



Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2022; 12:1-19. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.25>  
Artigo Original. Recebido: 28/09/2020. Aceito:19/08/2022. Publicado: XX/08/2022. Chave: e2020-79.  
<https://www.youtube.com/watch?v=0eqD-5dLeys>

## Status bacteriológico e qualidade da água de cultivo em fazendas de aquicultura ornamental em 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 e para correspondência: 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.

### Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar o estado bacteriológico e a qualidade da água utilizada durante os processos de cultivo de quatro fazendas de aquicultura no estado de Morelos, México. A análise bacteriológica foi realizada em amostras de peixes (*Poecillia sphenops*), ração e água de cultivo, utilizando meios BHI, TCBS e EMB; as bactérias isoladas foram identificadas por testes bioquímicos. Para determinar a qualidade da água, foram analisadas amostras de lagoas e canais de abastecimento de acordo com as normas oficiais mexicanas. Os resultados bacteriológicos da água indicaram que os canais apresentavam a maior diversidade e carga bacteriana, identificando 10 espécies pertencentes ao grupo de Proteobacteria e Firmicutes; no caso de ração e peixes, espécies como *Bacillus megaterium*, *Vibrio alginolyticus* e *Enterococcus faecalis* foram identificadas. De acordo com as estipulações das normas oficiais mexicanas, todas as unidades de produção têm boa qualidade de água; no entanto, o canal Las Estacas excede o LMP para coliformes fecais (2400 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e fósforo (0.83 mg L<sup>-1</sup>). Conclui-se que a qualidade sanitária dos organismos produzidos nas fazendas é comprometida pelos poluentes presentes nos canais de abastecimento.

**Palavras-chave:** peixes ornamentais, *Poecillia sphenops*, qualidade da água, 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 (*Poecillia 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 ditches 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 ditch 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.

## INTRODUÇÃO

Mundialmente, a aquicultura ornamental é uma atividade que ganhou importância devido à contribuição econômica que representa para o setor aquícola, que se estima gerar cerca de 500 milhões de dólares anuais (Opiyo *et al.*, 2016; Sicuro, 2018; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011; Ghosh *et al.*, 2003). Atualmente, os países membros da União Européia, Estados Unidos e Japão representam os maiores mercados para peixes ornamentais do mundo, destacando-se espécies como disco, guppy, espadarte, molusco, molusco de velas e peixe-dourado, além das espécies marinhas (Ghosh *et al.*, 2003; Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría, 2011).

O México não foi exceção, pois a produção de peixes ornamentais permitiu o desenvolvimento regional através da criação de empregos e renda, especialmente nas áreas rurais (Martínez *et al.*, 2010; CONAPESCA, 2018; Sivakumar *et al.*, 2015); entretanto, o sucesso produtivo da atividade é comprometido por uma baixa eficiência técnica dentro das unidades de produção aquícola (UPA); bem como por seu desenvolvimento de forma empírica, o que conflita com o funcionamento das unidades, especialmente quando se procura passar de um sistema de produção extensivo para um sistema intensivo; por isso, é comum que os piscicultores enfrentem uma ampla gama de problemas, onde os associados à qualidade da água representam os mais comuns (Njoku *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2010; Rajeshwari & Devasree, 2017). Neste sentido, foi determinado que os parâmetros físicos e químicos da água de cultura influenciam o estado sanitário dos organismos e, por sua vez, a composição da microbiota da lagoa, que determina a incidência de doenças durante os ciclos produtivos (Chidambaram *et al.*, 2013; Ginson *et al.*, 2017; Ajayi & Okoh, 2014). Além do acima mencionado, é importante mencionar que, em nível nacional, há necessidade de atualizar e/ou alterar a legislação relativa à produção de espécies aquáticas para fins ornamentais. Em particular, as questões a serem trabalhadas estão relacionadas à saúde, que incluem questões de qualidade da água de cultivo, bem como práticas de gestão aplicadas nas UPAs. O objetivo é garantir um produto livre de patógenos, já que a falta de regulamentação nestes aspectos poderia ter consequências não apenas no nível de produção, mas também na saúde humana e no ambiente circundante (Valenzuela-Armenta *et al.*, 2018; Vasile *et al.*, 2017; Saremi *et al.*, 2013).



Devido ao acima exposto, o objetivo do presente estudo foi focado na determinação do estado bacteriológico das pisciculturas ornamentais em Morelos e a qualidade da água utilizada durante os processos de cultivo, considerando as atuais normas nacionais que se aplicam.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado em quatro pisciculturas ornamentais localizadas na sub-bacia do rio Apatlaco, no Estado de Morelos, México. As coordenadas de cada fazenda e como elas foram identificadas são as seguintes:

Fazenda A: 18° 38' 53,9" N e 99° 13' 13,2" W

Fazenda B: 18° 38' 52,3" N e 99° 13' 10,4" W

Fazenda C: 18° 38' 55,9" N e 99° 13' 09,4" W

Fazenda D: 18° 39' 20,4" N e 99° 12' 00,9" W

O estudo compreendeu duas estações em 2017, correspondentes à estação seca durante os meses de fevereiro a março e a estação chuvosa durante os meses de junho e julho.

### Amostragem

Amostras de água, alimentos e organismos da espécie *Poecillia sphenops*, comumente conhecida como molly, foram coletadas em cada uma das unidades; esta espécie foi considerada porque representa uma das mais demandadas e produzidas na região. Para avaliar o estado sanitário dos peixes e determinar o tamanho da amostra, foram utilizadas as tabelas propostas pelo Manual de Testes de Diagnóstico para Animais Aquáticos, considerando peixes com aparência clínica normal e o volume de produção em cada unidade (cerca de 2000 organismos); além de uma prevalência de 10% e uma confiabilidade de 95%, de modo que 27 organismos foram incluídos em cada unidade por visita (OIE, 2008).

Os organismos foram coletados aleatoriamente de cada uma das lagoas e transportados vivos com aeração contínua, em sacos plásticos contendo água das mesmas lagoas.

A água foi coletada dos tanques de produção de *P. sphenops* em cada uma das fazendas; amostras de água do canal Las Estacas (fornecendo água para as fazendas A, B e C) e do canal do rio Apatlaco (fornecendo água para a fazenda D) também foram coletadas.

A amostragem seguiu as estipulações das Normas Oficiais Mexicanas [NMX-AA-003-1980](#) e [NOM-001-ECOL-1996](#). Três amostras únicas foram obtidas do mesmo ponto, coletadas assepticamente usando garrafas estéreis; elas foram transportadas e mantidas a 4 °C ([FAO, 2011](#)).



Finalmente, a coleta de amostras de ração em cada uma das unidades de produção foi realizada em triplicata e assepticamente, utilizando sacos estéreis para transporte ([NOM-109-SSA1-1994](#)).

Todas as amostras foram coletadas semanalmente durante as estações estudadas, e foram transportadas para análise para o Laboratório de Química de Alimentos Vivos da Universidade Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

### **Análise microbiológica**

A análise dos organismos foi aprovada pelo Comitê de Ética da Divisão de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidad Autónoma Metropolitana. Os organismos foram eutanizados com uma overdose de benzocaína, utilizando o método de imersão ([AVMA, 2013](#)); foram então dissecados em condições assépticas para expor os órgãos internos e extrair as vísceras, que foram homogeneizadas em solução salina estéril 0.89% (OIE, 2008). No caso de amostras de ração e água, 1 g<sup>-1</sup> e 1 mL<sup>-1</sup> de cada foi analisado e homogeneizado em 9 mL de solução salina estéril (0.89%) ([Prado et al., 2013](#)).

Em todos os casos, três diluições em série foram feitas e inoculadas em triplicata em placas de eosina e azul de metileno (EMB) (210600) da marca BD Bioxon<sup>®</sup> e incubadas a 35 ± 2°C durante 48 horas sob condições aeróbicas. Após este período, a morfologia colonial foi caracterizada e as unidades formadoras de colônias (UFC) foram contadas usando um contador de colônias e selecionando aquelas placas com 30 a 300 colônias ([Velasco & Tapia, 2014](#)).

A seguinte fórmula foi usada para determinar o número de UFC mL<sup>-1</sup> ou UFC g<sup>-1</sup> ([Njoku et al., 2015](#); [Prado et al., 2013](#); [NOM-110-SSA1-1994](#)):

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

Onde:

N: número médio de colônias

ID: inverso de diluição

V: volume da amostra inoculada

Para a identificação bacteriana, foi feita uma escolha diferencial de colônias com base na morfologia para ser representativa dos diferentes tipos de colônias recuperadas. Foi utilizada a resselagem sucessiva para isolar as bactérias e a coloração de Gram foi utilizada para verificar sua pureza ([Velasco & Tapia, 2014](#)). As bactérias foram identificadas por testes bioquímicos e usando um sistema comercial de identificação bacteriana usando galerias API<sup>®</sup> (20 E; 20 NE; 50 CH e 50 CHB) (BioMerieux, México).



### **Análise coliforme**

A contagem de coliformes foi determinada seguindo a metodologia proposta pela [NMX-AA-042-SCFI-2015](#), utilizando caldo de lactose Bioxon<sup>®</sup> (211700) e Difco<sup>™</sup> caldo de bile verde brilhante (273000) como meio de cultura. A temperatura de incubação foi de 35°C durante 48 horas para o teste presuntivo; enquanto o teste confirmatório para coliformes totais foi incubado a 37 °C durante 48 horas, e para coliformes fecais a 44 °C durante 24 horas. As análises de cada ponto amostrado foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em MPN por 100 mL<sup>-1</sup> de água.

### **Parâmetros físico-químicos**

Parâmetros como pH, temperatura, oxigênio dissolvido (O.D.), salinidade e sólidos dissolvidos totais (SDT) foram medidos in situ ([NMX-AA-008-SCFI-2011](#)), usando uma sonda multiparamétrica modelo HI 98194 (HANNA<sup>®</sup>, México). Parâmetros químicos tais como nitrogênio (N) e fósforo (P) foram analisados com um fotômetro multiparamétrico modelo HI 83203 (HANNA<sup>®</sup>, México), seguindo as instruções do fabricante para cada caso.

### **Análise da demanda biológica de oxigênio**

A determinação da demanda biológica de oxigênio em cinco dias (DBO<sub>5</sub>) foi realizada usando o método Winkler determinado pelo [NMX-AA-028-SCFI-2001](#), realizando os testes em triplicata. A concentração inicial e final de oxigênio dissolvido foi medida com um oxímetro modelo HI 9146 (HANNA<sup>®</sup>, México).

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos a uma análise descritiva; posteriormente, para determinar diferenças entre locais de amostragem e estações monitoradas, testes de comparação de múltiplas médias foram aplicados pela análise de variância e pelo teste t de Student para diferenças menos significativas ( $P < 0.05$ ), após verificar se os dados cumpriam as suposições de normalidade. Para os resultados microbiológicos (UFC mL<sup>-1</sup>), os dados foram transformados em Log 10 para atender às suposições de normalidade. Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando o software estatístico SYSTAT 13.0<sup>®</sup>.

## **RESULTADOS**

### **Análise microbiológica da água**

A análise microbiológica das águas permitiu o isolamento e identificação de um total de 10 espécies bacterianas pertencentes ao grupo das Proteobactérias e Firmicutes, onde ambos os afluentes de água apresentaram a maior diversidade e abundância bacteriana durante as estações analisadas, determinando inclusive diferenças significativas para a



maioria das bactérias identificadas no canal de Las Estacas, em relação às fazendas que são fornecidas por ele, como pode ser visto na Tabela 1. Da mesma forma, uma mudança na composição da microbiota foi observada durante a estação chuvosa no canal de Las Estacas e nas fazendas por ele abastecidas, com espécies como *Burkholderia gladiolii* e *Bacillus thuringiensis* sendo deslocadas, enquanto as espécies *Vibrio parahaemolyticus* e *Aeromonas hydrophila* foram registradas. Deve-se notar que *B. gladiolii* só foi registrado no canal Las Estacas durante a estação seca, enquanto *Pseudomonas luteola* foi registrado somente na fazenda A durante a estação chuvosa. Em relação ao grupo de Enterobacteriaceae, *Klebsiella* sp. e *Escherichia coli*, mostrou um ligeiro aumento na contagem de UFC mL<sup>-1</sup> durante a estação chuvosa no canal de Las Estacas; entretanto, nenhuma diferença estatística foi determinada para *E. coli* ( $p > 0.05$ ) de uma estação para a outra.

Comportamento similar foi observado no canal do rio Apatlaco, onde altas contagens bacterianas foram registradas; entretanto, nenhuma diferença estatística foi determinada em relação à fazenda D ( $p > 0.05$ ). Entretanto, verificou-se que à medida que as contagens bacterianas de *Klebsiella* sp. e *Bacillus cereus* aumentavam, elas podiam ser registradas na fazenda D durante a estação chuvosa. Em contraste, *E. coli* só foi detectada no canal do rio Apatlaco, enquanto *A. hydrophila* só estava presente na fazenda D (Tabela 1).

### **Análise microbiológica de peixes**

A partir da análise microbiológica dos organismos, foi identificado um total de sete espécies bacterianas para a estação seca e cinco para a estação chuvosa, com a maior diversidade na fazenda B durante ambas as estações (Tabela 2). Do número total de espécies registradas, apenas *Enterococcus faecalis* e *Vibrio alginolyticus* foram encontradas como sendo diferentes daquelas relatadas na análise da água.

As maiores contagens bacterianas foram registradas nas fazendas A e D, com diferenças significativas como mostrado na Tabela 2. Estes dados sugerem que existe uma influência direta da microbiota da água sobre as bactérias presentes nos organismos, já que durante a estação chuvosa, observou-se que como as concentrações bacterianas de espécies como *Bacillus cereus* e *Burkholderia cepacea* foram reduzidas na água, estas não foram mais registradas nos peixes, e ao contrário, as espécies *Pseudomonas luteola* e *A. hydrophila* foram relatadas (Tabela 2).

Em relação às espécies *E. coli* e *Klebsiella* sp., a análise microbiológica dos peixes revelou uma redução em sua concentração durante a estação chuvosa; as maiores concentrações foram relatadas nos organismos coletados na fazenda D, com uma diferença estatística ( $p = 0.0212$  e  $p = 0.0009$ ) em relação ao restante das unidades (Tabela 2).



**Tabela 1. Valores médios da contagem bacteriana em amostras de água**

Espécie	Época	Contagem de UFC mL <sup>-1</sup>					
		Canal las Estacas	Fazenda A	Fazenda B	Fazenda C	Canal Apatlaco	Fazenda 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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Nota. S: Seco; Ch: Chuva; N/D: Não detectado; ± Desvio padrão; \* Diferença significativa (p < 0,05)

### Análise microbiológica da ração

Os dados obtidos da análise microbiológica da ração são apresentados na Tabela 3, que mostra o isolamento de seis espécies bacterianas. Do total de bactérias recuperadas, *Bacillus megaterium* só foi registrado a partir de amostras de ração, onde as maiores contagens foram encontradas nas fazendas C e D, para as quais foi determinada uma diferença estatística (p=0,0272) em relação ao resto das fazendas; também, *P. luteola* e *B. cereus* só foram isolados de amostras da fazenda B durante a estação chuvosa.

Em geral, a análise da ração da fazenda D mostrou a maior contagem de UFC mL<sup>-1</sup>, incluindo diferenças significativas com o resto das unidades de produção, como mostrado na Tabela 3.



**Tabela 2. Valores médios das contagens bacterianas em *Poecillia sphenops* durante as estações analisadas**

Espécie	Época	Contagem de UFC mL <sup>-1</sup>			
		Fazenda A	Fazenda B	Fazenda C	Fazenda D
<i>Vibrio alginolyticus</i>	S	2.5 ± 0.2	2.6 ± 0.0	3.2 ± 0.0	4.6* ± 0.2
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Brevibacillus sp.</i>	S	N/D	4.2 ± 0.3	N/D	N/D
	Ch	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D
	Ch	4.9 ± 0.1	4.4 ± 0.0	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.0

Nota. S: Seco; Ch: Chuva; N/D: Não detectado; ± Desvio padrão; \* Diferença significativa (p < 0,05)

**Tabela 3. Valores médios das contagens bacterianas nas amostras de ração durante as estações analisadas**

Espécie	Época	Contagem de UFC mL <sup>-1</sup>			
		Fazendo A	Fazendo B	Fazendo C	Fazendo D
<i>Klebsiella sp.</i>	S	2.4 ± 0.6	N/D	2.6 ± 0.2	3.9* ± 0.6
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	N/D	N/D	N/D	N/D
	Ch	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
	Ch	N/D	3.1 ± 0.2	N/D	N/D

Nota. S: Seco; Ch: Chuva; N/D: Não detectado; ± Desvio padrão; \* Diferença significativa (p < 0,05)



### **Determinação de coliformes**

Na figura 1, seção a, pode-se ver que no caso das fazendas abastecidas com água do canal Las Estacas, a maior concentração de coliformes totais é relatada na fazenda C durante a estação seca, enquanto na estação chuvosa há uma redução em sua concentração; em contraste, o canal Apatlaco e a fazenda D mostram uma tendência crescente.

Com relação aos coliformes fecais, as maiores densidades foram registradas na fazenda B durante a estação seca, enquanto o canal Las Estacas apresentou um aumento significativo ( $p=0,0482$ ) durante a estação chuvosa, que excede até o limite máximo permitido ( $1000 \text{ NMP por } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) de acordo com o [NOM-001-ECOL-1996](#). Por outro lado, a fazenda D e o canal do rio Apatlaco mostraram uma redução na carga bacteriana deste grupo durante a estação chuvosa, com uma diferença significativa para o canal do rio Apatlaco ( $p=0004$ ) (figura 1, seção b).

### **Parâmetros físico-químicos**

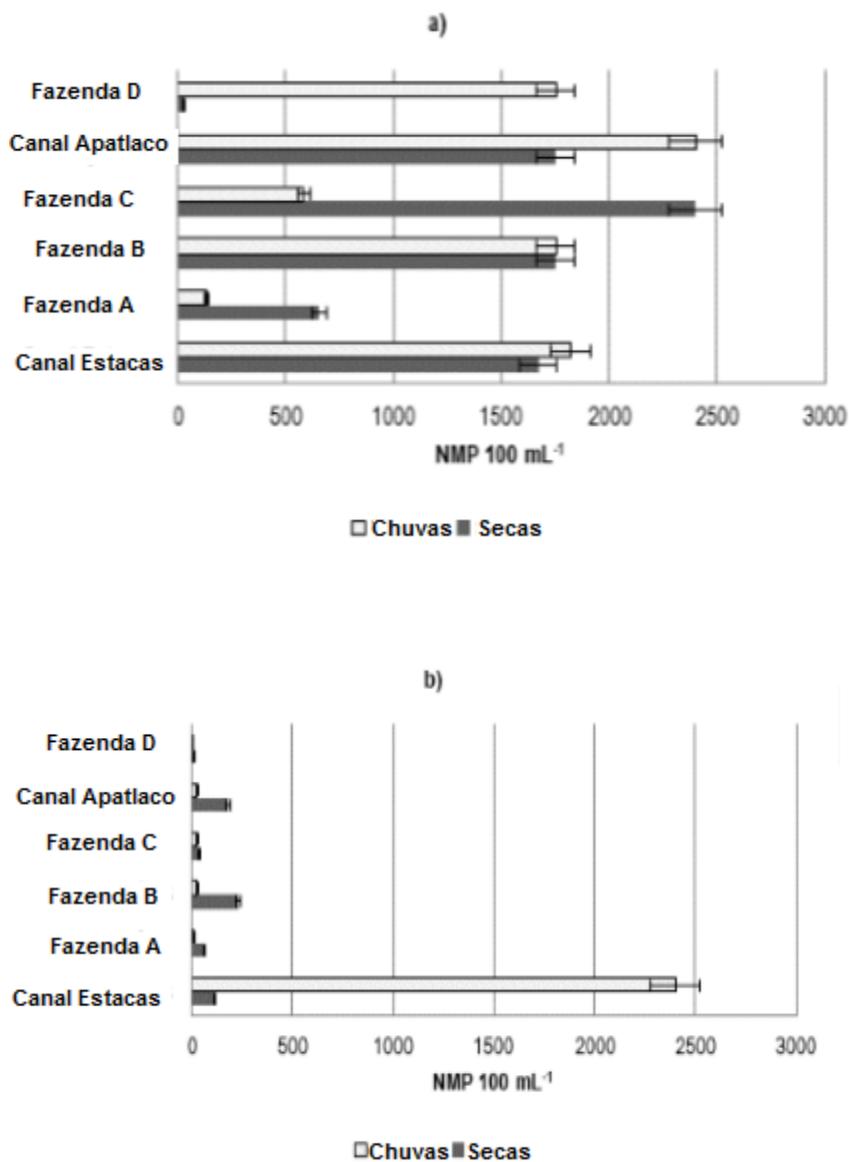
Os dados obtidos para os parâmetros físico-químicos são apresentados na Tabela 4, onde é mostrado que a temperatura da água permaneceu entre  $21,9$  e  $25,7$  °C durante a estação seca e entre  $23,2$  e  $29,5$  °C durante a estação chuvosa, registrando as temperaturas mais baixas em ambos os canais em relação às fazendas; uma diferença estatística foi determinada para o canal Las Estacas durante a estação seca ( $p=0,0360$ ). Em contraste, as temperaturas mais altas foram registradas nas fazendas B e D. No caso do pH, mais uma vez os tributários tiveram os valores mais baixos, enquanto as fazendas D e A tiveram a alcalinidade mais alta com valores de  $9,8$  e  $9,6$  unidades durante a estação seca e chuvosa, respectivamente.

Em geral, a concentração de O.D. mostrou uma diminuição da estação seca para a estação chuvosa (Tabela 4), com a menor concentração registrada na fazenda C; enquanto a maior foi registrada na fazenda B durante a estação seca ( $10,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) e na fazenda A durante a estação chuvosa ( $7,9 \text{ mg L}^{-1}$ ). Em nenhum dos casos houve qualquer diferença estatística.

Com relação à SDT, os valores mais altos foram registrados na fazenda A durante ambas as estações, mesmo determinando uma diferença estatística na estação chuvosa ( $p=0,0007$ ); por outro lado, os valores mais baixos foram registrados na fazenda D ( $0,43 \text{ ppt}$ ) e no canal do rio Apatlaco ( $0,37 \text{ ppt}$ ). Por outro lado, as formas nitrogenadas mostraram uma tendência crescente desde a estação seca até a estação chuvosa em ambos os canais, com exceção dos nitratos ( $\text{NO}_3$ ) no canal do Apatlaco. Quanto às concentrações de fósforo, foi observada uma tendência decrescente durante a estação



chuvosa em relação à estação seca, embora o oposto tenha ocorrido no canal de Las Estacas (Tabela 4).



\*Diferença significativa ( $p < 0,05$ )

**Figura 1. Valores médios de contagem de bactérias coliformes. a) Coliformes totais; b) Coliformes fecais**



**Tabela 4. Valores médios dos parâmetros físico-químicos registrados na água durante as estações analisadas**

Parâmetro	Época	Canal las Estacas	Fazenda A	Fazenda B	Fazenda C	Canal Apatlaco	Fazenda 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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	7.1 ± 2.9	7.9 ± 0.4	7.7 ± 1.2	5.5 ± 2.3	7.7 ± 1.1	7.6 ± 1.1
SDT (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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	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
	Ch	4.5 ± 2.6	17.3 ± 1.8	17 ± 3.7	13.6 ± 2.6	3.8* ± 0.4	8.8 ± 4.7

S: Seco; Ch: Chuva; ± Desvio padrão; \* Diferença significativa (p < 0,05)

Finalmente, são apresentados valores de DBO<sub>5</sub> (Tabela 4), onde a maior concentração foi relatada na fazenda A com 34,5 mg L<sup>-1</sup> durante a estação seca, mostrando uma diferença significativa (p=0,001), com relação ao resto das fazendas fornecidas pelo canal Las Estacas e o mesmo canal; assim como uma redução em sua concentração (17,3 mg L<sup>-1</sup>) durante a estação chuvosa. Pelo contrário, a menor concentração foi registrada no canal de Las Estacas e no canal de Apatlaco durante a estação chuvosa, determinando diferenças estatísticas para este último (p=0,0279), com relação à fazenda D que fornece.



## DISCUSSÃO

Os resultados microbiológicos do presente estudo são similares aos relatados por [Smith et al. \(2012\)](#), que, com base em uma análise metagenômica da água de aquário de peixes ornamentais, relatam o grupo Proteobacteria como as espécies bacterianas mais representativas, incluindo as espécies *A. hydrophila*, *V. alginolyticus* e *V. parahaemolyticus*; bactérias que poderiam ser identificadas no presente estudo a partir de amostras de água e dos organismos. Estas bactérias são consideradas parte da microbiota normal dos organismos aquáticos; no entanto, são classificadas como bactérias oportunistas, de modo que um aumento em sua concentração associada ao estresse nos organismos pode causar surtos infecciosos nos peixes ([All-Sunaiher et al., 2010](#), [Sahoo et al., 2016](#), [Younes et al., 2016](#), [Rameshkumar et al., 2017](#)). A este respeito, vale mencionar que durante a estação chuvosa *A. hydrophila* apresentou a maior frequência de isolamento nos organismos, um evento que é consistente com o que tem sido relatado em outros estudos ao monitorar bactérias presentes em *Poecillia sphenops* ([Carnevia et al., 2013](#); [Rajeshwari & Devasree, 2017](#)); entretanto, neste caso, não foram registrados danos ou lesões nos organismos.

É importante ter em mente que durante os ciclos de cultivo os peixes são propensos a serem colonizados por bactérias presentes em seu ambiente, portanto as características microbiológicas da água, do tanque e da ração desempenham um papel importante em sua microbiota ([Sivakumar et al., 2015](#); [Vasile et al., 2017](#)). Considerando o acima exposto, os resultados obtidos mostram o impacto que a água dos tributários tem sobre a microbiota dos peixes, o que pode ser atribuído ao fato de não receber nenhum tratamento antes de ser utilizada nas unidades, de modo que a presença de bactérias como *E. coli* e *Klebsiella* sp. indicou contaminação fecal por organismos homeotérmicos ([Tenailon et al., 2010](#)). Tais resultados estão de acordo com os obtidos por [Valenzuela-Armenta et al. \(2018\)](#), que relatam altas concentrações de *E. coli* em amostras de água obtidas de tanques de produção de tilápia em fazendas em Sonora, México. Por outro lado, [Njoku et al. \(2015\)](#), da análise bacteriológica dos tanques de produção de peixes, relatam a bactéria *E. coli* como dominante, o que foi atribuído ao uso de fertilizantes orgânicos à base de esterco animal. No presente estudo, esta prática não pôde ser confirmada; entretanto, a falta de boas medidas sanitárias nas unidades é evidente, pois mesmo os resultados microbiológicos da ração poderiam ser causados por contaminação cruzada devido ao manuseio inadequado.

Por outro lado, as espécies *B. firmus* e *B. thuringiensis* detectadas nas lagoas poderiam ser atribuídas ao fato de que a região estudada é uma região agrícola, e ambas bactérias são comumente usadas como controle biológico de patógenos de importância agrícola, de modo que sua presença pode ser a causa de escoamento para os canais ([Terefe et al., 2009](#)).



Em relação à presença de coliformes e de acordo com as normas mexicanas encarregadas de regular a qualidade dos efluentes das atividades aquícolas, todas as fazendas cumprem com os limites máximos permitidos para coliformes totais e fecais ([NOM-001-ECOL-1996](#)); entretanto, embora os organismos produzidos nas fazendas estudadas não sejam para consumo humano, é importante ter em mente que este tipo de microorganismo pode afetar a saúde do pessoal das unidades.

Parâmetros como temperatura e matéria orgânica avaliada no canal Las Estacas concordam com os relatados por [Gómez-Márquez et al.](#) (2013) para o reservatório localizado no município de Tepalcingo, Morelos, que relatam um aumento da temperatura da estação seca (25 °C) para a estação chuvosa (28 °C), bem como um aumento da presença de matéria orgânica nos meses de junho e julho (estação chuvosa), que se deve ao transporte de matéria orgânica causada pelas chuvas. Além disso, apontam que o aumento do nível da água do reservatório durante a estação chuvosa gera uma diluição na concentração de parâmetros químicos; foi o caso das concentrações de amônio e fósforo no canal do Apatlaco. Em contraste, estes parâmetros aumentaram no canal de Las Estacas, excedendo até mesmo os limites permitidos pela norma oficial [NOM-001-ECOL-1996](#), portanto é importante mencionar que durante esta estação o canal foi dragado e embora tenha havido chuvas na área, o nível da água foi fortemente reduzido, afetando por sua vez as fazendas que são abastecidas por ele.

Com respeito aos parâmetros físico-químicos relatados nas lagoas, todos foram encontrados dentro das estipulações das normas encarregadas de regular a qualidade dos efluentes das atividades aquícolas ([NOM-001-ECOL-1996](#); [Proyecto NOM-089-ECOL-1994](#)), onde parâmetros como o fósforo, considerado um indicador trófico e essencial para a produção de fitoplâncton, permaneceram abaixo do máximo suportado pelos organismos aquáticos (2 mg L<sup>-1</sup>); assim como abaixo do que é considerado um processo de eutrofização (> 0.5 mg L<sup>-1</sup>) ([Coldebella et al., 2018](#)). Da mesma forma, a concentração de nitritos, que são tóxicos aos peixes em concentrações acima de 1 mg L<sup>-1</sup> ([Ginson et al., 2017](#)) permaneceu abaixo do acima mencionado, apesar de que durante a estação chuvosa as fazendas que dependem do canal de Las Estacas não realizaram trocas de água. Finalmente, o aumento considerável da DBO<sub>5</sub> durante a estação seca na fazenda A pode ser um reflexo das práticas de manejo empregadas, uma vez que, como mencionado por [Sipaúba-Tavares et al.](#) (2013), a qualidade da água nas fazendas é uma função da densidade de peixes e do manejo da alimentação, onde altas taxas de alimentação aumentam a quantidade de matéria orgânica, reduzem o O.D., produzem um excesso de compostos como NH<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub> e até mesmo levam a um aumento de bactérias; devido à disponibilidade de nutrientes ([Ajayi & Okoh, 2014](#)). Além disso, deve-se observar que, segundo o estudo de [Coldebella et al.](#) (2018), à medida que o ciclo de produção avança, a matéria orgânica presente é menos biodegradável pelas bactérias responsáveis pela remoção dos nutrientes, de modo que a decomposição biológica



diminui. Considerando o acima exposto, é importante considerar que se os efluentes das fazendas de aquicultura não forem gerenciados corretamente, há uma contribuição significativa de matéria orgânica e substâncias químicas para os corpos de água receptores, implicando em uma fonte constante de poluição; portanto, é essencial ter trabalhos que proporcionem tratamento prévio e monitoramento constante da qualidade da água de descarga (Boyd, 2003; Velasco-Amaro *et al.*, 2015).

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo determinaram que a qualidade da água do canal de Las Estacas e do canal do rio Apatlaco é alterada, o que tem um impacto significativo na qualidade sanitária dos organismos produzidos nas UPA's; no entanto, as fazendas cumprem as normas oficiais mexicanas encarregadas de regular os efluentes derivados da atividade aquícola. Entretanto, é importante implementar medidas sanitárias nas unidades a fim de reduzir os riscos de produção, garantir a qualidade do produto e assim aumentar seu valor, bem como cuidar da saúde do pessoal e do meio ambiente circundante.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às UPAs que colaboraram na preparação deste estudo, assim como ao Laboratório de Análise da Qualidade da Água da Universidade Autônoma Metropolitana por seu apoio com equipamentos indispensáveis para o desenvolvimento dos objetivos propostos. Finalmente, gostaríamos de agradecer a CONACYT pela bolsa de estudos concedida a Dafne Itzel Orozco Rojas, com número de registro 300777 e CVU 551760, durante o período correspondente ao programa de doutorado em Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Autônoma 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 Acuacultura 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. Secretaría 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, Sakhuja 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>