parte, como expositor de la ecología social, tenemos a Bookchin (1986), que enfatiza que la sociedad y la naturaleza no se pueden separar ya que los problemas ecológicos, se originan de los problemas sociales, así como los principios básicos anarquistas permiten a apertura a la “sociedad ecológica”. (López-Rojo, 2009)

Mientras que la sub-corriente marxista afirma que el problema reside en la organización social ya que es la determinante en la forma y ritmo que se usan los recursos. La desocupación, la pobreza y desigualdad social creadas por el capitalismo, conllevan a depredación y contaminación del ambiente, que si de alguna forma se mejora la organización social para el uso responsable de la producción natural se basará en la satisfacción de las necesidades de la sociedad en conjunto y no por minoría. (Pierri, 2001).

A manera de conclusión puede decirse que, de un breve análisis de las tres corrientes descritas, éste trabajo se apoya en la corriente humanista crítica dado que a) plantea un equilibrio entre sociedad y naturaleza; b) atiende las necesidades humanas y el uso responsable de los recursos naturales y c) propone un cambio social radical.





## 1.2 Principales conceptos

En esta parte del capítulo se revisan una serie de conceptos relevantes para la investigación que nos ayudan a dar un antecedente y a contextualizar el problema y el objeto de estudio. A partir de estas definiciones será posible abordar los temas que se discuten en los siguientes capítulos.

### a) Uso múltiple de los recursos naturales

Los ecosistemas por sí solos proporcionan distintos servicios ambientales por medio de los cuales el hombre obtiene algún beneficio y se mantiene la biodiversidad, sin embargo, a través de la historia y con el fin de satisfacer sus necesidades ha buscado la forma de aprovecharlos y usarlos de diversas maneras. (Camacho y Ruiz, 2012).

Los usos pueden ser directos (cacería deportiva, alimento, exhibición, colecciones, materia prima, mascotas, ornamental, criaderos y viveros, investigación, medicinal, etc.) o indirectos (ecoturismo, observación de aves, árboles de sombra, educación, servicios ecológicos, herencia cultural, manifestaciones artísticas, etc.), y, consuntivos (cuando se extrae de la naturaleza) o no consuntivos (la especie permanezca en su hábitat) (Salinas, 2003). Asimismo, los recursos naturales tienen distinta capacidad de uso, dicha capacidad se determina de acuerdo con la disponibilidad del recurso cualitativa y cuantitativamente, es decir la variación se limita a la función y a los usos a los que los recursos son destinados (Orozco, Farfán, y Gutiérrez, 2011).

El acceso y apropiación de bienes o servicios que se obtienen del medio natural varía en cada sistema social, para regular este acceso, la sociedad ha establecido reglas como el derecho de propiedad, en México se reconocen tres tipos: la propiedad privada, propiedad colectiva (ejidos y comunidades), y propiedad federal (del Estado) (Álvarez, 2006).

Con base en lo anterior, podemos decir que el uso múltiple de los recursos naturales se refiere a los diversos usos o aplicaciones que la sociedad da a un recurso natural para obtener un beneficio en determinado espacio y tiempo, de acuerdo con sus necesidades, conocimientos y accesibilidad, tomando en cuenta los usos potenciales



del recurso. Los beneficios pueden ser, por los ingresos directos, por los servicios ambientales que otorgan, por el aporte de elementos para actividades o prácticas de índole medicinal, religiosa o bien cuestiones estéticas o de mero disfrute (Pérez et al., 1995; Salinas, 2003).

#### b) Acuicultura

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] “la acuicultura es la técnica que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio ambiente” (Idyll, 1974). Según la clase de organismos que se cultivan, la acuicultura se ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la piscicultura (cultivo de peces) y, el pez más cultivado a nivel mundial es la tilapia por su demanda en el mercado (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, [CEDRSSA], 2015).

La mayor parte de la acuicultura se lleva a cabo en el mundo en desarrollo y “a nivel mundial juega un importante papel enfocando sus objetivos en los esfuerzos por erradicar el hambre, proveyendo de alimentos y en general mejorando la salud y calidad de vida de las personas” (Ovando, 2013). Es una excelente técnica para la producción de alimentos y el aprovechamiento de los recursos acuáticos, asimismo la FAO resalta que es posiblemente el sector de producción de alimentos de crecimiento más acelerado, hoy representa casi el 50% de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación.

En la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (LGPAS) se establece a la acuicultura como “el cultivo de especies de fauna y flora acuáticas, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estadio biológico y ambiente acuático y en cualquier tipo de instalación”.

Para la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) la acuicultura es: “un conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa”.



En esta misma ley se diferencian distintos tipos de acuacultura, de los cuales para la presente investigación se emplea el siguiente:

- *Acuacultura de subsistencia.* Cultivo de organismos acuáticos en diversos cuerpos de agua de pequeño tamaño como bordos y jagüeyes que pueden ser permanentes o temporales. La utilidad principal es como alimento de autoconsumo.

#### c) Bordo de agua

Los cuerpos de agua a los que se hace referencia en este trabajo, se han definido como bordos, pues es el nombre genérico que utilizan los campesinos en el valle de Toluca y en Jiquipilco.

Conforme a sus dimensiones, la Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], (2014) clasifica las obras de almacenamiento a partir del criterio de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés). Las clasifica como pequeña y grande y presa a las obras de almacenamiento de agua con más de 3 metros de altura de la cortina y como bordo a los menores de 3 metros, estos con un almacenamiento menor o igual a 0.5 hm<sup>3</sup>.

Un embalse es definido por el Inventario Nacional de Humedales [INH] (2012) como: “un lago o vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina que se llena como resultado de la construcción del represamiento en un río, por agua de origen subterráneo o pluvial”. De acuerdo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] (2012) el bordo de almacenamiento con fines de abrevadero o pequeño riego es “una obra hidráulica consistente en una pequeña presa con cortina de tierra compactada” y tiene la función de regulación de los cursos de agua orientada a los siguientes tipos de aplicaciones:

- Abastecimiento de poblaciones rurales
- Abastecimiento de pequeñas zonas agrícolas de bajo riego
- Abrevadero de ganado
- Control de avenidas



- Control de erosión

La FAO en su manual para la construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce (s.f.), define un estanque piscícola como una estructura artificial utilizada para el cultivo de peces. Pueden presentar diversas características atendiendo a los siguientes elementos: fuente de abastecimiento de agua, forma en que se extrae el agua del estanque, material y método utilizado para la construcción y método de explotación piscícola. Sus características están normalmente condicionadas por las peculiaridades del lugar donde se construyen.

De acuerdo con este manual, se pueden retomar para la investigación las definiciones de los siguientes tipos de estanque:

- Estanques de agua de lluvia: se alimentan del agua caída en las precipitaciones y de la escorrentía superficial. Durante la estación seca el estanque no recibe agua. Normalmente, estas construcciones son pequeñas depresiones en suelos impermeables.
- Estanques sumergidos: se construyen extrayendo el suelo de una superficie determinada para formar así un vacío que luego se rellena de agua.
- Normalmente no se pueden vaciar y se alimentan del agua de las precipitaciones, escorrentía superficial o agua subterránea.

Con base a los conceptos anteriores, puede decirse que los bordos de agua son estructuras de origen natural o construido que sirven para la captación y el almacenamiento del agua proveniente de las precipitaciones, del escurrimiento superficial o de agua subterránea. Esta agua puede ser utilizada para riego de cultivos, actividades acuícolas, de abrevadero para ganado y, en algunas ocasiones para uso doméstico. Por otra parte pueden ser el hábitat de especies silvestres acuáticas y de aves. Es así como quedará conceptualizado dicho término.



#### d) Vida silvestre

La vida silvestre, al igual que los demás recursos naturales tiene un importante valor ecológico, científico, social, cultural, etc., en la LGVS se define como: “los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales”.

Vida silvestre es un término técnico utilizado para referirse a los animales que habitan de forma libre en las distintas regiones del país; está formada por los animales invertebrados y vertebrados residentes o migratorios, que viven en condiciones naturales en el territorio nacional y que no requieren del cuidado del hombre para su supervivencia (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2009).

#### e) Especie endémica

Las especies conocidas como endémicas son aquellas cuyo rango de distribución está restringido a ciertas áreas geográficas, es decir no se encuentran en otra parte del mundo (Sánchez, 2011).

En el Diario Oficial de la Federación (2002) se define como “especie cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción”.

#### f) Especie indicadora

Especies que indican, por su presencia, densidad o condición un cierto estado cualitativo del ecosistema o del ambiente. Representan una forma muy obvia o fácil de dar seguimiento a una especie, misma que no necesariamente desempeña un papel clave en los procesos del ecosistema (INH, 2012).

Especies cuya situación facilita información sobre la condición general del ecosistema de otras especies en ese ecosistema; taxones que son sensibles a las condiciones ambientales y que, gracias a ello, pueden utilizarse para evaluar la calidad ambiental (Ramsar, 2015).



#### g) Especie introducida

De acuerdo con “CONABIO (2010) es un organismo que llega a un sitio determinado como consecuencia de acciones humanas. Puede referirse a especies nativas presentes anteriormente en el área y llevadas como parte de un programa de conservación, o a especies exóticas llegadas de manera intencional o accidental”. (CONAGUA, 2012).

#### h) Especie sujeta a protección especial

En la Norma Oficial Mexicana 059 (2010) se enlistan las especies en riesgo y se identifican dentro de 4 categorías. Dentro de esta categoría se incluyen aquellas especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

#### i) Especie en peligro crítico de extinción

En la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza se clasifica a las especies dentro de 7 categorías. Un taxón está en “Peligro Crítico” cuando la mejor evidencia disponible indica (declive severo de la población, población reducida, pequeña área geográfica ocupada, o si la probabilidad calculada de extinción en los próximos 10 años sea >50%) y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre. (2012).

#### j) Anfibio

La clase anfibia incluye animales vertebrados que tienen una fase de su ciclo de vida en el agua y otra en la tierra (Acuña, 2003).

La mayoría de sus especies pueden vivir indistintamente dentro o fuera del agua, y sobre todo porque muchas de ellas atraviesan una fase durante la cual son por completo acuáticas. La mayoría de los anfibios presentan, por lo tanto, dos



---

características importantes: la facultad de cambiar de medio y la metamorfosis (Grupo Editorial Océano, 1999)

#### k) Conservación

Se define como “la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden en las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo” (LGEEPA, 1988).

Por otra parte, la “CONANP (2006) indica que es la forma de manejo de la biosfera de tal manera que procura el máximo beneficio para las generaciones actuales mientras se mantiene el potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras generaciones. Es una actividad positiva que incluye la preservación, el mantenimiento, el uso sostenible, la restauración y el mejoramiento del ambiente natural”. (CONAGUA, 2012)

Es la gestión dirigida a la preservación y uso racional de los recursos naturales, para asegurar el mejor beneficio que tiende al desarrollo sustentable de la sociedad. Es la administración del uso humano de la biosfera de modo que pueda producir los mayores beneficios sustentables para las generaciones actuales y a la vez mantener sus posibilidades de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras (Corporación Autónoma Regional del Quindío, s.f.).

#### l) Manejo

En la LGVS se define como “la aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat”. Y en condiciones más específicas el manejo integral hace referencia a aquel que considera de manera relacionada aspectos biológicos, sociales, económicos y culturales vinculados con la vida silvestre y su hábitat.

La SEMARNAT (2009) en su Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre, define manejo como:



*“El arte de usar la tierra para producir cosechas sostenidas anuales de animales silvestres con fines de aprovechamiento”. La idea central de esta definición es dedicar tierra y esfuerzo para producir bienes o servicios. Este concepto es básico en el manejo de animales y contrasta con la idea popular de que la Fauna Silvestre se produce sola, que lo único que hay que hacer es cosecharla”.*

En la LGVS se definen dos categorías para el Manejo de Fauna Silvestre:

- Manejo extensivo (en vida libre): El que se hace con ejemplares o poblaciones de especies que se desarrollan en condiciones naturales, sin imponer restricciones a sus movimientos
- Manejo intensivo (confinamiento o encierro). Aquel que se realiza sobre ejemplares o poblaciones de especies silvestres en condiciones de cautiverio o confinamiento.

En este sentido, el manejo se propone como una herramienta que bien llevada a la práctica permite el aprovechamiento de la vida silvestre obteniendo beneficios (principalmente económicos) para la sociedad y de conservación para las especies (SEMARNAT, 2009).

#### m) Aprovechamiento sustentable

El aprovechamiento sustentable surge como propuesta para un uso consciente de los recursos y se concibe de acuerdo con la LGEEPA (1988) como “la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos”.

La CONABIO (s.f.) hace referencia al término aprovechamiento sustentable como “el uso o explotación de un recurso mediante un proceso de extracción, transformación, o valoración que permite o promueve su recuperación, de modo que garantiza su renovación y permanencia en el largo plazo”.





#### n) Área natural protegida

La UICN (s.f) define a las ANPs como “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados”.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica [CBD] (1992) define un área protegida como: “un área geográficamente definida que está designada o regulada y gestionada para lograr específicos objetivos de conservación”.

La CONANP (s.f) las define como “las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas”

En el Código para la Biodiversidad del Estado de México (2005), se definen como “las zonas del territorio del Estado de México respecto de las cuales ejerza su jurisdicción y en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que requieran ser restaurados o preservados para salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento racional de los elementos y recursos naturales mejorando la calidad del ambiente en los centros de población y sus alrededores”.

### **BREVE CONCLUSIÓN**

Para el caso que nos ocupa, que es el ajolote (*A. granulatum*) y retomando los planteamientos de la corriente humanista crítica, se considera que es muy importante lograr un cambio de conciencia entre la población, sobre la existencia y uso del ajolote como una especie animal muy valiosa desde el punto de vista biológico, ecológico, ambiental, alimenticio y de investigación para la salud humana, que además se encuentra en peligro y que por esas razones, debe conservarse en beneficio de la propia especie y de la comunidad de Jiquipilco.



---

Además, en la sub-corriente anarquista se promueve la preservación de las tradiciones y valores comunitarios y por las características culturales de ésta población de origen otomí, es importante mantener la sabiduría ambiental de los pobladores originarios.

Por otra parte, se observa que la sub-corriente marxista propone cambiar hacia otra forma de organización social del trabajo distinta a la existente, que es la que ha ocasionado los problemas ambientales, por lo cual en el caso de este estudio se buscará determinar cómo usar y aprovechar de manera sustentable el ajolote para no desequilibrar los procesos naturales ni poner en peligro la existencia de la especie, teniendo como propósito el beneficio social. Lo anterior, considera que dicha corriente es esencial para lograr el buen manejo del ajolote en la zona de estudio debido a las características socioeconómicas de ésta.

Para el fundamento conceptual y como referencia para este trabajo de investigación, se han clarificado 14 conceptos por ser los que resultan de la revisión bibliográfica y del trabajo de campo ya que el entendimiento de estos es relevante.



## CAPÍTULO 2. MARCO JURÍDICO - ADMINISTRATIVO

La legislación ambiental es una herramienta regulatoria de gran importancia que es utilizada para conservar el medio ambiente y coordinar instituciones con injerencia en cuestiones ambientales (Herrera, Hernández, Barrientos, Gaona, Reyes, 2010). El propósito de este capítulo es entender y abarcar en términos legales el estado de protección de la especie objeto de estudio para esta investigación (*A. granulorum*) desde el ámbito internacional hasta el local, así como la ampliar la perspectiva en el marco jurídico y administrativo de la especie de acuerdo con las instituciones, programas y acciones vigentes, para poder proponer las acciones de conservación y preservación necesarias, así como también para su aprovechamiento.

También se hace referencia a las disposiciones jurídicas relacionadas con el establecimiento de un área natural protegida de carácter comunitario en la zona de estudio para lo cual se revisarán los instrumentos jurídicos correspondientes al ámbito Federal, Estatal y Municipal, dando así congruencia con la corriente de pensamiento humanista crítica.

### 2.1 Normatividad respecto al estatus de la especie *A. granulorum*

Para conocer la normatividad que regula el estatus de protección de la especie objeto de estudio, así como los instrumentos que regulan su protección, se procedió a identificar lo establecido tanto a nivel internacional como en el ámbito federal.

#### 2.1.1 Ámbito Internacional

##### 2.1.1.1 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

La UICN es la autoridad mundial en cuanto al estado de la naturaleza y los recursos naturales, y establece las medidas necesarias para protegerlos. Así mismo ha desarrollado la Lista Roja de Especies Amenazadas la cual es ampliamente reconocida como el enfoque global más completo y objetivo para evaluar el estado de conservación de las especies vegetales y animales.



En la lista roja se identifican especies en riesgo de extinción global y se clasifican en 9 categorías de acuerdo con criterios que determinan su estado de amenaza. En este caso, el *A. granulorum* se encuentra desde el año 2008 en la lista roja bajo el criterio de Peligro Crítico (CR), lo cual considera que la especie se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre, esto, cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios A y B los cuales, a su vez, indican la reducción del tamaño de la población y la distribución geográfica de acuerdo a la presencia y ocupación de la especie respectivamente (Shaffer, Flores, Parra & Wake, 2008)

La especie de *A. granulorum* se encuentra enlistada bajo la categoría de CR debido a que su extensión de existencia es menor a 100 km<sup>2</sup>, todos los individuos están en una subpoblación única, y continúa el declive de la extensión y la calidad de su hábitat. Ahora bien, la mayor amenaza para la especie que indica la UICN son los peces depredadores, además de que el hábitat ha sido fuertemente impactado debido a la extensiva expansión urbana y agrícola (conduciendo a la desecación y contaminación de su hábitat de reproducción) (Shaffer et al, 2008)

#### 2.1.1.2 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos que tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia. Alrededor de unas 5,800 especies de animales están amparadas por la CITES de las cuales, aproximadamente 62 especies son anfibios.

Sin embargo, tras revisar las especies de *Ambystoma* incluidos en la lista CITES, la especie *A. granulorum* no se encuentra dentro de ella, se encuentran solamente las especies: *A. mexicanum*, *A. velasci*, *A. dumerilii*.

Es importante resaltar que la especie *A. granulorum* al estar bajo el criterio de CR de la UICN, su eventual comercio debería estar regulado por CITES, de tal manera que su inclusión en la lista sería un factor clave para su protección.



## 2.1.2 Ámbito Federal

### 2.1.2.1 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Tiene por objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relacionada a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana.

La LGVS establece en su artículo 56, que Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente. Dichas listas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas si se llegara a presentar información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población.

En el artículo 60 se faculta a la Secretaría promover e impulsar la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

El artículo 61 dicta que la Secretaría, previa opinión del Consejo, elaborará las listas de especies y poblaciones prioritarias para la conservación y las publicará en el Diario Oficial de la Federación. La inclusión de especies y poblaciones a dicha lista procederá si las mismas se encuentran en al menos alguno de los siguientes supuestos:

- a) Su importancia estratégica para la conservación de hábitats y de otras especies.
- b) La importancia de la especie o población para el mantenimiento de la biodiversidad, la estructura y el funcionamiento de un ecosistema o parte de él.
- c) Su carácter endémico, cuando se trate de especies o poblaciones en riesgo.
- d) El alto grado de interés social, cultural, científico o económico.



Por otro lado, en el artículo 85 se menciona que solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica.

#### 2.1.2.2 Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables

Tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. El *A. granulorum* se desarrolla dentro del recurso acuícola del territorio nacional, lo cual lo sujeta a regulación por medio de esta Ley.

Dentro del artículo 17 se señala que el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad, mismo que de acuerdo al artículo 18 deberá ser aplicado por las entidades federativas y los municipios.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 29 el INAPESCA es el órgano administrativo del gobierno federal con el objetivo, entre otros, de realizar investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, en materia de pesca y acuicultura, así como emitir opinión de carácter técnico y científico para la administración y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas. El *A. granulorum* actualmente en la zona de estudio es utilizado para el autoconsumo por lo cual su aprovechamiento está ligado a actividades de acuicultura.

Con base en el artículo 98, se establece que las personas que recolecten *A. granulorum* y los acuicultores que realicen aprovechamiento de ellos, quedan obligados a realizar acciones de repoblación en los términos y condiciones que en cada caso determine la Secretaría en normas oficiales y en los propios permisos.

Para otorgar los permisos para la recolección de especies en cualquier estadio, la Secretaría considerará el dictamen emitido por el INAPESCA, en el que se determinará el número de ejemplares, zonas y épocas para su recolección. No se



otorgará permiso cuando se determine que se pone en riesgo la conservación de la especie de que se trate. Los permisionarios deberán presentar a la Secretaría el aviso de recolección correspondiente, con la información y requisitos que se establezcan en el reglamento.

### 2.1.2.3 Normas Oficiales Mexicanas (NOM'S)

Las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la SEMARNAT, son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, niveles aceptables y seguros para salud del ser humano y del medio ambiente.

En cuanto a conservación, la NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto determinar las especies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas y las sujetas a protección especial. Dentro de la NOM-059 se encuentran enlistadas 15 especies de *Ambystoma*, todas endémicas de México, la especie *A. granulatum* está clasificada bajo la categoría de especie sujeta a protección especial (Pr) junto con otras 10 especies más. Así mismo 3 especies de *Ambystoma* tienen la categoría de amenazada (A) y solo la especie *A. mexicanum* está bajo la categoría en peligro de extinción (P).

Lo anterior se correlaciona con lo establecido en el ámbito internacional y, por lo tanto, se refuerza la necesidad de proteger a esta especie de *Ambystoma*.

Cabe mencionar que no se encontró ningún aspecto relevante en cuanto a la normatividad en el ámbito municipal para la normatividad de la especie *A. granulatum*.

## 2.2 Normatividad para el establecimiento de un Área Natural Protegida de carácter comunitario

En México, las áreas naturales protegidas son uno de los instrumentos más importantes de la política de conservación (Paz, 2008). Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son sitios que ayudan a preservar la biodiversidad y equilibrio ecológico en México, y además favorece la participación de la sociedad.



Un de los objetivos principales de esta investigación es la propuesta del establecimiento de un área natural protegida de este tipo, para lo cual es importante revisar la regulación de las ADVC.

Las atribuciones de los ayuntamientos en materia ambiental y en particular en lo que respecta a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento de las especies silvestres y su hábitat, son limitadas y casi siempre quedan sujetas a las disposiciones establecidas en las disposiciones federales y estatales; sin embargo, se decidió abordar el contenido del bando municipal de Jiquipilco, con el propósito de analizar su probable participación para el logro del objetivo propuesto en esta tesis.

## 2.2.1 Ámbito Federal

### 2.2.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El artículo 27 Constitucional es de especial importancia para los recursos naturales, ya que en él se indica sobre el régimen de propiedad de la tierra, las aguas y los elementos naturales del país, de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación y de cuidar su conservación.

En lo que refiere al aprovechamiento de los recursos dentro de la tierra de comuneros y ejidatarios, el párrafo séptimo del artículo 27 señala que:

*“se establecerán los procedimientos por los cuales ejidatarios y comuneros podrán asociarse entre sí, con el Estado o con terceros y otorgar el uso de sus tierras; y, tratándose de ejidatarios, transmitir sus derechos parcelarios entre los miembros del núcleo de población; igualmente fijará los requisitos y procedimientos conforme a los cuales la asamblea ejidal otorgará al ejidatario el dominio sobre su parcela. En caso de enajenación de parcelas se respetará el derecho de preferencia que prevea la ley”.*

Por otro lado, el artículo 73 constitucional sección XXIX-G, atribuye al Congreso la facultad para expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.





### 2.2.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA es un elemento fundamental para establecer las bases del desarrollo sustentable en nuestro país, y tiene como objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado, para su desarrollo y bienestar.

En el título segundo referente a biodiversidad de la presente ley, el capítulo I trata el tema de Áreas Naturales Protegidas, donde en el artículo 45, fracción II se define como uno de los objetivos principales para el establecimiento de éstas el:

*“Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial”.*

En el artículo 46 se establecen los distintos tipos de áreas naturales protegidas, en la fracción XI se trata lo referente a las áreas destinadas voluntariamente a la conservación que son de interés para esta investigación. A continuación, se presenta lo contenido en la LGEEPA para el establecimiento de dichas Áreas:

En esta ley indica que corresponde a los municipios establecer las zonas de conservación ecológica municipales y a la federación las áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

De acuerdo con el Art. 55 BIS se dice que:

*“Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación son aquellas que pueden presentar cualquiera de las características y elementos biológicos señalados en los artículos 48 al 55 de la presente Ley, proveer servicios ambientales o que por su ubicación favorezcan al cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 45 de esta Ley. Para tal efecto, la Secretaría emitirá un certificado, en los términos de lo previsto por la Sección V del presente Capítulo”.*



Dichos predios se considerarán como áreas productivas dedicadas a una función de interés público.

El establecimiento, administración y manejo de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se sujetará a lo previsto en la Sección V:

*Sección V - Establecimiento, Administración y Manejo de Área Destinadas Voluntariamente a la Conservación.*

Artículo 77 BIS: Los pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas y demás personas interesadas en destinar voluntariamente a la conservación predios de su propiedad, establecerán, administrarán y manejarán dichas áreas conforme a lo siguiente:

I. Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se establecerán mediante certificado que expida la Secretaría, en la cual las reconozca como áreas naturales protegidas. Los interesados en obtener dicho certificado presentarán una solicitud que contenga:

- a) Nombre de propietario
- b) Documento legal que acredite la propiedad del predio;
- c) En su caso, la resolución de la asamblea ejidal o comunal en la que se manifieste la voluntad de destinar sus predios a la conservación;
- d) Nombre de las personas autorizadas para realizar actos de administración en el área;
- e) Denominación, ubicación, superficie y colindancias del área;
- f) Descripción de las características físicas y biológicas generales del área;
- g) Estrategia de manejo que incluya la zonificación del área, y
- h) Plazo por el que se desea certificar el área, el cual no podrá ser menor a quince años.

Para la elaboración de la estrategia de manejo a que se refiere el inciso g) de la presente fracción, la Secretaría otorgará, la asesoría técnica necesaria, a petición de los promoventes.



En las áreas privadas y sociales destinadas voluntariamente a la conservación de competencia de la Federación, podrán establecerse todas las subzonas previstas en el artículo 47 BIS de la presente Ley, así como cualquiera otras decididas libremente por propietario;

II.- El certificado que expida la Secretaría deberá contener:

- a) Nombre del propietario;
- b) Denominación, ubicación, superficie y colindancias del área;
- c) Características físicas y biológicas generales y el estado de conservación del predio, que sustentan la emisión del certificado;
- d) Estrategia de manejo;
- e) Deberes del propietario,
- f) Vigencia mínima de quince años.

III.- La Secretaría podrá establecer diferentes niveles de certificación en función de las características físicas y biológicas generales y el estado de conservación de los predios, así como el plazo por el que se emite el certificado y su estrategia de manejo, para que, con base en estos niveles, las autoridades correspondientes definan y determinen el acceso a los instrumentos económicos que tendrán los propietarios de dichos predios. Asimismo, dichos niveles serán considerados por las dependencias competentes, en la certificación de productos o servicios;

IV.- Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se administrarán por su propietario y se manejarán conforme a la estrategia de manejo definida en el certificado. Cuando dichas áreas se ubiquen dentro del polígono de otras áreas naturales protegidas previamente declaradas como tales por la Federación, el Gobierno del Distrito Federal, los estados y los municipios, la estrategia de manejo observará lo dispuesto en las declaratorias y los programas de manejo correspondientes. Asimismo, cuando el Ejecutivo Federal, los gobiernos de los Estados o los municipios establezcan un área natural protegida cuya superficie incluya total o parcialmente una o varias áreas destinadas voluntariamente a la conservación, tomarán en consideración las estrategias de manejo determinadas en los certificados que expida la Secretaría;



V.- Cuando en las áreas destinadas voluntariamente a la conservación se realice el aprovechamiento sustentable de recursos naturales, los productos obtenidos podrán ostentar un sello de sustentabilidad expedido por la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el Reglamento. Lo previsto en esta fracción no aplica para el aprovechamiento de recursos forestales cuyos productos se certificarán con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

VI.- El Reglamento establecerá los procedimientos relativos a la modificación de superficies o estrategias de manejo, así como la transmisión, extinción o prórroga de los certificados expedidos por la Secretaría.

### 2.2.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas

#### Art. 133 QUÁTER

I. Se considerará que la característica a destacar es la alta biodiversidad, cuando en función de la superficie del predio, se presente un alto porcentaje de uno o varios grupos taxonómicos de flora o fauna, con respecto al total registrado en nuestro país. Para acreditar lo anterior, se deberá anexar el inventario biológico correspondiente;

III. Se considerará que la característica a destacar es la existencia de germoplasma relevante, cuando esté presente algún grupo taxonómico de flora o fauna, conformado por especies endémicas o por la presencia y reproducción de especies prioritarias o en peligro de extinción o bien que sean importantes desde el punto de vista etnobotánico o etnozoológico, sin importar su origen, ni el tamaño de sus poblaciones. Para ello, se deberá anexar el documento en el que se describan el grupo o los grupos taxonómicos que sean relevantes.

IV. Se considerará que la característica a destacar es la investigación científica, cuando la misma tenga por objeto la generación del conocimiento sobre la conservación, monitoreo y manejo a mediano y largo plazo de la biodiversidad y los procesos ecológicos, así como a la investigación sobre el aprovechamiento experimental y restauración de los recursos bióticos y abióticos presentes en el predio o su área de influencia. Para ello deberá presentarse documentación que compruebe



---

las actividades de investigación científica o educación ambiental que se llevan a cabo en el mismo.

#### 2.2.1.4 Ley General de Vida Silvestre

Respecto al tema de áreas naturales protegidas, en esta ley en el artículo 10, fracción V se habla de que corresponde a los Estados y al Distrito Federal, el apoyo, asesoría técnica y capacitación a las comunidades rurales para el desarrollo de actividades de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, la elaboración de planes de manejo, el desarrollo de estudios de poblaciones y la solicitud de autorizaciones.

En el artículo 60 se indica que la SEMARNAT promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

En el artículo 62 se establece la implementación de programas para la conservación, recuperación, reproducción y reintroducción en su hábitat, de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.

Para finalizar, el artículo 87 dicta la autorización para llevar a cabo el aprovechamiento a los propietarios o legítimos poseedores de los predios donde se distribuya la vida silvestre con base en el plan de manejo aprobado, en función de los resultados de los estudios de poblaciones o muestreos, en el caso de ejemplares en vida libre. Tomando en consideración además otras informaciones que disponga la Secretaría.

#### 2.2.1.5 Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables

Según el artículo 9no, la SEMARNAT se coordinará con la Secretaría para cumplir con los objetivos establecidos en la presente Ley, en los aspectos de áreas naturales



protegidas, de acuerdo con la declaratoria de creación o plan de manejo, emitir recomendación por permisos de acuacultura que se pretendan otorgar.

En el artículo 14 se establecen las facultades que corresponden a los municipios en conformidad con esta ley y las leyes locales, entre las cuales están:

Diseñar y aplicar la política y los programas municipales para la pesca y la acuacultura, vinculándolos con los programas nacionales, estatales y regionales; además de promover y fomentar la actividad acuícola, en armonía con la preservación del ambiente y la conservación de la biodiversidad.

## **2.2.2 Ámbito Estatal**

### **2.2.2.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México**

El Código para la Biodiversidad del Estado de México es un instrumento que presenta características incluyentes con la finalidad de frenar la sobre regulación que existe en materia ambiental, así como unificar y sistematizar a las instituciones y principios jurídicos para permitir una certeza jurídica en el universo legislativo ambiental del Estado.

En el Título Tercero de la Diversidad Biológica, los Recursos Naturales, y las Áreas Naturales Protegidas, en el Capítulo I de la Preservación, Restauración y Protección de las Áreas Naturales Protegidas, en la Sección Segunda de Las Categorías y Regímenes de Protección Especial de las Áreas Naturales Protegidas y en el artículo 2.88, Fracción V, se consideran como áreas naturales protegidas las reservas naturales privadas o comunitarias.

En el Art. 2.97 del código se establece que:

*“Las reservas naturales privadas o comunitarias podrán ser constituidas de manera voluntaria por sus propietarios o legítimos poseedores sobre cualquier tipo de terreno. Ellos podrán imponer razonablemente las medidas de protección que consideren pertinentes con base en estudios que así lo justifiquen. Una vez constituidas tales áreas el acto de autoridad que las declare deberá ser inscrito en el Registro público de l Propiedad que corresponda y no se podrán alterar o violar las medidas de protección establecidas para su*



*conservación, sin embargo dichas áreas quedan exceptuadas de lo establecido en la parte final del artículo 2.91 de este Libro”.*

*“La elaboración de los programas de manejo de esta clase de áreas naturales protegidas, y su administración y vigilancia correrán por cuenta de los propietarios o poseedores en la forma y términos que ellos dispongan. Las autoridades estatales o municipales según corresponda presentarán la colaboración necesaria para la consecución de los objetivos por los que se haya constituido el área correspondiente”.*

### **2.2.3 Ámbito Municipal**

#### **2.2.3.1 Bando municipal**

En el Art. 125 de la Quinta sección se establece a la dirección de medio ambiente en donde el titular de la Jefatura de Medio Ambiente tiene las atribuciones:

XVIII. Preservar y proteger el agua, el suelo, el aire, la flora y la fauna, para impedir las prácticas que coloquen en riesgo su función ecológica y que provoquen cualquier deterioro o daño a los ecosistemas.

Al respecto, se verificó que dichas atribuciones se concretan a tomar conocimiento de algunos hechos delictivos y notificarlos a las instancias estatales o federales correspondientes, así como aquellas acciones que son demandadas por la población y que requieren de inversiones que escapan a su limitado presupuesto.

### **2.3 Instituciones, Programas, Comités y otros instrumentos para la conservación del género *Ambystoma* y sus hábitats.**

A continuación, se presentan las diversas instituciones, programas, comités y otros centros de los diferentes niveles administrativos en México, vinculados a las acciones para la protección y conservación de la biodiversidad en nuestro país y en sentido, sirven como referente de acciones que se realizan y deberían ser consideradas para que la especie objeto de estudio *A. granulosum*, forme parte de ellas.



### **2.3.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**

Es el órgano administrativo responsable de la conducción de la política y los programas en materia ambiental en nuestro país. La SEMARNAT también establece la normatividad respecto al estatus de las especies silvestres existentes en México. Dentro de esta normatividad, como se indicó en el apartado anterior, destaca la NOM-059, en la que se identifica el estatus de las especies vegetales y animales silvestres por medio de categorías, como es el caso de *A. granulorum*, que corresponde a la categoría sujeto a protección especial.

Esta dependencia no tiene por el momento un programa específico para la recuperación de la especie objeto de estudio.

### **2.3.2 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)**

La CONANP es la unidad administrativa de la SEMARNAT, que tiene entre sus atribuciones la protección y administración de las áreas naturales protegidas de competencia federal.

Administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,839,521.55 hectáreas y al 31 de enero de 2019 hay 332 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación con certificado vigente en México, protegiendo una superficie de más de 493,420 hectáreas en 24 estados del país

Esta dependencia, tampoco tiene un programa específico para la protección de los bordos ubicados en el Municipio de Jiquipilco.

### **2.3.3 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)**

La CONAFOR es un organismo público descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

Como puede apreciarse, esta dependencia se orienta fundamentalmente hacia el recurso forestal; sin embargo, es evidente que la existencia de los bordos del





Municipio de Jiquipilco, deben su existencia, en buena medida, a la presencia y conservación de los bosques circundantes y en sentido, es importante que esta dependencia realice acciones de conservación y uso sustentable de esa riqueza forestal.

Un ejemplo de los apoyos de la CONAFOR es la inversión de 3.9 millones de pesos que realizó para la conservación del *Ambystoma altamirani* en el Estado de México, mediante el Pago por Servicios Ambientales (PSA) todo esto con el fin de conservar su hábitat. (CONAFOR, 2018).

### **2.3.4 Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA)**

Es un organismo público descentralizado sectorizado con la SAGARPA y es el encargado de dirigir, coordinar, y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuacultura, con criterios de sustentabilidad para su administración y conservación; e impulsar esquemas de investigación con la participación y apoyo financiero de los sectores involucrados. La pesca y la acuacultura son actividades primordiales que impulsa la SAGARPA debido a su contribución a la producción de alimentos, combate a la pobreza, rescate de especies endémicas y protección al medio ambiente.

Tomando en consideración lo anterior y al igual que en el caso de la CONAFOR, las acciones de este instituto son muy importantes pues se vinculan directamente a la conservación de especies como el ajolote y su hábitat, en éste caso, los bordos objeto de estudio; sin embargo, por el momento no existe un programa en el que se establezca como objeto de trabajo a la especie *A. granulosum* ni a los bordos donde se le ha localizado.

En este caso el INAPESCA también tendría incurrancia, en la presente investigación por medio de las actividades de cultivo de peces como carpa, trucha y tilapia en el municipio de Jiquipilco que se llevan a cabo en los bordos, donde en diversas ocasiones se comparte el hábitat con el *A. granulosum*.

Tal es el caso del lago de Pátzcuaro donde desarrolla, a través de su Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Pátzcuaro (CRIAP), la tecnología de cultivo



de las tres especies más importantes y emblemáticas del lago de Pátzcuaro como lo son el pescado blanco, achoque y acúmara (Brito, 2017).

### **2.3.5 Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER)**

Es un instrumento de política pública para contribuir y recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural mediante la conservación y recuperación de las especies en riesgo y su hábitat.

Surge por la necesidad de contar con un programa nacional enfocado exclusivamente a la atención de especies en riesgo desde una perspectiva integral y con criterios de planeación estratégica de mediano y largo plazos. La SEMARNAT a través de la CONANP designa recursos a través de subsidios de carácter federal.

En julio del 2016 se establecieron los términos de referencia de los concepto de apoyo para la creación de un PROCER y se publicó el diagnóstico de las poblaciones y determinación de amenazas y hábitats críticos de *Ambystoma spp* en México, teniendo con uno de los objetivos el identificar y describir áreas críticas de distribución de las especies de este género promoviendo la colaboración y participación de instituciones de educación superior, de investigación y organizaciones de la sociedad civil, los ejidos y las comunidades.

Al respecto, será importante considerar dichos términos de referencia, con el propósito de poder gestionar apoyos para la conservación de la especie objeto de estudio, una vez que se instrumente la propuesta que se plantee en el capítulo correspondiente de esta tesis.

### **2.3.6 Secretaría de Desarrollo Agropecuario**

Las acciones que se llevan a cabo en el municipio de Jiquipilco por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México se limitan a la recuperación ecológica de la Cuenca del Río Lerma, mediante el -Modelo ecológico “Unidades de Producción Acuícola”, Temoaya y Jiquipilco-, sin embargo no se pudo



obtener más información acerca de dicho documento para comprobar las acciones que se realizan en el municipio de Jiquipilco específicamente.

### **2.3.7 Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM**

Es el organismo que se ha encargado de la restauración de los ajolotes creando el proyecto de Refugios para ajolotes (*A. mexicanum*) así mismo busca principalmente rehabilitar el hábitat del ajolote para el rescate y permanencia de su población.

En principio es importante indicar que, ante la existencia de un organismo de investigación como este laboratorio, será conveniente, establecer algún vínculo con la Universidad Autónoma del Estado de México, con el propósito de conocer sus experiencias y avanzar más rápidamente en el logro de objetivos similares respecto a la especie *A. granulorum*.

### **2.3.8 Centro de Investigaciones Acuícolas y Biológicas de Cuernavaca (CIBAC) de la UAM-Xochimilco.**

El Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC) es un proyecto que depende de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Es un espacio universitario dedicado a estudiar y difundir los problemas que tiene la Zona Lacustre de Xochimilco y entre sus actividades principales está la producción masiva de crías –juveniles y adultos– del ajolote de Xochimilco, con fines de conservación y liberación en áreas controladas. Ha tenido éxito en cuanto a reproducción generando de 3,000 a 5,000 crías anuales. El CIBAC recibe a jóvenes dedicados al estudio del ajolote, tanto de la UAM como de otras universidades y atiende a grupos de instituciones académicas dentro de la línea de educación medioambiental.

La existencia de este centro, sus avances en la reproducción de ejemplares y la oportunidad que brinda para capacitar jóvenes de diversos espacios académicos, resulta muy útil, pues fortalece la intención de elaborar e instrumentar otros programas orientados a la conservación de especies como el *A. granulorum*.



### **2.3.9 Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas (CICBA) de la UAEM**

Este centro tiene la función de coordinar, promover y difundir la investigación orientada a un modelo de operación de autosuficiencia; así como contribuir al desarrollo académico y a la formación de investigadores de alto nivel para la atención de los problemas de la sociedad mediante el fortalecimiento, generación y aplicación de líneas, programas y proyectos de investigación.

A partir de lo anterior y considerando que dicho centro puede establecer convenios con instituciones como la UNAM y la UAM, resulta muy útil el poder gestionar un programa conjunto para avanzar en el logro de la conservación de la especie objeto de estudio.

### **BREVE CONCLUSIÓN**

De acuerdo con la bibliografía revisada de la legislación, regulación, instituciones, programas y acciones para *A. granulatum*, puede decirse que el estatus de protección pone en disputa la conservación de la misma debido a las diferentes categorías dentro de las que se encuentra a nivel nacional e internacional.

Cabe destacar que las acciones o estudios para la conservación de la especie *Ambystoma*, se centran en la especie *A. mexicanum*, y a pesar de que la especie objeto de estudio se encuentra dentro de un estatus de protección y cumple con las características para ser considerada en los programas nacionales aún se limita su conservación por la escasa atención que tiene la especie al no ser considerada como prioritaria.

En lo administrativo existe una institución a nivel federal (SEMARNAT), a la que le compete el impulsar programas o acciones en beneficio de la protección de la especie, sin embargo, no hay algún programa sólido en ningún nivel que opere en la zona de estudio para el aprovechamiento sustentable o protección de la especie, por esto es relevante impulsar acciones a nivel local.



---

Asimismo, en la administración del gobierno del Estado de México, el marco legal en cuanto a lo jurídico es favorable sin embargo no se considera suficiente en cuanto a las necesidades para la protección de la especie.

En el sector social hay acciones que son relevantes para investigación y protección de las especies de *Ambystoma*, pero no específicamente para el *A. granulatum* en la zona de estudio.

Con base a lo anterior en cuanto al establecimiento de un área natural protegida, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente y el Código de la Biodiversidad del Estado responde al hecho de que el establecimiento de áreas naturales protegidas casi siempre se lleva a cabo en los ámbitos federal, estatal o municipal y que, retomando la corriente de pensamiento del ambientalismo crítico, es momento oportuno para apoyar a la comunidad en su propósito de proteger a alguna especie, en este caso el *A. granulatum* y su hábitat en este caso los bordos de la zona de estudio.

Por lo tanto es factible considerar que los bordos de la zona de estudio de esta investigación, puedan ser decretados como una área destinada voluntariamente a la conservación.



## CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA Y ESPECIE OBJETO DE ESTUDIO

### 3.1 Localización y delimitación de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra dentro del municipio de Jiquipilco que a su vez se encuentra ubicado al noroeste del Estado de México, se localiza al norte del Valle de Toluca y al oriente del Valle de Ixtlahuaca, entre los paralelos 19° 29' y 19°42' de latitud norte; los meridianos 99° 32' y 99° 44' de longitud oeste. Ocupa parte de la serranía del monte alto, con una altitud entre 2,500 y 3,600 msnm. Con una superficie de 273.448 km<sup>2</sup> ocupa el 1.22% de la superficie total del estado.

Colinda al norte con los municipios de Jocotitlán, Ixtlahuaca, Morelos y Villa del Carbón; al este con los municipios de Morelos, Villa del Carbón, Nicolás Romero y Temoaya; al sur con los municipios de Temoaya e Ixtlahuaca; al oeste con los municipios de Ixtlahuaca y Jocotitlán.

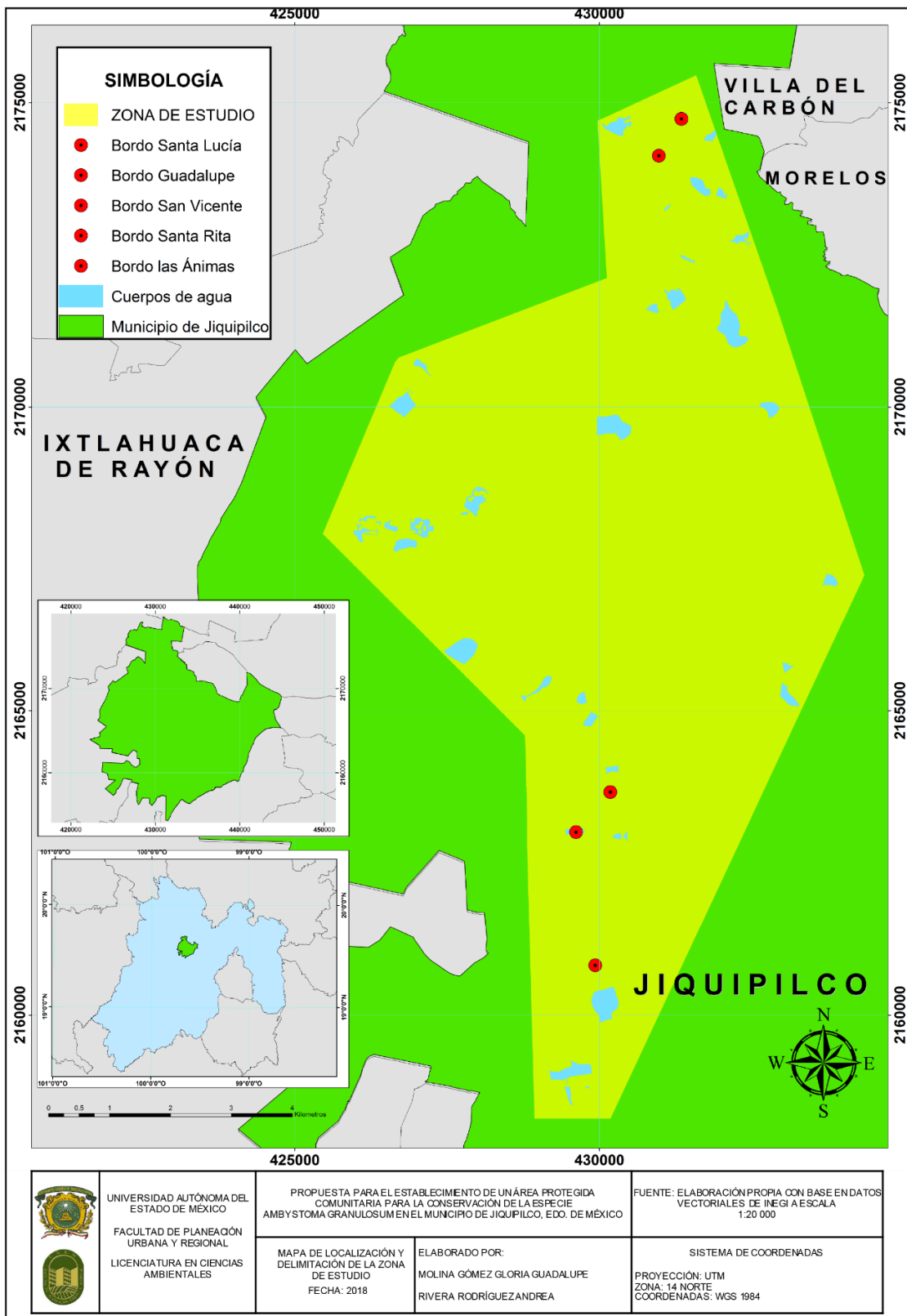
Se delimitó un polígono en ArcGis® de acuerdo con los criterios establecidos en la metodología y se obtuvo el mapa de delimitación de la zona de estudio (Figura 1).

El área del polígono de la zona de estudio es de 74 km<sup>2</sup>, y representa un 27.06% respecto al área total del municipio, la cantidad aproximada de bordos que hay dentro de la zona de estudio de acuerdo con la Figura 1 es de 39 aproximadamente, lo cual representa un 17.72% respecto a los 220 que se tienen registrados con base en la información proporcionada del área acuícola del Municipio de Jiquipilco.

Dentro de la zona de estudio, específicamente se seleccionaron cinco bordos que son objeto de estudio para esta investigación. Dichos bordos son conocidos dentro de las comunidades como bordo Santa Lucía, bordo Guadalupe, bordo San Vicente, bordo Las Ánimas, y bordo Santa Rita; todos los bordos se encuentran dentro de la parte más plana del municipio, contando con características muy similares las cuales se describen detalladamente en el siguiente capítulo.



**Figura 1.** Mapa de localización y delimitación de la zona de estudio



### 3.2 Descripción físico-natural y socioeconómica de la zona de estudio

La descripción de la zona de estudio nos ayuda a comprender el estado de los recursos naturales y de las condiciones sociales, económicas y culturales en general dentro de las que se desarrolla la especie, para así poder realizar un diagnóstico y posteriormente las propuestas para la protección y conservación de esta.

#### 3.2.1 Aspectos físico-naturales

La ubicación geográfica de Jiquipilco dentro del Estado de México lo dota de una serie de rasgos naturales muy particulares, los cuales han permitido entre otras cosas, que se desarrolle de manera destacada la actividad agrícola. La mayor parte del municipio presenta grandes planicies, y en otras partes se encuentran zonas montañosas y boscosas que permiten la filtración y captación de agua por lo que destaca la presencia de gran cantidad de bordos. (Plan de Desarrollo Municipal de Jiquipilco, 2016-2018; INEGI, 2009).

##### 3.2.2.1 Geología

El municipio de Jiquipilco se encuentra asentado sobre materiales volcánicos como derrames lávicos, estas características generan un suelo formado a partir de cenizas volcánicas; dichas características favorecen el desarrollo de vegetación boscosa, sin embargo, la poca consolidación de éste lo hace muy susceptible a los procesos de erosión (Plan de Desarrollo Municipal de Jiquipilco, 2016-2018).

Las unidades de roca que se presentan en el municipio son de origen ígnea extrusiva y de origen sedimentaria (INEGI, 2009) con el porcentaje que se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Unidades de roca presentes en la zona de estudio

Unidad / material	Porcentaje
Volcanoclástico	54.54%
Andesita	19.47%
Dacita	1.59%
Basalto	0.57%
Brecha sedimentaria	3.32%
conglomerado	2.96%

Fuente: Elaboración propia con base en datos geográficos de INEGI (2009)





### 3.2.1.2 Orografía

El territorio de Jiquipilco presenta características geológicas y geomorfológicas asociadas a importantes eventos de tipo tectónico, volcánicos y erosivos.

Estas características dieron origen a importantes relieves, de los que sobresalen en la parte oriente del municipio el Cerro de la Bufo, la Peñuela del Yoco, los Lobos, Cerro grande, el Molcajete y el Monte; de todos ellos el que presenta mayor elevación es el Cerro de la Bufo, de carácter prominente y se ubica en la serranía de monte alto y en los terrenos comunales de San Bartolo Oxtotitlán.



Fotografía tomada por Wilfrido Contreras Domínguez, 2017

### 3.2.1.3 Fisiografía

De acuerdo con su ubicación, el municipio de Jiquipilco forma parte de la Provincia del Eje Neovolcánico Transversal ya que esta se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México y abarca los estados de Jalisco, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y la Ciudad de México. A su vez pertenece a la



Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (INEGI, 2009). El sistema de topofomas que conforman el relieve son en mayor porcentaje lomerío de tobas (49.11%), valle de laderas tendidas (35.05%) y Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (15.84%) (INEGI,2009).

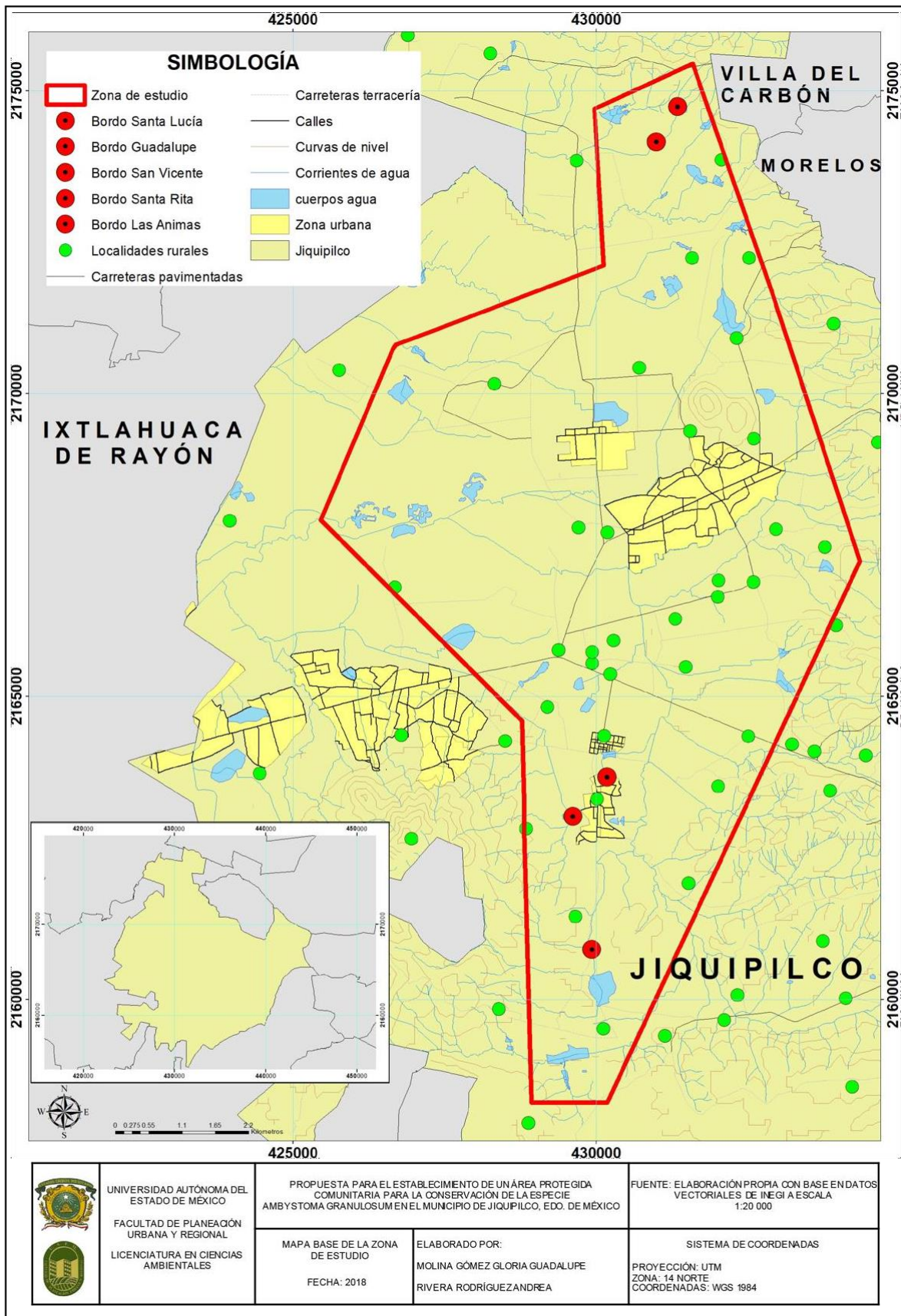
#### 3.2.1.4 Topografía

La ubicación del municipio de Jiquipilco dentro del Sistema Volcánico Transversal es lo que origina que existan elevaciones o zonas montañosas importantes desde los 2500 msnm hasta los 3600 msnm al sur y noreste del municipio (Plan de Desarrollo Municipal de Jiquipilco 2016 - 2018). Como se puede observar en la Figura 2, gran parte del territorio lo conforman planicies, de acuerdo con las curvas de nivel desde los 2200 a los 2300 m.s.n.m, con pendientes del 0 al 5%, específicamente la zona de estudio se encuentra dentro de estas áreas planas, donde no hay elevaciones importantes, lo que propicia los asentamientos humanos, favorece la presencia de los bordos y el desarrollo de actividades agrícolas.

Por otra parte, según el catálogo de localidades de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en el municipio existen 3 localidades urbanas y 81 rurales, dentro de las zonas urbanas las calles están pavimentadas mientras que dentro de las zonas rurales la mayoría son de terracería, así mismo las principales vías de comunicación entre comunidades son pavimentadas mientras que las vías secundarias son de terracería (SEDESOL, 2013).



Figura 2. Mapa base de la zona de estudio





### 3.2.1.5 Climatología

El 77.58% del municipio de Jiquipilco según la clasificación de Köppen, cuenta con un clima C(w2)(w)b(l)g es templado subhúmedo con lluvias en verano mientras que el resto 22.42% es clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano C(E)(w2)(w)b(l)g (Atlas General del Estado de México, 1993). El clima subhúmedo con lluvias en verano presenta una temperatura máxima media de 18°C. Durante la primavera el calor es más intenso, principalmente en mayo; el frío durante el invierno es más persistente en la serranía que en la planicie, llegando alcanzar temperaturas de 2°C bajo cero (INAFED, s/f).

De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional, con datos de la estación meteorológica ubicada en Jiquipilco a una latitud de 19°33'33" Norte y longitud 099°36'00" Oeste y a una altura de 2,772 msnm, en el periodo entre 1981-2010 se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a precipitación en la zona (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Datos de precipitación en el Municipio de Jiquipilco para el periodo de 1981 - 2010

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Precipitación</b>												
<b>Normal (mm)</b>	5,8	11,4	10,6	15,8	51,1	125	187,1	215,3	142,7	56,3	12,8	4,1
<b>Máxima mensual (mm)</b>	54	175	52	77,9	233	268,5	462	1.624,3	425	175,5	64	19,7
<b>Año de máxima</b>	2010	2010	1997	1986	2008	1986	2008	2008	2007	1996	2003	1982
<b>Máxima diaria (mm)</b>	15,6	40	35	30	60,4	46,5	60	96	73,5	75	37	13,5
<b>Fecha máxima diaria (dd/año)</b>	18/83	04/10	04/88	17/10	23/00	23/97	30/08	25/08	10/83	23/96	18/03	29/82
<b>Años con datos</b>	30	29	28	28	27	26	27	28	25	26	24	26
<b>Promedio anual (mm)</b>												838

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo 1982-2010

El rango es de 800 – 1 300 mm, presentándose principalmente los en los meses de junio a septiembre. La precipitación en esta zona es muy importante ya que favorece principalmente al sector agropecuario, por una parte siendo la fuente de agua para la agricultura de temporal, y por otra a la captación de agua para el abastecimiento de bordos que pueden ser usados en riego para la agricultura en temporada de estiaje y como abrevadero para el ganado (IGCEM, 2015).



### 3.2.1.6 Hidrología

El territorio del municipio de Jiquipilco se ubica en dos regiones hidrológicas, la Lerma – Santiago abarcando un 98.23% y el resto en la región del Pánuco (1.77%). La mayor parte del se encuentra dentro de la cuenca del Río Lerma - Toluca y el resto de la cuenca del Río Moctezuma. Pertenece a la subcuenca del Río Sila (83.45%) y la del Río Otzolotepec - Río Atlacomulco (14.78%) y por último la subcuenca de El Salto (1.77%). (INEGI, 2009).

Las principales corrientes de agua perennes son: Las Fuentes, Morelos, Malacota, La Garita, Paso De Las Mulas, San Bartolo, Barranca Seca, La Planta, Grande, La Cuesta, San Ángel, La Cueva, San Juan, El Toro y San Lucas, y por su lado las corrientes intermitentes son: Vidado, La Mirla, La Manzanita y Malacota y los cuerpos de agua perennes que abarcan 1.5% del territorio son la Laguna Boximo, Pisle, Santa Lucía y Shoté. (INEGI, 2009).

Estos cuerpos de agua constituyen la fuente de abastecimiento para realizar los primeros riegos de las tierras que se dedican a la agricultura de temporal (en los meses de febrero y marzo), las cuales generalmente se cultivan cada año con maíz (Gaceta Municipal de Jiquipilco, 2016).

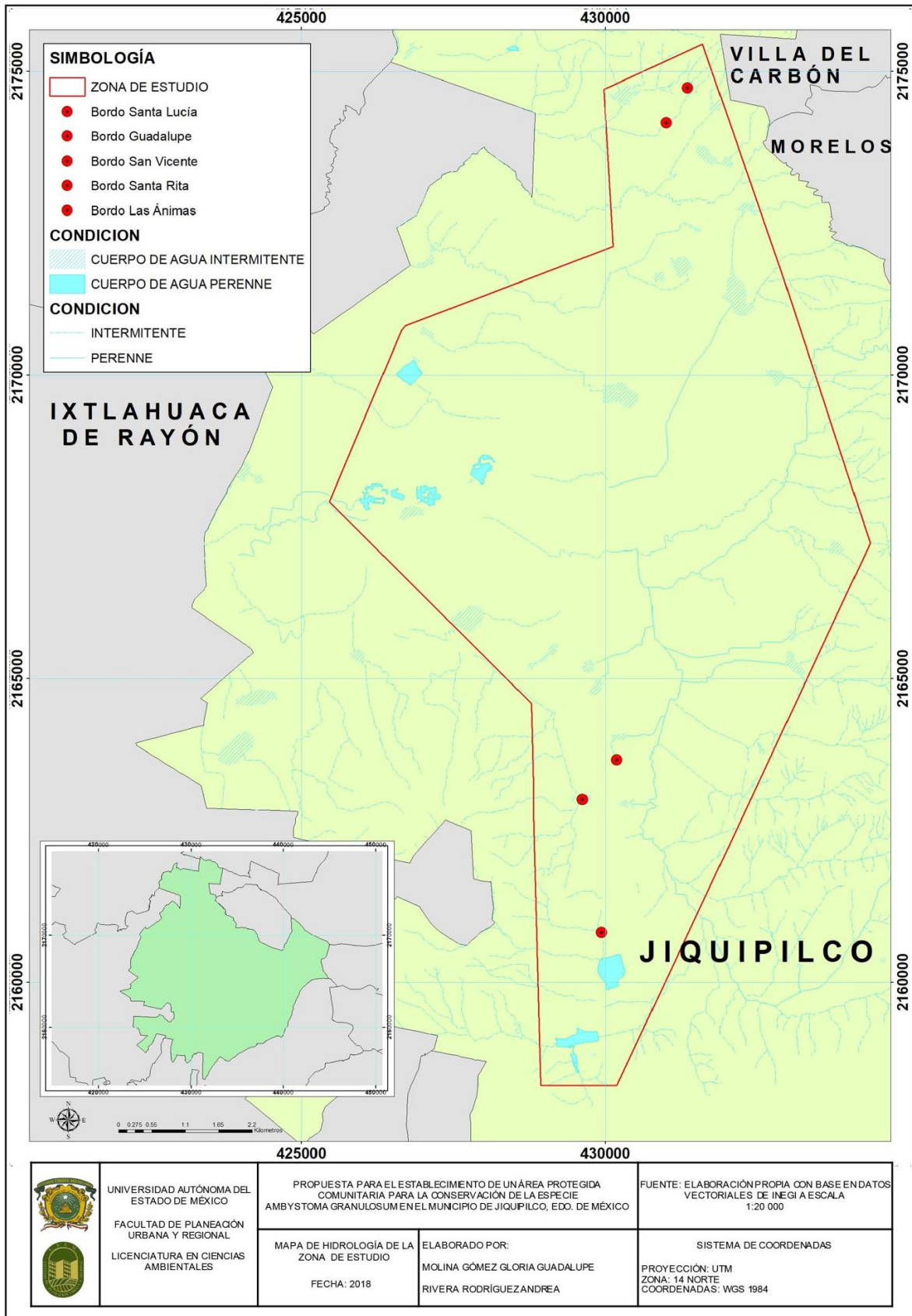
Para esta investigación es de principal importancia el estudio de los cuerpos de agua artificiales y naturales que están presentes en la mayor parte del territorio del municipio (Figura 3), ya que además de ser fuente de captación y almacenamiento de agua pluvial, algunos también son el hábitat del *A. granulorum*.



Fotografía tomada por Wilfrido Contreras Domínguez (2017) en la zona de estudio



**Figura 3. Mapa de Hidrología de la zona de estudio**



### 3.2.1.7 Edafología

Se identifican principalmente tres unidades de suelo (Cuadro 3), representadas por un suelo codominante PL, tres asociados las cuales se describen a continuación de acuerdo con la Base referencial mundial del recurso suelo 2014, actualización 2015 de la FAO:

a) Planosol: es la unidad de suelo que se presenta en mayor cantidad son suelos con un horizonte, principalmente de color claro, que muestra signos de estancamiento periódico de agua y que sobreyace abruptamente a un denso suelo subsuperficial lentamente permeable con significativamente más arcilla. El medio ambiente en el que se presentan son áreas planas (mesetas) estacional o periódicamente húmedas, principalmente en zonas subtropicales y templadas, semiáridas y subhúmedas, con bosque poco denso o vegetación herbácea. Los Planosols en la zona templada se utilizan principalmente para pastoreo o cultivos herbáceos como el trigo y la remolacha azucarera. Los rendimientos son modestos, incluso sobre suelos drenados y disgregados en profundidad.

Para el caso de la zona de estudio, la superficie donde se presenta esta unidad de suelo es aprovechada para agricultura de temporal y de riego, al igual que en la mayor parte del municipio y también existe el aprovechamiento pecuario; el cultivo principal es el maíz, teniendo en general buen rendimiento. Se presenta en la zona más plana y por esta característica es donde se encuentra la mayor concentración de bordos (Figura 4).

b) Andosol: es la segunda unidad que se presenta en mayor extensión en la zona de estudio, la integran los suelos que se desarrollan en eyecciones volcánicas ricas en vidrio bajo casi cualquier clima. El medio ambiente en el que se encuentran es de ondulado a montañoso, del Ártico a las regiones tropicales húmedas, en su mayoría con una amplia gama de tipos de vegetación.

Los Andosol tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no son utilizados hasta su capacidad. Son suelos fértiles en general, particularmente aquellos de ceniza básica o intermedia no expuestos a una excesiva lixiviación. Tienen propiedades favorables para cultivar, para el enraizamiento de las plantas y la retención de agua, en pendientes pronunciadas tal vez se mantienen mejor bajo



bosque. Los andosoles fuertemente hidratados son difíciles de labrar debido a su escasa capacidad de carga y su adhesividad.

El área donde se encuentra esta unidad de suelo es aprovechada principalmente en actividades agrícolas y relacionadas con ganado, y se encuentran también zonas habitadas.

c) Luvisol: Son suelos con una diferenciación edafogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad. El medio ambiente en el que se encuentran es más frecuente en terrenos llanos o ligeramente inclinados en regiones templadas frías y en regiones cálidas (por ejemplo, mediterráneas) con marcadas estaciones secas y húmedas.

La mayoría de los Luvisol son suelos fértiles y adecuados para una amplia gama de usos agrícolas. Estos suelos en pendientes pronunciadas requieren medidas de control de la erosión. En la zona templada están ampliamente usados con cultivos de grano pequeño, remolacha azucarera y forraje; en zonas con pendiente, se utilizan para huertos, bosques y/o pastoreo.

En las zonas donde se presenta este tipo de suelo dentro de la zona de estudio se presentan algunos asentamientos y cultivos de temporal, principalmente de maíz y cebolla, teniendo buen rendimiento.

d) Feozem: Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. El medio ambiente es de cálido a frío en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque. Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y excelentes tierras de cultivo. En la zona templada se siembran con trigo, cebada y verduras junto con otros cultivos. La erosión del viento y del agua son peligros graves.





El territorio donde está presente esta unidad de suelo dentro de la zona de estudio se puede ubicar que principalmente es usado para cultivos y zonas de pastizales, así mismo hay algunos bordos en esta área y zonas con vegetación densa.

**Cuadro 3.** Porcentaje de unidades de suelo presentes en la zona de estudio

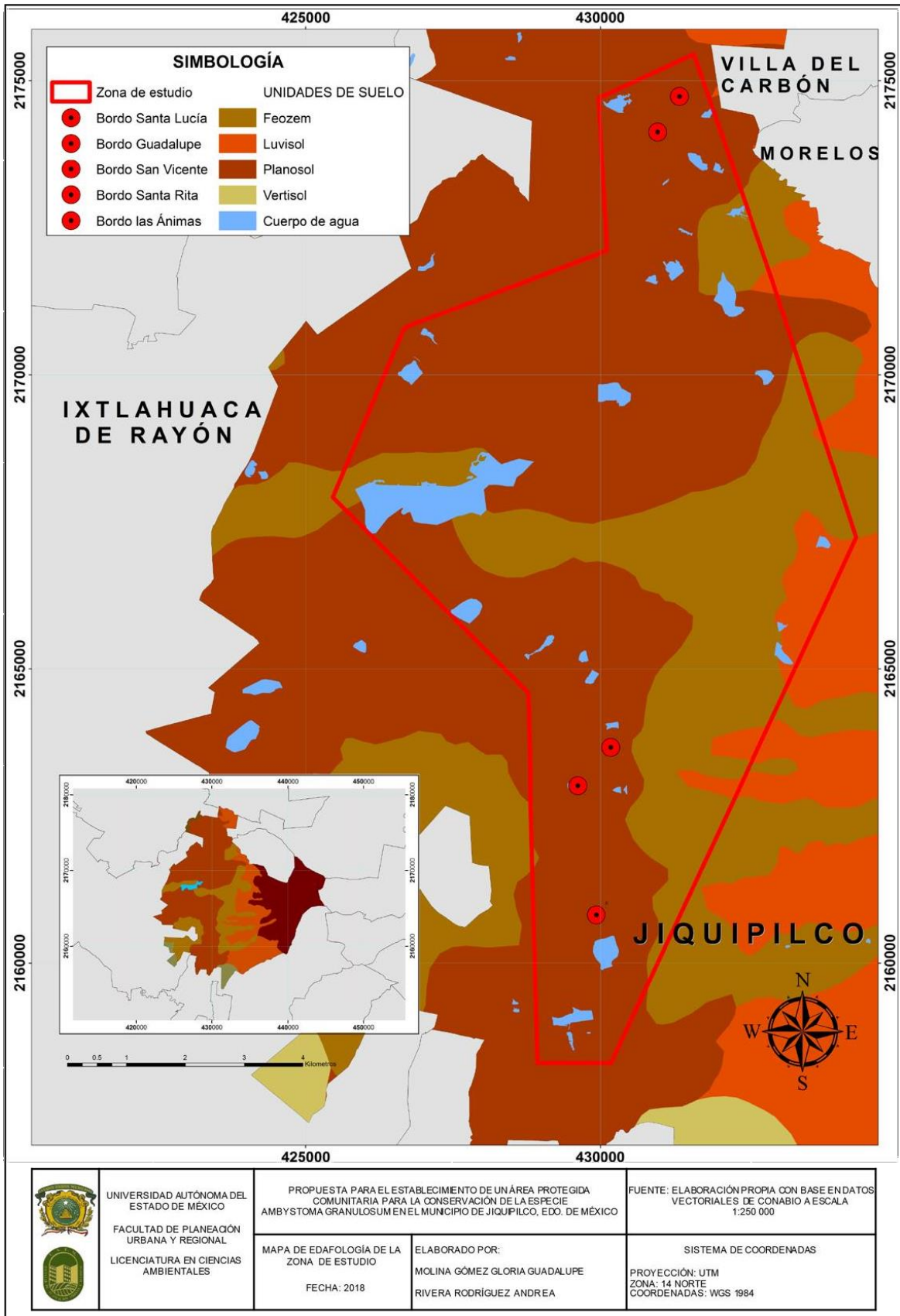
Unidad	Porcentaje (%)
Planosol	36.1
Andosol	23
Luvisol	17
Feozem	23.9
Total	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales de CONABIO

En resumen, se puede señalar que debido a las características arcillosas y poco permeable del suelo Planosol, es posible explicar la existencia e interés para la creación de bordos como estrategia de retención de agua de lluvia en la zona y asimismo que el uso de suelo sea principalmente para fines agropecuarios, de igual manera se pueden encontrar algunos escurrimientos superficiales.



Figura 4. Mapa de edafología de la zona de estudio



### 3.2.1.8 Uso del suelo y vegetación

La agricultura es la actividad económica más importante en el municipio, ya que del total del territorio un 72.46 % de uso de suelo es para este fin (Cuadro 4). La agricultura en Jiquipilco se realiza de manera mecanizada continua en un 42.27%, de forma mecanizada especial 1.72%, de tracción de animal estacional a 5.94%, de manera estacional al 46.46% (INEGI, 2009). Los cuerpos de agua ocupan también una parte del territorio, ya que como se mencionó anteriormente existen más de 200 bordos.

**Cuadro 4.** Usos de suelo del municipio Jiquipilco

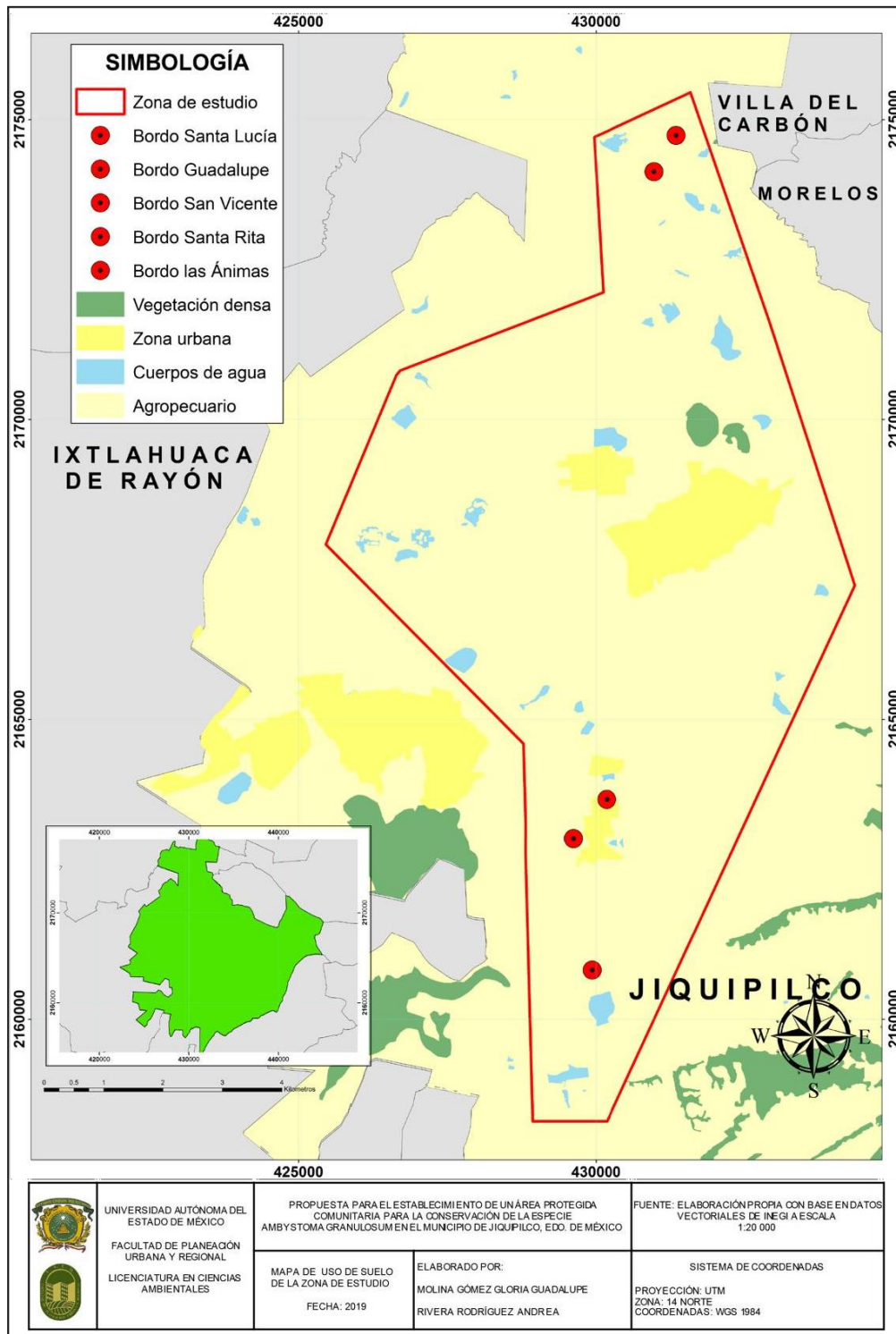
Uso	Porcentaje (%)
Agrícola	72.5
Forestal	14.1
Pecuario	10
Urbano	3.4
Total	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos geográficos de INEGI (2009)

Respecto a la vegetación destaca la presencia de una masa forestal constituida por las especies de pino, ocote, encino, sauce, fresno, bellota, oyamel, cedro, madroño, laurel, aile, durazno, manzana, capulín, tejocote, pera, chabacano, membrillo, nogal e higueras (Monografía municipal de Jiquipilco, 1997). Es importante destacar que la presencia de esta vegetación arbórea es importante en relación a los bordos debido a que evita el acarreo de suelo hacia los bordos y beneficia la infiltración de agua al subsuelo.



**Figura 5.** Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio



Como puede observarse en la Figura 5 en el caso de la zona de estudio el uso de suelo más presente es el agrícola, al igual que en el municipio, se presenta muy poca masa forestal y la mayor parte está presente en las zonas con mayor altitud, o bien hay árboles aislados sin poder conformar una masa forestal representativa.







Fotografías tomadas por Wilfrido Contreras Domínguez (2017) en la zona de estudio

### 3.2.1.9 Fauna

En la Monografía Municipal de Jiquipilco (1997) podemos encontrar que en el lugar se encuentran animales como: coyote, tuza, cacomixtle, tejón, armadillo, ratón, comadreja, conejo, tlacuache, zorrillo, gato, perro. En cuanto a aves: zopilote, gavián, chupamirto, calandria, gorrión, tórtola, chillón, encía, primavera, azulejo, lechuza, bolsera, viejita, tigrillo, sacatonera, fraile, entavo, paloma y aves de corral. Sin embargo, no se encontró ningún registro de los anfibios que habitan la región.

Por esta razón, conocer el estado actual del ajolote representa un aporte para mejorar el manejo de los recursos naturales del municipio.



### 3.2.1.10 Áreas Naturales Protegidas

En el municipio de Jiquipilco se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas (ANPs) del Estado de México; el Parque Estatal Otomí-Mexica y el Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila.

Como se puede observar en la Figura 6, los polígonos de ambas áreas se sobreponen parcialmente y en ese sentido, cabe aclarar que esta investigación, no tiene como propósito resolver ese hecho, pues lo que interesa, es el manejo de la especie objeto de estudio.

También es necesario precisar que el polígono del área natural protegida Parque Estatal Otomí-Mexica, está cercana al área objeto de estudio, pero no la cubre; sin embargo, se considera importante hacer algunas breves referencias y reflexiones con el propósito de visualizar la conveniencia o no de plantear, como opción, la ampliación de la superficie de esta área protegida para asegurar la conservación de la especie objeto de estudio.

Reforzar la necesidad



**Figura 6.** Mapa de ANP's en las que se encuentra la zona de estudio



En el caso del área que ocupa el parque estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila, cubre la mayor parte del área objeto de estudio, aproximadamente el 97%.



Indicado lo anterior, se procede al abordaje de ambas áreas naturales protegidas.

El Parque Estatal Otomí-Mexica se decretó el 08 de enero de 1980, por el Gobierno del Estado de México y es administrado por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF). Constituye el ANP con mayor superficie del Estado de México al tener 105,875 hectáreas, por arriba de la cota de 2,800 msnm (Gaceta de Gobierno, 1980). Entre sus propósitos, está el conservar y mejorar la riqueza natural existente en la cadena de montañas que comprende el macizo de Zempoala y la Sierra de la Bufa (CEPANAF, s.f.).

El programa de manejo de dicha área, se publicó el 7 de abril de 2009; es decir, 29 años después de su creación, lo cual de entrada supone, a la fecha, una condición de abandono y deterioro de dicho parque, ubicado entre los Valle de México y de Toluca, donde la presión demográfica y de cambio de uso del suelo son muy significativos.

Con base en esa circunstancia, las autoridades de la CEPANAF, decidieron actualizar dicho programa de manejo, publicándose en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 21 de octubre de 2016; es decir, 36 años después del decreto que creó dicha área natural protegida.

En la obra denominada Análisis Socioespacial, Geográfico, Ambiental y Ecológico del Parque Otomí – Mexica, Estado de México Serie: Conservación y manejo de áreas naturales protegidas del Altiplano Mexicano, se indica lo siguiente:

*“Treinta y seis años después del decreto del Parque Estatal Otomí – Mexica como área natural protegida **es notorio y real que los objetivos** que condujeron a su creación (forestación y reforestación, control de corrientes pluviales, absorción de aguas, prevención de inundaciones y erosiones, obras de conservación y restauración de suelos, desarrollo de programas silvícolas, de saneamiento y aprovechamiento forestal, agrícolas y ganaderos de montaña, mejoramiento de la vivienda campesina, habilitación de unidades de producción agropecuaria y de agroindustrias, infraestructura turística, prohibición de construcciones que dificulten el buen funcionamiento y restricción de asentamientos humanos) **no han sido cumplidos en su totalidad, por supuesto, que tampoco son satisfactorios** (Gaceta del Gobierno, 1980).”*





También es importante destacar que, en el primer programa de manejo (2009), se hacía referencia a la existencia del *Ambystoma granulosum* como especie endémica, pero no se indicó su estatus; en el segundo programa de manejo (2016), no se hace referencia a dicha especie.

El parque estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila fue decretado por el gobierno del Estado de México el 12 de mayo de 2006, con una superficie de 55,505.62 ha. para contribuir a la conservación de los recursos hídricos y forestales de la entidad. Abarca la mayor parte del municipio de Jiquipilco y de otros municipios de la región, como son: Atlacomulco, Ixtlahuaca, Jocotitlán, Morelos y Villa del Carbón.

Esta ANP fue decretada en el año 2006 y se ubica en la parte centro - norte de la Cuenca Alta del Río Lerma y se caracteriza por ser una zona importante de recarga para el acuífero de la Cuenca del Río Lerma. Comprende zonas de vocación forestal con cobertura vegetal en diferentes grados de conservación.

El parque estatal no cuenta con un plan de manejo y de acuerdo a la información contenida en el decreto se indica que la zona ha sido utilizada tradicionalmente por la población de ejidos comunidades, y particulares para la apertura de terrenos agrícolas en deterioro de los recursos pecuarios y sobre todo forestales con una práctica profesional de tumba, roza y quema de vegetación favoreciendo la pérdida de importantes cantidades de suelo y diversidad biológica generando con ello, importantes cantidades de azolve en terreno bajos, cuerpos de agua y ríos; lo que se agrava por un relieve accidentado con pendientes mayores del 20%, siendo sumamente reducidas las áreas planas.

De manera general se indica que, entre las especies de importancia ecológica, está el ajolote de Lerma (*A. lermaense*) y no se hace referencia al *A. granulosum*, por lo que es difícil saber si la especie objeto de estudio de esta investigación forma parte de los propósitos de manejo del citado parque.

Por otra parte, la situación en la que se encuentran las áreas naturales protegidas y en particular la del Arroyo Sila, se refuerza la necesidad de identificar alguna otra opción para proteger de manera más eficiente el área y la especie ya referidas.



### 3.2.2 Aspectos socioeconómicos

Las condiciones socioeconómicas nos pueden dar un panorama general de la zona de estudio, lo cual nos permitirá establecer líneas de acción que involucren a la sociedad y que vayan conforme a los objetivos de esta investigación.

#### 3.2.2.1 Población total

Según el Instituto de Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM), en su edición de Información para el plan de desarrollo de Jiquipilco (2015), el municipio cuenta con 150 localidades que se clasifican de la siguiente manera: Pueblos (14), Rancherías (16), Caseríos (33) y otras localidades con y sin categoría administrativa (87). Entre estas localidades y según la encuesta intercensal, el municipio de Jiquipilco contaba con 74, 314 habitantes para el 2015.

**Cuadro 5.** Población total

Población Total			
Año	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
2010	69,031	33,299	35,732
2015	74,314	35,837	38,477

Fuente: Elaboración propia con datos de IGECEM, Información para el Plan de Desarrollo Jiquipilco, 2015

Se puede identificar que Jiquipilco tuvo un aumento de población de 5,283 habitantes, pasando de 69,031 en 2010 a 74,314 en 2015.

Para lo que concierne en la presente investigación y de acuerdo a la delimitación de la zona de estudio se identificaron 30 localidades que están dentro de dicha zona y en el Cuadro 6 están enlistadas con asociación de el total de habitantes en cada una.



**Cuadro 6.** Población total por localidades rurales

Población total por localidades rurales	
Nombre de localidad	Total de habitantes
Pie de Cerro	150
Ejido de Mañi	943
Colonia la purísima	896
Loma del sitio	456
Loma de San Felipe	579
Loma del Astillero	655
Bóximo	124
San José del Sitio	1378
Rancho Alegre	1232
Ejido de Santa María Nativitas el Colector	369
Ejido Llano grande (Planta piloto)	966
Ejido de Moxteje	257
Loma Vicente Guerrero	556
Loma del Sitio	456
Loma de San Felipe	579
Ranchería de Mañi (Ex-haciendo Mañi)	577
Manzana tercera Loma de Hidalgo	505
Loma Hidalgo Manzana Cuarta	308
Loma de Hidalgo	378
Colonia Flores Magón	99
El rincón Loma de Hidalgo	134
Colonia Benito Juárez San Felipe Santiago	492
Colonia Morelos San Felipe y Santiago	281
Barrio Primero Buenos Aires	632
Ranchería de Sila (Ejido de Sila)	370
Loma de San Pedro	42
La nopalera	310
Rancho Santa Lucía	13
San Martín Morelos	851
Buenos Aires	1547
<b>TOTAL</b>	<b>16135</b>

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de IGECEM, Información para el Plan de Desarrollo Jiquipilco, 2015



Como se puede observar el Cuadro 6, 16,135 personas viven dentro de la zona de estudio, esto equivale al 21.7% de la población total en el municipio.

Para la población urbana sólo una localidad recae en la zona de estudio que se muestra en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Población total por zonas urbanas

Población total por zonas urbanas	
Nombre de localidad	Total de habitantes
San Felipe Santiago	3215
TOTAL	3215

Fuente: Elaboración propia con datos de IGECEM, Información para el Plan de Desarrollo Jiquipilco, 2015

Se observa que es una mínima parte de la población que se concentra en las zonas urbanas, solamente 3,215 personas, esto representa al 4.3% de la población total de la zona de estudio.

#### 3.2.2.2. Población indígena

Los pueblos indígenas alrededor del mundo están dotados de conocimiento tradicional y se han adaptado a su medio natural que puede llegar a ser muy frágil (UICN, 2008). Según la Comisión Estatal para el desarrollo Integral de los Pueblos Indígenas del Estado de México (CEDIPIEM), en el 2015 Jiquipilco contaba con un total de 6 377 personas de 5 años o más que hablan alguna lengua indígena, siendo el Otomí la principal con 84.52% seguido por el mazahua con 11.02% y en tercer lugar el Nahuatl con 1.28%, el resto se distribuye entre Mixteco, Zapoteco y otros. (Plan de Desarrollo Municipal Jiquipilco 2016-2018).



Deruyttere (2003), afirma que los pueblos indígenas “tienen conocimientos acerca de los recursos naturales que los rodean y con frecuencia han adoptado métodos y técnicas muy complejas para gestionar su hábitat de manera sostenible.” Es por esto que la población indígena en la zona de estudio es importante para la conservación del ajolote.

### 3.2.2.3 Densidad de población

La relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan se llama densidad de población, la cual se obtiene dividiendo el número de personas que viven en un lugar específico entre el número de kilómetros cuadrados que mide ese territorio. Así mismo se puede obtener la tasa de crecimiento (TC) usando la fórmula de crecimiento poblacional compuesto, para saber, entre otras cosas, si el municipio crece más rápido que la media nacional o, por el contrario, si está disminuyendo la población, lo cual se podría asociar con el grado de marginación (INEGI, s.f).

Si tenemos que la población total es 74,314 y cuenta con una superficie de 277.29 km<sup>2</sup>, en Jiquipilco la densidad de población para 2010 es de 249 personas viviendo por kilómetro cuadrado, y tuvo un aumento en 2015 llegando hasta 268 habitantes/km<sup>2</sup> (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Densidad de población y tasa de crecimiento

Densidad de población y tasa de crecimiento				
Año	Total	Superficie del municipio (km <sup>2</sup> )	Densidad de población	Tasa de crecimiento
2010	69,031	277.49	249	0.56%
2015	74,314	277.49	268	1.40%

Fuente: Elaboración propia con datos de IGECM. Dirección de Estadística elaborado con Información del INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.



#### 3.2.2.4 Marginación y pobreza

De acuerdo con la Información para el Plan de Desarrollo de Jiquipilco en 2015, se registra que el grado de marginación es medio, ocupando el 28avo lugar a nivel estatal y el lugar 1264 a nivel nacional. En lo que respecta a la población en situación de pobreza, tenemos que el 68.65% de la población se encuentra en pobreza, mientras que un 26.53% está en situación de pobreza extrema. Dejando a sólo un 4.82% de la población fuera del ámbito de pobreza. (Plataforma Electoral Municipal, 2016)

#### 3.2.2.5 Educación

Según el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2017) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2017), el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más es de 7 en una escala de 10 siendo un 22.2%.

En 2010 el municipio contaba con la siguiente infraestructura para la educación:

**Cuadro 9. Educación**

Infraestructura	Número
Preescolares	76
Primarias	67
Secundarias	31
Preparatorias	5
Primarias indígenas	6
Total	285

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDESOL y CONEVAL, 2017

Se puede observar una disminución cuando aumenta el grado de estudios. Esto se puede atribuir a la condición de rezago educativo, afectando al 27.6% de la población (SEDESOL, s.f.).

#### 3.2.2.6 Economía

Las principales actividades económicas varían dependiendo la localidad, pero en mayor número se basan en actividades agropecuarias y comercio. En cuanto a las actividades agrícolas, destacan cultivos importantes como el maíz (grano y forrajero),





la alfalfa verde y la avena forrajera, así como trigo y cebada; a pesar de que el valor de la producción va en aumento, la superficie destinada para la siembra disminuye, lo que conlleva a que el valor de producción para el año 2010 corresponda al 18.20% del total Estatal. (Programa Regional 2012-2017 Región II, con base en la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable [OEIDRUS] del Estado de México, 2002, 2006 y 2010).



Fotografías tomadas por Wilfrido Contreras Domínguez (2017) en la zona de estudio



### 3.2.2.7 Desarrollo Urbano

Considerando que el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jiquipilco, establece los usos del suelo en todo su territorio, resulta muy importante realizar una revisión de este y en particular de la zona de estudio, pues es necesario saber si los actuales usos del suelo, básicamente agropecuarios, se mantendrán o modificarán.

En ese sentido, se consultó en la Secretaria de Desarrollo Urbano del Estado de México, el plano de Uso de Suelo del 26 de abril de 2006, en el que se establece que el uso del suelo en la zona delimitada para este estudio, corresponde al uso de alta productividad agrícola (AG-AP), de tal forma que es previsible que en el mediano plazo ese uso, que es favorable para la conservación del ajolote, se mantenga y por lo tanto el propósito de conservar los bordos, también algo factible.

## 3.3 Descripción de la especie objeto de estudio

### 3.3.1 Antecedentes

En México e internacionalmente se pone especial atención e interés al comúnmente conocido como ajolote mexicano o ajolote de Xochimilco, existen un sin número de artículos, investigaciones y estudios acerca de biología, conservación *in situ* y *ex situ*, usos, tradición, reproducción, recuperación, etc. acerca de esta especie (Aguilar et al., 2009). Se podría decir que la especie objeto de estudio *A. granulorum* es pariente muy cercano del *A. mexicanum*, ya que pertenecen al mismo género y comparten características biológicas y culturales muy similares y por las cuales se ha prestado atención al estudio y conservación de los ajolotes.

Los estudios y registros que existen del *A. granulorum* actualmente son escasos, hay muy pocas investigaciones que involucran o se refieren a esta especie y existen pocos datos de reproducción (Aguilar et al., 2002; Aguilar et al., 2009) y el registro más antiguo que se tiene es la descripción del estadounidense Edward H. Taylor en el año 1944, y a quien se le atribuye el nombre de la especie, la localidad tipo para esta especie se tiene al norte de Toluca.





En México, principalmente se tiene el registro de la especie *A. granulatum*, mejor conocido como ajolote granuloso o ajolote de Toluca en la ficha de Aguilar (2005) y en la cual se registra que habita en algunos municipios de la zona conurbada de Toluca.

### 3.3.2 Generalidades

El género *Ambystoma* comúnmente llamados ajolotes comprende un grupo de 34 especies (AmphibiaWeb, 2017), siendo esta la más numerosa dentro del suborden de las salamandras y se extienden por América del norte desde el sur de Alaska, este de Canadá, gran parte de Estados Unidos y ocho estados de la república mexicana, hasta la meseta central (Aviña, 2004; Molina, 2010; Halliday & Adler, 2007). En México se encuentran alrededor de 18 especies de ajolote, de las cuales entre 15 y 16 son endémicas, distribuyéndose en el centro y noroeste de México en regiones de mediana a gran altitud (1600 m- 3800 m) (Casas et al., 2004; Parra et al., 2014).

La especie *A. granulatum* se encuentra dentro de las 5 especies de anfibios endémicos del Estado de México junto con el *A. leorae*, *A. lermaense* y *A. mexicanum* (Manjarrez, 2000).



Fotografía propia de *A. granulatum* en la zona de estudio



Los ajolotes son vertebrados del grupo de los anfibios, y dentro de ellos se encuentran entre las salamandras, se clasifican dentro de la familia *Ambystomatidae* perteneciendo al género *Ambystoma*. Dependiendo de la especie se pueden encontrar de diferentes colores como café, negro, verde manchados, amarillos y algunas veces rosados, existiendo también ajolotes albinos. (Casas et al., 2004). En el caso del *A. granulatum* se puede observar que su coloración varía entre verde manchado, amarillo y café.

### 3.3.3 Taxonomía y reproducción

La clasificación taxonómica del ajolote de Toluca (*A. granulatum*) actual fue descrita por Edward H. Taylor en el año 1944, haciendo alusión a una especie encontrada al noreste de Toluca en el municipio de Jiquipilco, Edo. de México.

***Taxonomía:***

Reino: Animalia

Phylum: Craniata

Clase: Amphibia

Orden: Caudata

Familia: Ambystomatidae

Género: *Ambystoma*

Especie: *Granulosum*

(Taylor, 1944)

Es de gran importancia y se ha puesto especial atención a las acciones para la reproducción en cautiverio del género *Ambystoma*, donde se busca tener las condiciones ideales para su supervivencia y reproducción, sobre todo para fines de conservación de estas especies ya que la mayoría se encuentran amenazadas. Se cuenta ya con centros de reproducción y mantenimiento en cautiverio de algunas especies, como lo es el CIBAC registrado como Unidad de Manejo Ambiental (UMA),



es el único espacio a nivel mundial dedicado a la producción masiva de crías – juveniles y adultos– de *A. mexicanum* o ajolote con fines de conservación y liberación en áreas controladas (UAM, 2016) y el ajolotario del parque Tezozomoc que cuenta actualmente con más de 600 ejemplares de siete especies, entre ellas *A. granulorum* y *A. mexicanum*.

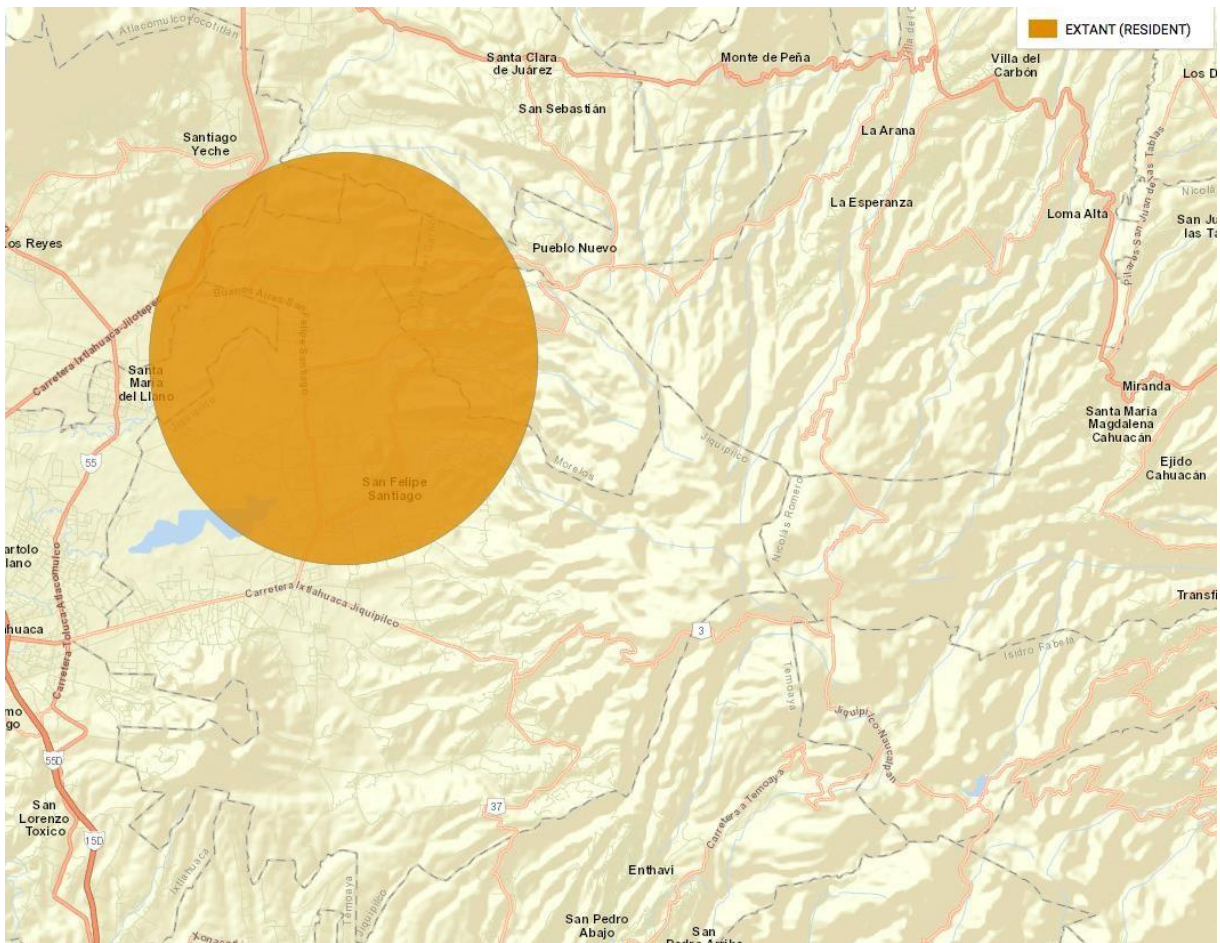
Para su reproducción tienen fertilización interna. La mayoría se reproducen en el agua por medio de huevos y tienen fases larvianas acuáticas (Casas et al., 2004). Aguilar et al. (2009) en los resultados obtenidos de su estudio de reproducción *ex situ* de *A. granulorum* y *A. lermaense* indican que *A. granulorum* se reproduce más fácilmente en estado paedomorfo, presentan un ciclo anual, sincrónico entre machos y hembras, con actividad máxima entre los meses de mayo y septiembre y alcanza la talla de madurez sexual a los dos años de edad. Por otra parte, Gómez (2016), en su tesis de reproducción y crecimiento del *A. granulorum* en cautiverio, indica que éste puede reproducirse a lo largo del año siempre que existan las condiciones adecuadas.

### 3.3.4 Distribución histórica

De acuerdo con información oficial de la UICN, el registro de la localidad tipo de la especie *A. granulorum* se tiene al norte del Valle de Toluca, dato que coincide con la localización de la especie en la zona de estudio dentro del municipio de Jiquipilco de esta investigación (Figura 7).



**Figura 7.** Rango geográfico de distribución de *A. granulatum* de acuerdo con la lista roja de especies amenazadas de la UICN



Fuente: IUCN (International Union for Conservation of Nature), Conservation International & NatureServe. 2008. *Ambystoma granulatum*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1

Por otra parte, en la ficha de la especie de CONABIO (2005) se indica que se encuentra en 13 municipios del Estado de México: Aculco, Almoloya de Juárez, Atlacomulco, Chapa de Mota, El Oro, Ixtlahuaca, Jocotitlán, San Felipe de Progres, Toluca, Villa de Allende, Villa Victoria, y Zinacantepec. Se dice que, en algunas localidades de Almoloya de Juárez, Toluca, Villa Victoria y Zinacantepec. Por su lado, en los municipios de Almoloya de Juárez, Toluca, Villa Victoria y Zinacantepec se registran poblaciones con pocos organismos menores a 30 individuos, colectados con chinchorro en tres horas de muestreo intenso.



Por su parte, Aguilar et al. (2009) realizaron un estudio de reproducción *ex situ* de la especie con ejemplares recolectados en la presa “Ignacio Ramírez” ubicada en el municipio de Almoloya de Juárez.

Cabe mencionar que no se está tomando en cuenta al municipio de Jiquipilco a pesar de que el registro de Taylor (1944) cae dentro de los márgenes del municipio, lugar en el que se está llevando a cabo la presente investigación.

### **3.3.5 Características del Hábitat**

García (1988) menciona que “habita en climas templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw), templado subhúmedo Cb' (w2), semifríos con verano fresco largo, con la temperatura media anual entre 5° C y 12° C y poca oscilación entre temperaturas medias mensuales 5° y 7° C, precipitación anual entre 200 y 1 800 mm, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual”. (Aguilar, 2005).

Con respecto a las características del hábitat del ajolote en la zona de estudio, se eligieron algunos parámetros para establecer los rangos óptimos de la calidad de agua en los bordos en los que habita de forma silvestre, con el fin de tener una base para monitorear las condiciones en las que se encuentra, esto con base en lo que fue posible obtener con los análisis de agua gestionados y con referencia de lo que se han analizado en estudios de otras especies del género *Ambystoma*.

Cabe mencionar que los parámetros que se seleccionaron son: temperatura, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez, nitritos y nitratos. Cabe recalcar que la falta de información para algunos parámetros fue una limitación para obtener todos los resultados deseados, como es el caso del amonio.



**Cuadro 10.** Parámetros y rangos óptimos de calidad del agua para *A. granulatum* en estado silvestre

Parámetro	Rango óptimo
Temperatura	12° - 20 °
pH	6.5 - 8
Sólidos disueltos totales	< 500
Conductividad eléctrica	50 - 1500
Oxígeno disuelto	5 - 11
Turbidez	< 25
Nitritos	0 - 0.1
Nitratos	0 - 1.0

Fuente: Elaboración propia con base en datos de UNAM (2014), López-Arenas (2009), Otto (1999), Mena y Servín (2014), Gutiérrez (2014), HANNA (2018), Blanco (1995), CWT (2004) López-Arenas, (2009), Otto (2007), FAO (s/f), Ledezma (2013) y Robles, García y Venegas (2009).

Es importante destacar que los rangos óptimos indicados en el Cuadro 10 se tomaron de diversas investigaciones que se han realizado con otras especies de ajolote, ya que para la especie objeto para esta investigación no existe algún estudio en el que se indique específicamente las condiciones óptimas del hábitat acuático para su desarrollo en estado silvestre o en cautiverio; aun así fue complicado encontrar datos precisos para otras especies ya que la mayoría de las investigaciones que se han realizado son del desarrollo en cautiverio precisamente por el interés de reproducir y conservar estas especies en condiciones controladas o de laboratorio.

Dicho esto, a continuación, se hablará de las características que presenta cada parámetro y así mismo la razón de por qué se establecieron los rangos.

### *Temperatura*

La temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que el ajolote, como el resto de los anfibios, es ectotermo y su temperatura corporal es reflejada por la temperatura en el que se hallan, además es una especie de agua fría (Vázquez, 2007)





y se encontró que la temperatura óptima del agua es similar para casi todas las especies de ajolotes. Así pues, dependiendo de la zona (templada o tropical) la temperatura puede variar desde los 10°C a los 18°C (UNAM, 2014; López-Arenas, 2009). No obstante, la temperatura es esencial para la reproducción dado que el cambio brusco de la temperatura es un condicionante que desencadena las respuestas reproductivas de la especie, llegando así hasta los 21°C en cautiverio (Otto, 1999).

#### *Potencial de Hidrógeno*

El rango de pH para el óptimo desarrollo de las especies debe ser entre 6.5 y 8 o básico a neutro (Mena y Servín, 2014). El incremento del pH y de la temperatura incrementa el porcentaje de amoníaco no ionizado y por consiguiente su toxicidad. (Gutiérrez, 2014).

#### *Sólidos disueltos totales*

Los sólidos disueltos totales (SDT) proveen un aporte de minerales al agua, dichos sólidos pueden presentarse debido a las características del suelo o de la lluvia. La salinidad es la concentración de todos los iones disueltos en el agua, en áreas de alta precipitación el nivel de salinidad es de 150-250 mg/l y en zonas de menos lluvia va de 500 mg/l a 2500 mg/l (HANNA, 2018). Por lo cual se estableció que el rango de sólidos disueltos totales es de < 500mg/l.

#### *Conductividad eléctrica*

La conductividad eléctrica aumenta entre más sal en el agua encontremos. Blanco (1995) citado por Vásquez, Talavera y Inga (2016), señala que la mayoría de las especies acuáticas soportan bien las distintas concentraciones de sales disueltas en el agua. La conductividad de las aguas de lago generalmente es baja; puede variar entre 50 y 1500 uS/cm. Estos rangos nos pueden indicar que el agua no es adecuada para ciertas especies, y es un indicador de la calidad de aguas dulces.



### *Oxígeno disuelto*

La concentración de oxígeno disuelto es vital para la supervivencia del ajolote y otras especies acuáticas, se genera principalmente por la fotosíntesis de las algas y se consume por el incremento de materia orgánica. Por otra parte, la temperatura es también un factor que influye en el parámetro de oxígeno disuelto, así como la altitud y la salinidad, ya que el oxígeno disuelto disminuye a mayor altitud, así como a mayor salinidad (CWT, 2004). Los rangos encontrados para este parámetro afirman que si los niveles caen por debajo del 2 mg/l la fauna acuática sufrirá gran mortalidad, mayor de 2mg/l y menor de los 5 mg/l, la vida acuática corre riesgo (López-Arenas, 2009). La sobresaturación de oxígeno disuelto mayor a 11 mg/l puede ser letal para los ajolotes (Otto, 2007). Por lo tanto, se estableció el rango de 5mg/l a 11 mg/l.

### *Turbidez*

La turbidez es la ausencia de transparencia del agua, provocada por la presencia de materiales orgánicos o minerales. El grado que manifieste depende de la cantidad de partículas suspendidas. La presencia de turbidez en los estanques limita la habilidad de la fauna para la captura de alimento por lo que terminaría en el fondo del estanque y esto provoca la pérdida de oxígeno disuelto. La turbidez en un estanque oscila entre casi cero y una turbidez muy elevada de acuerdo con el siguiente cuadro. (FAO, s/f).

**Cuadro 11.** Rangos para determinar turbidez del agua

<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	
SST mg/l	Turbidez
Menor a 25	Débil
25-100	Media
Superior a 100	Elevada

Fuente: Elaboración propia con base en el manual de agua para la piscicultura de agua dulce de la FAO (s/f).

### *Nitritos y nitratos*

La cantidad de nitritos y nitratos representan la cantidad de nitrógeno soluble en el agua, los nitratos se convierten en nitritos, los cuales son potencialmente tóxicos, por





lo tanto, la relación entre estos valores debe ser similar. Los nitratos son utilizados principalmente en fertilizantes inorgánicos, por lo que pueden llegar al cuerpo de agua por medio de infiltración. Los niveles de nitratos y nitritos proporcionan nutrientes a algas y plantas acuáticas, sin exceder los límites que podrían favorecer a la eutrofización. Las consecuencias de altos nivel de nitratos están asociadas a enfermedades metahemoglobinemia que en la transportación de oxígeno en la sangre. (Ledezma, 2013).

Para el mantenimiento de ajolotes se recomienda un valor de nitritos con rango no mayor a 0.1 mg/l (Robles, García y Venegas, 2009).

### 3.3.6 Estatus de protección

Como se mencionó en el capítulo 2 referente al marco jurídico - administrativo, el *A. granulorum* se encuentra clasificado en las siguientes categorías de riesgo a nivel internacional y nacional:

UICN: En peligro crítico

NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr sujeta a protección especial

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr sujeta a protección especial

### 3.3.7 Relevancia

Flores (1993) citado por Parra *et al.*, (2014), señala que los anfibios contribuyen considerablemente a que México sea *considerado* un país megadiverso, pues poseen un grado de endemismo cercano al 60% de sus especies. En cuanto a diversidad del orden Caudata (al que pertenece la especie *A. granulorum*), 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).

En general todos los miembros del género *Ambystoma* son importantes por ser endémicos de América, su relevancia se debe principalmente a sus características biológicas ya que pueden regenerar extremidades completamente, y localmente son



consumidos como una fuente de proteína importante (Aguilar, 2005); asimismo desde el punto de vista cultural, Martín del Campo (1946) menciona que “el ajolote tuvo una importancia especial en el pensamiento de los antiguos mexicanos”. (Casas et al., 2004)

Aparentemente la gran popularidad de los ajolotes en el mundo se debe a la relativa facilidad para reproducirlos en cautiverio. Esta facilidad permitió que sus posibilidades como animales de laboratorio fueran muy grandes y desde entonces se empezaron a utilizar como tales y gracias a ello es uno de los animales más populares en muchos laboratorios de todo el orbe. (Casas et al., 2004)

Por otro lado, los usos y aplicaciones del ajolote son altamente significativos en términos culturales, los ajolotes han sido parte de la cultura mexicana desde la época prehispánica y en algunos estudios mencionan el consumo del ajolote durante esta época en ciertos platillos, como los ajolotes en chile amarillo, eran manjares especiales destinados a los grandes señores (Viesca y Barrera, 2011).

Como recurso nutricional se ha utilizado en el periodo después del parto, alimento para niños en estado de desnutrición, y para los ancianos que pierden vigor físico (Argueta, 2016).

En la época contemporánea en el Valle de Toluca era comúnmente usado junto con otros animales y aves acuáticas como fuente primaria de alimentos, que en épocas en las que las cosechas no fueran suficientes, complementaban la dieta local (Trejo y Arriaga, 2009).

El caso de los ajolotes resulta particular porque además de ser aprovechados como alimento, son empleados en la fabricación de remedios tradicionales, como es el jarabe de ajolote, al cual se le atribuyen propiedades terapéuticas contra ciertas enfermedades de las vías respiratorias, además de considerársele como vigorizante y afrodisiaco (Aguilar-López y Luría, 2016). A lo largo del tiempo se ha incrementado el interés por el conocimiento etnofarmacológico de los ajolotes, sin embargo, se cuentan con pocos estudios para la relación de los conocimientos tradicionales y los estudios farmacológicos (Agencia Informativa CONACYT, 2016).

Es evidente que el ajolote tiene gran importancia a nivel de investigación, y ha servido como anfibio modelo en muchos de los procesos fisiológicos y morfológicos del grupo



(Otto, 1999). Smith y Smith (1971) mencionan que “los ajolotes han sido objeto de estudio en más de tres mil investigaciones, particularmente sobre biología del desarrollo, regeneración, metamorfosis, endocrinología, cultivos, radiación, trasplantes y anatomía”. (Casas et al., 2004)

Otro caso particular es la presencia de ajolotes en diferentes representaciones artísticas. Desde la época prehispánica, hasta la época actual. Un ejemplo es el mural “El agua, el origen de la vida” realizado por el muralista Diego Rivera, Francisco Eppens también los representó en su mural “La vida, la muerte, el mestizaje y los cuatro elementos”. En el arte urbano, lo podemos observar como graffiti en las calles de las ciudades (Aguilar y Luría, 2016).



Fotografía por Siempreviva Café & Pizza, Toluca, Estado de México

Autor del mural: Ruth Avilés



### 3.3.8 Factores de riesgo

Actualmente los anfibios están sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia; se considera que el 43% de las especies están amenazadas o críticamente amenazadas para el caso de México (Parra, Flores y Mendoza, 2014). La problemática más evidente de la herpetofauna del Estado de México es la disminución de la abundancia de sus poblaciones, o aún peor, la amenaza de desaparición de algunas de las especies más sensibles, principalmente de las especies de anfibios, las cuales son las primeras en resentir los cambios de los ecosistemas (Manjarrez, 2000). Entre las principales causas de disminución están la infección hongos (triquidiomicosis), la contaminación y la introducción de especies exóticas, que los depredan (CONABIO, s.f.).

Como menciona Manjarrez (2000):

*“Los factores principales que han contribuido con diferente intensidad a la alteración de la biodiversidad del Estado de México, son: el rápido cambio del uso del suelo con fines agrícolas o ganaderos, la contaminación (urbana e industrial) o desecación parcial o total de los cuerpos de agua, la carencia de medidas adecuadas de conservación o explotación de sus recursos naturales, en particular de los vertebrados terrestres y el daño directo hacia la flora y fauna, provocado por la comercialización ilícita...”*

La carencia de estudios herpetológicos ocasiona un desconocimiento de aquellas especies pendientes por describirse en el Estado de México (Manjarrez, 2000). Puesto que ha incrementado el descubrimiento de anfibios y reptiles en los últimos años, es evidente la falta de estudios de herpetofauna en el país (Flores, 1991). Además, Flores (1991) realizó un análisis en el cual dividió las especies endémicas en micro y macroendémicas, obtuvo que el 80.4% de las especies de anfibios poseen áreas de distribución reducidas, poniendo en vulnerabilidad su supervivencia. (Ochoa y Flores, 2006).



“Frías et al. (2010) mencionan que en el análisis llevado a cabo por la IUCN se determinó que con certeza el factor más importante para la disminución de las poblaciones de anfibios mexicanos era sin duda la deforestación y transformación de vegetación, aunque hace falta hacer más estudios para tener la información necesaria para calificar el grado de amenaza que tienen muchas especies de la fauna de anfibios de México”. (Parra et al., 2014).

Hablando específicamente de ajolotes, Casas y Aguilar (1997), Duhon (1997) y Huacuz (2001), citado por Casas, *et al.*, (2003), han señalado que la desecación de las lagunas y lagos del Valle de México, Toluca y Michoacán, así como el azolvamiento, la contaminación, la introducción de depredadores exóticos y la captura comercial, pudieran estar jugando un papel importante en la disminución de las poblaciones de ajolotes y eventualmente en la extinción de sus especies.

El principal factor de riesgo para la especie *A. granulatum* recae en la actividad humana, principalmente por la contaminación a los bordos que genera la población. Por otro lado, existe la captura comercial de esta especie para alimento y a pesar de que este consumo es local, se dice que se están comercializando en otras localidades del Estado de México y estados circunvecinos. Sin embargo, a pesar del fuerte impacto de la actividad humana, existen algunas poblaciones de la especie en condiciones aceptables (Aguilar, 2005; Casas et al., 2011).

Aunado a lo anterior la posición del ajolote en la red trófica es la de depredadores activos. Esta posición lo hace vulnerable puesto que son de los primeros en sufrir cualquier cambio en el sistema acuático como la introducción de una especie o la desaparición de algún eslabón en la cadena trófica por contaminación, depredación o excesiva explotación humana (Zambrano, Reynoso y Herrera, 2003); asimismo en este informe se señala que el aumento excesivo en densidad de especies exóticas es la principal causa fundamental de que las poblaciones de *A. mexicanum* en Xochimilco junto con la pesca furtiva.



En este sentido, un factor que se ha sido bastante estudiado y está afectando negativamente a la disminución de distintas especies de ajolote es la introducción de especies exóticas; de manera general ocupa el segundo lugar en importancia después de la destrucción del hábitat, al actuar de manera sinérgica con las otras amenazas (Medellín, 2014); en el caso del *A. granulosum* es un factor adicional que está afectando el hábitat natural de la especie (Aguilar, 2005).

Haciendo un comparativo de esta misma problemática, Velarde (2011) señala que la introducción de la carpa en el lago de Pátzcuaro constituye tal vez la mayor amenaza del *A. dumerili* conocido comúnmente como achójkí y el resto de las especies nativas.

De las cuatro especies exóticas de peces que se introdujeron en el lago durante el siglo XX (lobina negra (*Micropterus salmoides*), mojarra (*Oreochromis aureus*), carpa de Israel (*Cyprinus carpio*) y carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) Velarde (2011), identificó en este mismo estudio que la carpa de Israel es la que tuvo mayor éxito reproductivo, tiene un valor comercial mucho menor al de las especies nativas del lago y confiere un serio problema a la pesquería, porque son bentívoras, esto quiere decir que se alimentan en los sedimentos, succionan el lodo del fondo y lo expulsan selectivamente, esta alteración tiene un efecto en la turbidez del agua, lo que ocasiona altos niveles de sólidos suspendidos y pocas macrófitas e invertebrados epibénticos. Entonces la carpa afecta los sitios de ovoposición del achójkí y la posibilidad de que éste encuentre alimento.

Por otra parte, en la actualidad, el contar con estudios de población para una especie no es suficiente para establecer los riesgos de extinción, aunado a esto, se debe tomar en cuenta la degradación de su hábitat, el grado de reducción y datos con genética de poblaciones. Dicha relación se establece por medio de la estimación de la variabilidad genética que enfrenta la especie, ya que los resultados pueden inferir un proceso “cuello de botella”. La disminución de variabilidad genética trae consigo una serie de efectos negativos para la especie. El cuello de botella se basa en la premisa de que, a mayor reducción poblacional, menor variación genética. (Huacuz, 2002).



## **BREVE CONCLUSIÓN**

La población de Jiquipilco ha ido aumentando lo cual conlleva a mayor necesidad de recursos naturales para satisfacer sus necesidades básicas. La falta de oportunidades a largo plazo conlleva a la población a dejar la escuela a temprana edad, lo cual perjudica la conservación del ajolote por falta de información y conocimiento del valor de los recursos naturales, en este caso de la fauna, para el beneficio de la sociedad.

Por otro lado, la presencia de comunidades indígenas favorece la importancia cultural de la especie objeto de estudio, sin embargo, la población indígena está perdiendo fuerza, esto puede deberse a las consecuencias de la pobreza en la que se encuentran.

Gracias a la información recolectada acerca del desarrollo urbano del municipio, no se observa que vaya a haber un cambio abrupto para el uso del suelo de la zona, ya que la mayor parte del territorio es dedicado a la agricultura y una parte es forestal.

La zona donde se ubica el área objeto de estudio de la presente investigación corresponde a las características de muchas otras zonas dentro del Estado de México y de otras entidades en el país; es decir, el abandono del campo ha significado que los pobladores emigren hacia otras regiones o países, que existan bajos niveles de desarrollo socioeconómico y que en el territorio se observen fenómenos como el deterioro de las condiciones naturales, en particular los bosques, suelo y agua. El área en la que se encuentra la zona de estudio es agrícola y a pesar de que la marca urbana está esparciendo poco a poco, es viable la opción de protección de la zona.

También se detecta que no se han llevado a cabo acciones para la preservación de la naturaleza, pues existiendo decretos de áreas naturales protegidas, los programas de manejo se aprueban con dilación y cuando se aprueban, las acciones no se realizan, como es el caso del Parque Estatal Otomí-Mexica; o peor aún, existen los decretos, pero faltan los programas de manejo, como es el caso del parque estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Arroyo Sila.





---

Lo anterior no puede quedarse sin respuesta y en ese sentido, en la parte final de esta investigación, se propone algunas medidas para modificar esta condición, pues es evidente que los recursos naturales y especies como el *A. granulatum*, deben ser protegidos y aprovechados de manera sustentable en beneficio de la sociedad y en particular de la población local.

En el caso que nos ocupa, los riesgos si bien existen (población, actividades productivas y contaminación del agua), no son relevantes en estos momentos, para poner en riesgo a la especie de ajolote objeto de estudio; sin embargo, es previsible que una mayor presión demográfica, el cambio de actividades productivas (minería o crecimiento urbano – industrial), deforestación en las zonas de cerros circundantes y mayores niveles de contaminación del agua, si constituyen un serio riesgo para la conservación de la citada especie y por ello, sea considerado como urgente el proponer una opción de conservación de la zona de estudio.



## CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS

### 4.1 Uso y aprovechamiento de los bordos en el Municipio de Jiquipilco

Existen más de 5000 presas y bordos en México, se tiene un registro incompleto de los bordos, a la fecha se realizan esfuerzos para registrar estas pequeñas obras de almacenamiento, que en su mayoría son de terracería (Conagua, 2017).

Los bordos en el Estado de México inicialmente fueron impulsados a partir de 1926 como parte de una política de riego con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, pero no fue hasta 1936 que se llevó a cabo la construcción de pequeñas obras de irrigación con áreas de extensión moderadas con la finalidad de abastecer agua para actividades agropecuarias que es el caso de los bordos de la zona de Jiquipilco (Castañeda, Franco, González & Espinoza, 2007).

Con base en información proporcionada por el área acuícola del Ayuntamiento de Jiquipilco durante el trabajo de campo, se dice que en el municipio existen y se tienen actualmente registrados alrededor de 220 bordos de agua, dichos bordos tienen régimen de propiedad privada, comunal y ejidal. Dentro del registro con el que cuenta el área acuícola y que ha sido actualizado por cada administración se tiene información de algunos bordos de agua que han sido construidos a lo largo de los últimos años, sin embargo, no se tiene un registro exacto de los bordos que ya existían de manera natural.

Los bordos construidos en Jiquipilco han sido con el objetivo principal de captar y almacenar agua para riego de cultivos. Esta actividad se ha llevado a cabo en México desde épocas prehispánicas, para incrementar los rendimientos agrícolas y humanos, así como instrumento para ampliar la frontera agrícola (CONAGUA, 2010). En Jiquipilco se observó que dicha frontera se ha extendido a casi todo el municipio, por lo que la creación de bordos para captación de agua es esencial para mantener los cultivos.



La actividad acuícola es muy importante en el municipio, en gran cantidad de los bordos se siembran y cultivan distintos tipos de peces, principalmente carpa común, israel y herbívora, tilapia y en algunos, trucha arcoíris. Esta actividad ha sido impulsada por el área acuícola del ayuntamiento durante las últimas administraciones, por medio de la gestión de apoyos a través de la SEDAGRO, por una parte, con la autorización de maquinaria para la construcción de los bordos y por otra con la donación de crías de los peces que se siembran con el subsidio del 100%. El municipio de Jiquipilco ocupa el tercer lugar en siembra de carpa a nivel Estatal (Primer Informe de Gobierno de Jiquipilco, 2016).

Sin embargo, en las visitas de campo se pudo observar el abandono de bordos lo cual puede estar relacionado con la falta de interés de los propietarios, del ejido o la comunidad, la falta de gestión de los apoyos para el aprovechamiento de los bordos y/o el abandono de la actividad agrícola para la que era utilizada el agua.

#### **4.2 Análisis de los bordos seleccionados en la zona de estudio**

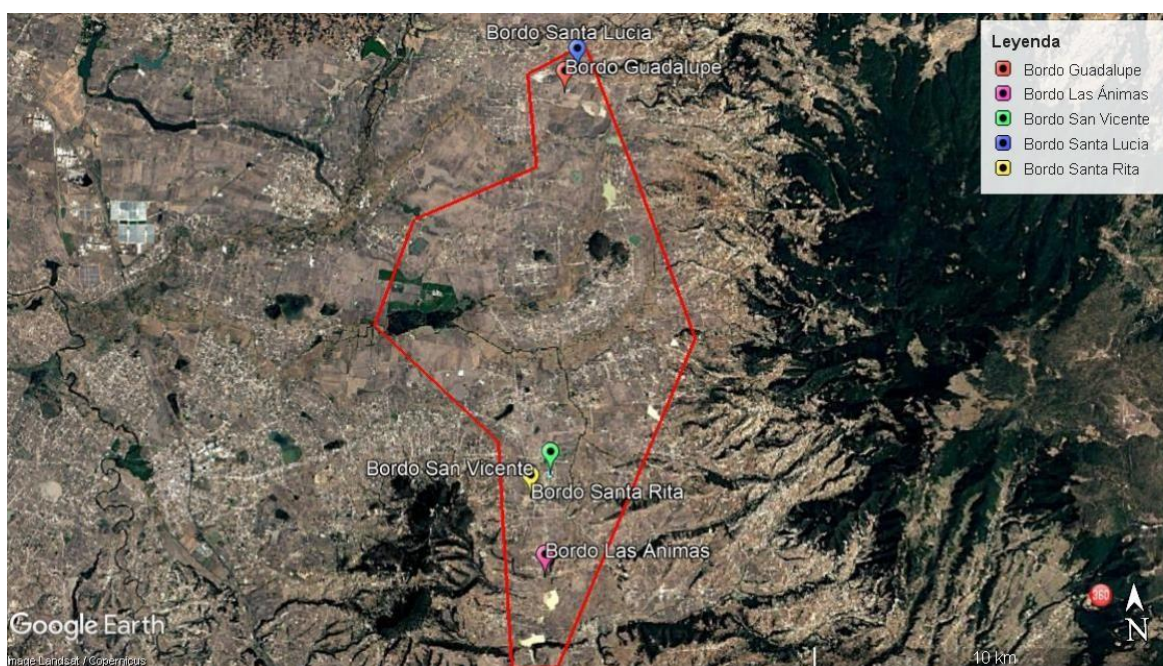
Para esta investigación se seleccionaron cinco bordos (Figura 8, Cuadro 12), tres localizados en el Ejido de Mañí y dos en la localidad de Santa Lucía, de los cuales en tres se identificó la presencia de la especie objeto de estudio (*A. granulorum*). La identificación de la especie en dichos bordos se dio por la información obtenida a través del trabajo de campo con el área acuícola del ayuntamiento y los habitantes de las dos comunidades.





Fotografías propias de *A. granulatum* en la zona de estudio

**Figura 8.** Selección y localización de los bordos objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes satelitales de Google Earth del año 2019.





## Cuadro 12. Características de los bordos seleccionados en la zona de estudio

Nombre	Régimen de propiedad	Tipo de recarga	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Presencia de <i>A. granulosa</i>	Presencia de especies introducidas	Uso
<b>Santa Lucia</b>	Privado	Pluvial	19°40'63"	99°39'18"	2589	x	n/a	Riego
<b>Guadalupe</b>	Privado	Pluvial	19°39'42"	99°39'30"	2587	n/a	x	Riego/ Pesca
<b>San Vicente</b>	Comunal	Pluvial	19°33'56"	99°39'57"	2571	x	x	Riego/ Pesca
<b>Las Ánimas</b>	Privado	Pluvial	19°32'27"	99°40'03"	2583	n/a	n/a	Captación
<b>Santa Rita</b>	Comunal	Pluvial	19°33'41"	99°40'14"	2567	x	x	Riego

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en los recorridos de campo

Como se puede observar, para todos los bordos el tipo de recarga es pluvial, por lo que el área de estos puede variar durante las estaciones del año, ya que ésta “depende de los usos que se les den, así como a las condiciones climatológicas, de evaporación y extracción que se realizan” (Velarde, 2011).





Fotografías tomadas por Wilfrido Contreras Domínguez (2017) de los bordos seleccionados.

En los bordos Santa Lucía, San Vicente y Santa Rita, se sabe con certeza de la existencia del ajolote sin embargo no se descarta la posibilidad de la presencia de la especie en otros, ya que existen más de 200 bordos en todo el municipio.

También se puede observar que los bordos Guadalupe, San Vicente y Santa Rita cuentan con presencia de una especie exótica, el caso de selección de dichos bordos fue con la finalidad de comparación de la calidad de agua que se presente y la interacción que podría existir entre la especie introducida y el ajolote.

En el bordo Santa Rita se tiene especulaciones de la presencia del ajolote, la captura de ejemplares no fue posible por falta de recursos económicos para rentar una lancha y una red, sin embargo, en las entrevistas realizadas a las personas de la localidad donde se encuentra dicho bordo, confirmaron la presencia de ajolote, no obstante, afirmaron que tiene tiempo que no capturan la misma cantidad que la que capturaban con anterioridad. Dicha disminución del ajolote podría ser a causa la introducción de la carpa ya que es una problemática común que se ha comprobado disminuye las poblaciones de ajolote, principalmente porque toman como alimento a las larvas de ajolote.



En el Cuadro 12 podemos observar que el bordo “Las Ánimas” no muestra presencia de ajolote ni de especies exóticas, se seleccionó con el fin de considerarlo como un posible hábitat para la reproducción del ajolote en un futuro.

A continuación, se muestra detalladamente la descripción de cada bordo seleccionado:

- Bordo Santa Lucía

Este bordo se ubica en la localidad de Rancho Santa Lucía que cuenta con 13 habitantes y para el año 2005 presentó grado de marginación alto, la localidad solo cuenta con 3 viviendas habitadas de las cuales solamente una dispone de drenaje, servicio de energía eléctrica y agua entubada a la red pública (INEGI,2015).

La tenencia de la tierra bajo la cual se rige este bordo es particular y fue construido alrededor del año 2010.

De acuerdo con la información proporcionada por el propietario, los ajolotes de este bordo fueron introducidos por las mismas personas del rancho con el fin de experimentar si era posible la reproducción de la especie sin la presencia de alguna otra especie que pusiera en peligro su supervivencia, ya que anteriormente habían notado la disminución de la especie en otro de los bordos donde se introdujo carpa. Según la información obtenida en las entrevistas, los ajolotes se llevaron de otro bordo cercano a la comunidad, aproximadamente en el año 2013.

- Bordo de Guadalupe

De igual manera ubicado en el Rancho Santa Lucía. La tenencia de la tierra bajo la cual se rige este bordo es particular y fue construido alrededor del año 2008.

El propietario del bordo comenta que su construcción fue principalmente para la siembra de carpa y el riego de los campos de cultivo que se encuentran a su alrededor. Actualmente sigue siendo aprovechado para estas actividades por los propietarios, la





---

pesca de carpa no es tan frecuente y se hace normalmente en época de estiaje o es utilizada el agua ya que baja el nivel y es más fácil que por medio de una red puedan capturar los peces.

- Bordo San Vicente

El bordo de San Vicente, ubicado en el ejido de Mañí, al suroeste del municipio de Jiquipilco tiene 2567 msnm de altitud. Para el censo 2010 contaba con 943 habitantes presentando un aumento de población del respecto al censo de población del año 2005 para el cual era de 893 habitantes, de acuerdo con los datos para el año 2010 tiene un grado de marginación y cuenta con 206 viviendas habitadas de las cuales casi el 4% no cuenta con energía eléctrica y con agua entubada a la red pública y el 24% no dispone de drenaje. El 5,62% de la población es analfabeta (el 5,31% de los hombres y el 5,93% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 7.23 (7.04 en hombres y 7.41 en mujeres). (INEGI,2015).

Su tenencia es comunal y es administrado por el delegado de la comunidad y no existe fecha exacta de su construcción.

De la misma forma, el delegado comentó que hace 6 años sacaban ajolote y se repartía en la comunidad, inclusive afirmó que hubo una temporada en la que “hasta podían intercambiar ajolotes con otras comunidades a cambio de maíz y otros cultivos de temporal”, además dice que sembraron carpa en una temporada.

Actualmente, el bordo solo es utilizado para de riego de los cultivos aledaños, ya que el delegado actual no ha solicitado apoyo municipal para el cultivo de alguna especie de pez, por lo que hoy en día se desconoce si existe carpa todavía y no ha mostrado interés por hacer captura de ella, pero comenta que la especie de ajolote sigue presente y que incluso hay personas de otras comunidades que eventualmente hacen captura de pocos ajolotes para autoconsumo.



- Las Ánimas

El bordo “Las Ánimas” se encuentra dentro del ejido de Mañí su régimen de propiedad es privado y fue construido aproximadamente en el año 2016, se seleccionó por interés de los propietarios introducir ejemplares de ajolotes extraídos del bordo Santa Lucía, con el objetivo de que en un futuro sea posible analizar el comportamiento de la especie en un bordo construido recientemente y en el cual no se lleva a cabo la cría de ninguna otra especie.

- Santa Rita

Este bordo está ubicado de igual manera en la localidad rural de Ejido de Mañí, su selección estuvo basada por la referencia del área acuícola del municipio acerca de la existencia del *A. granulatum*, de acuerdo con las entrevistas con los pobladores de la comunidad se obtuvo información de la presencia años atrás de la especie, sin embargo, no fue posible la recolección para confirmar este hallazgo. No obstante, no se descarta la posibilidad de que la especie se encuentre en el bordo.

El uso que se le da es para riego de los cultivos aledaños y también han sembrado carpa lo cual podría ser una de las causas por las que el ajolote ya no esté presente o su población haya disminuido. En las visitas de campo a este sitio se identificó el posiblemente vertimiento de aguas residuales domésticas de las casas aledañas. Sin embargo, no se pudo corroborar dicha información.





Fotografía propia del momento de captura de *A. granulatum* para comprobar su existencia en la zona de estudio

#### 4.2.1 Calidad del agua

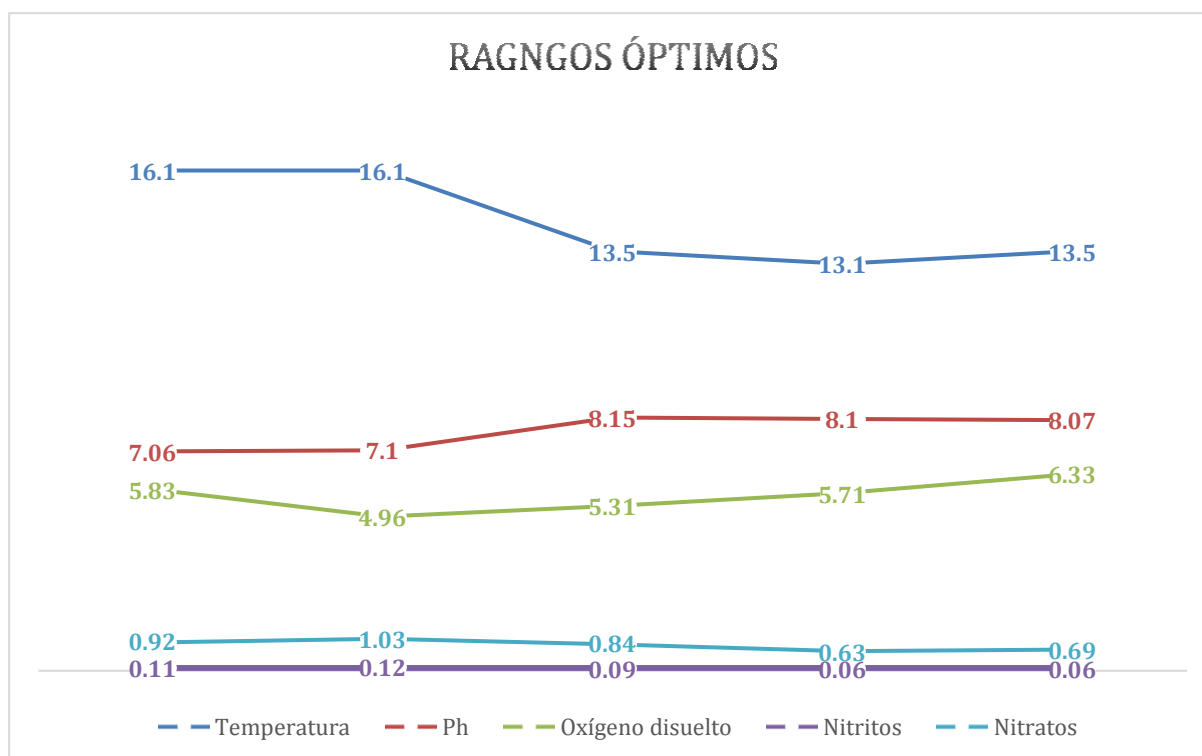
Con el fin de obtener datos de la calidad del hábitat en el que se encuentra el ajolote dentro de los bordos seleccionados y por otra parte comparar la calidad con los bordos en los que no se encuentra la especie, se llevaron a cabo estudios de la calidad del agua. Dichos estudios fueron gestionados a través el CSAEM que es el organismo que principalmente se encarga de monitorear la calidad del agua dentro de los bordos del municipio para la actividad acuícola de especies de carpa, tilapia y trucha, y de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:



**Cuadro 13.** Calidad del agua de los bordos seleccionados en la zona de estudio

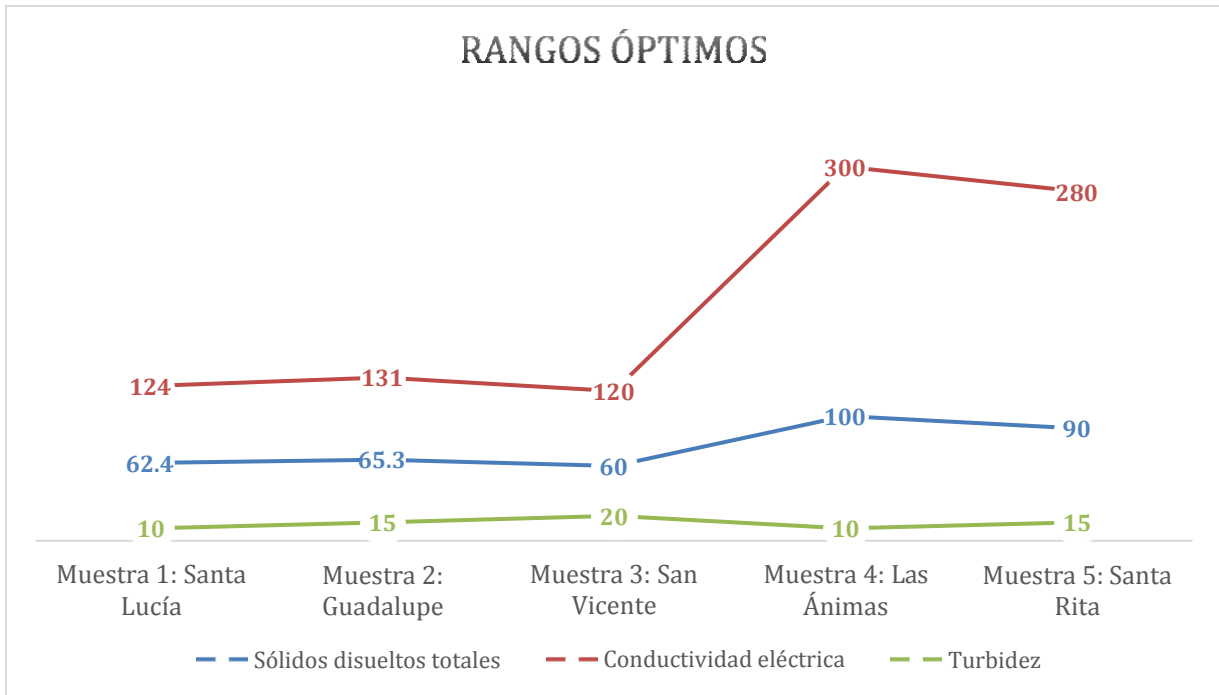
Parámetro	Rango óptimo para el desarrollo de ajolotes	Unidad de medida	Muestra 1: Santa Lucía	Muestra 2: Guadalupe	Muestra 3: San Vicente	Muestra 4: Las Ánimas	Muestra 5: Santa Rita
Altitud (msnm)	-	-	2589	2587	2571	2583	2567
Temperatura	12° - 20 °	°c	16,1	16,1	13,5	13,1	13,5
Ph	6.5 - 8	-	7,06	7,1	8,15	8,1	8,07
Sólidos disueltos totales	< 500	mg/l	62,4	65,3	60	100	90
Conductividad eléctrica	50 - 1500	uS/cm	124	131	120	300	280
Oxígeno disuelto	5 - 11.	mg/l	5,83	4,96	5,31	5,71	6,33
Turbidez	< 25	mg/l	10	15	20	10	15
Nitritos	0 - 0.1	mg/l	0,11	0,12	0,09	0,06	0,06
Nitratos	0 - 1.0	mg/l	0,92	1,03	0,84	0,63	0,69

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en los análisis de calidad del agua realizados por el CSAEM



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en los análisis de calidad del agua realizados por el CSAEM





Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en los análisis de calidad del agua realizados por el CSAEM



Fotografía propia de la toma de muestras para estudios de calidad de agua de los bordos





Los datos obtenidos se pueden interpretar con base a lo establecido en el capítulo tres de la siguiente manera:

- En el caso de la muestra uno y dos, los análisis se realizaron en el mes de abril. Con una temperatura de 16.1°C, se puede establecer que es óptima para el desarrollo del ajolote. En cambio, las muestras tres (13.5°C), cuatro (13.1°C) y cinco (13.5°C) fueron tomadas el mes de noviembre, presentando temperaturas más bajas, no obstante, los parámetros quedan dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la especie.
- Los resultados del pH obtenidos se encuentran dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la especie. A pesar en tres de las muestras está un poco por arriba de 8, sigue estando dentro de los rangos normales de un pH neutro a básico.
- Los sólidos disueltos totales no presentan un rango elevado, se puede suponer que el rango más alto (100mg/l) para la muestra cuatro es debido a la precipitación de la época y a la característica del suelo arcilloso rico en minerales, mientras que los otros resultados se encuentran en un nivel aceptable sin poner el riesgo la existencia del ajolote en los bordos.
- La conductividad eléctrica está estrechamente relacionada con los SDT, si se observa en la tabla, la conductividad eléctrica mayor está de igual manera que en los SDT. Los resultados bajos en estos parámetros nos indican que son aguas dulces y no presentan una problemática para las especies acuáticas que habitan en los bordos.
- La muestra dos presenta un nivel menor (4.96mg/l) en el rango óptimo para el oxígeno disuelto, esto puede ser debido a la presencia de algas o algún tipo de materia orgánica en descomposición, a pesar de que no se sabe con exactitud la razón, el resultado no es alarmante. Para los demás bordos, este parámetro se encuentra estable, lo cual no solo es bueno para el ajolote, sino para cualquier



---

especie acuática que se encuentre en los bordos. Esto también puede ser un indicador de que hay menor riesgo de eutrofización de los bordos.

- En todas las muestras se presenta un nivel de turbidez débil, lo cual indica que la cantidad de partículas suspendidas no es un limitante para la captura de alimento de la especie, aunque en otro sentido, las muestras de agua fueron superficiales y los ajolotes tienden a quedarse en la parte más profunda de los bordos, es decir, los niveles de turbidez pueden aumentar mientras más profunda sea la muestra, sin embargo, no se cree que los niveles de turbidez aumenten de manera significativa para poner el riesgo la alimentación del ajolote.
- La relación entre nitratos y nitritos es muy importante ya que dependen de la descomposición del amonio a través del ciclo del nitrógeno. El amonio es bastante tóxico especialmente si el pH es elevado, sin embargo, en los resultados obtenidos podemos observar que los niveles de nitratos y nitritos son estables, por lo que se afirma que no hay un excedente de amonio en el agua.

En general se observó en los análisis de agua realizados que la calidad del agua se encuentra dentro de los parámetros necesarios para el desarrollo del ajolote ya que no se encontró una variación importante en los mismos por los cuales no ponen en riesgo a la especie, ni a otras especies que puedan formar parte de hábitat. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que el uso de fertilizantes en los cultivos vecinos, pueden afectar la calidad de agua por medio de infiltración, lo cual influiría de manera negativa. La descarga de aguas residuales también puede favorecer el incremento de materia orgánica en el agua lo cual empobrece el oxígeno y es propenso a que exista eutrofización.





### 4.3 Diagnóstico del *A. granulorum* en la zona de estudio

#### 4.3.1 Importancia

Como toda especie endémica, el *A. granulorum* forma parte de un equilibrio ecológico en la zona, Noguera (2017) señala la importancia del endemismo como una forma de conocer y proteger los atributos biológicos, así como la historia evolutiva que representan dichos taxones endémicos y sus patrones biogeográficos. Por otro lado, como indicador de calidad de agua.

Como se mencionó antes, las poblaciones que se asentaron en las zonas lacustres tienen tradiciones gastronómicas con los recursos. En el caso de Jiquipilco, el uso de los bordos de agua reside en dos usos, para riego de cultivos y, siembra y cultivo de peces para autoconsumo.

De acuerdo con las entrevistas con los pobladores, sí hacen mención del uso del ajolote como alimento y se dice que los habitantes aledaños a los bordos y también de comunidades más alejadas acuden eventualmente a estas zonas para capturar ajolotes con el mismo fin.

Actualmente, se podría decir que el consumo ha disminuido por la pérdida de la tradición y como tal por el declive de la especie, aún se consumen como alimento, pero es una tradición que se lleva a cabo en algunas comunidades en la época de estiaje, donde las personas aprovechan que disminuye el nivel del agua en los bordos y es más fácil capturar a los ajolotes ya que normalmente se encuentran en los sedimentos.

En lo que se pudo percibir con el acercamiento que se tuvo con los pobladores, la mayoría de ellos muestran interés hacia el valor cultural del ajolote, ya que son bien sabidos los beneficios curativos, de valor nutrimental y propiamente el valor ecológico que conlleva el esfuerzo para su conservación. La mayoría del conocimiento que tienen las personas sobre la especie y su importancia ha sido adquirido por tradición y se podría decir que conforme han pasado las generaciones se ha ido perdiendo,



debido a que las personas que tienen más conocimiento son adultos y adultos mayores.

#### **4.3.2. Experiencia local en el uso y manejo del *A. granulatum***

Con base en los resultados de las entrevistas se puede llegar a la conclusión que la misma población ha llevado a cabo un manejo de la especie, introduciendo ajolotes en diferentes bordos de agua para su reproducción. En el bordo San Vicente ha habido consumo de ajolote desde hace décadas por pobladores de comunidades aledañas. No se sabe con exactitud cuándo fue la primera vez que se comenzó a consumir la especie como alimento, sin embargo, las personas tienen el interés de hacer un manejo de la especie ya que se dieron cuenta que había una disminución al introducir carpa o tilapia en los bordos.

En el caso del bordo de Santa Lucía y San Vicente se ha hecho pesca de ajolotes por método de chinchorro con red, comúnmente en temporada de estiaje y todos los ejemplares que capturan los usan para autoconsumo por lo que podría decirse que el manejo es local. Algo favorable es que ésta forma de consumo que llevan a cabo los pobladores, deja que los ajolotes se reproduzcan y sigan su ciclo natural, para que en algún momento pueda haber recolección y la especie siga existiendo, la forma de autoconsumo se podría llamar de subsistencia, ya que no es a gran escala.

En relación con las propiedades medicinales o etnofarmacológicas del ajolote, y de acuerdo con las entrevistas realizadas a las personas de la comunidad de Mañi, capturaban al ajolote y hacían sopa cuando alguien presentaba alguna enfermedad del sistema respiratorio, según los relatos, se lava a los ajolotes con agua y cal para después ponerlos a hervir, pero no tanto tiempo, ya que se puede deshacer la carne muy fácil; éste caldo se daba a la persona enferma para curarse. Además, comentaron otras formas en las que se preparaba el ajolote, por ejemplo, el “poner a secar” los ajolotes al sol y luego cocinarlos fritos con salsa verde, o prepararlo en tamal, en mixiote y empapelado. Sin embargo, estas prácticas culinarias se han reducido debido a la falta de cosecha de ajolote en la comunidad.



En cuanto a la comercialización del ajolote, la información no es muy clara ya que los pobladores se notan con miedo al hablar del tema. Se puede resumir en que existe una comercialización, antes, bajaban personas de comunidades lejanas con sus productos de cultivo para intercambiarlo por ajolote, pero actualmente no afirmaron que siguiera haciéndose este trueque. No obstante, tanto en el mercado de Jiquipilco como en el del municipio vecino de Ixtlahuaca, es común ver ajolotes a la venta. Nadie pudo darnos una explicación exacta de dónde o de cuáles bordos se extraen esos especímenes, pero se puede suponer que, si no son de los bordos estudiados en esta investigación, son de bordos aledaños de la zona de estudio.

#### 4.3.3. Amenazas

Como se ha mencionado anteriormente, el ajolote se encuentra en riesgo por su limitada distribución espacial, aunado a eso, el ser humano, aumenta las posibilidades de extinción de la especie ya que las actividades económicas y sociales que se han realizado para impulsar el crecimiento del municipio han sido sin un enfoque sustentable, ya que no se toma en cuenta el equilibrio ecológico de la zona.

En general no se tiene bien documentado o no existe información muy completa de las amenazas para esta especie, sin embargo, como se mencionó en el capítulo tres, la problemática para el *A. granulorum* recae en la misma que para el género *Ambystoma*.

##### a) Introducción de especies exóticas

Hablando de la zona de estudio y con la información que se obtuvo en campo, la principal problemática que pudiera estar enfrentando el ajolote es la introducción de especies exóticas (carpa y tilapia) en su hábitat natural, que como se menciona en el capítulo tres es sin duda una causa del declive de las especies de ajolote en México. Es comprobado que la aseptación de especies exóticas ha tenido un alto impacto en



el ecosistema y los efectos de su introducción podrían ser fatales para las especies nativas, las introducciones de peces tienen efectos adversos en anfibios tanto a nivel de comunidad como poblacional (Waltson & Mullin, 2007) debido a los peces introducidos pueden ser competidores y depredadores de anfibios (Tyler et al, 1998).

Se pudo identificar que en uno de los bordos donde la población afirma la presencia del ajolote (San Vicente) y que como se mencionó, no fue posible comprobar, coincide con que se ha identificado también la introducción de alguna especie lo cual pudo haber repercutido la disminución o posible desaparición del ajolote. La introducción de especies de carpa y tilapia principalmente se debe a los apoyos que la SAGARPA da al municipio y el alto crecimiento de la actividad acuícola en esta zona.

De igual manera en las entrevistas con los pobladores que directamente están involucrados en la actividad acuícola, afirman que en su experiencia a través de los años han notado la disminución de ajolotes en los bordos una vez que se introduce alguna especie. Aunque la introducción de los peces para autoconsumo es una problemática que afecta directa o indirectamente al ajolote, es un tema controversial ya que es una práctica de la cual los pobladores obtienen beneficios directos alimenticios o económicos.

#### b) Pérdida de variabilidad genética

Los estimados que normalmente se utilizan para evaluar la variación genética incluyen la heterocigosis y polimorfismo (Piñero, *et al.*, 2008). La estimación para el *A. granulatum* según Shaffer *et al.* (1989) dio como resultado una heterocigosis media de 0.10 y un porcentaje de loci polimórficos de 0.25 lo cual pone al *A. granulatum* en el quinto lugar de ocho especies de *Ambystoma* analizadas que, desde el punto de vista de conservación genética, la especie se estaría acercando a un importante cuello de botella sin que necesariamente se encuentre en peligro de extinción.

Debido a la carencia de estudios de esta especie de ajolote, no se tienen bien documentadas las causas de la disminución de la especie, y no se tiene un



antecedente claro del número de individuos en la población. La evidencia más clara de su disminución son las referencias dadas por los pobladores quienes afirman que antes capturaban ajolotes fácilmente y en cantidades considerables en cualquier época del año, para usarlos como alimento o medicina y en bordos en los que en la actualidad ya no existe la especie.

#### c) Pérdida de identidad cultural

Los conocimientos ancestrales y las tradiciones de la población indígena son muy importantes para la conservación de la especie objeto de estudio ya que, basado en las entrevistas, el ajolote es una especie valorada principalmente por las personas indígenas. La forma de preparación y las propiedades medicinales con las que lo usaban hacen que la pérdida de identidad lleve consigo la pérdida del valor de la especie.

Por otra parte de acuerdo a las entrevistas se pudo identificar que las personas que tienen mayor conocimiento de la existencia, usos y beneficios del ajolote se encuentran en un rango de edad de aproximadamente 25 a 60 años y en contraste con esto las personas más jóvenes o los niños no tienen conocimientos acerca de ajolote, esta situación se puede dar por la pérdida de identidad y de la transmisión de tradiciones y valores culturales, lo cual es importante que se rescate para que perdure el aprecio y valor hacia la especie en la nuevas generaciones.

#### **4.4 Problemática de la zona de estudio**

Como se ha mencionado anteriormente la actividad económica principal en la zona de estudio es la agrícola, sin embargo, de esta se derivan distintas problemáticas que afectan a los recursos naturales, en este caso directamente al suelo y los bordos, lo cual a su vez ejerce presión en las especies que viven e interactúan en el medio. Los efectos negativos de la actividad agrícola en el medio pueden ser directos o indirectos. Como se observó en el mapa de uso de suelo, el territorio ocupado para cultivos es bastante amplio y la frontera agrícola ha ido aumentando a través de los años.



#### a) Eutrofización

La mayoría de los bordos sirven como fuentes de captación de agua para el riego en temporada de estiaje, por lo que se encuentran ubicados a lado de las parcelas. Dichos bordos se pueden ver contaminados a lo largo del tiempo por la infiltración a través del suelo de los agroquímicos utilizados para el desarrollo de los cultivos, ya sean pesticidas o fertilizantes. Aunado a lo anterior se identificó en uno de los bordos la posible descarga de aguas residuales lo cual provoca mayor eutrofización en el cuerpo de agua.

Estas características aumentan la producción de sustancias nutritivas que conducen a la eutrofización de los cuerpos de agua llevando a consecuencias el aumento de algas, degradación de la pesca y el deterioro de los cuerpos de agua. Basándonos en los estudios de turbidez se establece que los bordos no se encuentran en un nivel trófico alto, sin embargo, no se descarta el aumento de este nivel si se siguen con las prácticas anteriores y si no se comienza un monitoreo de la calidad de agua.

#### b) Azolve

Uno de los principales problemas que a menudo afectan a los embalses, es su pérdida de capacidad debido al depósito de sedimento en su interior. El proceso de sedimentación ocurre principalmente por acarreo y transporte de las partículas mediante el flujo de agua. El azolve contribuye a la calidad del hábitat de la especie y la zona de estudio es susceptible al azolve debido a que durante los meses de lluvia se crean escurrimientos que llegan a los cuerpos de agua debido a la falta de masa forestal para retener la misma.

#### c) Explotación de los recursos

El objetivo principal de esta investigación se debe a la explotación de recursos de la zona, los recursos bióticos como el ajolote son sobreexplotados sin una visión de conservación, lo cual lleva a la especie a un nivel de estrés que pone en riesgo su existencia.



Además, en la zona es evidente la expansión de la frontera agrícola, la falta de zonas boscosas que han sido reemplazadas por campos de cultivo no sólo afecta a la infiltración de agua para la recarga de acuíferos si no también en la pérdida de flora, fauna y contribuye al cambio climático, así como el desgaste del suelo. En otras palabras, la calidad del suelo se ve afectado por las actividades agrícolas realizadas de manera no sustentable, los agroquímicos y fertilizantes no son amigables con el medio ambiente, y la particularidad de retención del suelo en la zona de estudio por su característica de baja permeabilidad aumenta su degradación.

d) Deficiencia en el manejo de las áreas naturales protegidas

El establecimiento de áreas naturales protegidas en el Estado de México incrementa la duda en cuanto a conservación y aplicación de la protección de dichas áreas, la falta de planes de manejo como en el caso del arroyo Sila, generan incertidumbre ya que, aunque están decretadas las áreas naturales protegidas dentro de la zona de estudio, no existen acciones puntuales que estén vigentes para el manejo de los recursos naturales dentro de las mismas.

e) Pérdida de identidad cultural

Al igual que para la especie, la pérdida de identidad cultural se consideró como una problemática dentro de la zona de estudio, ya que ésta pérdida influye directamente en el sentido de pertenencia el cual se ve influenciado directamente con el abandono de los pueblos, en este caso, hay bordos abandonados que, a pesar de que posiblemente no sean de propiedad indígena, los habitantes dejan a un lado las actividades agrícolas y acuícolas con el fin de buscar una mejor calidad de vida, dejando en deterioro las tierras.





## 4.5 Perspectivas

### a) Para la zona de estudio

La zona no tiene un incentivo económico mayor que el del sector agrícola, los bordos de agua sirven para el riego en tiempos de estiaje o sequía, por lo tanto, no es conveniente para la población la disminución de cuerpos de agua dentro de la zona. Aunado a esto, el cultivo para autoconsumo de algunas especies de peces como son la carpa, tilapia y trucha, se suma a las necesidades básicas de la población.

A corto plazo se espera que se conserve como un área agrícola, esperando también que no se dispare el crecimiento poblacional para que las zonas urbanas y rurales no crezcan en demasía.

### b) Para la especie en la zona de estudio

La producción acuícola ha tenido una alza positiva en los últimos años en el Estado de México, este crecimiento está impulsado principalmente por un aumento en la producción de carpa y trucha arcoíris, y se puede inferir que dicho crecimiento continuará siempre y cuando se tomen en cuenta a todos los actores involucrados en la producción, aunado a ello, debe considerarse prioritario a las especies endémicas ya que la acuicultura es una alternativa para la conservación y apoyo para prácticas de repoblamiento y en el caso de Jiquipilco, el ajolote es una de ellas.

En el caso de que las practicas acuícolas sigan llevándose como hasta ahora, el declive de la especie en la zona puede incrementar ya que la introducción de especies exóticas afecta directamente a la disminución del ajolote.

El interés de la población involucrada con la especie y su hábitat, por conservar esta, puede ser un factor positivo que favorecería a la especie a mediano o largo plazo, y que si es tomado en cuenta y se llevan a cabo acciones para la protección del ajolote se pueden detener los factores que la están afectando, pero es importante que estas acciones se lleven a cabo inmediatamente.



## BREVE CONCLUSION

Para concluir este capítulo partiremos de la afirmación que los bordos en Jiquipilco no fueron construidos para la protección de la especie o para el aprovechamiento de otras especies como la carpa y la tilapia, sin embargo, las propias comunidades han entendido con el paso del tiempo la importancia de los bordos y que es posible un uso múltiple de estos recursos.

Así pues, las autoridades del municipio también han puesto interés al desarrollo y crecimiento de las comunidades proporcionándoles apoyos para el cultivo de especies acuícolas y la construcción de bordos, esto a través de la gestión de apoyos que solicita el departamento de desarrollo agropecuario con la SEDAGRO. Es muy importante para la investigación el saber que la población y el gobierno municipal están dispuestos a generar acciones a favor de la conservación del ajolote.

Se observa que la calidad del agua de los bordos analizados se encuentra dentro de los parámetros adecuados para el desarrollo de la especie en cuanto a necesidades biológicas básicas y algo relevante es que el ajolote sirve como bioindicador para el óptimo desarrollo de otras de especies que forma parte del mismo hábitat. Y desde el punto de vista ecológico puede considerarse que los bordos constituyen un hábitat adecuado para el desarrollo de la especie y asimismo es importante que la calidad del agua se mantenga dentro de estos rangos para su conservación.

Por último, las perspectivas para la especie son positivas a partir de los siguientes factores:

- La población y las autoridades conocen el ajolote y aprecia su valor como especie aprovechable.
- La presencia del *Ambystoma* no afecta los objetivos por los cuales se construyeron esos bordos.
- El 100% de las personas entrevistadas manifestó interés en la posibilidad de que el ajolote se siga consumiendo tradicionalmente como alimento y con fines medicinales.



## CAPÍTULO 5. PROPUESTA

La constitución de Áreas Naturales Protegidas federales o estatales cubren aproximadamente 12.9% del territorio nacional, sin embargo, la gran diversidad y heterogeneidad de especies en México origina que muchas especies no estén incluidas en dichas áreas, se identificó que sólo el 15.9% de los sitios con alta prioridad para la conservación se encuentra en alguna ANP. Por esta razón, se ha creado otro tipo de áreas protegidas por iniciativa de comunidades, ejidos y pequeños propietarios, ya que entre el 70 y 80% de bosques y selvas en México es de propiedad social. Es por ello que la creación de áreas protegidas por iniciativa de los dueños es una gran aportación, ya que además de ser un complemento de las ANP's, federales o estatales, estas áreas están bajo el control y el cuidado de la comunidad (Carabias, Sarukhán, De la Maza y Galindo, 2010)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación son sitios que ayudan a preservar el equilibrio ecológico en nuestro país, además de favorecer la participación de la sociedad. Son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, pueblos y comunidades indígenas o una organización social. A enero de 2019 hay 332 ADVC con certificado vigente en México, protegiendo una superficie de más de 493,420 hectáreas en 24 estados del país (CONANP, 2019).

La importancia de las ADVC para la conservación radica en sus beneficios medioambientales, entre los cuales están: mitigación del cambio climático, regulación del clima, mejora en la calidad del aire, mejorar la calidad del agua, protección de la dinámica de los ecosistemas, conservación de la flora y fauna (CONANP, 2019)

Con base en lo establecido en el art 2.88 del Código para la Biodiversidad del Estado de México, se propone decretar la zona de estudio como área natural protegida en la modalidad destinada voluntariamente a la conservación. Así mismo se optó por este tipo de ANP debido a que para el establecimiento de un ADVC, no es necesario que el Presidente de la República emita un decreto, ya que es un instrumento autorregulatorio mucho más flexible, dando la oportunidad a la comunidad de llevar a cabo las medidas o las acciones que se plantean en este capítulo, las cuales parten



---

de esa consideración y hacen énfasis en las necesidades de la comunidad de la zona de estudio seleccionada.

Para ratificar el sustento de esta investigación en la corriente ambiental del humanismo crítico que propone un cambio radical enfocado a la sociedad, el enfoque de las acciones que se proponen para el establecimiento del ADVC ponen mayor atención a las necesidades y la calidad de vida de la población haciendo uso responsable de los recursos naturales y a su vez obtener un beneficio cultural y económico mediante la conservación del ajolote.

Para el establecimiento de un ADVC se proponen llevar a cabo las siguientes acciones:

1. Conformar un consejo de administración con representantes de las comunidades y de los particulares, así como de las autoridades municipales y estatales con atribuciones en materia de conservación de los recursos naturales. Entre otras dependencias que deben formar parte de este consejo de administración deben de estar el ayuntamiento de Jiquipilco, la dirección de acuacultura del estado de México, organizaciones de la sociedad civil e instituciones de investigación y educación superior como la Universidad Autónoma del Estado de México y la Universidad Autónoma Metropolitana, entre otras.
2. Dentro del consejo de administración indicado debe conformarse una unidad técnica que tenga como propósito:
  - a. Actualización del inventario de los bordos
  - b. Actualización de la calidad del agua de los mismos
  - c. Características de los bordos en cuanto a superficie, condiciones del hábitat y poblaciones del ajolote
  - d. Elaborar el programa de manejo para la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los bordos y las especies. Dicho programa de manejo deberá ser aprobado en su oportunidad por el consejo de administración.



- e. Realizar monitoreo permanente de las condiciones de los bordos.
  - f. Identificar plagas
  - g. Monitorear las poblaciones
  - h. Monitorear las condiciones de salud de las especies
  - i. Identificar tasas de reproducción
3. El consejo de administración debe:
- a. Gestionar el equipamiento e infraestructura para los eventos de trabajo del consejo de administración.
  - b. Realizar las gestiones correspondientes para instrumentar el programa de manejo una vez aprobado.
  - c. Establecer convenios con otras instituciones que llevan a cabo programas de conservación del *Ambystoma* tanto a nivel nacional tanto como a nivel internacional.
  - d. Contratar personal para la creación de una unidad técnica y capacitarla para el mejor desempeño de las funciones que deba asumir.
  - e. Proporcionar a la unidad técnica el equipamiento e infraestructura necesarios para el desempeño de sus funciones.
  - f. Establecer el reglamento del área protegida indicando, entre otras medidas, las acciones permitidas y las prohibidas y la difusión del mismo.
4. El consejo de administración de manera paralela con la unidad técnica deberá elaborar e instrumentar un programa de educación ambiental que cubra a la población del municipio de Jiquipilco por sectores de población como son:
- a. Población en edad escolar
  - b. Padres de familia
  - c. Funcionarios municipales
  - d. Ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios
  - e. Comerciantes



- f. Grupos de la tercera edad
5. El consejo técnico difundirá los avances y resultados del programa de manejo y el programa de educación ambiental.

Complementario a lo anterior debe pretenderse la búsqueda de actividades que beneficien a la población involucrada mediante instrumentos que den mayor valor a la conservación de la especie de los cuales se puedan obtener recursos.

En particular se propone la implementación de los siguientes instrumentos:

- La creación de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) para la reproducción del ajolote como instrumento de conservación *in situ*. Una UMA en la zona de estudio permitiría darle seguimiento permanente al estado del hábitat y de las poblaciones del ajolote mediante la reproducción además de dar la oportunidad para el aprovechamiento sustentable directamente a los dueños de las tierras.
- Existe la posibilidad de establecer incentivos fiscales, de conformidad con la LGEEPA en el artículo 15 fracción IV donde “debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos de cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales”
- Como incentivo de mercado el “Sello de sustentabilidad” busca dar un valor adicional a los productos que se generen dentro de las ADV. Este incentivo podría llevarse durante la “Feria del pulque de Jiquipilco”, al comercializar productos sustentables derivados del ajolote (comida, productos medicinales, etc). Sobre todo, este incentivo pretende fortalecer el valor cultural que la población tiene del ajolote.
- En el caso de un incentivo económico, el sistema jurídico mexicano cuenta con “contribuciones ambientales” por el uso o aprovechamiento no extractivo de elementos naturales y escénico dentro de ANP federales terrestres, derivado de actividades turísticas, deportivas y recreativas, por lo que se han hecho estudios para la propuesta de que las ANP que no generan ingresos fiscales (como es el caso de las ADV) tengan mención en estos instrumentos económicos, ya que los recursos económicos serán re-integrados a las regiones de las ANP. También



---

sería oportuno trabajar con los congresos de las entidades federativas con el fin de promover el establecimiento de instrumentos económicos a nivel local. Esto llevará al reconocimiento de su responsabilidad en la conservación del medio ambiente a la población dentro de las ADVC ya que esta contribución mejora su calidad de vida.

- Las compensaciones económicas como el pago por servicios ambientales hidrológicos a limitado el beneficio a territorios potenciales, sin embargo, el encaminar a la población en la zona de estudio a incluir sistemas agroforestales para fomentar la sustentabilidad agropecuaria. Estos programas por servicios ambientales incluyen criterios para la mitigación de la pobreza por lo que el fin de perseguir este instrumento podría ayudar a reducir la migración y pérdida de cultura.

Esta propuesta se sustenta en el hecho de que, tanto las autoridades del Ayuntamiento de Jiquipilco, como los particulares y en especial los pobladores que están relacionados con el uso los bordos, consideran que la propuesta es adecuada pues les interesa la idea de un uso múltiple de los recursos; es decir, que dispongan de agua y puedan aprovechar la carpa para fines alimenticios y comerciales y que además exista un programa para la conservación del ajolote y su posterior aprovechamiento sustentable.

Para finalizar se enlistan otras recomendaciones a llevar a cabo:

- Realizar el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) para poder presentar a la Secretaría la propuesta de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo del *A. granulorum*, de acuerdo al artículo 57 de la LGVS.
- Actualizar la base de datos cartográfica para la realización de unos mapas mejor detallados, así como más particulares del municipio.





## CONCLUSIONES

- De acuerdo con la pregunta de investigación central, se puede indicar que, por una parte y con base en el estudio realizado en esta investigación, sí se comprueba la existencia de la especie mencionada, pues se colectaron algunos ejemplares que fueron identificados como especie *A. granulorum*.
- La especie es de importancia relevante para la zona de estudio, pues además de su crítico estado de conservación que debe alertar a la población general, existe un gran interés a nivel internacional y nacional para su investigación científica, así mismo cuenta con un gran valor cultural de manera que no queda en duda la necesidad de su conservación.
- No hay registro que sugiera que la actual distribución del *A. granulorum* haya cambiado desde el último registro.
- La variante entre la categoría de protección internacional y nacional de la especie reduce el valor de la especie para atender sus necesidades de supervivencia.
- El déficit de estudios en las especies endémicas de nuestro país puede ser considerado como factor de riesgo debido a que no se cuenta con la información necesaria para el estudio de estas. En el caso de esta investigación pudimos identificar que la falta de estudios en el *A. granulorum*, ha encaminado a aminorar la importancia ecológica de la especie lo cual conlleva a reducir el interés para su conservación.
- La importancia de la especie objeto de estudio radica en el endemismo, así como en la importancia etnológica, ecológica y nutritiva que representa para la población.



- La importancia ecológica como especie indicadora de buena calidad del hábitat que el *A. granulatum* tiene en la zona de estudio no es bien conocida por la población y sería importante transmitirles esta información.
- Recuperando lo expresado por Soulé & Wilcox (1980) que la variabilidad genética juega un papel importante para la conservación de una especie a largo plazo, cuidar las poblaciones de *A. granulatum* debe ser una prioridad tanto para la población en general, las instancias de gobierno y la comunidad científica.
- Las poblaciones de ajolote en Jiquipilco se ven amenazadas por las mismas razones por las cuales están amenazadas la mayoría de las especies de *Ambystoma spp* en México. Dicha situación se debe al crecimiento urbano, la contaminación de aguas superficiales, el incremento de los campos para cultivo y la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua en donde viven los ajolotes.
- Conocer el estado actual de las condiciones ambientales particularmente las de carácter ecológico, de los cuerpos de agua es de importancia fundamental pues representa un aporte para mejorar el manejo de los recursos naturales. Además, estos cuerpos de agua constituyen la fuente de abastecimiento para realizar los primeros riegos de las tierras que se dedican a la agricultura de temporal en los meses de febrero y marzo las cuales generalmente se cultivan con maíz.
- La calidad del agua en los bordos no es considerada como una situación alarmante para la conservación del ajolote ya que los resultados se encuentran en los rangos óptimos a pesar de que no se pudo comprobar las descargas de tipo urbano o domésticas, lo cual es un factor determinante en la calidad del agua.
- Se pudo identificar que la introducción de especies exóticas de escama principalmente carpa es el factor que más incide en la disminución de la población del ajolote, situación que está expresada por los pobladores locales en la zona de



---

estudio y también está reportada en distintos casos de estudio de otras especies de ajolote.

- Las áreas naturales protegidas que están dentro de la zona de estudio no resuelven el propósito de conservación del hábitat y de la especie, por lo cual se busca la alternativa de establecer un área de carácter comunitario como lo sería el ADVC.
- El establecimiento de un ADVC, es una opción para conservar los recursos naturales partiendo de la protección del *A. granulatum* en la zona de estudio, la cual puede ser administrada y manejada por la comunidad con previa capacitación.



## ANEXOS

### Entrevistas

- **Autoridades municipales**

¿Tiene conocimiento del propósito inicial de la construcción de bordos de agua en el Municipio?

¿Desde cuando se comenzó a impulsar la actividad acuícola en el municipio?

¿Por parte de que entidad se gestiona el apoyo de las crías de peces?

¿Cómo pueden acceder a este tipo de apoyo los pobladores?

¿Qué beneficios ha notado desde la implementación del programa?

¿Se han realizado acciones de investigación o protección al Ajolote por parte del municipio?

Conocimientos sobre el ajolote

- **Pobladores o propietarios de los bordos**

Conocimientos sobre el ajolote

Causas de disminución del ajolote

¿En qué año aproximadamente se construyó el bordo?

¿Qué régimen de propiedad tiene el bordo?

¿Qué usos se le dan al bordo?

¿Desde hace cuánto tiene conocimiento de la presencia del ajolote?

¿Qué especie de pez se siembra en el bordo?

¿Hace cuánto tiempo se comenzó a sembrar?

¿Las cosechas son para autoconsumo o se comercializan?

¿Desde entonces ha notado algún cambio o disminución del Ajolote?

¿Qué beneficios han tenido desde la construcción del bordo?

¿Qué cultivos hay en la zona?



## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acuña Mesén, R. A. (2003). *La biodiversidad*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Agencia Informativa CONACYT. (25 de octubre 2016). Usos medicinales de los ajolotes en México. Recuperado de <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/humanidades/10928-usos-medicinales-de-los-ajolotes-en-mexico-nota>
- Aguilar López, J. L.; Luría Manzano, R. (2016). Los anfibios en la cultura mexicana. *Ciencias*. Recuperado de <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-antteriores/articulos-fuera-de-los-volumenes-publicados-online/317-los-anfibios-en-la-cultura-mexicana>
- Aguilar Miguel, X. (2005). *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 Miguel, X., Legorreta B. G., & Casas Andreu, G. (2009). Reproducción *ex situ* en *Ambystoma granulosum* y *Ambystoma lermaense* (Amphibia: Ambystomatidae). *Acta zoológica mexicana*, 25(3), 443-454. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372009000300001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372009000300001&lng=es&tlng=es).
- Álvarez Icaza Longoria, P. (2006). Los recursos de uso común en México: un acercamiento conceptual. *Gaceta Ecológica*. (80). 5-17. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908001>
- Angulo, A. (2002). Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada*. 1(1). 87-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v1i1-2.237>
- Baquadano Jer, S. (2015). Conservacionismo en eras de especieísmo. *Revista Luna Azul*, (41), 240- 253. DOI: 10.17151/luaz.2015.41.14.
- Becerra, M. T. (2003). Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de recursos naturales *in situ*. Bogotá: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Bookchin, M. (1986): "Municipalization. Community ownership of the economy", *The Limits of the City*, Montreal: Black Rose Books.
- Bjoldal, A. (2005). Uso de medidas técnicas en la pesca responsable; la regulación de artes de pesca. En Cochrane, K.L. (ed.). *Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación*. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca.



- Brito, R. (01 de diciembre de 2017). Inapesca desarrolla cultivo de tres especies. *Big Fish*. Recuperado de: <https://www.bigfish.mx/360/Inapesca-desarrolla-cultivo-de-tres-especies-20171201-0020.html>
- Camacho Valdez, V., Ruiz Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*. 1(4), 3-15. Recuperado de: <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/viewFile/19/17>
- Carabias, Julia, et al. (coords.), 2010. Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Castañeda Martínez, T., Franco Maass, S., González Esquivel, C. & Espinoza Ortega, A. (2008). Evolución y uso del agua de riego en los sistemas campesinos de producción de leche del noroeste del Estado de México. *Economía, sociedad y territorio*. 8(28), 1033-1058. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212008000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212008000300009&lng=es&tlng=es)
- Casas-Andreu, G., R. Cruz-Aviña & X. Aguilar-Miguel. 2003. Un regalo poco conocido de México al mundo: el Axolote o Axólotl (*Ambystoma*: Caudata: Amphibia). Con algunas notas sobre la crítica situación de sus poblaciones. *Ciencia ergo sum* 10: 304-308.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, [CEDRSSA]. (2015). La acuacultura. México. Recuperado de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/8126La%20acuacultura.pdf>
- Challenger, A., Dirzo, R. *et al.* (2009). Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, 37-73.
- Clean Water Team [CWT]. (2004). Dissolved Oxygen Fact Sheet, FS-3.1.1.0(DO). in: *The Clean Water Team Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment, Version 2.0*. Division of Water Quality, California State Water Resources Control Board (SWRCB), Sacramento, CA.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2012). *Glosario general de términos del desarrollo de la base metodológica para el Inventario Nacional de Humedales de México*. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165389/Glosario\\_de\\_T\\_rminos.pdf?utm\\_content=buffer1798e&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165389/Glosario_de_T_rminos.pdf?utm_content=buffer1798e&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer)
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2014). *Estadísticas del agua en México*. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (22 de Junio de 2017). Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER)



Recuperado de <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-recuperacion-y-repoblacion-de-especies-en-riesgo-procer-113135>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (27 de Febrero de 2019) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación: participación social por el ambiente. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/areas-destinadas-voluntariamente-a-la-conservacion-participacion-social-por-el-ambiente-193042?idiom=es>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (s.f.). Anfibios. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/animales/anfibios/anfibios.html](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/anfibios/anfibios.html)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (Enero, 2007) El Ajolote Mexicano ( *Ambystoma mexicanum*) Legislación y Conservación. Trabajo presentado en Primer Seminario sobre el Ajolote de Xochimilco de CONABIO. Distrito Federal, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2011). Fichas de especies prioritarias. Ajolote Mexicano (*Ambystoma mexicanum*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], (1998). *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/divBiolMexEstPais98.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2016. *México Megadiverso*. Recuperado de <http://www.paismaravillas.mx/assets/pdf/libros/libroMexicomegadiverso.pdf>

Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (20 de Julio de 2018). Apoya CONAFOR hábitat del ajolote en el EDOMEX. Recuperado de <https://www.gob.mx/conafor/prensa/apoya-conafor-habitat-del-ajolote-en-el-edomex>

Congreso de la Unión (28 de Enero de 1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_050618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf)

Congreso de la Unión. (3 de Julio de 2000). Ley General de Vida Silvestre. México. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146\\_190118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf)

Congreso de la Unión. (30 de noviembre de 2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas. México. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_ANP.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf)

Congreso de la Unión. (24 de Julio de 2007). Ley General de Pesca y Acuicultura de Sustentables. México. Recuperado de







03382016000300002&lng=es&tlng=es.

- Flores Villela, O. A. (1991). Análisis de la distribución de la herpetofauna de México. (Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México), México.
- Frankham, R., Ballou, J.D. and Briscoe, D.A. (2002) *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gaceta Municipal de Jiquipilco. (2016). Plan de Desarrollo Municipal de Jiquipilco 2016-2018. Recuperado de <http://www.jiquipilco.gob.mx/des%20municipal/DESARROLLO%20MUNICIPAL.pdf>
- Gonzalez Carmona, E., García López, I. E., & González López, S. (Octubre, 2011). *La Educación Ambiental en el currículum de las Ciencias Ambientales, un camino de formación hacia la sustentabilidad*. Trabajo presentado en el 11° Congreso Internacional Retos y expectativas de la Universidad. Tabasco, México.
- Gutiérrez, N. (18 de Julio de 2014). Calidad del Agua en la Acuicultura. *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Recuperado de <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-acuicola-y-pesquero-e-inocuidad/519>
- Halliday, T. & Kraig, A. (2007). *La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles*. Madrid, España: Libsa.
- HANNA. (10 de abril de 2018). Parámetros importantes para medir en acuicultura. Recuperado de: <https://hannainst.com.mx/boletines/analisis-de-agua-boletines/parametros-importantes-a-medir-en-acuicultura/>
- Henk A. M. J. Ten Have (comp.) (2010). Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)
- Herrera Izaguirre, J. A., Hernández Contreras, F., Barrientos, A., Gaona, T., & Reyes, D. (2010). Conservación ambiental: Análisis del Código para el Desarrollo Sustentable del estado de Tamaulipas. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 43(127), 325-346. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0041-86332010000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332010000100010&lng=es&tlng=es)
- Hernández Navarrete, R. (1997). Monografía municipal de Jiquipilco. Toluca, Estado de México: Instituto Mexiquense de Cultura, Asociación Mexiquense de Cronistas Municipales, A.C.
- Huacuz-Elías, D. C. (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. Secretaría de Recursos Naturales. Morelia, Michoacán.
- Idyll, C.P. 1974. Capacitación en Acuicultura: México. Progr. De Invest. Y Fom. Pesq. México/PNDU/FAO. Contribuciones al estudio de las pesquerías en México. CEPM:12. Recuperado de:



<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC596S/AC596S00.htm#TOC>

Instituto de Investigación e Información Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México [IGECEM]. (2015). Información para el plan de desarrollo, Jiquipilco.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los estados Unidos Mexicanos. Jiquipilco, México. Recuperado de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/15/15047.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15047.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, octubre 2015. Recuperado de <http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp>

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED]. (s.f.) Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15047a.html>

Inventario Nacional de Humedales [INH]. (2012). Glosario general de términos del desarrollo de la base metodológica para el inventario nacional de humedales en México. México. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102189/Glosario\\_de\\_T\\_rminos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102189/Glosario_de_T_rminos.pdf)

IUSS Working Group WRB. (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Jiménez Jiménez, O., Cruz Aviña, J. R., Arzate Ramírez, E., Figueroa Lucero, G. & Casas Andreu, G. (2017). Conservación ex situ de poblaciones en riesgo de ajolotes (*Ambystoma spp.*) del Estado de Puebla, México. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*. 8(18). 1-10. Recuperado de [http://cmas.siu.buap.mx/portal\\_pprd/work/sites/rlac/resources/LocalContent/97/2/8\(18\)-1.pdf](http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/rlac/resources/LocalContent/97/2/8(18)-1.pdf)

Ledezma Mora, J. A. (2013). *Estrategia para la conservación in-situ para Ambystoma lermaense*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma del Estado de México. Estado de México, México.

Leopold, A. (1966) *A sand county almanac with essays on conservation from round river*. United States: Ballantine Books.

Lezama, J. L. (2001). El medio ambiente como construcción social: reflexiones sobre la contaminación del aire en la Ciudad de México. En *Estudios Sociológicos [en línea]*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59819202>

López Arenas, M. C. (2009). *Rescate y Restauración del Hábitat del ajolote (Ambystoma velasci) y Acocil (Cambarellus montesumae) en el embalse San Antonio Hueyotlipan, Tlax.* Tesis de grado. Universidad Autónoma Chapingo.



Chapingo, México.

- Lopez Rojo, A. (2009). Murray Bookchin: Comunalismo, Naturaleza, y Libertad Libre pensamiento. *Libre Pensamiento*. 62 (verano), 64-72. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5874945>
- Manjarrez, J. 2000. Diversidad, perspectivas y problemática de los anfibios y reptiles del Estado de México. *Cultus*. 1(2):45-51
- Maruscana, Fray R. (1995). *Bestiario de Indias. Antología de Marco Antonio Urdapilleta M.* Edo. De México, México: Facultad de Humanidades, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Mateos Higuera, S. (1992). *Enciclopedia gráfica del México antiguo: Los dioses supremos*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Medellín Legorreta, R. A. (2014). "Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales". Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México, D.F. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/doctos/presentacion.html>
- Mena González, H., Servín Zamora, E. (2014). Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma Mexicanum*). México: Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto Nacional de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: [http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/manual\\_axolotes.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/manual_axolotes.pdf)
- Mendoza, B. E. (2013). *Leyendas de los antiguos mexicanos*. México: Editores Mexicanos Unidos, S.A.
- Molina Vázquez, A. H. (2010). El ajolote de Xochimilco. *Ciencias* 98, abril-junio, 54-59. Recuperado de: <http://www.revistaciencias.unam.mx/es/99-revistas/revista-ciencias-98/645-el-ajolote-de-xochimilco.html>
- Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro. Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Naess, A. (1989). *Ecology, Community and Lifestyle: Outline of an Ecosophy*. Rothenberg, D. (trans.) Cambridge: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511525599
- Noguera Urbano, E. A. (2017) El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 33(1), 89-107.
- Océano Grupo Editorial. (1999). *Guías visuales Océano: Anfibios y Reptiles*. Barcelona, España.
- Ochoa Ochoa, L.M. & Flores Villela, O. (2006) Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM CONABIO, México, D.F.: 211pp



- Ojeda, O., & Sánchez, V. (1985). La cuestión ambiental y la articulación sociedad-naturaleza. *Estudios Sociológicos De El Colegio De México*, 3(7), 25-46. Recuperado de <https://estudiossociologicos.colmex.mx/index.php/es/article/view/1170>
- Orozco Hernández, M. E., Farfán Escalera, R. & Gutiérrez Sánchez, D. L. (2011). Desempeño ambiental de los recursos naturales en comunidades rurales, Estado de México. *Investigaciones geográficas*, (76), 84-103. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112011000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112011000300007&lng=es&tlng=es).
- Otto Parrodi, E. S., (1999). Conservación del ajolote (*Ambystoma mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco. Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J087. México D. F.
- Orr, R. J. (1980). *Biología de los vertebrados*. [Traducido al español de Vertebrate biology México], México: Interamericana.
- Osorio, L. A. Determinación de la respuesta funcional del Ajolote *Ambystoma mexicanum* y modelación de su dinámica de crecimiento en presencia de Tilapa” Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. 2013.
- Ovando, M. (2013). La acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, 2 (3), 61-80. doi: 10.31644/IMASD.3.2013.a04
- Parra Olea, G., Flores Villela, O. & Mendoza Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S460-S466, DOI: 10.7550/rmb.32027.
- Parra Olea, G. , Zamudio, K. R., Recuero, E. , Aguilar Miguel, X. , Huacuz, D. , Zambrano, L. & Reed, D. (2011), Conservation genetics of threatened Mexican axolotls (*Ambystoma*). *Animal Conservation*, 15(1): 61-72. doi:10.1111/j.1469-1795.2011.00488.x
- Paz Salinas, M. F. (2008). De áreas naturales protegidas y participación: convergencias y divergencias en la construcción del interés público. *Nueva antropología*, 21(68), 51-74. Recuperado en 14 de agosto de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-06362008000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362008000100004&lng=es&tlng=es)
- Pérez, R., Jaramillo, F., Muñiz, A. M., Torres, M.G. (1995). *Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México*. México: CONABIO.
- Pérez, J. D. 2003. Entre la explotación y la conservación de los recursos naturales: el movimiento conservacionista americano en la segunda mitad del siglo XIX. *Historia Actual On-Line*. 1 (Primavera). 57-65. Recuperado de: <http://www.hapress.com/haol.php?a=n01a05>
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En:





¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: 27-81.

Piñero, D., *et al.* (2008). La variabilidad genética de las especies: aspectos conceptuales y sus aplicaciones y perspectivas en México. *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México. 415-435.

Poder Ejecutivo del Estado. (08 de febrero de 1975). Parque Estatal "Lic. Isidro Fabela". [Decreto 183, 1975]. Recuperado de: [http://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PE-12%20LIC\\_%20ISIDRO%20FABELA\(DT\).pdf](http://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/PE-12%20LIC_%20ISIDRO%20FABELA(DT).pdf)

Quintero-Soto, M. L., Fonseca, C. y Garrido-Segura, J. F. (2008). "Revisión de las corrientes teóricas sobre el medio ambiente y los recursos naturales". En *Revista Digital Universitaria*, 9(3). Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art13/int13.html>

Ramsar (2015). Glosario de términos empleados en el Marco estratégico. Recuperado de: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/glossary\\_strategic\\_framework\\_sp.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/glossary_strategic_framework_sp.pdf)

Robles Mendoza, C., García Basilio, C. E., y Vanegas Pérez, R. C. (2009). Maintenance media for the axolotl *Ambystoma mexicanum* juveniles (Amphibia: Caudata). *Hidrobiológica*, 19(3), 205-210. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972009000300003&lng=es&tlng=.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972009000300003&lng=es&tlng=)

Saavedra, D. (9 de marzo de 2015) Proyectan crear arca para ajolotes. *Fondo de Cultura Económico*. Recuperado de: [http://www.fondodeculturaeconomica.com/Editorial/Prensa/Detalle.aspx?id\\_desplegado=69652](http://www.fondodeculturaeconomica.com/Editorial/Prensa/Detalle.aspx?id_desplegado=69652)

Sachs, I. (1974) "Ambiente y estilo de desarrollo", *Comercio Exterior*, XXIV. 360-368.

Salinas P. G. M. 2000. Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre. [En línea]. Recuperado de <http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/.../AprovechamientoSustentableDe>.

Salinas, J. (2003). *Comunidades Virtuales y Aprendizaje Digital. Ponencia en Edutec 03*. "VI Congreso Internacional de Tecnología Educativa y Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación". 199-228. Madrid: Ed. Síntesis

Sánchez y Gándara, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. México: Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla A. C.

Sansz Esquerro, J. J. (2005). Regenerator: La medicina del futuro. *Nexociencia*. Recuperado de [https://www.unirioja.es/ensaya/archivos/ediciones%20anteriores/textos\\_%20premiados/regenerator.pdf](https://www.unirioja.es/ensaya/archivos/ediciones%20anteriores/textos_%20premiados/regenerator.pdf)



- Secretaría de Desarrollo Social. [SEDESOL]. (2013). Catálogo de localidades. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=clave&campo=mun&valor=15>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2012). Obras de excedencias. Recuperado de [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA\\_OBRAS%20DE%20EXCEDENCIAS.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA_OBRAS%20DE%20EXCEDENCIAS.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. 2009. Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre. Primera edición. Coordinación General de Educación y Capacitación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] Diario Oficial de la Federación. (2010). Norma oficial Mexicana "Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo" [NOM-059-SEMARNAT-2010]. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5173091](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091)
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (s.f.). Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social. México: CONEVAL. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42678/Mexico\\_047.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42678/Mexico_047.pdf)
- Segrelles Serrano, J. A. (2013). Conservación Ambiental y Aprovechamiento Agropecuario: El caso del parque natural agrario "Los carrizales". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. (62). 295- 316 Recuperado de <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/carrizales.pdf>
- Semanario de la UAM. Órgano informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. (2016). *CIBAC, único espacio de producción masiva de crías de ajolote en el mundo*. XXII(24). (4-5) Recuperado de: [http://www.uam.mx/semanario/xxii\\_24/files/assets/common/downloads/xxii\\_24.pdf](http://www.uam.mx/semanario/xxii_24/files/assets/common/downloads/xxii_24.pdf)
- Shaffer, H.B., Flores-Villela, O., Parra-Olea, G. & Wake, D. 2008. *Ambystoma granulatum*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008: e.T59058A11877234. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T59058A11877234.en>
- Soule, M. E. & Wilcox, B. A. (1980) Conservation Biology, An Evolutionary-Ecological Perspective. [ed.(s)] *Sinauer Associates*. Sunderland: Massachusetts.
- Taguenca, J. A., & Vega, M. R. (Enero-junio de 2012). Técnicas de investigación social. *Revista de investigación en ciencias sociales y humanidades, nueva época*, 1(1), 58-94. Recuperado de





<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/7465/>

- Taylor, E.H. (1994) A new ambystomid salamander from the Plateau Region of Mexico. *The University of Kansas Science Bulletin* 30(5). 57-61.
- Trejo Sánchez, J. A., Arriaga Álvarez, E. G. (2009). Memoria colectiva: vida lacustre y reserva simbólica en el Valle de Toluca, Estado de México. *Convergencia*, 16(50), 303-321. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352009000200012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352009000200012&lng=es&tlng=es).
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (s.f.) Recuperado de <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida>
- Urquidi, V. (1998). Economía ambiental: una aproximación. *Comercio Exterior*. 48(12). 951-955. Recuperado de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/sp/articleReader.jsp?id=1&idRevista=353>
- Vásquez Quispesivana, W. Talavera Núñez, M. y Inga Guevara, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) jaulas flotantes en la laguna Arapa - Puno. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 82(1), p.15-28.
- Velarde Mendoza, T. (2011). *Importancia Ecológica y Cultural de una Especie Endémica de Ajolote (Ambystoma dumerilii) del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. (Tesis de grado, Universidad Autónoma de México).
- Vila Riquelme, C. (2001) Ideología de la conquista en América Latina: entre el axolotl y el ornitorrinco. España: Ediciones Nobel Oviedo
- Vitt, J. L. & Calwell, J. P. (2013). *Herpetology An introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 4th ed. United States: Academic Press.
- Yang, T (2010) Hacia una ética ambiental global igualitaria. En Henk A. M. J. ten Have (ed.) *Ética ambiental y políticas internacionales ediciones*. (25 - 49) Francia: UNESCO
- Zambrano González, L., Reynoso, V. H. y Herrera, G. (2003). Abundancia y estructura poblacional del axolotl (*Ambystoma mexicanum*) en los sistemas dulceacuícolas de Xochimilco y Chalco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AS004. México D. F.



