

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Reproducción en cautiverio del mexcalpique
Girardinichthys viviparus y aplicación de una
dieta enriquecida con *Saccharomyces cerevisiae***

PRESENTA EL ALUMNO

Alberto Bernal Herrera

Matrícula: 2123060044

ASESORES:

Dra. Gabriela Vázquez Silva (No. Eco. 30288)
Biol. Ana Karen López De La Rosa (No. Eco.41627)
Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura

RESUMEN

La Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX) es un ecosistema que aún sostiene especies endémicas como *Chirostoma jordani*, *Girardinichthys viviparus* y *Ambystoma mexicanum*. El mexcalpique *Girardinichthys viviparus* es un pequeño pez vivíparo endémico de la Cuenca de México, el cual es omnívoro y presenta un marcado dimorfismo sexual, con cortejo prenupcial. En los últimos años su densidad poblacional se ha visto afectada debido a la actividad antropogénica como por ejemplo la contaminación, eutrofización y desertización, además de la introducción de especies exóticas y reducción de su hábitat. Tal situación ha ocasionado que sea catalogada como especie en peligro de extinción en la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010, y a nivel internacional incluida en el libro rojo como especie amenazada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Una de las acciones para la conservación de esta especie parece estar centrada en el mantenimiento de colonias en cautiverio, siendo uno de los factores más importantes la alimentación y nutrición de ésta. presenta una gran aceptación a las dietas balanceadas; sin embargo, es fundamental identificar aquella que permita un mejor crecimiento y desarrollo, por lo que la adición de suplementos alimenticios, como la levadura *Saccharomyces cerevisiae* podría ser una opción, ya que se ha estudiado que la levadura presenta efectos positivos porque actúa como promotor de crecimiento, evita la aparición de enfermedades, incrementa la tasa de supervivencia y mejora el bienestar de diversas especies. Por lo que, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de una dieta suplementada a base de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* en el crecimiento y supervivencia de alevines del mexcalpique *Girardinichthys viviparus* en condiciones de cautiverio. El experimento tuvo una duración de 90 días, en el cual se utilizaron 135 alevines distribuidos en tres tratamientos por triplicado en concentraciones de 0 %, 1 % y 2 % (control y dos niveles de levadura) de *Saccharomyces cerevisiae* adicionada al alimento balanceado (Alimento Trucha alevín; Alimentos de Alta Calidad, El Pedregal), donde cada unidad experimental tuvo una densidad de 15 alevines/40 L. Al final del experimento se observó que la adición de la levadura no presentó efectos significativos en el crecimiento ($P > 0.05$). Solamente se registraron tendencias en la

dosis ScB con los mejores valores de peso ($360 \text{ mg} \pm 26$), biomasa ($4.15 \text{ g/L} \pm 0.64$), Ganancia Diaria de Peso ($3 \text{ mg/día} \pm 0.4$), mientras que, para la Tasa Específica de Crecimiento este fue ligeramente mayor el grupo control ($1.62 \text{ \%/día} \pm 0.08$). La supervivencia de los mexcalpique no se modificó con la levadura, en los tres tratamientos fue mayor al 90 %. Si bien el crecimiento no mostró cambios con la levadura, es importante evaluar otras concentraciones de éste además de variables que indiquen una respuesta a un nivel más específico a fin de mejorar su mantenimiento en cautiverio.

Palabras clave: cautiverio, crecimiento, dieta, goodeído, levadura, Mexcalpique, supervivencia.

CONTENIDO

1. MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO DEL SERVICIO SOCIAL.....	4
2.INTRODUCCIÓN.....	4
3.ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL	6
4.CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SERVICIO SOCIAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN.....	6
4.1 Ubicación Geográfica	6
4.2 Objetivo General del Proyecto	6
4.3Objetivo General.....	6
5.ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
5.1REPRODUCCIÓN DE MEXCALPIQUE.....	7
5.2EXPERIMENTO DE ENRIQUECIMIENTO DE LA DIETA CON LEVADURA PARA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES	8
5.3VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS	9
5.4ANÁLISIS ESTADÍSTICO	9
6.RESULTADOS OBTENIDOS.....	9
7.IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL	17
8.APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO	18
9.FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL	18
10.REFERENCIAS	19

1. MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO DEL SERVICIO SOCIAL

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco tiene el objetivo de contribuir al conocimiento para el servicio y desarrollo social con la finalidad de construir una sociedad responsable ante el medio ambiente, justa y equitativa, mediante la formación de recursos humanos, capaces de realizar actividades científicas, para desarrollar un enfoque multidisciplinario estrategias en el manejo de los Recursos Naturales. En este sentido el proyecto de investigación Limnobiología y Aspectos Acuícolas de la Zona Lacustre de Xochimilco, Ciudad de México, se orienta hacia el manejo de fauna silvestre endémica del país con especial atención en aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo a nivel nacional e internacional, por lo que el servidor social se integra en actividades relacionadas a trabajos experimentales en la reproducción y mantenimiento de colonias de dichas especies, donde tiene la oportunidad de aplicar sus conocimientos y adquirir experiencia en el trabajo científico, con el fin de coadyuvar en la conservación y uso racional de las especies nativas de la Zona Lacustre de Xochimilco (Bojórquez y Arana, 2014).

2. INTRODUCCIÓN

Uno de los grupos de peces representativos de la Mesa Central de México es la familia Goodeidae, conformada aproximadamente por 21 géneros y 45 especies (Domínguez-Domínguez & Pérez-Ponce, 2007), en dicha familia se encuentra *Girardinichthys viviparus* conocido comúnmente como mexcalpique, el cual tiene importancia histórico-científica por ser el primer pez, descrito por un mexicano (Miller *et al.*, 2005). La distribución de este godeído se restringe a la Ciudad de México y sus alrededores, como el Estado de México e Hidalgo (Navarrete-Salgado *et al.*, 2006). El mexcalpique se caracteriza por presentar un marcado dimorfismo sexual, cortejo prenupcial y viviparidad, además de ser un organismo omnívoro (Castillo, 1997). *G. viviparus* se encuentra actualmente en categoría de riesgo de especies en peligro de extinción a nivel nacional de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010), a nivel internacional ha adquirido relevancia ya que desde el año 1996 está catalogado como especie en riesgo crítico de

extinción dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas (UICN, 2016); esto debido a que el hábitat en donde se encuentran se ha visto altamente perturbado, principalmente, por la diferentes actividades antropogénicas, introducción de especies exóticas y reducción de su hábitat, que han perjudicado la abundancia de esta especie y se han convertido en el principal factor para la extinción y desaparición de la especie de la Zona Lacustre de Xochimilco (Bojórquez y Arana, 2014).

El mexcalpique presenta estrategias reproductivas que le confieren importantes ventajas en la fertilización; presentando los machos una modificación en la aleta anal, llamado espermatopodio actuando como conductor de espermatozoides, logrando una exitosa fertilización (Bautista-Hernández *et al.*, 2008). El periodo de reproducción es continuo durante el año, pero se acentúa en los meses de febrero a octubre, las hembras alcanzan la madurez sexual al año (Domínguez-Domínguez & Pérez-Ponce, 2007). La reproducción puede ser inducida mediante sustancias promotoras, dietas, manejos genéticos o ajuste de parámetros físicos y químicos del agua (García-Ulloa *et al.*, 2011).

La alimentación de *G. viviparus* consta en su mayoría de insectos de los órdenes Hymenoptera, Odonata, Ephemeroptera, Diptera, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera y Collembola (Bautista-Hernández *et al.*, 2008). En cautiverio, esta especie logra aceptar diferentes alimentos formulados para peces de ornato y de producción comercial, sin embargo, para un mejor el mantenimiento en condiciones controladas se requiere cubrir tanto los aspectos de alimentación como nutrición. En la acuicultura uno de los factores importantes es la nutrición, la cual se basa en la implementación de una dieta balanceada que permite un mejor crecimiento y desarrollo en los peces (Pillay, 2004). El uso de suplementos alimenticios como es el caso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* es aún escaso, algunos estudios se ha demostrado que influye en el sistema inmune, en los procesos metabólicos dando como resultado un crecimiento acelerado y por consiguiente una mayor eficiencia reproductiva en los peces que se encuentran alimentados con una dieta enriquecida (Trujillo-Jiménez y Espinosa, 2006). Por lo anterior, la conservación, reproducción y crecimiento de *G. viviparus* requiere de estudios sobre alimentos que brinden una nutrición adecuada en cautiverio.

3. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA O PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL

La zona lacustre de Xochimilco (ZLX) es un ecosistema que aún sostiene especies endémicas como peces y anfibios del género *Chirostoma*, *Girardinichthys* y *Ambystoma* (Bojórquez y Arana, 2014), de ahí surge la necesidad de continuar realizando estudios sobre estas especies endémicas en riesgo o peligro de extinción que debido a la problemática ocasionada por el impacto ambiental de origen natural o antropogénico han reducido sus poblaciones.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SERVICIO SOCIAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

4.1 Ubicación Geográfica

El servicio social se desarrollará en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura ubicado en el edificio (W-002) con coordenadas 9°18'07.1"N 99°06'12.2"W; planta baja, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, ubicada en la dirección Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, D.F. México.

4.2 Objetivo General del Proyecto

Caracterizar los cuerpos de agua en la Zona Lacustre de Xochimilco para el aprovechamiento, manejo y preservación de los recursos acuáticos y conservación y preservación del medio en lo relativo a la situación que guardan las especies de organismos de interés ecológico y socioeconómico de la Zona Lacustre de Xochimilco, principalmente *Ambystoma mexicanum*, *Cambarellus montezumae*, *Chirostoma jordani*, *Girardinichthys viviparus* y otros.

4.3 Objetivo General

Evaluar el efecto de una dieta suplementada a base de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el crecimiento y supervivencia de alevines del mexcalpique *Girardinichthys viviparus* en condiciones de cautiverio.

5. ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El servicio social se realizó en el Laboratorio de Limnobiología y Acuicultura de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco con una colonia de *Girardinichthys viviparus* criada en laboratorio, la cual procede originalmente de los Canales de Xochimilco. Las actividades que se realizaron se muestran a continuación.

5.1 REPRODUCCIÓN DE MEXCALPIQUE

- Para la obtención de las crías utilizadas en el experimento de dieta se llevó a cabo la reproducción de los peces adultos.
- Se realizó el sexado y separación de machos y hembras de acuerdo con las características fenotípicas y morfológicas, como tamaño y coloración y maduros sexualmente entre 3 - 4.5 cm de longitud, una vez seleccionados fueron colocados en los acuarios en una proporción de dos hembras por tres machos.
- Los peces seleccionados fueron colocados en cuatro acuarios divididos en dos, con capacidad de 40 L con agua de clorada y constante aireación, dichos peces fueron alimentados diariamente mediante dos raciones al día, con alimento seco y a base de carotenoide (TetraColor), con una tasa de alimentación del 7% la cual se determinó de acuerdo con el peso de los peces.
- El mantenimiento de la calidad del agua se realizó mediante recambios parciales de agua cada tercer día, esto para eliminar el exceso de desechos y alimento no consumido.
- Observación diaria del comportamiento de *G. viviparus* y evaluación de la presencia del punto grávido para determinar la gestación.
- Las hembras grávidas detectadas fueron separadas de los machos y colocadas en acuarios con maternidades, hasta el término del periodo de gestación

- Posteriormente se contabilizó el número de alevines obtenidos de cada hembra a fin de obtener una colonia de alevines de la misma edad para el experimento de alimentación.

5.2 EXPERIMENTO DE ENRIQUECIMIENTO DE LA DIETA CON LEVADURA PARA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES

- Para el experimento de alimentación con la levadura se montaron nueve acuarios con capacidad de 40 L, con agua de clorada y constante aireación. Divididos en tres tratamientos (dosis 0 %, 1 %, 2 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae*)
- En cada acuario se distribuyeron los organismos en densidad de 15 alevines de mexcalpique en 40 L.
- Se registraron datos biométricos cada 15 días para cada uno de los organismos con una edad de 30 días, para el registro del crecimiento de los peces, se midió longitud total (a partir de la cabeza hasta el final de la aleta caudal), estándar (desde la cabeza hasta el final del pedúnculo caudal), la altura (a partir del dorso hasta la parte ventral) con un calibrador (Traceable®; ± 0.01) así mismo se registró el peso húmedo de cada individuo con una balanza analítica (Ohaus®; precisión de ± 0.0001 g).
- Para la alimentación de los alevines se preparó una mezcla de levadura *Saccharomyces cerevisiae* con alimento balanceado (Alimento Trucha alevín, Alimentos de Alta Calidad El Pedregal, México). Esta dieta con levadura (*Saccharomyces cerevisiae*, Biotecap®) se proporcionó a una tasa de alimentación al 10 % calculada a partir del peso de los alevines, racionada en tres porciones al día (09:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm). La duración del ensayo fue de 12 semanas.
- La cantidad de alimento se ajustó a lo largo del experimento de acuerdo con la biomasa total de cada una de las unidades experimentales.
- Cada tercer día se realizaron recambios de agua, esto para eliminar el exceso de desechos y alimento no consumido.

5.3 VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS

- Otras de las actividades fue la medición de los parámetros físicoquímicos del agua de forma quincenal como son nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), amonio (NH_3^+) con un equipo colorimétrico portátil (HAGEN), temperatura y pH (HANNA).

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Una vez que obtenido los datos del crecimiento se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar la existencia diferencias con la aplicación de la levadura.

Cálculos:

- Ganancia Diaria de Peso: $GP = \frac{(Pf - Pi)}{\text{Tiempo en días}}$ (Moreno-Álvarez et al., 2000)
- Tasa Específica de Crecimiento: $TEC = \frac{\text{Ln } Pf - \text{Ln } Pi}{\text{Tiempo en días}} * 100$ (Wootton, 1991)
- Sobrevivencia: $\% S = \frac{\text{N}^\circ \text{ Final de organismos}}{\text{N}^\circ \text{ Inicial de organismos}} * 100$ (Arce y Luna, 2003)

6 RESULTADOS

En el cuadro I se observan los valores promedio de los parámetros productivos para los tres tratamientos, en donde la dosis ScB mostró los mejores resultados a los 90 días de experimento, registrándose un peso de 360 mg \pm 26, biomasa de 4.15 g/L \pm 0.64, Ganancia Diaria de Peso de 3 mg/día \pm 0.4, mientras que para la Tasa Específica de Crecimiento este fue ligeramente mayor en la dosis control (sin suplemento) siendo de 1.62 %/día \pm 0.08. La Ganancia Diaria de Peso no mostró entre los tratamientos diferencia significativa ni efectos lineales o cuadráticos ($P > 0.05$), excepto la Tasa Específica de Crecimiento, longitud total los cuales tuvieron efecto cuadrático con $P < 0.05$, mientras que la longitud estándar tuvo un efecto lineal de $P < 0.05$.

La supervivencia en los tres tratamientos fue alta siendo en la dosis control y dosis recomendada (ScA) del 93.33 % mientras que el tratamiento con dosis alta (ScB) se obtuvo un porcentaje de supervivencia del 100 % ($n=45$).

Cuadro I. Valores promedio del crecimiento inicial y final de alevines de *Girardinichthys viviparus* alimentados con una dieta enriquecida con *Saccharomyces cerevisiae*.

Variables	Dietas			EEM	P	
	Control (0 %)	Sc A (1 %)	Sc B (2 %)		L	Q
<i>n</i>	45	45	45			
<i>Inicial</i>						
Peso(mg)	70 ± 5	80 ± 6	90 ± 12	0.00577350	0.6973	0.0411
Biomasa (g/L)	1.00 ± 0.07	1.25 ± 0.09	1.30 ± 0.18	0.07020499	0.6459	0.0185
LT (cm)	1.678 ± 0.014	1.89 ± 0.030	1.892 ± 0.058	0.2235985	0.9516	0.0002
LE (cm)	1.414 ± 0.024	1.612 ± 0.034	1.639 ± 0.057	0.2365493	0.4347	0.0003
Alto (cm)	0.36 ± 0.009	0.359 ± 0.008	0.367 ± 0.014	0.06064468	0.3869	0.7319
Ancho (cm)	0.197 ± 0.024	0.188 ± 0.019	0.197 ± 0.034	0.15332126	0.6819	0.8384
<i>Final</i>						
<i>n</i>	42	42	45			
Peso (mg)	330 ± 10	300 ± 13	360 ± 26	0.01000000	0.0054	0.4454
Biomasa (g/L)	4.02 ± 0.36	2.70 ± 0.70	4.15 ± 0.64	0.33919970	0.0231	0.2006
GDP (mg/día)	3 ± 0.1	2.4 ± 0.1	3 ± 0.4	0.00014402	0.0170	0.1399
TEC (%/día)	1.62 ± 0.08	1.28 ± 0.06	1.42 ± 0.20	0.07441127	0.2128	0.0240
LT (cm)	2.878 ± 0.084	2.704 ± 0.025	2.817 ± 0.032	0.3104895	0.0417	0.0213
LE (cm)	2.391 ± 0.063	2.263 ± 0.025	2.383 ± 0.023	0.2378998	0.0120	0.059
Alto (cm)	6.95 ± 0.22	6.78 ± 0.10	7 ± 0.16	0.09589732	0.1457	0.6277
Ancho (cm)	0.340 ± 0.012	0.292 ± 0.018	0.354 ± 0.029	0.12069245	0.0107	0.2982
S (%)	93.33	93.33	100			

n = Número de peces por tratamiento, LT= Longitud Total, LE= Longitud Estándar, ALT= Altura, GDP= Ganancia Diaria de Peso, TEC= Tasa Específica de Crecimiento, S= Supervivencia.

Durante los 90 días de experimento se registró un aumento de peso de los alevines, siendo mayor en el tratamiento ScB con valor final de 360 mg, seguido del tratamiento control con un valor de 300 mg, mientras que el tratamiento ScA fue de 300 mg, este último tuvo una ligera disminución de peso en el día 45, pero en los días subsecuentes ligeramente lo recupero en comparación con los demás tratamientos que mantuvieron constante su incremento de peso (Fig. 1).

Los valores de biomasa se muestran en la figura 2, registrándose una biomasa inicial para la dosis control de 1 g/L, para la dosis ScA 1.25 g/L y dosis ScB de 1.30 g/L, estos valores aumentaron conforme los días del experimento, sin embargo en el día 45 en los tres tratamientos hubo una disminución de biomasa, que en los días siguientes recuperaron (control de 3.13 g/L, ScA de 3.13 y ScB de 2.65 g/L). Los valores finales de biomasa correspondiente a cada tratamiento fueron de 4.02 g/L para dosis control, 2.70 g/L ScA y 4.15 g/L para ScB siendo este último fue el que presentó un ligero aumento en comparación con los demás tratamientos.

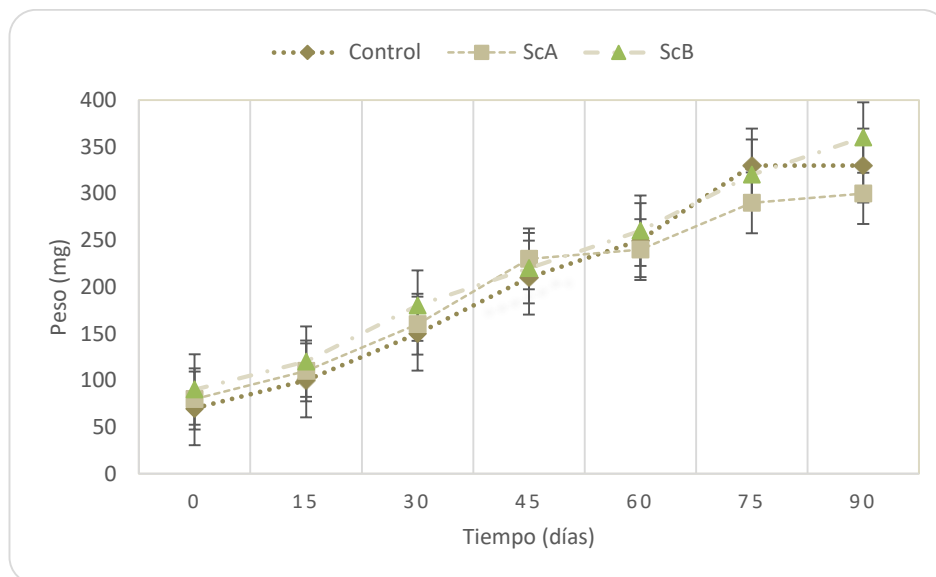


Figura 1. Valores promedio de peso (mg) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

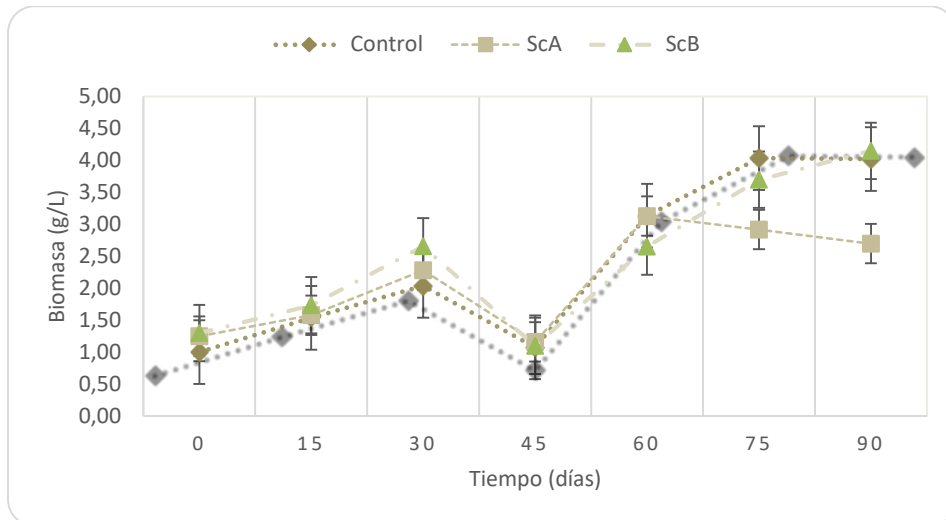


Figura 2. Valores promedio Biomasa (g/L) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

La Ganancia Diaria de Peso en los tratamientos Control y ScB fue mayor con valor de 3 mg, seguido de ScA con 2.4 mg. En el día 45 ScB mostro una ligera disminución registrándose un valor de 2.9 mg el cual recupero en los días posteriores, para el tratamiento ScA en el día 60 tuvo una ligera pérdida de peso reportando con un valor de 2.6 mg de Ganancia Diaria de Peso (Fig. 3.)

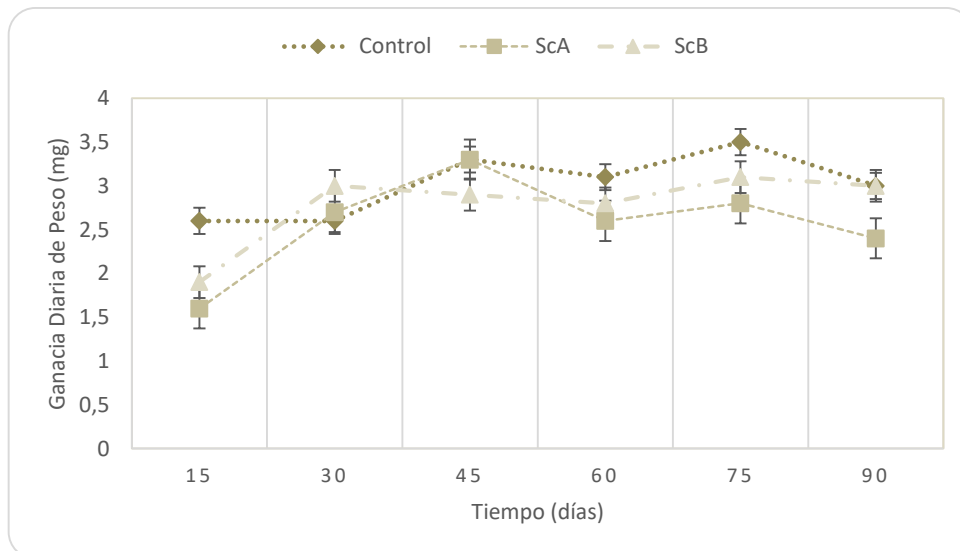


Figura 3. Valores promedio Ganancia Diaria de Peso (mg/día) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

La Tasa Específica de Crecimiento fue baja en los tratamientos a los cuales se les adiciono la levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, en donde el menor crecimiento se presentó en la dosis ScA con un valor final de 1.28 (%/día), seguido de la dosis ScB con 1.42 (%/día), mientras que la dosis control presento un ligero aumento con un valor de 1.62 (%/día) (Fig.4).

En la figura 5 se observa la longitud total máxima la cual corresponde al tratamiento control con un valor final de 2.87 cm, mientras las dosis ScA y ScB presentaron un valor ligeramente menor de 2.70 y 2.81 cm respectivamente.

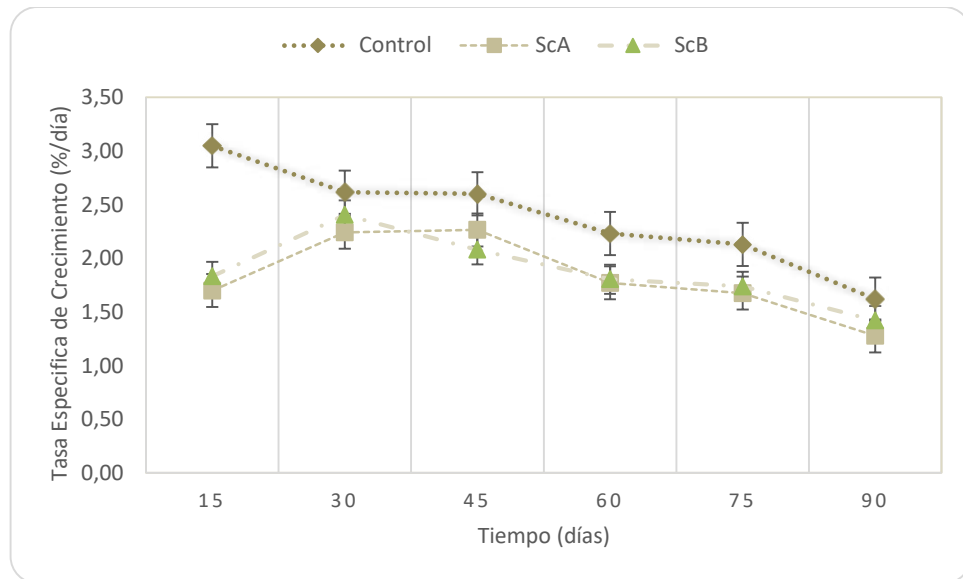


Figura 4. Valores promedio de la Tasa Especifica de Crecimiento (%/día) de alevines de *G.viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

En cuanto a la longitud estándar esta fue ligeramente mayor para el tratamiento control con un valor final de 2.39 cm, seguido del tratamiento ScB con 2.38 cm, por último, la dosis ScA con 2.26 cm de talla.

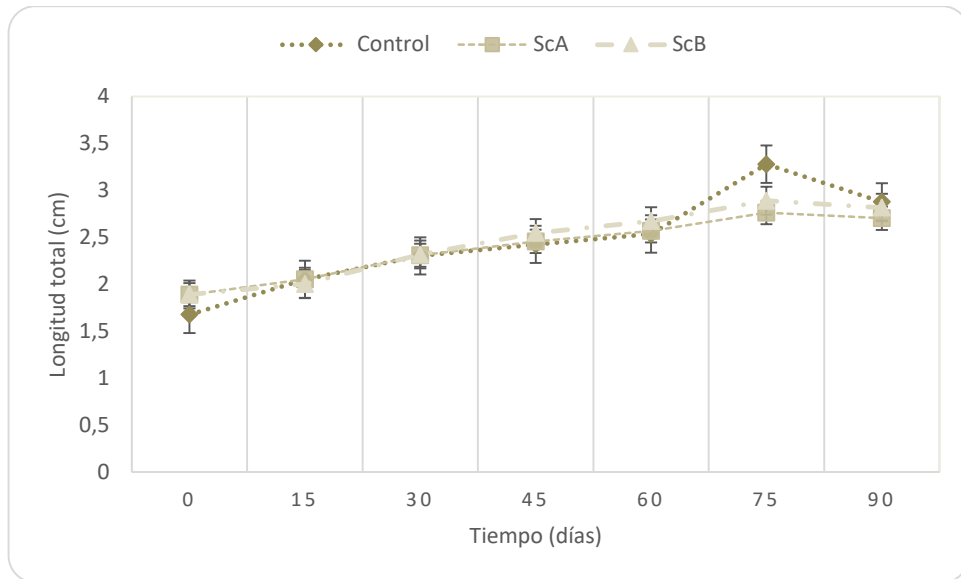


Figura 5. Longitud total (cm) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

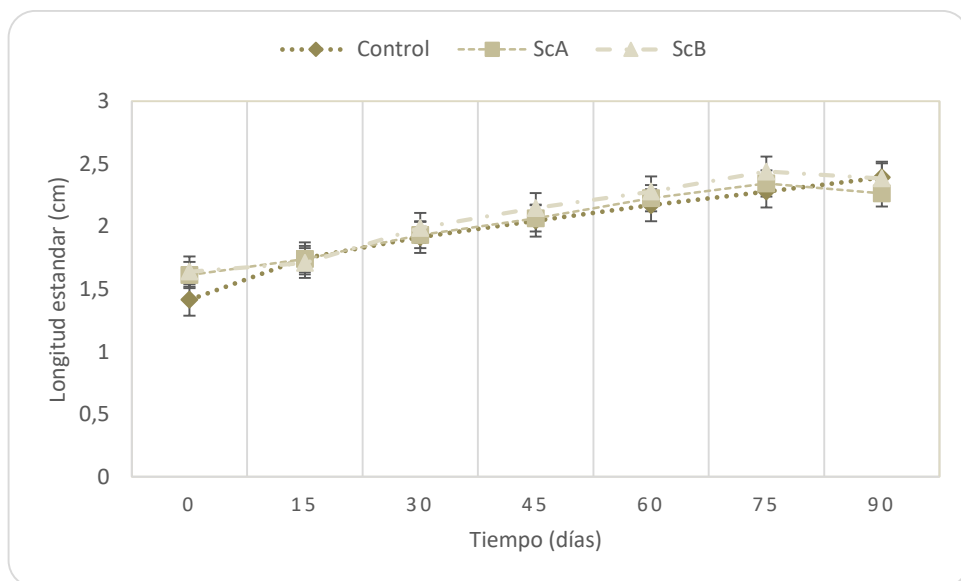


Figura 6. Longitud estándar (cm) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

Con respecto a la altura el mayor incremento en talla corresponde al grupo ScB con un valor final de 0.70 cm mientras que el tratamiento control presento un valor de 0.69 cm, seguido del tratamiento ScA con un valor de 0.67 cm (Fig.7).

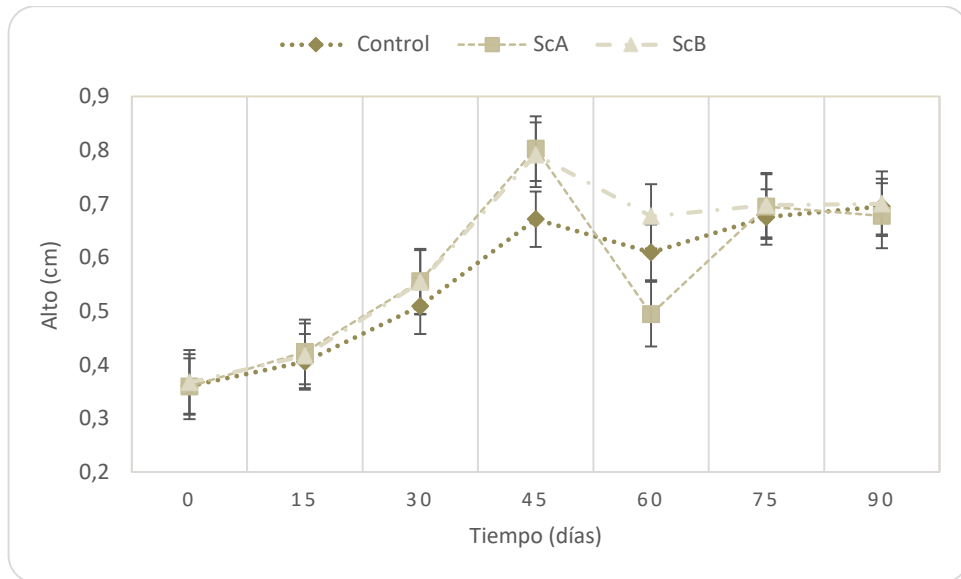


Figura 7. Valores promedio de alto (cm) de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

En la figura 8 se observan los valores finales del ancho de los peces siendo para el tratamiento control de 0.34 cm, dosis ScA de 0.29 cm y ScB de 0.35 cm, este último registro un valor ligeramente más alto comparado con los demás tratamientos.

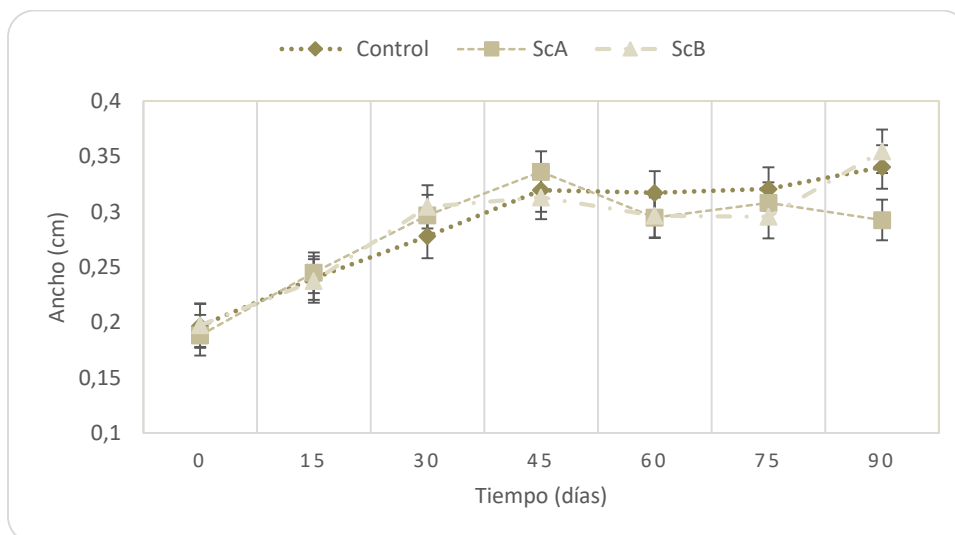


Figura 8. Valores promedio del ancho (cm) de alevines de *G. viviparus* en los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* durante un periodo de 90 días.

Los parámetros fisicoquímicos para la evaluación de la calidad del agua, fluctuaron en los rangos óptimos para el mantenimiento, crecimiento y supervivencia de *Girardinichthys viviparus*, registrándose un pH entre 8.15 y 8.41, las concentraciones de nitritos (NO₂) fueron de 0.29 mg/L a 0.42 mg/L, en cuanto a los nitratos (NO₃) de 2.69 mg/L a 4.83 mg/L, por último el amonio registro valores de 0.23 mg/L a 0.41 mg/L (Cuadro II), por otra parte la temperatura se mantuvo constante durante todo el experimento siendo de 19.9 °C.

Cuadro II. Promedio de los parámetros fisicoquímicos de los tres tratamientos con diferente dosis de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* de *G. viviparus*.

Parámetro	Dietas		
	Control	Sc A	Sc B
pH	8.157± 1.13	8.416±1.23	8.277±1.26
Nitritos (NO ₂) mg/L	0.422±0.42	0.293±0.29	0.292±0.29
Nitratos (NO ₃) mg/L	4.830±4.83	3.883±3.88	2.699±2.69
Amonio (NH ₄) mg/L	0.237±0.15	0.240±0.217	0.416±0.65

La adición de probióticos en acuicultura muestra efectos benéficos ya que mejoran la calidad del agua, modifican la microflora intestinal y competencia con bacterias causantes de enfermedad, así mismo aportan moléculas de importancia fisiológica, lo que conlleva a un mejor crecimiento, maduración del sistema digestivo, supervivencia. Dentro de los probióticos se encuentran las levaduras, microorganismos ubicuos que son diseminados por los animales, el aire y las corrientes de agua, por lo que pueden ser detectadas en el tracto digestivo tanto de peces silvestres como de aquellos que han sido mantenidos en cautiverio, solo dos especies han sido utilizadas como probióticos para peces *Debaryomyces hansenii* y *Saccharomyces cerevisiae*. La administración de levaduras en la dieta de los peces estimula el sistema inmune confiriendo protección contra patógenos. En peces juveniles se ha demostrado que promueve la actividad de ciertas enzimas digestivas, permitiendo obtener mejores resultados en los rendimientos de crecimiento (Tovar Ramírez *et al.*, 2002).

En un estudio realizado por Tovar Ramírez *et al.*, (2008) donde evaluaron los efectos de la inclusión de *S. cerevisiae* y *D. hansenii* en la dieta de juveniles de robalo, los resultados mostraron efectos positivos en los parámetros de crecimiento y supervivencia, en comparación los organismos no alimentados con levadura. Lo cual es similar a lo reportado en este trabajo ya que los peces que se alimentaron con la levadura *S. cerevisiae* tuvieron un ligero aumento en el crecimiento tanto en peso como en talla y los niveles de supervivencia fueron altos.

Por lo tanto, se considera importante seguir realizando más estudios sobre dietas enriquecidas con suplementos de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* en *Girardinichthys viviparus* para mejorar tanto el crecimiento en peso y talla, así como la supervivencia.

7 IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

La conservación, el mantenimiento, alimentación y reproducción de *Girardinichthys viviparus* en condiciones de laboratorio, son primordiales para introducir al biólogo a conocimientos relacionados con su profesión, además representa pilares en la enseñanza aprendizaje de la UAM-X que tiene como objetivo formar profesionales capaces de realizar actividades y habilidades científicas en el manejo de los recursos naturales bióticos, además las especies endémicas son de importancia biológica ecológica, evolutiva, social, cultural y económica de la zona ya que otro de los objetivos de la UAM-X es formar profesionales capaces de atender problemáticas reales y actuales del país, aunque en los ecosistemas remanentes del antiguo lago de Xochimilco existan perturbaciones e impacto ambiental ocasionadas por las actividades antropogénicas y desarrollo urbano es importante destacar la resiliencia del mexcalpique *G. viviparus* y otras especies endémicas como el charal (INAPESCA, 2003) que aún permanecen la Zona Lacustre de Xochimilco de la Ciudad de México.

La implementación de una dieta suplementada aporta nuevas alternativas para el crecimiento, reproducción, conservación y aprovechamiento de *Girardinichthys viviparus*, con ello se mejora el mantenimiento y manejo de colonias

de esta especie ya que en los últimos años sus poblaciones han sufrido una fuerte reducción.

8 APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO

- Manejo y mantenimiento adecuado de la especie *Girardinichthys viviparus*
- Identificación de hembras y machos, para su reproducción.
- Aplicación de una dieta suplementada con levadura *Saccharomyces cerevisiae* para mejora del crecimiento de dicha especie.
- Acondicionamiento de acuarios.
- Toma de parámetros fisicoquímicos los cuales fueron importantes para conocer la calidad del agua donde se desarrollaron los organismos.
- Manejo e interpretación adecuada de los datos obtenidos en el experimento para el análisis estadístico.

Durante el servicio social se pudieron aplicar los conocimientos adquiridos en la formación profesional y de esta forma ser capaz de enfrentar problemas reales.

9 FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

Durante el servicio social se puso en práctica las habilidades y conocimientos adquiridos en el diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales, relacionándose así con la misión de la UAM-X en formar biólogos con la capacidad de hacer un buen manejo de la información.

10 REFERENCIAS

- Arce, E. y J. Luna. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en la tasa de crecimiento de crías de bagre del balsas, *Ictalurus balsanus (ictaluridae)* en condiciones de cautiverio. *Aquatic* (18): 39-47.
- Bautista-Hernández, C., S. Monks, & G. Pulido-Flores. 2008. Registro helmintológico de *Girardinichthys viviparus* (Bustamante, 1837) del Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. Universidad del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. p. 77-91.
- Bojórquez-Castro, L. y Arana-Magallón, F. 2014. Peces de Xochimilco. Su ambiente y situación actual. (Eds.) Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco núm. 13 México. IBS: 978-607-28-0173-8.
- Castillo, C. B. I. 1997. Evaluación de la población del Mexclapique en el Lago Nabor Carrillo. Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. 11: 1-7.
- 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. Diario Oficial. 30:1-77.
- Domínguez-Domínguez, O, & G. Pérez-Ponce de León. 2007. Los goodeidos, peces endémicos del centro de México. *CONABIO. Biodiversitas*. 75: 12-15.
- García-Ulloa, M., M. P. Álvarez-Gallardo, O. Torres-Bugarín, H. R. Buelna-Osben, & J. L. Zavala-Aguirre. 2011. Influencia de la temperatura en la reproducción de *Xenotoca variata* Bean, 1887 (Pisces, Goodeidae). *Avances en Investigación Agropecuaria*. 15(1): 61-67.

-
- INAPESCA, 2003. Historia y avances del cultivo del pescado blanco. (Ed) PRIDSA, México D.F. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 290p. ISBN: 968-800-540-1
- Miller, R. R., Minckley, W. L. & Norris, S. M. (2005) Freshwater Fishes of México. The University of Chicago Press. pp.292-310
- Moreno-Álvarez, M. J., J. G. Hernández, R. Rovero, A. Tablante y L. Rangel. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscara de naranja. CyTA. 3 (1): 29-33.
- Navarrete-Salgado N. A., M. L. Rojas-Bustamante, G. Contreras-Rivero y G., Elías Fernández. 2006. Alimentación de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. Ciencia Ergo Sum.14 (1):63.
- Pillay, T. y J.M, Palacios. 1997. Acuicultura. 1st ed., Limusa. México. 26-27.
- Tovar-Ramírez, D., M. C. Reyes-Becerril, L. Guzmán-Villanueva, L. Gleaves-López, V. Gisbert-Casa, E. Andree, K. B. Álvarez Gonzales, C. A. Moyano-López, F. J. Ortiz -Galindo, J. L. Hinojosa-Baltazar, P. Gutiérrez-Rivera, J. N. Millán-Martínez y M. Linares-Aranda. 2008. Probióticos en la Acuicultura: Avances recientes del uso de levaduras en peces marinos. Cong. Internacional de Nutrición Acuícola., Nuevo León, México. p.238.
- Tovar-Ramírez, D., J. Zambonino, C. Cahu, G.J. Gatesoupe, R. Vázquez- Juarez y R. Lésel., 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. Aquaculture, vol 204/1-2, pp 113-123.
- Trujillo-Jiménez, P., & E. Espinosa de los Monteros Viveros. 2006. La ecología alimentaria del pez endémico *Girardinichthys multiradiatus* (Cyprinodontiformes: Goodeidae), en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, México. Rev. Biol. Trop. 54(4): 1247-1255

UICN. 2016. La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, de especies amenazadas. www.iucnredlist.org. (Consultado 16 noviembre 2018).

Wootton, R. F. (1991). Ecology of Teleost Fishes, Fish and Fisheries. University College of Wales, Aberystwyth, New York. 404pp.