
Contribución al estudio de la ictiofauna del Lago de San Gregorio Atlapulco y canales de Xochimilco.

Contribution to the study of the ichthyofauna of San Gregorio Atlapulco lake and Xochimilco channels.

¹Gabriela Vázquez Silva, ¹Fernando C. Arana Magallón, ¹Laura G. Núñez García, ¹Anayeli Martínez Santiago y ²Juan R. Cruz Aviña.

¹Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calz. del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Ciudad de México. C. P. 04960. Tel. 01(55)54837000 ext. 3265. Correo e: gabyvsmx@gmail.com; gavaz@correo.xoc.uam.mx.

²Planta Experimental de Producción Acuícola. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México. C.P. 09340

RESUMEN. La Zona Lacustre de Xochimilco pertenece al ecosistema acuático remanente de la Cuenca de México, el cual alberga una gran diversidad biológica y endemismos de peces por las regiones biogeográficas en la que se encuentra. Esta área natural se encuentra incluida como humedal de importancia internacional como patrimonio natural. Sin embargo, la pérdida del hábitat, contaminación e introducción de especies alóctonas han ocasionado la extinción, extirpación o vulnerabilidad de la ictiofauna. Los reportes sobre la ictiofauna de Xochimilco son escasos y es importante actualizar los estudios constantemente debido a las continuas introducciones de especies exóticas que se van agregando al ecosistema. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue identificar la riqueza y abundancia de peces en los canales de Xochimilco y Lago de Conservación de Vida Silvestre de San Gregorio Atlapulco durante el primer trimestre de 2017. La colecta de peces se realizó por el método de captura por unidad de esfuerzo, asimismo se colectó y fijó la fauna de acompañamiento. Los parámetros fisicoquímicos prevalecientes en las estaciones fueron registrados. Los resultados indicaron una riqueza de cuatro especies para el Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco y de nueve para los canales de Xochimilco. En el lago, la mayor abundancia se encontró con la tilapia *Oreochromis* spp. (60%), seguida del mexcalpique *Girardinichthys viviparus* (36%), donde esta última únicamente fue registrada en el lago de conservación. La fauna de acompañamiento fue más diversa en los canales de Xochimilco. Se puede concluir que el lago de conservación

Recibido: Agosto, 2017.

Aprobado: Octubre, 2017

presenta características adecuadas para especies sensibles como el mexcalpique, godeído extirpado de los canales de Xochimilco.

ABSTRACT. The Lake Zone of Xochimilco belongs to the remaining aquatic ecosystem of the Mexico Basin, which houses a great biological diversity and endemism of fish by the biogeographic regions in which it is found. This natural area is included as a wetland of international importance as a natural heritage. However, habitat reduction, contamination and introduction of alien species have led to the extinction, extirpation or vulnerability of the ichthyofauna. Reports on the ichthyofauna of Xochimilco are scarce and it is important to update the studies constantly due to the continuous introductions of exotic species that are being added to the ecosystem. Therefore, the objective of the present work was to identify the richness and abundance of fish in the channels of Xochimilco and Lake of Conservation of Wildlife of San Gregorio Atlapulco during the first quarter of 2017. The collection of fish was realized by the capture method per unit of effort, and the associated fauna was collected and fixed. The physicochemical parameters prevailing at the stations were recorded. The results indicated a richness of four species for the Conservation Lake of San Gregorio Atlapulco and nine for the channels of Xochimilco. In the lake, the highest abundance was found with tilapia *Oreochromis* spp. (60%), followed by the mexcalpique *Girardinichthys viviparus* (36%), where the latter was only recorded in the conservation lake. The accompanying fauna was more diverse in the channels of Xochimilco. It can be concluded that the conservation lake presents characteristics suitable for sensitive species such as mexcalpique, goodeid extirpated of the channels of Xochimilco.

Palabras claves: abundancia, Ciudad de México, humedales, peces silvestres, riqueza.

Keywords: abundance, Mexico City, richness, wetlands, wild fish.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre la estructura de las comunidades ictiofaunísticas son fundamentales para el conocimiento de la biodiversidad, evaluación de impacto ambiental, estudios biogeográficos, ya que provee criterios para la toma de decisiones en el manejo sustentable

de los ecosistemas acuáticos y con ello poder formular estudios de conservación (López-Martínez y col., 2010). Por otro lado, los registros de la ictiofauna en un hábitat aportan información sobre el estado del ecosistema, debido a que la presencia de una especie en particular demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio; mientras que, su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones, funcionando dicha especie como un indicador biológico de la calidad del agua (Vázquez Silva y col., 2006). La Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX) comprende un sistema de canales, lagunas y humedales remanentes de un gran ecosistema lacustre de la Cuenca de México, donde se encuentran terrenos de chinampería dedicados principalmente al cultivo de hortalizas, pero por su pérdida de vocación se llevan actividades de ganadería, además de los asentamientos humanos (Bojórquez y Arana, 2014). Este ecosistema es considerado un área natural protegida por decreto presidencial (DOF, 1992) e internacionalmente se encuentra incluido en la lista de humedales de importancia internacional por la Convención Ramsar desde 2004 y reconocido como Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la Humanidad por la UNESCO desde 1987 (DGCORENA, 2011; Salazar y col., 2014). La ubicación dentro de la transición de las regiones biogeográficas: Neártica y Neotropical de este ecosistema propició un conjunto de características que favorecieron el establecimiento de una gran diversidad biológica de plantas, invertebrados, anfibios y una extensa variedad de peces endémicos (De la Vega, 2003; Domínguez-Domínguez y Pérez-Ponce, 2007). Sin embargo; la desecación de los lagos, extracción del agua de manantiales, reducción del hábitat por la urbanización, actividades antropogénicas, contaminación e introducción de especies alóctonas (cíclidos y ciprínidos, entre otras) han ocasionado la extinción, extirpación o riesgo de extinción de un alto número de la ictiofauna original como el caso de los ciprínidos nativos, aterínidos y godeidos (Bojórquez y Arana, 2014). Los reportes sobre la ictiofauna de Xochimilco son escasos, por lo que es importante actualizar los estudios constantemente debido a las continuas introducciones de especies exóticas que se van agregando al ecosistema. Por lo que, el objetivo del presente trabajo fue identificar y estimar la riqueza y abundancia de peces en el Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco y canales de Xochimilco durante el primer trimestre de 2017.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área natural protegida Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco cuenta con la categoría de zona sujeta a conservación ecológica (DOF, 1992) y se encuentra localizada en el área centro y norte de la Delegación Política de Xochimilco, y en la parte sur de la Ciudad de México. La zona de estudio presenta un clima templado con sequías invernales y precipitaciones abundantes en finales de primavera y verano (Cw de Köppen), con

temperatura media anual de 11° C y precipitaciones de 878.9 mm en años secos a 2873mm en años húmedos (Salazar y col., 2014). Se establecieron cinco puntos de muestreo, dos para San Gregorio Atlapulco y tres para los canales de Xochimilco (Figura 1), en cada estación se registró la ubicación (GPS, Global Positioning System; Garmin 72H) y variables estructurales del hábitat (García-Jalón y col., 1993) como se muestra en la tabla 1.



Figura 1. Zona de muestreo en el área natural protegida Ejidos de Xochimilco y Lago de San Gregorio Atlapulco, Ciudad de México. Las estaciones E1 y E2 corresponden al lago; Laguna de Tlilac, Canal del Laberinto y Canal del Bordo pertenecen al sistema de canales (Imagen tomada de google maps y modificado).

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo y características del área de estudio en la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México.

Características	Lago de Conservación San Gregorio Atlapulco		Canales de Xochimilco		
	Estación 1	Estación 2	Laguna de Tlilac	Canal laberinto	Canal del bordo
Coordenadas	19°16'31.0"N 99°03'44.2" W	19°16'05.0"N 99°03'30.5" W	19°17'32" N 99°5'39.2" W	19°16'51.3" N 99°6'29.3" W	19°17'8.1" N 99°5'4.7" W
Formación de burbujas por el sedimento	no	no	no	sí	no
Turbidez	baja	baja	media	media	media
Color	verde	verde	verde- oscuro	verde- oscuro	verde- oscuro
Olor	ausente	ausente	azufre		azufre
Sedimento negro	en el fondo	en el fondo	en el fondo	en el fondo	en el fondo
Vegetación	emergente, sumergida, riparia	emergente, sumergida, riparia	flotante, emergente, sumergida, enraizada, algas filamentosas, riparia	flotante, emergente, sumergida, enraizada, algas filamentosas, riparia	flotante, emergente, sumergida, enraizada, algas filamentosas, riparia
Fauna	invertebrados	invertebrados	invertebrados	invertebrados	invertebrados
Actividades antropogénicas	agrícola	agrícola	agrícola y pecuaria	agrícola y pecuaria	agrícola y pecuaria

Captura de organismos

La colecta de peces se realizó mediante redes de cuchara (base metálica de 1.5 m longitud; 50 y 70 cm de diámetro), por el método de captura por unidad de esfuerzo en número de individuos por especie (20 lances por 30 minutos de captura en cada estación) (Margalef, 1995; Berasain y col., 2005). El número de ejemplares obtenidos fue registrado en cada estación y posteriormente, éstos se fijaron en frascos con formol al 10% previamente, con excepción de las especies en alguna categoría de riesgo; asimismo se colectó y conservó en alcohol al 70% la fauna de acompañamiento. La identificación del material biológico se realizó en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la UAM Xochimilco con el apoyo de claves taxonómicas (Álvarez, 1970; Needham y Needham, 1962). Se realizaron recambios de alcohol y formol del material biológico para evitar su deterioro (Mesa y Bernal, 2005).

Registro de parámetros fisicoquímicos

En cada sitio se registraron la temperatura (termómetro de cubeta), transparencia (disco de Secchi), oxígeno disuelto (Oxímetro electrónico, YSI5512), pH (potenciómetro Hanna Instruments, HI98128), para las muestras de nutrientes y dureza del agua se tomó mediante una botella Van Dorn, estos parámetros fueron determinados con un fotómetro (multiparamétrico Hanna HI83203-01) (APHA, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron una riqueza específica de cuatro especies para el Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco distribuidas en dos órdenes, y de ocho para los canales de Xochimilco (Tabla 2). El índice de diversidad de Margalef fue de 0.46 para el lago y de 1.05 para los canales obtuvo. El índice de Shannon registró una diversidad de 0.80 y 1.25 para el lago y canales respectivamente.

Tabla 2. Presencia de ictiofauna de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Lago de Conservación San Gregorio Atlapulco		Canales de Xochimilco		
				Estación 1	Estación 2	Laguna Tlilac	Canal Laberinto	Canal del Bordo
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa común	-	-	+	+	+
Cyprinodontiformes	Goodeidae	<i>Girardinichthys viviparus</i>	mexcalpique, apeto	+	+	-	-	-
		<i>Goodea atripinnis</i>	burrito	-	-	+	+	+
	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i>	guatopote del Lerma	+	+	-	-	-
		<i>Poeciliopsis gracilis</i>	guapote jarocho	-	-	+	+	-
		<i>Heterandria bimaculata</i>	guapote manchado	-	-	+	+	+
		<i>Xiphophorus variatus</i>	platy	-	+	+	+	+
<i>Xiphophorus helleri</i>	cola de espada	-	-	+	+	+		
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Chirostoma jordani</i>	charal	-	-	+	+	+
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	tilapia	+	+	+	+	+

(+) indica presencia; (-) indica ausencia

Para la Zona Lacustre de Xochimilco, en general, se registró una riqueza específica de 10 especies de peces distribuidas en cuatro órdenes y cinco familias durante el primer trimestre del año, que a diferencia de lo reportado por Bojórquez y Arana (2014) representa un 50% de las especies enlistadas para este sistema lacustre. En cuanto a las especies originales sólo se reportó el 30% de peces nativos, endémicos (*Chirostoma jordani*, *Goodea atripinnis* y *Girardinichthys viviparus*) de los 11 enlistados en la zona por Arana y col. (2006), dentro de los cuales, las poblaciones de *G. viviparus* están en peligro de extinción (DOF 2010,) y las del género *Chirostoma* han disminuido en todo el país (Rojas, 2013). En contraste se registró un 70% de especies introducidas en este ecosistema, como el caso de *P. infans* del cual no se encontraron antecedentes de su existencia en Xochimilco, siendo los embalses del Estado de México y el sistema Lerma-Santiago los sitios más cercanos en el que se ha registrado (De la Lanza-Espino y col., 2011; Pérez y col., 2014), y su aparición puede deberse a alguna introducción accidental por el gran desarrollo que en los últimos años ha tenido el acuarismo, actividad que de no ser gestionada adecuadamente, interviene negativamente con la introducción de especies acuáticas exóticas e invasoras que ha ocasionado la extinción de alrededor del 60% de los peces mexicanos (Contreras-MacBeath y col., 2014).

En el tabla 3 se muestra que la mayor abundancia para el lago de conservación se encontró en la tilapia *Oreochromis spp* (60%), seguida de mexcalpique endémico (mexcalpique o apeto) *Girardinichthys viviparus* (36%) y el resto estuvo compuesto por dos especies de poecílidos (*Poeciliopsis infans* y *Xiphophorus variatus*); de igual forma, la tilapia *Oreochromis niloticus* fue la especie más abundante (51%) para los canales de Xochimilco,

seguida de charal (*Menidia* o *Chirostoma jordani*) (32%), ciprínidos *Cyprinus carpio* (3.2%), poecílidos (*Poeciliopsis gracilis*, *Heterandria bimaculata*, *Xiphophorus helleri* y *X. variatus*) (13%) y godeídos como *Goodea atripinnis* (0.3%).

Tabla 3. Abundancia en número de organismos de la ictiofauna presente en la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Lago de Conservación San Gregorio Atlapulco	Canales de Xochimilco
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa comun	0	25
Cyprinodontiformes	Goodeidae	<i>Girardinichthys viviparus</i>	mexcalpique, apeto	233	0
		<i>Goodea atripinnis</i>	burrito	0	2
	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i>	guatopote del Lerma	22	0
		<i>Poeciliopsis gracilis</i>	guapote jarocho	0	47
		<i>Heterandria bimaculata</i>	guapote manchado	0	31
		<i>Xiphophorus variatus</i>	platy	1	7
		<i>Xiphophorus helleri</i>	cola de espada	0	12
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Chirostoma jordani</i>	charal	0	243
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	tilapia	385	384
Σ = Total de individuos				$\Sigma=641$	$\Sigma=751$

De acuerdo a los índices de diversidad, el sistema lacustre presentó baja variabilidad de especies, ya que de acuerdo con Moreno (2001), para que se considere a un ecosistema diverso el índice de Shannon debe ser mayor a 3. Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio no reflejan el total de los peces que podrían encontrarse en el lago de conservación, por ejemplo, las poblaciones de *G. viviparus* de 2003 a la fecha, se han encontrado escasamente en San Gregorio Atlapulco; mientras que, en los Canales de Xochimilco no se han reportado desde hace 13 años (Cruz y Rodríguez, 2004). Al respecto, *G. viviparus* es el primer pez mexicano, descrito por un mexicano (Miller, 2005), especie endémica de la fauna mexicana que es la única nativa de su familia que se encuentra en el Valle de México (Navarrete y col., 2003; Bojórquez y Arana, 2014). La presencia de esta especie de godeído en el Lago de Conservación resalta que, las condiciones en este sistema acuático podrían ser más favorables para la vida silvestre a diferencia de los canales de Xochimilco, posiblemente porque se trata de un sistema que no está interconectado al sistema de canales, que presenta un bajo impacto antropogénico y la posibilidad de introducción de especies exóticas o invasoras es más reducida. Respecto a lo anterior, la introducción de especies no nativas es una problemática a nivel nacional, ya que como lo mencionan Contreras-MacBeath y col. (2014), algunas de las especies exóticas pueden considerarse como invasoras y estar asociadas a la pérdida de la biodiversidad,

independientemente de que hayan sido introducidas de forma intencional o accidental. Sumado a esto, la introducción intencional de especies exóticas o invasoras de interés comercial, ya sea de acuicultura de ornato o de consumo humano, puede intervenir significativamente no sólo en las extinciones de poblaciones de peces nativos, sino ocasionar problemas graves en materia de sanidad acuícola (Lango y col., 2012). Para el centro del país, Contreras-MacBeath y col. (2014) mencionan que las especies invasoras *Oreochromis* spp y *C. carpio* fueron introducidas para actividades de acuicultura y pesca, mientras que, *P. gracilis*, *H. bimaculata* aparecieron de manera accidental y, *X helleri* y *X. variatus* intencionalmente para ornato. En particular, la notable presencia y abundancia de la tilapia *Oreochromis* spp que se capturó en la zona de muestreo denota que se encuentra de forma regular, debido a que es una especie con intensos períodos reproductivos y desoves de hasta 16 veces por año dependiendo de las condiciones climatológicas como lo mencionan Bojórquez y Arana (2014). Estos cíclidos del género *Oreochromis* spp son los de mayor distribución en el país y se consideran como peces invasores (Okolodkov y col., 2007; Contreras-MacBeath y col., 2014) que desplazan a la ictiofauna autóctona por diversos factores. Otro de los aspectos de la tilapia es su territorialidad, que va desplazando a las especies nativas, principalmente por competencia de fuentes de alimentación, modificación del hábitat y alta adaptabilidad, dominando así mayor extensión en el hábitat (Zambrano y col., 2010; Bojórquez y Arana, 2014).

La tabla 4 muestra los valores de los parámetros fisicoquímicos para los canales de Xochimilco y lago de conservación. En específico, la temperatura del lago de conservación varió en un grado centígrado, mientras que, en los canales de Xochimilco la fluctuación más alta fue de 3°C. Los valores de pH fueron más altos en el Canal del Bordo (8.2) y lago de conservación (8.1); mientras que, en el resto de los canales fue menor a ocho.

Tabla 4. Condiciones fisicoquímicas prevalecientes en los sitios de muestreo de Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México.

Parámetros	Lago de Conservación		Canales de Xochimilco		
	San Gregorio Atlapulco		Laguna de Tlalac	Canal Laberinto	Canal del bordo
	Estación 1	Estación 2			
Transparencia (cm)	41	23	40	54	44
Profundidad (cm)	143	104	57	91	80
Temperatura (°C)	23	22	24	22	25
pH	8.10	8.11	7.05	7.20	8.23
Nitritos (mg/l)	0.1	0,1	0.9	1.6	0.8
Nitratos (mg/l)	0.1	0,1	1.1	14.2	15
Amonio (mg/l)	0.1	0,1	0.1	0.6	0.1
Fosfatos (mg/l)	5.0	2.5	5	5.0	2.5
Dureza (mg/l)	312	280	140	160	160

En general, las variables fisicoquímicas del agua mostraron variaciones marcadas entre el Lago de San Gregorio y la zona de canales, como corresponde a las concentraciones de nitritos y amonio, que en el caso de los canales se acercan más a los niveles tóxicos (Boyd, 1979); mientras que la dureza fue mayor en el lago que en los canales, por tratarse de un cuerpo acuático aislado con aporte de agua de lluvia únicamente. Los fosfatos tuvieron una concentración similar en el lago y los canales, las cuales fueron relativamente altas. Dentro de los parámetros más relevantes que pueden afectar la supervivencia y el crecimiento de una población de peces se encuentran la temperatura, oxígeno disuelto, amonio tóxico, ácido sulfhídrico y nitritos como lo mencionan Figueroa y Palafox (1998). Por ejemplo, la temperatura se relaciona con la estabilidad de masas de agua y el metabolismo biótico, su influencia depende de la especie y del organismo en sí, en este trabajo se reportaron temperaturas desde 20°C a 25°C, durante los primeros meses del año. De acuerdo con Boyd (1979), la temperatura tiene influencia en la concentración de oxígeno disuelto, ya que el incremento de ésta es inversamente proporcional a la cantidad de oxígeno disuelto.

En la tabla 5 se muestra la fauna de acompañamiento colectada en el ecosistema lacustre, siendo los canales de Xochimilco los que reportaron más variedad de macroinvertebrados, con siete especies; en tanto que, para el lago de conservación sólo se reportaron tres géneros. Cabe remarcar que de los géneros encontrados ninguno está clasificado como organismo tolerante a la contaminación, a excepción del crustáceo *Argulus* spp.

Tabla 5. Presencia de macroinvertebrados como fauna de acompañamiento de la ictiofauna de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México.

Orden	Familia	Género	Grado de tolerancia a la contaminación	Lago de Conservación		Canales de Xochimilco		
				Estación 1	Estación 2	Laguna de Tlac	Canal laberinto	Canal del bordo
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	facultativo	+	+	+	+	+
	Coenagrionidae	<i>Enallagma</i>	facultativo	+	+	+	+	+
Coleoptera	Dysticidae	<i>Cybiester</i>	facultativo	+	+	+	+	+
		<i>Gyrinus</i>	intolerante	-	-	+	+	+
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Lethocerus</i>	facultativo	-	-	+	+	+
	Notonectidae	<i>Notonecta</i>	intolerante	-	-	+	+	+
Arguloidea	Argulidae	<i>Argulus</i>	tolerante	-	-	+	+	+

criterios de grado de tolerancia según Lanza-Espino y Hernández (2000)

En cuanto a la fauna de acompañamiento, los macroinvertebrados registrados en el presente estudio aportan información valiosa debido a que, de manera indirecta dan un diagnóstico de la calidad del agua en los sistemas acuáticos (Vázquez y col., 2006), además de constituir una fuente importante de alimentación para las comunidades ícticas de la Zona Lacustre de Xochimilco. En general se enlistaron siete especies de macroinvertebrados, de los cuales el 57% son facultativas, es decir que, pueden habitar tanto ambientes contaminados como hábitats con buena calidad del agua (De la Lanza-Espino y col., 2011), en ambas zonas, lago de conservación y canales, se encontraron sólo dos especie intolerantes a la contaminación (*Gyrinus* sp y *Notonecta* sp) y *Argulus* sp un crustáceo ectoparásito de peces y vector de nematodos parásitos (May-Tec y col., 2013) que posiblemente podría ser considerado como bioindicador (Vidal-Martínez y Wunderlich, 2017).

La cantidad y número de especies de peces y macroinvertebrados colectados está influenciada por las características presentes en el agua y directamente por los impactos que el sistema ha experimentado. En general se puede decir que, las condiciones de calidad de agua en el lago de conservación son más favorables para la vida acuática a diferencia de los canales, siendo éstas una de las posibles causas de extinción o de extirpación de algunas especies de peces como es el caso de los ciprínidos endémicos y del godeído *G. viviparus* (Bojórquez y Arana, 2014), así como también de la disminución de anfibios. Por otra parte, la presencia de especies invasoras en este sistema acuático, como la tilapia (*Oreochromis* spp) y carpa (*Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*) es otra de las causas de dichas desapariciones, ya que estas especies han proliferado exitosamente (Zambrano y col., 2010; Contreras-MacBeath y col., 2014) y modificado el ambiente original, particularmente aumentando la turbidez, además de reducir la diversidad y abundancia de recursos alimentarios (Zambrano y col., 2010). La Zona Lacustre de Xochimilco es un ecosistema que aún persiste, aún con las diferentes actividades humanas que lo impactan, como la pérdida de vocación de los agroecosistemas chinamperos, cambio de actividades en el uso de suelo, introducción de especies alóctonas, distintas fuentes de contaminación, reducción del área natural protegida por el crecimiento de los asentamientos humanos; lo cual sugiere que el ecosistema muestra una alta resiliencia, que hace viable la supervivencia de distintas especies acuáticas, al menos en el Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco, y que a su vez se requieren esfuerzos de diferentes grupos de investigación para la creación de mecanismos a favor de la conservación de las especies acuáticas que aún permanecen en este sistema lacustre, no sólo desde el punto de vista de la ictiofauna, sino también abordando alternativas desde diferentes ámbitos.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el Lago de Conservación presenta características adecuadas para la supervivencia de especies sensibles a los cambios de hábitat, como el caso del mexcalpique, el cual actualmente se encuentra extirpado de los canales de Xochimilco. Esta condición es favorable siempre y cuando las autoridades puedan evitar el paso del agua del sistema de canales de San Gregorio Atlapulco hacia el lago. Las presencias de poblaciones de charal denotan que, aunque el ecosistema en los canales se encuentra alterado, la especie es capaz de adaptarse a la contaminación y competencia, no así el pescado blanco *Chirostoma humboldtianum* y *Chirostoma regani* que se encuentran extirpados de la Zona Lacustre de Xochimilco. El Lago de San Gregorio Atlapulco no presenta una gran diversidad de invertebrados como fauna de acompañamiento, sin embargo, denota baja actividad antropogénica la cual puede contribuir al menor impacto y a la presencia del mexcalpique, además de que este cuerpo de agua se formó a finales del siglo pasado por hundimiento y acumulación de agua de lluvia, por lo que se podría considerar como un cuerpo de agua de reciente formación. Las abundantes poblaciones de tilapia denotan una fuerte competencia con las especies originales del sistema lacustre. El presente estudio es un acercamiento al conocimiento actual de las especies que se encuentran en la Zona Lacustre de Xochimilco, sin embargo, es necesaria la continuidad de inventarios a largo plazo para tener un panorama más amplio de la situación actual de la ictiofauna de Xochimilco

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez del Villar, J. (1970). Peces mexicanos (claves). Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. P. 166. México.

American Public Health Association. APHA. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. American Public Health Association, Washington DC, 1220 p.

Arana, M.F.; Bojórquez, L.; Esquivel, A.; Moreno, C.; Soto, R. (2006). Informe final. Inicio del estudio poblacional de peces alóctonos, calidad del agua de canales y metales pesados en peces alóctonos, biorremediación en canales y capacitación a chinamperos en el manejo y engorda de ajolotes. Convenio UAM Xochimilco (CIBAC)-Delegación Xochimilco. México.

Berasain, G.E.; Colautti, D.C.; Remes, L.M.; Velasco, C.A. (2005). *Variaciones estacionales e históricas de las especies ícticas de la Laguna Chascomús*. *Biología Acuática*. 22:47-58

Bojórquez, C.L.; Arana, M.F. (2014). Peces de Xochimilco: Su ambiente y situación actual. Serie Académicos CBS Xochimilco. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. El Hombre y su Ambiente. P. 191. México D.F.

Boyd, C. E.; Romarire, R.P.; Johnson, E. (1979). *Water quality in cannel catfish production ponds*. *Environmental Quality*. 18:423-429.

Contreras-MacBeath, T.; Gaspar-Dillanes, M.T.; Huidobro-Campos, L.; Mejía-Mojica, H. (2014). Peces invasores en el centro de México. En *Especies acuáticas invasoras en México*. ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 413-424. México D.F.

Cruz, A.; Rodríguez, A. (2004). Estudios sobre la distribución y reproducción del mexcalpique *Girardinichthys viviparus* en el sistema lacustre de Xochimilco, México. En Memoria de resúmenes del IX Congreso Nacional de Ictiología. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ Sociedad Ictiológica Mexicana. Pp. 45. Villahermosa, México.

De la Lanza-Espino, G.; Hernández, P.S.; Carbajal, P.J. L. (2011). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdés Editores. Pp. 642. México, D.F.

De la Vega S. M. Y. (2003). *Situación de los peces dulceacuícolas en México*. *Ciencias*. 72: 20-30.

Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales. DGCORENA. (2011). Programa de manejo del área natural Protegida "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco". Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México. Pp. 72. México, D.F.

Diario Oficial de la Federación. DOF. (1992). Declaratoria que establece como zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico y se declara como área natural protegida, bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica, la superficie que se indica de los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, D. F. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4664640&fecha=07/05/1992

Diario Oficial de la Federación. DOF. (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010

Domínguez-Domínguez, O.; Pérez-Ponce de León, G. (2007). *Los goodeidos, peces endémicos del centro de México*. *CONABIO Biodiversitas*. 75: 12-15.

Figueroa, J. L. A.; Palafox, J. T. P. (1998). Calidad del agua en acuicultura. Ed. A.G.T. P. 236. México D.F.

García-Jalón, D.; Mayo, M.; Hervella F.; Barcelo E.; Fernández, T. (1993). Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Ed. Mundi-Prensa. 247 pp. Madrid, España

Lango R.F.; Castañeda-Chávez, M.; Zamora-Castro, J. E.; Hernández-Zárate, G.; Ramírez-Barragán, M. A.; Solís-Morán, E. (2012). *La acuariofilia de especies ornamentales marinas: un mercado de retos y oportunidades*. Latin American Journal of Aquatic Research. 40(1): 12-21.

López-Martínez, J.; Herrera, V.E.; Rodríguez, R.J.; Hernández, V.S. (2010). *Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón*. Biología Tropical. 58(3): 925-942.

Margalef, R. 1995. Ecología. Omega. 327, 814 pp.

May-Tec, A.L.; Pech, D.; Aguirre-Macedo, M.L.; Lewis, J.W.; Vidal-Martínez, V.M. (2013). *Temporal variation of Mexiconema cichlasomae (Nematoda: Daniconematidae) in the Mayan cichlid fish Cichlasoma urophthalmus and its intermediate host Argulus yucatanus from a tropical coastal lagoon*. Parasitology. 140(3): 385–395.

Miller, R. R. (2005). Freshwater fishes of Mexico. Ed. University of Chicago Press. P. 490. Chicago, E.U.A.

Mesa R.D.P.; Bernal, A. (2005). Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. Ed. Museo de Historia Natural. Pp. 117-148. México.

Moreno, C.E. (2001). Manual de métodos para medir la biodiversidad. Ed. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA. Pp. 84. Zaragoza, España.

Navarrete, S.N.A.; Contreras, R.G.; Elías F.E. (2003). *Abundancia y estado sanitario del mexclapique (Girardinichthys viviparus Bustamante) en cuerpos de agua del centro de México*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(2): 143-146.

Needham, G.J.; Needham, R.P. (1962). A guide to the study of Fresh-Water Biology. Ed. Holden-Day. Ed. 107. San Francisco, E.U.A.

Okolodkov, Y. B.; Bastida-Zavala, R.; Ibáñez, A. L.; Chapman, J. W.; Suárez-Morales, E.; Pedroche, F.; Gutiérrez-Mendieta, F. J. (2007). *Especies acuáticas no indígenas en México*. Ciencia y Mar. 11(32): 29-67.

Pérez O.I.N.; Navarrete, S.N.A., Solis J.K. (2014). *Contenido del tracto digestivo en hembras y machos de Poeciliopsis infans en el Estanque JF ubicado en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México*. Revista de Zoología. (25): 1-9.

Rojas, C.P. (2013). Cultivo de pescado blanco del Lago de Pátzcuaro. Una revisión de las investigaciones del Instituto Nacional de la Pesca. En *Historia y avances del cultivo de pescado blanco*. INAPESCA, ed. SAGARPA. Pp. 15-27. México, D.F.

Salazar, M.M.; Figueroa, T.M.G.; Venancio, G.F.; Rubio de Silva, G.; Salas, C.E.; Rosas, C.E.; Rosas, C.R.; Ocaña, I.; Becerril, P.; Peñaloza, G.R.; Espinosa J.R. (2014). *Hacia un plan de manejo sustentable y por la regeneración socioambiental de la subcuenca hidrológica de Xochimilco y sus afluentes*. Revista Digital E-Bios. Número especial 6-10.

Vázquez S.G.; Castro, M.G.; González, M.I.; Pérez, R.R.; Castro, B.T. (2006); *Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua*. Revista ContactoS. 60: 41 - 48.

Vidal-Martínez, V.M.; Wunderlich, A. C. (2017). *Parasites as bioindicators of environmental degradation in Latin America: A meta-analysis*. Journal of Helminthology. 91(2): 165-173.

Zambrano, L.; Valiente, E.; Vander Zanden, M.J. (2010). *Food web overlap among native axolotl (*Ambystoma mexicanum*) and two exotic fishes: carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Xochimilco, Mexico City*. Biological Invasions. 12(9): 3061-3069.