



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2022; 12:1-19. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.25>

Artículo Original. Recibido: 28/09/2020. Aceptado:19/08/2022. Publicado: 17/09/2022. Clave: e2020-79.

<https://www.youtube.com/watch?v=0eqD-5dLeys>

## Estatus bacteriológico y calidad del agua de cultivo en granjas acuícolas ornamentales de Morelos, México

Bacteriological status and the water quality in ornamental aquaculture farms in Morelos, Mexico



Orozco-Rojas Dafne\*<sup>1</sup> ID, Monroy-Dosta María<sup>2</sup> ID, Bustos-Martínez Jaime<sup>3</sup> ID, Ocampo-Cervantes José<sup>4</sup> ID, Barajas-Galván Emilio<sup>2</sup> ID, Ramírez-Torrez José<sup>1</sup> ID

<sup>1</sup>Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. CDMX. México. <sup>2</sup>Laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo. Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, CDMX. México. <sup>3</sup>Laboratorio de Microbiología y Biología Molecular. Departamento de Atención a la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, CDMX. México. <sup>4</sup>Laboratorio de Producción de Alimento Vivo. Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco, CDMX. México. \*Autor responsable y de correspondencia: Orozco-Rojas Dafne. Calzada del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, C.P. 04960, CDMX. México. E-mail: d.orozco508@gmail.com, monroydosta@hotmail.com, jbustos@correo.xoc.uam.mx, jaocampoc@hotmail.com, bioem\_bg91@outlook.com, ramirez-torrez@hotmail.com.

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el estado bacteriológico y la calidad del agua empleada durante los procesos de cultivo de cuatro granjas acuícolas del estado de Morelos, México. El análisis bacteriológico se realizó a partir de muestras de peces (*Poecilia sphenops*), alimento y agua de cultivo, empleando los medios BHI, TCBS y EMB; las bacterias aisladas fueron identificadas mediante pruebas bioquímicas. Para determinar la calidad del agua, se analizaron muestras provenientes de estanques y canales de abastecimiento según normas oficiales mexicanas. Los resultados bacteriológicos del agua indicaron que los canales presentaron la mayor diversidad y carga bacteriana, identificándose 10 especies pertenecientes al grupo de las Proteobacterias y Firmicutes; para el caso de alimento y peces se identificaron especies como *Bacillus megaterium*, *Vibrio alginolyticus* y *Enterococcus faecalis*. Según las estipulaciones de las normas oficiales mexicanas, todas las unidades de producción presentan una buena calidad de agua; sin embargo, el canal de Las Estacas supera los LMP de coliformes fecales (2400 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) y fósforo (0.83 mg L<sup>-1</sup>). Con lo anterior se concluye que la calidad sanitaria de los organismos producidos en las granjas se encuentra comprometida por los contaminantes presentes en los canales de abastecimiento.

**Palabras clave:** peces ornamentales, *Poecilia sphenops*, calidad de agua, Morelos.

### Abstract

This work aimed to determine the bacteriological status and the water quality during the culture process of four aquaculture farms in Morelos, Mexico. The bacteriological analyses were done from fishes (*Poecilia sphenops*), feed and culture water samples, and culture media BHI, TCBS and EMB; the isolated bacteria were identified by biochemical tests. Samples from ponds and supply channels were analyzed to determine the water quality according to the official Mexican standards. Microbiological results of water indicated that supply channels presented a more considerable bacterial diversity and load than the analyzed farms,



identifying ten bacterial species belonging to Proteobacteria and Firmicutes; regarding feed and fish samples, species like *Bacillus megaterium*, *Vibrio alginolyticus*, and *Enterococcus faecalis* were identified. According to the official Mexican standards stipulations, all production units have good water quality; however, Las Estacas channel exceeds LMP of faecal coliforms (2400 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) and phosphorus (0.83 mg L<sup>-1</sup>). In conclusion, the sanitary quality of the organisms produced in the farms is influenced by contamination of the supply channels.

**Keywords:** ornamental fishes, *Poecilia sphenops*, water quality, Morelos.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la acuicultura de ornato es una actividad que ha ganado importancia dado a la contribución económica que representa para el sector acuícola, por lo que se estima genera cerca de 500 millones de dólares anuales (Opiyo *et al.*, 2016; Sicuro, 2018; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011; Ghosh *et al.*, 2003). Actualmente, países miembros de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, representan los mayores mercados de peces ornamentales a nivel mundial, sobresaliendo especies como discos, guppy, espada, molly, molly velero y goldfish; además de especies marinas (Ghosh *et al.*, 2003; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011).

México no ha sido la excepción, puesto a que la producción de peces ornamentales ha permitido el desarrollo regional mediante la creación de empleos e ingresos, especialmente en las zonas rurales (Martínez *et al.*, 2010; CONAPESCA, 2018; Sivakumar *et al.*, 2015); sin embargo, el éxito productivo de la actividad se encuentra comprometido por una baja eficiencia técnica dentro de las unidades de producción acuícola (UPA); así como por su desarrollo de manera empírica, lo cual conflictúa la operación de las unidades, especialmente cuando se busca pasar de un sistema de producción extensivo a uno intensivo; por lo que es común que los acuicultores se enfrenten a una gran diversidad de problemas, donde los asociados a la calidad del agua representan los más habituales (Njoku *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2010; Rajeshwari & Devasree, 2017). En este sentido, se ha determinado que los parámetros físicos y químicos del agua de cultivo, influyen en el estado de salud de los organismos y a su vez en la composición de la microbiota del estanque, lo cual determina la incidencia de enfermedades durante los ciclos productivos (Chidambaram *et al.*, 2013; Ginson *et al.*, 2017; Ajayi & Okoh, 2014). Aunado a lo anterior, es importante mencionar que a nivel nacional se requiere de la actualización y/o modificación en materia legislativa, con respecto a la producción de especies acuáticas con fines ornamentales. De manera particular, los temas a trabajar están relacionados con la sanidad, dentro de los que se engloban cuestiones de calidad del agua de cultivo; así como referente a prácticas de manejo aplicadas en las UPA's. Con lo anterior, se pretende garantizar un producto libre de patógenos, ya que la falta de regulación en estos aspectos podría tener consecuencias no solo a nivel productivo, sino también sobre la salud humana y de los ambientes circundantes (Valenzuela-Armenta *et al.*, 2018; Vasile *et al.*, 2017; Saremi *et al.*, 2013).



Debido a lo anterior, el objetivo del presente estudio estuvo enfocado en determinar el estatus bacteriológico de granjas productoras de peces de ornato de Morelos y la calidad del agua empleada durante los procesos de cultivo, considerando las normas nacionales vigentes que aplican.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en cuatro granjas productoras de peces de ornato localizadas en la Subcuenca del Río Apatlaco en el Estado de Morelos, México. Las coordenadas de cada una de ellas, así como la forma en que fueron identificadas son las siguientes:

Granja A: 18° 38' 53.9" N y 99° 13' 13.2" W

Granja B: 18° 38' 52.3" N y 99° 13' 10.4" W

Granja C: 18° 38' 55.9" N y 99° 13' 09.4" W

Granja D: 18° 39' 20.4" N y 99° 12' 00.9" W

El estudio comprendió dos temporadas del año 2017, correspondientes a la época de sequía durante los meses de febrero a marzo y la temporada de lluvias durante junio y julio.

### Muestreos

Muestras de agua, alimento y organismos de la especie *Poecilia sphenops*, comúnmente conocida como molly, fueron colectadas en cada una de las unidades; se consideró a esta especie dado a que representa una de las de mayor demanda y producción en la región. Para evaluar el estado sanitario de los peces y determinar el tamaño de muestra se emplearon las tablas propuestas por el Manual de Pruebas de Diagnóstico para los Animales Acuáticos, considerando peces con apariencia clínica normal y el volumen de producción en cada unidad (alrededor de 2000 organismos); además de una prevalencia del 10% y una confiabilidad del 95%, por lo que se incluyeron 27 organismos en cada unidad por visita (OIE, 2008).

Los organismos fueron colectados al azar de cada uno de los estanques y transportados vivos con aireación continua, en bolsas de plástico con agua de los mismos estanques.

La colecta de agua se realizó a partir de los estanques de producción de *P. sphenops* en cada una de las granjas; asimismo, muestras de agua del canal de Las Estacas (suministra agua a las granjas A, B y C) y del canal del río Apatlaco (suministra agua a la granja D) fueron colectadas. Para el muestreo se siguieron las estipulaciones de las Normas Oficiales Mexicanas [NMX-AA-003-1980](#) y [NOM-001-ECOL-1996](#). Se obtuvieron tres muestras simples del mismo punto, colectadas de manera aséptica mediante el empleo de frascos estériles; su transportación y mantenimiento se realizó a 4° C ([FAO, 2011](#)).



Finalmente, la colecta de muestras de alimento en cada una de las unidades de producción se realizó por triplicado y de manera aséptica, empleando bolsas estériles para su transportación ([NOM-109-SSA1-1994](#)).

Todas las muestras fueron colectadas semanalmente durante las temporadas estudiadas, y para su análisis se transportaron al Laboratorio de Química en Alimento Vivo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

### **Análisis microbiológico**

El análisis de los organismos fue aprobado por el Comité de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana. La eutanasia de los organismos se realizó con una sobredosis de benzocaína, empleando el método de inmersión ([AVMA, 2013](#)); posteriormente bajo condiciones asépticas se realizó la disección de estos para exponer los órganos internos y extraer las vísceras, las cuales fueron homogeneizadas en solución salina estéril al 0.89% (OIE, 2008). Para el caso de las muestras de alimento y agua se analizó 1 g<sup>-1</sup> y 1 mL<sup>-1</sup> de cada una de ellas, las cuales se homogeneizaron en 9 mL de solución salina estéril (0.89%) ([Prado et al., 2013](#)).

En todos los casos se realizaron tres diluciones seriadas, las cuales fueron inoculadas por triplicado en placas de agar infusión cerebro corazón (BHI) de la marca BD Bioxon® (214700), tiosulfato citrato bilis sacarosa (TCBS) marca BD Difco™ (265020) y eosina y azul de metileno (EMB) marca BD Bioxon® (210600) e incubadas a 35 ± 2° C durante 48 horas bajo condiciones aerobias. Transcurrido este periodo se caracterizó la morfología colonial y se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) empleando un contador de colonias y seleccionando aquellas placas que tuvieran entre 30 y 300 colonias ([Velasco & Tapia, 2014](#)).

Para determinar el número de UFC mL<sup>-1</sup> o UFC g<sup>-1</sup> se empleó la siguiente fórmula ([Njoku et al., 2015](#); [Prado et al., 2013](#); [NOM-110-SSA1-1994](#)):

$$UFC \text{ mL } \acute{o} \text{ g} = \frac{N \times ID}{V}$$

Donde:

N: promedio de número de colonias

ID: inverso de la dilución

V: volumen de muestra inoculado

Para la identificación bacteriana se realizó la elección diferencial de colonias en función de la morfología, para que fueran representativas de los distintos tipos de colonias recuperadas. Mediante resiembras sucesivas se aislaron las bacterias y con tinción de Gram se verificó su pureza ([Velasco & Tapia, 2014](#)). Las bacterias se identificaron



mediante pruebas bioquímicas y utilizando un sistema comercial de identificación bacteriana mediante galerías API® (20 E; 20 NE; 50 CH y 50 CHB) (BioMerieux, México).

### **Análisis de coliformes**

El conteo de coliformes se determinó siguiendo la metodología propuesta por la [NMX-AA-042-SCFI-2015](#), empleando como medio de cultivo caldo lactosado Bioxon® (211700) y caldo bilis verde brillante Difco™ (273000). La temperatura de incubación fue de 35° C durante 48 horas para la prueba presuntiva; mientras que la prueba confirmativa de coliformes totales se incubó a 37° C por 48 horas, y para coliformes fecales a 44° C durante 24 horas. Los análisis de cada punto muestreado se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como NMP por cada 100 mL<sup>-1</sup> de agua.

### **Parámetros fisicoquímicos**

La medición de parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto (O.D), salinidad y sólidos totales disueltos (STD) se efectuaron *in situ* ([NMX-AA-008-SCFI-2011](#)), empleando una sonda multiparamétrica modelo HI 98194 (HANNA®, México). Los parámetros químicos como las formas nitrogenadas (N) y el fósforo (P), se analizaron con un fotómetro multiparamétrico modelo HI 83203 (HANNA®, México), siguiendo las instrucciones del fabricante para cada caso.

### **Análisis de demanda biológica de oxígeno**

La determinación de demanda biológica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>), se efectuó empleando el método Winkler determinado por la [NMX-AA-028-SCFI-2001](#), realizando los ensayos por triplicado. La medición de la concentración de oxígeno disuelto inicial y final se realizó con un oxímetro modelo HI 9146 (HANNA®, México).

### **Análisis estadístico**

Los datos se sometieron a un análisis descriptivo; posteriormente para determinar diferencias entre los sitios de muestreo y las temporadas monitoreadas, se aplicaron pruebas de comparación de medias múltiples por análisis de varianza y prueba t de Student por mínima diferencia significativa (P<0.05), previa verificación de que los datos cumplieran los supuestos de normalidad. Para el caso de los resultados microbiológicos (UFC mL<sup>-1</sup>), los datos fueron transformados a Log 10 para cumplir los supuestos de normalidad. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas empleando el programa estadístico SYSTAT 13.0®.

## **RESULTADOS**

### **Análisis microbiológico de agua**

El análisis microbiológico de agua permitió aislar e identificar un total de 10 especies bacterianas pertenecientes al grupo de las Proteobacterias y Firmicutes, donde ambos



afluentes de agua presentaron la mayor diversidad y abundancia bacteriana durante las temporadas analizadas, determinándose inclusive diferencias significativas para la mayoría de las bacterias identificadas en el canal de Las Estacas, respecto a las granjas que se abastecen del mismo, como se puede observar en la tabla 1. Asimismo, se observó un cambio en la composición de la microbiota durante la temporada de lluvias en el canal de Las Estacas y las granjas que se abastecen de éste, desplazándose especies como *Burkholderia gladiolii* y *Bacillus thuringiensis*; registrándose por el contrario a las especies *Vibrio parahaemolyticus* y *Aeromonas hydrophila*. Cabe señalar que *B. gladiolii* solo fue registrada en el canal de Las Estacas durante la temporada de secas; mientras que *Pseudomonas luteola* se reportó solo en la granja A durante la época de lluvias. En relación al grupo de las *Enterobacterias*, *Klebsiella sp.* y *Escherichia coli*, mostraron un ligero aumento en el recuento de UFC mL<sup>-1</sup> durante la época de lluvias en el canal de las Estacas; sin embargo, no se determinó diferencia estadística para *E. coli* ( $p > 0.05$ ) de una temporada a otra.

Un comportamiento similar se observó en el canal del río Apatlaco, en el que altos conteos bacterianos fueron registrados; sin embargo, no se determinaron diferencias estadísticas con respecto a la granja D ( $p > 0.05$ ). No obstante, se pudo constatar que a medida que se incrementaron los conteos de bacterias como *Klebsiella sp.* y *Bacillus cereus*, éstas pudieron ser registradas en la granja D durante la temporada de lluvias. Por el contrario, la especie *E. coli* solo fue detectada en el canal del río Apatlaco; mientras que *A. hydrophila* solo estuvo presente en la granja D (tabla 1).

### **Análisis microbiológico de peces**

A partir del análisis microbiológico de los organismos, se lograron identificar un total de siete especies bacterianas para la temporada de secas y cinco para lluvias, presentándose la mayor diversidad en la granja B durante ambas temporadas (tabla 2). Del total de especies registradas solamente *Enterococcus faecalis* y *Vibrio alginolyticus* resultaron ser diferentes a las reportadas en el análisis de agua.

Los mayores recuentos bacterianos se registraron en las granjas A y D, determinándose diferencias significativas como se aprecia en la tabla 2. Tales datos sugieren que existe una influencia directa de la microbiota del agua, sobre las bacterias presentes en los organismos; ya que además durante la temporada de lluvias, se observó que a medida que se redujeron concentraciones bacterianas de especies como *Bacillus cereus* y *Burkholderia cepacea* en agua, éstas ya no fueron registradas en los peces, y por el contrario se reportaron las especies *Pseudomonas luteola* y *A. hydrophila* (tabla 2).

En relación con las especies *E. coli* y *Klebsiella sp.*, el análisis microbiológico de los peces reveló una reducción en su concentración durante la temporada de lluvias; reportándose las concentraciones más altas en los organismos colectados en la granja D, existiendo diferencia estadística ( $p = 0.0212$  y  $p = 0.0009$ ) respecto al resto de las unidades (tabla 2).



**Tabla 1. Valores promedio de conteos bacterianos en muestras de agua**

Especies	Época	Conteos de UFC mL <sup>-1</sup>					
		Canal las Estacas	Granja A	Granja B	Granja C	Canal Apatlaco	Granja D
<i>Escherichia coli</i>	S	2.6 ± 0.2	2.4* ± 0.2	2.6 ± 0.0	2.8* ± 0.1	3.0 ± 0.3	N/D
	LI	2.8 ± 0.0	N/D	2.7 ± 0.5	N/D	2.2 ± 0.2	N/D
<i>Klebsiella sp.</i>	S	3.5* ± 0.1	3.2 ± 0.5	2.6 ± 0.0	2.7 ± 0.2	3.7 ± 0.5	N/D
	LI	4.5* ± 0.1	N/D	3.2 ± 0.2	2.7 ± 0.1	4.4 ± 0.1	2.4 ± 0.1
<i>Bacillus thuringiensis</i>	S	3.5* ± 0.3	3.3 ± 0.6	2.5 ± 0.3	2.0* ± 0.0	N/D	N/D
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Burkholderia cepacian</i>	S	2.6 ± 0.3	2.5 ± 0.1	2.3 ± 0.3	N/D	3.2 ± 0.5	2.4 ± 0.1
	LI	3.0* ± 0.2	N/D	N/D	2.0 ± 0.0	4.4 ± 0.2	2.4 ± 0.1
<i>Bacillus cereus</i>	S	3.2 ± 0.5	2.7 ± 0.0	N/D	3.3 ± 0.4	2.6 ± 0.6	N/D
	LI	3.2* ± 0.1	2.3 ± 0.0	2.5 ± 0.0	2.4 ± 0.5	4.2 ± 0.2	4.7 ± 0.1
<i>Burkholderia gladioli</i>	S	2.5 ± 0.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	LI	3.1* ± 0.5	2.0 ± 0.0	2.3 ± 0.2	2.8 ± 0.1	N/D	2.4 ± 0.1
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
	LI	2.2 ± 0.3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Pseudomonas luteola</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D	2.1 ± 0.2	2.5 ± 0.2
	LI	N/D	2.2 ± 0.2	N/D	N/D	3.4 ± 0.3	N/D
<i>Bacillus firmus</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D	2.0 ± 0.0	N/D
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Nota. S: Secas; LI: Lluvias; N/D: No detectado; ± Desviación estándar; \* Diferencia significativa (p < 0.05).

### **Análisis microbiológico de alimento**

Los datos obtenidos a partir del análisis microbiológico del alimento se presentan en la tabla 3, en la que se muestra el aislamiento de seis especies bacterianas. Del total de bacterias recuperadas, *Bacillus megaterium* únicamente fue registrada a partir de muestras de alimento, donde los mayores recuentos se presentaron en las granjas C y D, para las cuales se determinó diferencia estadística (p=0.0272) respecto al resto de las granjas; asimismo, *P. luteola* y *B. cereus* solo fueron aisladas de muestras provenientes de la granja B durante la época de lluvias.

De manera general, el análisis de alimento de la granja D presentó los mayores conteos de UFC mL<sup>-1</sup>, determinándose inclusive diferencias significativas con el resto de las unidades de producción como se aprecia en la tabla 3.



**Tabla 2. Valores promedio de conteos bacterianos en *Poecillia sphenops* durante las estaciones analizadas**

Especies	Época	Conteos de UFC mL <sup>-1</sup>			
		Granja A	Granja B	Granja C	Granja D
<i>Vibrio alginolyticus</i>	S	2.5 ± 0.2	2.6 ± 0.0	3.2 ± 0.0	4.6* ± 0.2
	LI	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.3	N/D	3.5* ± 0.4
<i>Enterococcus faecalis</i>	S	3.4* ± 0.1	2.0 ± 0.0	N/D	N/D
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Escherichia coli</i>	S	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0	4.8 ± 0.1	4.7 ± 0.5
	LI	4.3 ± 0.1	4.2 ± 0.0	4.3 ± 0.0	4.6* ± 0.1
<i>Klebsiella sp.</i>	S	4.4 ± 0.0	4.8 ± 0.0	4.4 ± 0.1	5.0* ± 0.2
	LI	4.1 ± 0.0	4.4 ± 0.3	4.2 ± 0.0	4.4 ± 0.0
<i>Bacillus cereus</i>	S	4.4 ± 0.0	N/D	4.4 ± 0.0	4.6 ± 0.2
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	S	N/D	2.5 ± 0.6	N/D	2.8 ± 0.3
	LI	2.3 ± 0.0	3.2* ± 0.2	N/D	2.6 ± 0.0
<i>Burkholderia cepacian</i>	S	4.4 ± 0.0	5.3 ± 0.2	5.7* ± 0.3	5.0 ± 0.1
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Brevibacillus sp.</i>	S	N/D	4.2 ± 0.3	N/D	N/D
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D
	LL	4.9 ± 0.1	4.4 ± 0.0	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.0

Nota. S: Secas; LI: Lluvias; N/D: No detectado; ± Desviación estándar; \* Diferencia significativa (p < 0.05).

**Tabla 3. Valores promedio de conteos bacterianos en muestras de alimento durante las estaciones analizadas**

Especies	Época	Conteos de UFC mL <sup>-1</sup>			
		Granja A	Granja B	Granja C	Granja D
<i>Klebsiella sp.</i>	S	2.4 ± 0.6	N/D	2.6 ± 0.2	3.9* ± 0.6
	LI	3.1 ± 0.1	3.1 ± 0.1	3.0 ± 0.2	2.8 ± 0.2
<i>Bacillus cereus</i>	S	2.3 ± 0.0	2.8 ± 0.3	2.5 ± 0.2	4.4* ± 0.2
	LI	N/D	2.8 ± 0.2	N/D	N/D
<i>Burkholderia cepacia</i>	S	2.2 ± 0.2	2.5 ± 0.3	N/D	5.1* ± 0.6
	LI	2.8 ± 0.1	N/D	4.0 ± 0.1	4.7* ± 0.2
<i>Bacillus megaterium</i>	S	2.7 ± 0.1	2.6 ± 0.0	3.8* ± 0.3	5.4* ± 0.2
	LI	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D
	LI	4.0 ± 0.0	3.2* ± 0.2	3.9 ± 0.2	N/D
<i>Pseudomonas luteola</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D
	LI	N/D	3.1 ± 0.2	N/D	N/D

Nota. S: Secas; LI: Lluvias; N/D: No detectado; ± Desviación estándar; \* Diferencia significativa (p < 0.05).



## Determinación de coliformes

En la figura 1 apartado a, se puede observar que para el caso de las granjas que se abastecen de agua a partir del canal de Las Estacas, la mayor concentración de coliformes totales se reporta en la granja C durante la temporada de secas; mientras que en época de lluvias se registra una reducción en su concentración; en contraposición, el canal Apatlaco y la granja D muestran una tendencia en aumento.

Con respecto a las coliformes fecales, en la granja B se registraron las mayores densidades durante la época de estiaje; mientras que el canal de Las Estacas mostró un incremento significativo ( $p=0.0482$ ) en la temporada de lluvias, el cual incluso supera el límite máximo permisible ( $1000 \text{ NMP por cada } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) por la [NOM-001-ECOL-1996](#). Por otro lado, la granja D y al canal del río Apatlaco mostraron una reducción en la carga bacteriana de este grupo durante lluvias, determinándose diferencia significativa para el canal del río Apatlaco ( $p=0.0004$ ) (figura 1, apartado b).

## Parámetros fisicoquímicos

Los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos se presentan en la tabla 4, donde se muestra que la temperatura del agua se mantuvo en los  $21.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $25.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$  durante la época de secas y dentro de los  $23.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a los  $29.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en lluvias, registrándose las menores temperaturas en ambos canales con respecto a las granjas; determinándose diferencia estadística para el canal de Las Estacas en temporada de secas ( $p=0.0360$ ). En contraste, las máximas temperaturas fueron registradas en las granjas B y D. Para el caso de pH, nuevamente los afluentes presentan los valores más bajos; mientras que en las granjas D y A se registró la mayor alcalinidad con valores de 9.8 y 9.6 unidades durante la temporada de secas y lluvias respectivamente.

De manera general, la concentración de O.D mostró una disminución de la temporada de secas a la de lluvias (tabla 4), registrándose la menor concentración en la granja C; mientras que la mayor fue registrada en la granja B durante la temporada de secas ( $10.2 \text{ mg L}^{-1}$ ) y en la granja A durante lluvias ( $7.9 \text{ mg L}^{-1}$ ). En ningún caso hubo diferencia estadística.

En lo que respecta a los STD, los mayores valores se reportan en la granja A durante ambas temporadas, determinándose incluso diferencia estadística en época de lluvias ( $p=0.0007$ ); en contraposición los menores valores se registraron en la granja D ( $0.43 \text{ ppt}$ ) y en el canal del río Apatlaco ( $0.37 \text{ ppt}$ ). Por otro lado, las formas nitrogenadas mostraron una tendencia en aumento de la temporada de secas a la de lluvias en ambos canales, con excepción de los nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en el canal Apatlaco. En cuanto a concentraciones de fósforo, se observa una tendencia en decremento durante la temporada de lluvias con respecto a la de secas, no obstante en el canal de Las Estacas ocurre lo contrario (tabla 4).

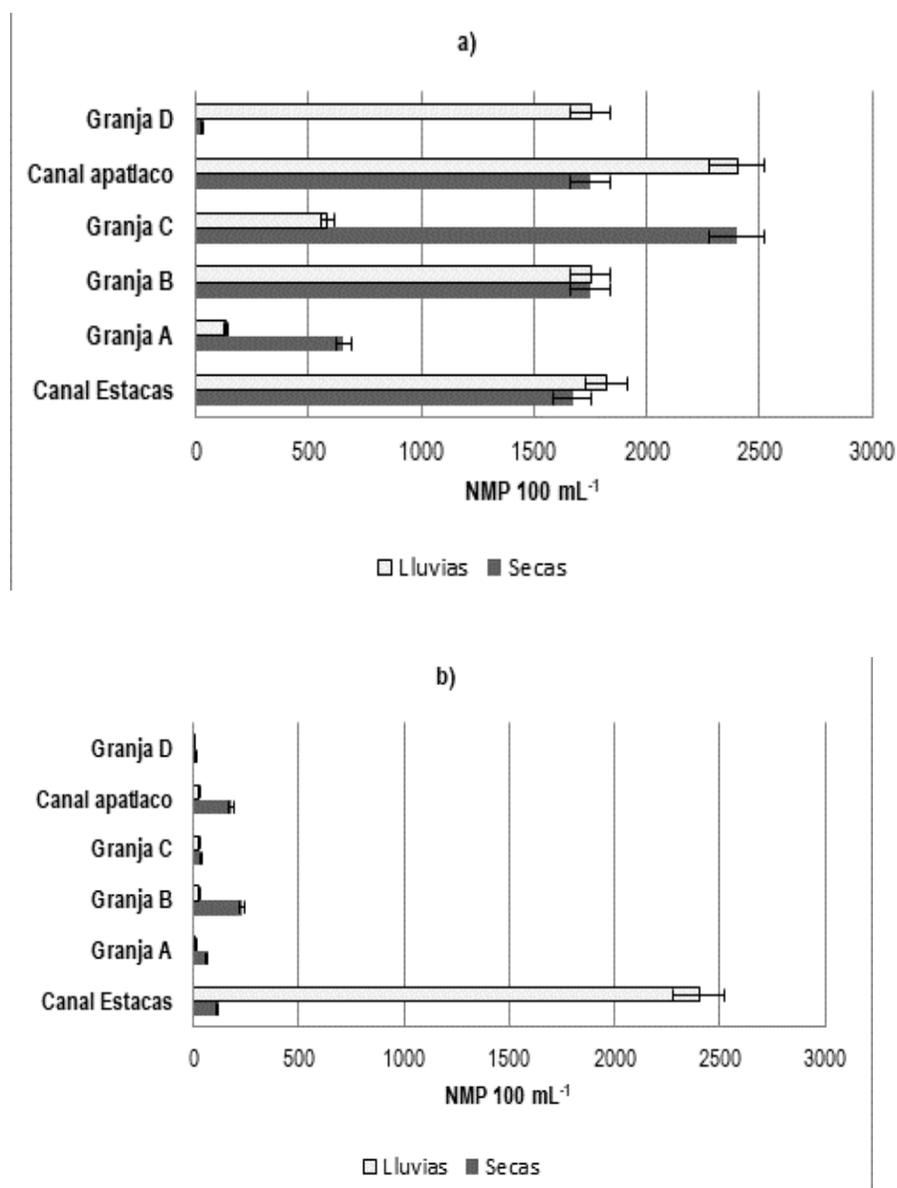


Figura 1. Valores promedio de conteo de bacterias coliformes. a) Coliformes totales; b) Coliformes fecales. \* Diferencia significativa ( $p < 0.05$ )



**Tabla 4. Valores promedio de parámetros fisicoquímicos registrados en agua durante las estaciones analizadas**

Parámetro	Época	Canal las Estacas	Granja A	Granja B	Granja C	Canal Apatlaco	Granja D
Temperatura (°C)	S	21.9* ± 1.6	22.6 ± 3.5	24.7 ± 4.5	23.1 ± 0.2	23.4 ± 1.6	25.7 ± 0.2
	LI	24.2 ± 1.4	29 ± 0.3	29.2 ± 0.4	28.3 ± 0.3	23.2 ± 1.2	29.5 ± 0.5
pH	S	7.9 ± 0.2	8.16 ± 0.2	8.8 ± 0.4	7.9 ± 0.3	8.4 ± 0.003	9.8* ± 0.4
	LI	8.3 ± 0.5	9.6* ± 0.2	8.6 ± 0.1	8.8 ± 0.4	8.2 ± 0.4	9.2 ± 0.001
OD (mg L <sup>-1</sup> )	S	9.1 ± 0.8	9.7 ± 2.7	10.2 ± 1.6	6.6 ± 2.9	8.2 ± 0.01	7.5 ± 1.9
	LI	7.1 ± 2.9	7.9 ± 0.4	7.7 ± 1.2	5.5 ± 2.3	7.7 ± 1.1	7.6 ± 1.1
STD (ppt)	S	0.61 ± 0.01	0.64 ± 0.01	0.57 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.51 ± 0.01	0.43 ± 0.0
	LI	0.59 ± 0.04	0.78* ± 0.08	0.62 ± 0.04	0.52 ± 0.03	0.37 ± 0.2	0.44 ± 0.06
NH <sub>4</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	S	0.26 ± 0.0	0.17 ± 0.02	1.3 ± 0.4	0.21 ± 0.03	0.29 ± 0.2	0.19 ± 0.08
	LI	3.21* ± 0.9	0.39 ± 0.1	0.28 ± 0.1	0.62 ± 0.2	0.37 ± 0.09	0.19 ± 0.09
NO <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	S	0.07 ± 0.03	0.19 ± 0.1	0.07 ± 0.04	0.03 ± 0.01	0.13* ± 0.06	0.04 ± 0.01
	LI	0.2 ± 0.1	0.07 ± 0.0	0.12 ± 0.0	0.07 ± 0.1	0.63* ± 0.2	0.02 ± 0.02
NO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	S	2.2 ± 1.0	3.55 ± 0.4	0.73* ± 0.9	3.27 ± 0.5	6.85 ± 0.4	2.65 ± 1.2
	LI	3.45 ± 1.1	2.57 ± 0.6	0.95 ± 0.2	1.9 ± 0.6	5.3 ± 0.7	0.46* ± 0.8
P (mg L <sup>-1</sup> )	S	0.51 ± 0.25	0.39 ± 0.3	0.15 ± 0.07	0.26 ± 0.07	0.82 ± 0.0	0.56 ± 0.4
	LI	0.83 ± 0.5	0.32 ± 0.3	0.05* ± 0.0	0.15 ± 0.1	0.75 ± 0.2	0.4* ± 0.06
DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	S	3.4 ± 1.8	34.5* ± 0.42	16.7 ± 2.8	6.82 ± 3.1	10 ± 3.1	11.8 ± 3.4
	LI	4.5 ± 2.6	17.3 ± 1.8	17 ± 3.7	13.6 ± 2.6	3.8* ± 0.4	8.8 ± 4.7

Nota. S: Secas; LI: Lluvias; ± Desviación estándar; \* Diferencia significativa (p < 0.05).

Finalmente, se presentan los valores de DBO<sub>5</sub> (tabla 4), donde la mayor concentración fue reportada en la granja A con 34.5 mg L<sup>-1</sup> durante la época de estiaje, mostrando una diferencia significativa (p=0.001), respecto al resto de las granjas que se abastecen del canal de Las Estacas y el mismo canal; así como una reducción en su concentración (17.3 mg L<sup>-1</sup>) durante la temporada de lluvias. Por el contrario, la concentración más baja fue registrada en el canal de Las Estacas y en el canal Apatlaco en época de lluvias, determinándose diferencias estadísticas para este último (p=0.0279), respecto a la granja D a la cual abastece.

## DISCUSIÓN

Los resultados microbiológicos del presente estudio se asemejan a los reportados por Smith *et al.* (2012), quienes a partir de un análisis metagenómico del agua de acuario de peces ornamentales, reportan al grupo de las Proteobacterias como las especies bacterianas más representativas y dentro de las cuales encontramos a las especies *A. hydrophila*, *V. alginolyticus* y *V. parahaemolyticus*; bacterias que pudieron ser



identificadas en el presente estudio a partir de muestras de agua y de los organismos. Dichas bacterias son consideradas parte de la microbiota normal de organismos acuáticos; sin embargo, son clasificadas como bacterias oportunistas, por lo que un aumento en su concentración asociado a estrés en los organismos pueden originar brotes infecciosos en los peces (All-Sunaiher *et al.*, 2010, Sahoo *et al.*, 2016, Younes *et al.*, 2016, Rameshkumar *et al.*, 2017). En este sentido, es preciso mencionar que durante la temporada de lluvias *A. hydrophila* presentó la mayor frecuencia de aislamiento en los organismos, evento que concuerda con lo reportado en otros estudios al realizar la vigilancia de bacterias presentes en *Poecillia sphenops* (Carnevia *et al.*, 2013; Rajeshwari & Devasree, 2017); no obstante, en este caso no se registraron daños o lesiones en los organismos.

Es importante tener presente que durante los ciclos de cultivo los peces son propensos a ser colonizados por bacterias presentes en su ambiente, por lo que las características microbiológicas del agua, estanque y alimento juegan un papel importante sobre su microbiota (Sivakumar *et al.*, 2015; Vasile *et al.*, 2017). Contemplando lo anterior, los resultados obtenidos hacen notorio el impacto que el agua procedente de los afluentes, tiene sobre la microbiota de los peces, lo cual podría ser atribuido a que ésta no recibe ningún tratamiento previo a ser empleada dentro de las unidades, por lo que la presencia de bacterias como *E. coli* y *Klebsiella sp.*, indicaron contaminación fecal procedente de organismos homeotermos (Tenailon *et al.*, 2010). Tales resultados concuerdan con los obtenidos por Valenzuela-Armenta *et al.* (2018), quienes reportan altas concentraciones de *E. coli* en muestras de agua obtenidas de estanques de producción de tilapia en granjas de Sonora, México. Por otro lado, Njoku *et al.* (2015), reportan a partir de un análisis bacteriológico de estanques de producción de peces a la bacteria *E. coli* como dominante, lo cual fue atribuido al empleo de fertilizantes orgánicos basados en estiércol de animales. En el presente estudio no pudo ser confirmada dicha práctica; no obstante, es evidente la falta de buenas medidas sanitarias en las unidades, ya que incluso los resultados microbiológicos del alimento podrían ser causados por contaminación cruzada, debida a un manejo inadecuado.

Por otro lado, las especies *B. firmus* y *B. thuringiensis* detectadas en los estanques, pudieran ser atribuidas a que la región estudiada es de vocación agrícola, y ambas bacterias son comúnmente empleadas como control biológico de patógenos de importancia agrícola, por lo que su presencia puede ser causa de escurrimientos hacia los canales (Terefe *et al.*, 2009).

En relación a la presencia de coliformes y en función a las normas mexicanas encargadas de regular la calidad de los efluentes provenientes de la actividad acuícola, todas las granjas cumplen con los límites máximos permitidos de coliformes totales y fecales (NOM-001-ECOL-1996); sin embargo, aunque los organismos producidos en las granjas



estudiadas no son para consumo humano, es importante tener presente que este tipo de microorganismos podrían afectar la salud del personal de las unidades.

Parámetros como temperatura y materia orgánica evaluados en el canal de Las Estacas, concuerdan con los reportados por [Gómez-Márquez et al. \(2013\)](#) para el embalse localizado en el municipio de Tepalcingo, Morelos; quienes reportan un aumento de temperatura de la temporada de secas (25 °C) a la de lluvias (28 °C), así como un aumento en la presencia de materia orgánica en los meses de junio y julio (estación de lluvias), lo cual es debido al acarreo de materia orgánica que propician las lluvias; además de ello, señalan que el aumento del nivel de agua del embalse durante la época de lluvias genera una dilución en la concentración de parámetros químicos; tal fue el caso de las concentraciones de amonio y fósforo en el canal Apatlaco. En contraposición, dichos parámetros aumentaron en el canal de Las Estacas, rebasando incluso los límites permitidos por la norma oficial [NOM-001-ECOL-1996](#), por lo que es importante hacer mención a que durante esta temporada se realizó el desazolve del canal y aunque se presentaron lluvias en la zona, el nivel del agua se vio fuertemente reducido, afectando a su vez a las granjas que se abastecen del mismo.

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos reportados en los estanques, todos se encontraron bajo lo estipulado por las normas encargadas de regular la calidad de los efluentes provenientes de la actividad acuícola ([NOM-001-ECOL-1996](#); [Proyecto NOM-089-ECOL-1994](#)), donde parámetros como el fósforo, considerado un indicador trófico e indispensable para la producción de fitoplancton, se mantuvo por debajo del máximo soportado por organismos acuáticos (2 mg L<sup>-1</sup>); así como por debajo de lo que se considera un proceso de eutrofización (> 0.5 mg L<sup>-1</sup>) ([Coldebella et al., 2018](#)). Asimismo, la concentración de nitritos, los cuales resultan tóxicos para los peces en concentraciones superiores a 1 mg L<sup>-1</sup> ([Ginson et al., 2017](#)) se mantuvieron por debajo de lo mencionado, a pesar de que durante época de lluvias las granjas que dependen del canal de Las Estacas no realizaron recambios de agua. Finalmente, el considerable incremento de DBO<sub>5</sub> durante la temporada de secas en la granja A, puede ser un reflejo de las prácticas de manejo empleadas, puesto a que como menciona [Sipaúba-Tavares et al. \(2013\)](#), la calidad del agua en las granjas está en función de la densidad de los peces y del manejo de los alimentos, donde altas tasas de alimentación aumentan la cantidad de materia orgánica, reducen el O.D, producen un exceso de compuestos como NH<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub> e inclusive propician el incremento de bacterias; debido a la disposición de nutrientes ([Ajayi & Okoh, 2014](#)). Aunado a ello, cabe resaltar que según el estudio elaborado por [Coldebella et al. \(2018\)](#), a medida que avanza el ciclo productivo la materia orgánica presente es menos biodegradable por las bacterias encargadas de realizar la remoción de nutrientes, por lo que la descomposición biológica se hace más lenta. Contemplando lo anterior, es importante considerar que de no realizarse el correcto manejo de los



efluentes de las granjas acuícolas, existe un aporte significativo de materia orgánica y sustancias químicas hacia los cuerpos de agua receptores, implicando una fuente de contaminación constante; por lo que se hace indispensable contar con obras que den un tratamiento previo y un constante monitoreo de la calidad del agua de descarga (Boyd, 2003; Velasco-Amaro *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

Los resultados en el presente estudio determinaron que la calidad del agua del canal de Las Estacas y del canal del río Apatlaco se encuentra alterada, lo cual tiene un impacto significativo sobre la calidad sanitaria de los organismos producidos en las UPA's; no obstante, las granjas cumplen con las normas oficiales mexicanas, encargadas de regular los efluentes derivados de la actividad acuícola. Sin embargo, es importante implementar medidas sanitarias en las unidades, con la finalidad de reducir riesgos de producción, garantizar la calidad del producto y con ello aumentar el valor de éste; así como cuidar la salud del personal y de los ambientes circundantes.

## Agradecimientos

Los autores desean mostrar su agradecimiento a las UPA's que cooperaron en la elaboración del presente estudio, así como al Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la Universidad Autónoma Metropolitana por su apoyo con equipos indispensables para el desarrollo de los objetivos planteados. Finalmente, se agradece a CONACYT por la beca otorgada a Dafne Itzel Orozco Rojas, con número de registro 300777 y CVU 551760, durante el tiempo correspondiente al programa de Doctorado de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana.

## LITERATURA CITADA

AJAYI OA, Okoh AI. 2014. Bacteriological study of pond water for aquaculture purposes. *J Food Agric Environ*. 12(2): 1260-1265.

[https://www.researchgate.net/publication/257986931\\_Bacteriological\\_study\\_of\\_pond\\_water\\_for\\_aquaculture\\_purposes](https://www.researchgate.net/publication/257986931_Bacteriological_study_of_pond_water_for_aquaculture_purposes)

ALL-SUNAIHER AE, Abdelnasser SS, Al-Salamah AA. 2010. Association of Vibrio Species with Disease Incidence in Some Cultured Fishes in the Kingdom of Saudi Arabia. *World Appl Sci J*. 8(5): 653-660.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.388.7243&rep=rep1&type=pdf>

AVMA (American Veterinary Medical Association). 2013. Guidelines for the Euthanasia of Animals. <https://www.avma.org/KB/Policies/Documents/euthanasia.pdf>



BOYD CE. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*. 226: 101-112. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00471-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00471-X)

CARNEVIA D, Letamendía M and Perretta A. 2013. Pathogenic Gram-negative bacteria isolated from ornamental fish in Uruguay: characterization and antibiotic resistance. *Bull Eur Ass Fish Pathol*. 33(6): 181-186.  
<https://www.researchgate.net/publication/280311161>

CHIDAMBARAM P, Jawahar P, Srinivasan A and Ahilan A. 2013. Influence of Water Quality on the Incidence of Diseases in Ornamental Fishes in Tamilnadu (India). *SKUAST J Res*. 15(1): 17-22. <https://www.researchgate.net/publication/263278645>

COLDEBELLA A, Gentelini AL, Piana AP, Coldebella P, Boscolo WR, Feiden A. 2018. Effluents from Fish Farming Ponds: A View from the Perspective of its Main Components. *Sustainability*. 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10010003>

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). 2018. Morelos, importante productor de peces de ornato; se comercializan 30 millones de organismos al año. <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/morelos-importante-productor-de-peces-de-ornato-se-comercializan-30-millones-de-organismos-al-ano?idiom=es>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura). 2011. *Manual básico de Sanidad Piscícola*. Paraguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.fao.org/3/a-as830s.pdf>

GHOSH A, Mahapatra BK and Datta NC. 2003. Ornamental Fish Farming- Successful Small Scale Aqua business in India. *Aquac Asia*. 8(3): 14-16.  
<https://www.researchgate.net/publication/237254204>

GINSON J, Eborlang K, Remya K. 2017. Physicochemical and microbiological quality of aquaculture farms of Chellanam Panchayath, Ernakulam. *Int J Fish Aqua Stud*. 5(5): 428-437.  
<http://www.fisheriesjournal.com/archives/?year=2017&vol=5&issue=5&part=F&ArticleId=1391>

GÓMEZ-MÁRQUEZ JL, Peña-Mendoza B, Guzmán-Santiago JL and Gallardo-Pineda V. 2013. Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*. 23(2): 227-240.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972013000200011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972013000200011)



MARTÍNEZ ED, Malpica SA, Hernández JA. 2010. Estructura de la producción de la piscicultura de ornato del estado de Morelos y su relación con la diversidad de la oferta. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 10(20): 15-36. <https://biblat.unam.mx/hevila/Sociedadesruralesproduccionymedioambiente/2010/vol10/no20/1.pdf>

NJOKU OE, Agwa OK, Ibiene AA. 2015. An investigation of the microbiological and physicochemical profile of some fish pond water within *the Niger delta region of Nigeria*. *EJFST*. 3(4): 20-31. <https://doi.org/10.5897/AJFS2014.1208>

NMX-AA-003-1980. Aguas residuales. Muestreo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. México: Diario Oficial de la Federación. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166762/NMX-AA-003-1980.pdf>

NMX-AA-008-SCFI-2011. Análisis de agua. Determinación del pH. Método de prueba. Secretaría de Economía. México: Diario Oficial de la Federación. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-008-scfi11.pdf>

NMX-AA-028-SCFI-2001. Análisis de agua. Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas. Método de prueba. Secretaría de Economía. México: Diario Oficial de la Federación. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2001/nmx-aa-028-scfi-2001.pdf>

NMX-AA-042-SCFI-2015. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli*. Método del número más probable en tubos múltiples (Cancela a la NMX-AA-42-1987). Secretaría de Economía. México: Diario Oficial de la Federación. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166147/nmx-aa-042-scfi-2015.pdf>

NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México: Diario Oficial de la Federación. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mex17832.pdf>

NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaría de Salud. Bienes y servicios. México: Diario Oficial de la Federación. <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1109p.pdf>



NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaria de Salud. Bienes y servicios. México: Diario Oficial de la Federación. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>

OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2008. Manual de pruebas diagnóstico para los animales acuáticos 2006. Capítulo I.1 Enfermedades de peces: Información general. 5ª edición. Organización Mundial de Sanidad Animal. México. Pp. 73- 87. ISBN 929044732X.

OPIYO MA, Mugo JB, Kyule D, Okemwa G. 2016. Overview of Ornamental Fish Production in Kenya: Current Status, Opportunities and Challenges. *Bull Anim Hlth Prod Afr Fish*. 64(2):193- 200. <https://www.researchgate.net/publication/318494142>

PRADO BA, Rodríguez SG, Figueroa GI, Shirai KM. 2013. *Manual de prácticas de laboratorio. Microbiología de los alimentos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/microalimen.pdf>

PROYECTO NOM-089-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las actividades de cultivo acuícola. Secretaría de Desarrollo Social. México: Diario Oficial de la Federación. [http://dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?codnota=4741294&fecha=20/09/1994&cod\\_diario=204291](http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4741294&fecha=20/09/1994&cod_diario=204291)

RAJESHWARI K, Devasree LD. 2017. Isolation and characterization of bacterial pathogens from infected ornamental fishes in Madurai District, Tamilnadu, India. *Eur J Pharm Med Res*. 4(8): 707-711. [https://www.ejpmr.com/home/abstract\\_id/2812](https://www.ejpmr.com/home/abstract_id/2812)

RAMESHKUMAR P, Nazar AKA, Pradeep MA, Kalidas C, Jayakumar R, Tamilmani G, Sakthivel M, Samal AK, Sirajudeen S, Venkatesan V, Nazeera BM. 2017. Isolation and characterization of pathogenic *Vibrio alginolyticus* from sea cage cultured cobia (*Rachycentron canadum* (Linnaeus 1766)) in India. *Lett Appl Microbiol*. 65: 423-430 <https://doi.org/10.1111/lam.12800>

SAHOO PK, Swaminathan TR, Thangapalam JA, Raj K, Pattanayak S, Mohapatra A, Rath SS, Patra A, Adikesavalu H, Sood N, Pradhan PK, Das BK, Jayasankar R, Jena JK. 2016. Detection of gold fish haematopoietic necrosis herpes virus (Cyprinidherpesvirus-2) with multi-drugresistant *Aeromonas hydrophila* infection in gold fish: First evidence of any viral disease outbreak in ornamental fresh water aquaculture farms in India. *Acta Trop*. 161: 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.05.004>



SAREMI A, Saremi K, Saremi A, Sadeghi M, Sedghi H. 2013. The effect of aquaculture effluents on water quality parameters of Haraz River. *IRAN J FISH SCI.* 12(2): 445-453  
<https://www.researchgate.net/publication/288569716>

SICURO B. 2018. Nutrition in ornamental aquaculture: the raise of anthropocentrism in aquaculture?. *Rev Aquac.* 10: 791-799. <https://doi.org/10.1111/raq.12196>

SIPAÚBA-TAVARES LH, Millan NR, Amaral AA. 2013. Influence of Management on the Water Quality and Sediment in Tropical Fish Farm. *JWARP.* 5: 495-501.  
<http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2013.55049>

SIVAKUMAR K, Janani D, Shree M. 2015. Analysis of microbial biodiversity in intestine of ornamental fishes gut. *Int J Fish Aqua Stud.* 2(6): 232-234.  
<http://www.fisheriesjournal.com/vol2issue6/2-6-33.1.html>

SMITH KF, Schmidt V, Rosen GE, Amaral-Zettler L. 2012. Microbial Diversity and Potential Pathogens in Ornamental Fish Aquarium Water. *PLoS ONE.* 7(9):e39971.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039971>

TENAILLON O, Skurnik D, Picard B, Denamur E. 2010. The population genetics of commensal *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol.* 8: 207-217.  
<https://doi.org/10.1038/nrmicro2298>

TEREFE M, Tefera T, Sakhujia PK. 2009. Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the greenhouse and nursery. *J Invertebr Pathol.* 100(2): 94-99.  
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2008.11.004>

VALENZUELA-ARMENTA JA, Díaz-Camacho SP, Cabanillas-Ramos JA, Uribe-Beltrán MJ, Cruz-Otero MC, Osuna-Ramírez I, Báez-Flores ME. 2018. Microbiological analysis of tilapia and water in aquaculture farms from Sinaloa. *Biotechnia.* XX(1): 20-26.  
<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v20i1.525>

VASILE MA, Metaxa I, Placinta S, Mogodan A, Petrea SM, Platon C. 2017. Preliminary study on bacteriological and physicochemical water profile of cyprinid fish ponds. *AACL Bioflux.* 10(1): 103-112. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2017.103-112.pdf>

VELASCO-AMARO P, Pulido-Flores G, Acevedo-Sandoval O, Castro RJ, Román-Gutiérrez A. 2015. Diagnóstico y valoración del desempeño ambiental de la piscicultura en el estado de Hidalgo, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias.* 2(6): 47-53.  
<http://www.reibci.org/publicados/2015/nov/2200129.pdf>



VELASCO LR, Tapia AR. 2014. Curso práctico de microbiología. 1ª edición. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/cpm.pdf>

VELASCO-SANTAMARÍA Y, Corredor-Santamaría W. 2011. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a Review. *Rev MVZ Córdoba*. 16(2): 2458-2469.  
<https://doi.org/10.21897/rmvz.283>

YOUNES AM, Fares MO, Gaafar AY, Mohamed A. 2016. Isolation of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio vulnificus* Strains from Cultured *Oreochromis niloticus* Around Qarun Lake, Egypt. *Glob Vet*. 16(1): 01-05.  
[https://www.researchgate.net/publication/297694707\\_Isolation\\_of\\_Vibrio\\_alginolyticus\\_and\\_Vibrio\\_vulnificus\\_Strains\\_from\\_Cultured\\_Oreochromis\\_niloticus\\_Around\\_Qarun\\_Lake\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/297694707_Isolation_of_Vibrio_alginolyticus_and_Vibrio_vulnificus_Strains_from_Cultured_Oreochromis_niloticus_Around_Qarun_Lake_Egypt)

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>