

ACTA PESQUERA



Revista de la Unidad Académica
Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Universidad Autónoma de Nayarit

Directorio

Mtro. Jorge Ignacio Peña González
Rector

Mtro. José Ángel González Rodríguez
Secretario de Rectoría

Lic. Magaly Sánchez Medina
Dirección Editorial

Dr. Saúl Hernán Aguilar Orozco
Coordinador del Área Biológico Agropecuaria y Pesquera

Dr. Javier Marcial de Jesús Ruíz Velazco Arce
Director de la Unidad Académica de Ingeniería Pesquera

ACTA PESQUERA, Año 7, No. 13, Enero – Junio de 2021. Publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic, Nayarit, México. C. P. 63155. Correo electrónico: actapesquera@gmail.com, Director/ Editor Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra. Número de reserva de derechos al uso exclusivo 04 - 215 - 012609390000 - 102 otorgada por el INDAUTOR. ISSN: 2395-8944. Impresa en el Taller de Artes Gráficas de la UAN. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo” C. P. 63190. Tepic, Nayarit, México.

Los contenidos firmados son responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

Acta Pesquera

Comité Editorial

Dr. Guillermo Compean. Director del CIAT Comisión Interamericana del atún tropical.

Dr. Luis Galán Wong. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Dra. Mariana Fernández Facultad de ciencias de la UNAM

Dr. Javier de la Garza. CIEES

Dr. Fabio Germán Cupul Magaña. CUC U de G

Dr. Libertad Leal Lozano. Facultad de Ciencias Biológicas UANL.

Dra. Gilda Velásquez Portillo SAGARPA CONAPESCA

Dra. Guadalupe de la Lanza Espino Instituto de Biología UNAM

Dra. Teresa Rayno Trujillo Instituto de Geografía de la UNAM

Dra. Fernando Jiménez Guzmán Facultad de Ciencias Biológicas UANL

Dr. Mario Oliva S. Universidad de la Habana Cuba

Dr. Arturo Ruiz Luna. CIAD

Dr. Adrián Arredondo Álvarez. Secretario de Medio Ambiente del C.E.N. del P.R.I.

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus. CUC. U de G.

Directorio de la Revista

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra

Director / Editor

Dr. Javier Marcial de Jesús Ruíz Velazco Arce

Subdirector

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus

Coeditor

Dr. Oscar Iram Zavala Leal

Coordinador Científico

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca

Coordinador de Contenido

M. en C. Aurelio Benítez Valle

Editor Ejecutivo

M. en C. Elsa García de Dios

Coordinadora de Edición

LDI Gabriela Ulloa García

Lic. Francisco Rafael Martínez nosense

Coordinador de Diseño Grafico

Contenido

		Pág.
1	Editorial	0
2	Efecto de la bioconversión de semillas de jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) en digestibilidad y rendimiento productivo en dietas para tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Francisco Valdez-González, Iram Zavala-Leal, Damián Cordero-Ramírez, Breidy Cuevas-Rodríguez y Jorge Soto-Alcalá 1 – 10
3	Crónica histórica asociada al río Pitillal, Puerto Vallarta, Jalisco	Eduardo Gómez Encarnación 11 - 16
4	Variación espacio temporal de los grupos del zooplancton de una laguna hipersalina Xola-Paramán, Jalisco.	Ramiro Flores Vargas, María Guadalupe García Rodríguez y María del Carmen Navarro Rodríguez. 17 – 30
5	Cuentos de pescadores	María Teresa Morfín 31 – 37
6	Capacidad protectora de un sistema acuícola con recirculamiento (SAR) para <i>Penaeus vannamei</i> contra <i>Vibrio parahaemolyticus</i> causante de AHPND	Renato Leal-Espinoza, Píndaro Álvarez-Ruíz, Francisco Valdez-González, Carina Gámez-Jiménez, Jorge Soto Alcalá 38 – 50
7	Análisis numérico para determinar modelos asociados a la composición proximal de corvina (<i>Cynoscion Parvipinnis</i>)	José Trinidad Ulloa Ibarra, José David Ramos Carrillo, Nidia D. Uribe Olivares, Juan Felipe Flores Roble ³ , María Inés Ortega Arcega 51 – 61
8	Crecimiento y sobrevivencia de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> cultivada en jaulas flotantes rectangulares	Isiordia-Pérez Elifonso, Isiordia-Cortéz Arlis, Cuevas-Rodríguez Breydi, Ruiz-Velazco Arce Javier Marcial de Jesús, Juan Carlos Bautista—Covarrubias 62 – 68
9	A los autores	69 – 70

EDITORIAL

Iniciamos con este nuevo número de la revista Acta Pesquera después del 50 aniversario de nuestra Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera y nos complace seguir presentando a la comunidad del país los trabajos desarrollados durante el último semestre por los investigadores, docentes - investigadores y estudiantes a pesar de las limitaciones que nos ha impuesto la pandemia.

La sobreexplotación de los mares y los océanos está dejándolos sin peces. Así lo manifiesta la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en uno de sus últimos informes, al tiempo que reclama un modelo de pesca sostenible para garantizar la supervivencia de las especies y la actividad pesquera.

En esto radica la importancia de estudios para la pesca sustentable y al aumento de la acuicultura como lo refieren los escritos de Francisco Valdez, de Renato Leal y de María Teresa Morfin quien con diferentes trabajos resaltan la necesidad del estudio de aspectos de la acuicultura, la pesca sustentable y la biodiversidad. Ya que la pérdida de biodiversidad marina tiene consecuencias negativas para la gran cantidad de personal que viven de la riqueza de los mares y las costas, según la ONU, además las flotas pesqueras tienen la necesidad de desplazarse a la fuerza para buscar en zonas más alejadas espacio adecuado para echar sus redes y obtener una captura que sea redituable económicamente.

Por su parte la FAO ha encontrado que la sobrepesca en aguas del Pacífico sudoriental y el Atlántico sudoccidental afecta a más del 58% de las poblaciones de peces que habitan en ellas, mientras en el Mediterráneo y el mar Negro la cifra supera el 62%.

Las principales especies afectadas por la sobrepesca son las más consumidas en el mercado. Sin embargo, este fenómeno perjudica también de rebote a otras especies, que son capturadas de forma accidental, muchas veces porque las artes de

pesca utilizadas son poco selectivas. Estas capturas son descartadas por los pescadores y devueltas al mar, muertas, con lo que contribuyen también a aumentar el desequilibrio en el ecosistema. De ahí la necesidad de estudios que contribuyan a la disminución de este gran problema.

Esperamos que los trabajos que se publican sean de utilidad no solo para quienes se están formando, sino también para aquellos que se encuentran en la práctica profesional.

Editor

EFFECTO DE LA BIOCONVERSIÓN DE SEMILLAS DE JACA (*Artocarpus heterophyllus*) EN DIGESTIBILIDAD Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN DIETAS PARA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

EFFECT OF THE BIOCONVERSION OF JACKFRUIT SEEDS (*Artocarpus heterophyllus*) IN DIGESTIBILITY AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN DIETS FOR TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

Francisco Valdez-González^{*1,2}, Iram Zavala-Leal^{1,2}, Damián Cordero-Ramírez³, Breidy Cuevas-Rodríguez^{1,2} y Jorge Soto-Alcalá³

¹Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit.

²Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras - Universidad Autónoma de Nayarit.

Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave. Departamento de ³Ciencias Naturales y Exactas.

Recibido: 02 de junio de 2021

Aceptado: 28 de junio de 2021

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la bioconversión de semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) sobre digestibilidad de materia seca y proteína, así como el rendimiento productivo en tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*. Para el bioensayo de digestibilidad se emplearon organismos con un peso promedio de 23 ± 2.3 g. La evaluación del coeficiente de digestibilidad *in vivo* se determinó por el método indirecto del óxido de cromo como marcador. Para el bioensayo de rendimiento productivo se elaboró una dieta control, una dieta que contenía harina con semilla de jaca integral (HSJ), otra con harina con semilla descascarillada de jaca (HSJD) y una con semillas de jaca bioconvertidas (HSJB). Se utilizaron tanques de (500 L), cada tratamiento fue probado por triplicado, con organismos con peso promedio de (1.5 ± 0.25 g). Los

resultados obtenidos en el presente trabajo con harinas de semillas de jaca descascarilladas y bioconvertidas, se relacionan con el incremento proteínico, la disminución de fibra y una mejor digestibilidad de materia seca y proteínica. La bioconversión es un proceso de bajo costo que incrementa el aprovechamiento nutricional de las semillas de jaca, mejorando el desempeño productivo en tilapia. Este proceso permitió elaborar dietas con mejor contenido proteínico, más digestibles y con una disminución significativa de fibra, lo que ayudó a obtener un aumento en ganancia en peso. Es por ello que, las harinas de semillas de jaca bioconvertidas representan una potencial alternativa, de bajo costo y con alta disponibilidad, para reemplazar a la harina de pescado en la elaboración de alimento para tilapia *Oreochromis niloticus*, esto permitirá un ahorro considerable en los piscicultores.

Palabras clave: Semilla de jaca, bioconversión, descascarillado, digestibilidad, rendimiento productivo.

ABSTRACT

In the present study, the effect of the bioconversion of jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*) on dry matter and protein digestibility and the productive performance in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* was evaluated. Organisms with an average weight of 23 ± 2.3 g were used for the digestibility bioassay. The evaluation of the digestibility coefficient *in vivo* was determined by the indirect method of chromium oxide as a marker. For the productive performance study, a control diet was prepared, a diet containing flour with whole jackfruit seed (HSJ), another with flour with dehulled jackfruit seed (HSJD) and one with bioconverted jackfruit seeds (HSJB). Tanks of (500 L) were used, each treatment was tested in triplicate, with organisms with an average weight of (1.5 ± 0.25 g). The results obtained in the present work with dehulled and bioconverted jackfruit seed flours are related to an increase in a

decrease in fiber and a better digestibility of dry matter and protein. Bioconversion is a low-cost process that increases the nutritional use of jackfruit seeds, improving the productive performance of tilapia. This process made it possible to elaborate diets with better protein content, more digestible and with a significant decrease in fiber, which helped to obtain an increase in weight gain. Bioconversion jackfruit seed meals represent a potential alternative, low cost and with high availability, to replace fish meal in the production of food for tilapia *Oreochromis niloticus*, this will allow considerable savings in fish farmers.

Keywords: Jackfruit seed, bioconversion, dehulled, digestibility, productive performance.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector productivo de alimentos de origen animal que presenta mayor crecimiento en comparación con otros sectores, en 2018 la producción global acuícola se estimó en 114.5 millones de toneladas, equivalente a 263,600 millones de dólares (FAO, 2020).

Tradicionalmente, la harina de pescado ha sido la principal fuente de proteína empleada en la elaboración de alimentos para organismos acuícolas, por lo cual se convierte en la materia prima más costosa (Bowzer *et al.*, 2015). Además, su disponibilidad es limitada e impredecible (Liu *et al.*, 2011). Por esas razones y con el fin de reducir los costos de producción, se han realizado numerosas investigaciones donde se utilizan fuentes proteínicas de origen vegetal para sustituir parcial o totalmente a la harina de pescado (Valdez-González *et al.*, 2018).

Se ha demostrado que la harina de pescado puede ser sustituida en diferentes porcentajes dependiendo de la fuente de origen vegetal, tomando en consideración principalmente el contenido proteínico, la digestibilidad y el balance aminoacídico (Drew *et al.*, 2007).

Una limitante en el uso de fuentes vegetales

para peces es la presencia de antinutrientes (Valdez-González *et al.*, 2017). El efecto de los factores antinutricionales de vegetales ha sido menos estudiado en peces que en los vertebrados superiores (Guillaume *et al.*, 2004).

No obstante, existen diferentes procesos que pueden mejorar el aprovechamiento nutricional de fuentes vegetales, entre los que se encuentran: el descascarillado y la bioconversión (Valdez-González *et al.*, 2018).

El descascarillado es un proceso que consiste en remover la cascarilla presente en granos y semillas, con este método se logra reducir el contenido de fibra cruda y taninos, además mejora la apariencia, la textura, la calidad de cocción del grano e incrementa el contenido marginal proteínico (Nikmaram *et al.*, 2017). Este proceso ha sido utilizado como pre-tratamiento para mejorar el valor nutricional de fuentes vegetales, logrando mayor palatabilidad y el incremento de coeficientes de digestibilidad proteínica y de materia seca en dietas para peces (Valdez-González *et al.*, 2017).

Otra alternativa es la bioconversión ya que es un bioproceso tecnológico de bajo costo de operación, alta calidad en los productos con una mínima degradación de nutrientes, y una mejora importante en la digestibilidad y valor biológico de las proteínas (Cuevas-Rodríguez *et al.*, 2004). También, inducen cambios favorables en las fuentes vegetales tales como la reducción de la actividad de inhibidores enzimáticos, como los fitatos y los taninos (Reyes-Moreno *et al.*, 2004)

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la bioconversión de semillas de jaca sobre composición química, digestibilidad aparente de materia seca (DAMSI) y de proteína (DAPI) utilizando el método de óxido crómico, así como la evaluación del rendimiento productivo en tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de materias primas

Lotes de semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) fueron deshidratadas en horno a 40°C por 18 horas. Después del secado se dividieron en 3 tratamientos, harinas de semillas de jaca integrales (HSJ), semillas de jaca descascarilladas (HSJD) y harinas de semillas de jaca bioconvertidas (HSJB).

Las harinas integrales se obtuvieron mediante la fragmentación y pulverización de semillas, en un molino eléctrico para granos (1 Hp marca del Rey, Modelo 18-58) y tamizadas a tamaño de partícula de 250 µm, posteriormente se almacenaron en bolsas ziploc a 4°C, hasta su uso.

El descascarillado se realizó por lotes de 500 g de semillas de jaca, se utilizó un molino eléctrico de granos con un motor de 0.5 HP para partir la semilla en cuatro fragmentos. Debido al proceso de molienda, la cascarilla fue separada de los cotiledones fragmentados, para posteriormente ser eliminada con una corriente de aire aplicada a los fragmentos con un abanico doméstico. El pulverizado de las semillas se realizó en (Molino Tecator, mod 1083, Suecia) hasta obtener harinas que atravesaron malla 80 (0.180 mm).

La obtención de harinas por bioconversión se

realizó siguiendo la metodología de (Valdez-González *et al.*, 2017), se logró mediante el remojo de semillas enteras por 16 h en una solución de ácido acético glacial a 0.4% (pH 3.1), se drenaron y se descascarillaron manualmente. Los cotiledones se sometieron a cocción en agua destilada a 90°C por 30 min y posteriormente se enfriaron a 25 °C por 4 h. Para llevar a cabo la bioconversión se inoculó el sustrato con una suspensión de *Rhizopus oligosporus* NRRL 2710 (1 X 10⁶ esporas/mL) en bolsas de polietileno de 15 X 25 cm con pequeñas perforaciones hechas a aproximadamente 3 cm de distancia. Los lotes se colocaron en una incubadora (Riossa, mod EC-33, México) y se fermentaron utilizando una temperatura de 34.9 °C y tiempo de bioconversión de 51 h. Posteriormente, las muestras se secaron en una estufa con circulación de aire forzado (50 °C/24 h).

Elaboración de las dietas

Se utilizó una dieta de referencia y 3 dietas experimentales en las cuales se reemplazó el 30% de la dieta referencia por cada uno de los tratamientos evaluados [HSJ]= harina de semilla de jaca integral, HSJD= harina de semilla de jaca descascarillada, HSJB= harina de semilla de jaca bioconvertida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición (g/kg) de dieta referencia y dietas experimentales

Ingrediente	Dieta referencia	Ingredientes probados
Harina de pescado	403	
Harina de trigo	436	
Aceite de pescado	20	
Lecitina de soya	20	
Almidón	60	
Grenetina	40	
Minerales ¹	1	
Vitaminas ²	10	
Óxido de cromo	10	
Dieta referencia		700
Dieta experimental		300
Total	1000	1000

¹Mezcla de minerales (g kg⁻¹ dieta): KCl (0.5); MgSO₄•7H₂O (0.5); ZnSO₄•7H₂O (0.09); MnCl₂•4H₂O (0.00234); CuSO₄•5H₂O (0.005); KI (0.005); CoCl₂•2H₂O (0.00025); Na₂HPO₄ (2.37).

Los ingredientes fueron molidos hasta pasar una malla # 40 (0.425 mm). Posteriormente, se mezclaron los ingredientes y se homogeneizaron. Se le adicionó 1 % de óxido de cromo como marcador inerte para determinar la digestibilidad del alimento; el alimento fue elaborado en un molino de carne marca Torrey® México (Monterrey, México).

Diseño experimental del bioensayo de digestibilidad

Los bioensayos consistieron en un sistema de 12 unidades experimentales de 270 L, a una densidad de siembra de 10 organismos/unidad experimental, por triplicado. Los peces tuvieron un peso promedio de 23 ± 2.3 g. Cada unidad experimental contó con aireación continua, manteniendo el nivel de oxígeno en 7.12 ± 0.3 mg/L y una temperatura del agua de 27 ± 2 °C. La alimentación fue a saciedad, alimentando dos veces al día (09:00 y 15:00 horas). Dos horas después de cada alimentación se recolectaron las heces con una pipeta Pasteur de plástico. Las heces se lavaron con agua destilada y colocadas a -40 °C. Posteriormente las heces fueron liofilizadas. Las heces liofilizadas, así como las dietas experimentales se analizaron para determinar el contenido de óxido crómico y proteínas.

El porcentaje de digestibilidad aparente de materia seca y de proteína fueron calculados mediante las ecuaciones de Maynard *et al.* (1981):
(1) DAMSI = $[(100 \times \% \text{DAMS de DP}) - ((100 - \% \text{IP}) \times \% \text{DAMS de DR})] / (\% \text{IP})$
(2) DAPI = $[(100 \times \% \text{DAP de DP} \times \% \text{CP en DP}) - ((100 - \% \text{TI}) \times \text{DAMS de DR} \times \% \text{CP en DR})] / (\% \text{IP} \times \% \text{CP en IP})$

Dónde: DAMSI: digestibilidad aparente de materia seca del ingrediente, DAMS de DP: digestibilidad aparente de materia seca de la dieta probada, IP: ingrediente probado, DAMS de DR: digestibilidad aparente de materia seca de la dieta de referencia. DAPI: digestibilidad aparente de proteína del ingrediente, DAP de DP: digestibilidad aparente de proteína de la dieta probada, CP en DP: concentración de proteína en

la dieta probada, IP: ingrediente probado, DAP de DR: digestibilidad aparente de proteína de la dieta de Referencia, CP en DR: concentración de proteína en la dieta de referencia, CP en IP: concentración de proteína en el ingrediente probado.

Bioensayo de rendimiento productivo

Se prepararon cuatro dietas a 35% de proteína y 10% de lípidos, una dieta control a base de harina de pescado y tres tratamientos experimentales: harinas de semillas de jaca integral (HSJ), harina de semillas de jaca descascarilladas (HSJD) y harina de semillas de jaca bioconvertidas (HSJB). Los ingredientes fueron molidos hasta pasar una malla # 40 (0.425 mm). Posteriormente, se mezclaron los ingredientes y se homogeneizaron. El alimento fue elaborado en un molino de carne marca Torrey® México (Monterrey, México).

Durante el bioensayo de rendimiento productivo, se utilizaron unidades experimentales con capacidad de 500 L. Se utilizaron 3 réplicas por tratamiento y peso inicial de 1.5 ± 0.25 g. Cada unidad experimental mantuvo aireación continua, con el nivel de oxígeno en 6.9 ± 1.5 mg/L y la temperatura en 27 ± 1 °C. Se realizaron biometrías cada 10 días para determinar el peso en gramos de todos los organismos de cada unidad. Al inicio del bioensayo de crecimiento los organismos se alimentaron a razón de 6 % de la biomasa total. Posteriormente, de acuerdo a la biomasa calculada para cada una de las unidades experimentales de los tratamientos, en cada una de las biometrías de los organismos se proporcionaron las raciones alimenticias por tina para los diferentes tratamientos. La alimentación se realizó tres veces al día manualmente. Al final del bioensayo se determinaron las variables productivas de tasa de crecimiento diario (TCD) $TCD = \frac{M_f - M_i}{t}$, factor de conversión alimenticia (FCA) $FCA = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{incremento de peso (kg)}}$, supervivencia (S).

Análisis químicos

Los análisis químicos de los ingredientes, dietas y heces se realizaron siguiendo la ..

metodología descrita por AOAC (1995). Para determinar proteína se utilizó el método microKjeldahl, la determinación de nitrógeno se realizó en un sistema Kjeltex (Mod 1009 y 1002, Tecator, Suecia). Para la determinación de lípidos se empleó sistema Soxtec (Mod 1043, Tecator, Suecia) de extracción con éter de petróleo. La fibra

se determinó mediante el secado y calcinación de la muestra después de la extracción con 0.5 M de H_2SO_4 y 0.5 M de NaOH. El contenido de cenizas se determinó mediante calcinación de la muestra en (horno Mufla Thermolyne 6000) a 600 °C por cinco horas y el contenido de energía se determinó mediante un calorímetro adiabático (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química proximal de dietas (referencia y experimentales) para tilapia *O. niloticus* a base de semillas de jaca *A. heterophyllus* en bioensayo de digestibilidad.

Nutrientos	DR	HSJ	HSJD	HSJB
Proteína	35.4±0.06	30.1±0.4	30.4±0.4	30.4±0.4
Lípidos	10.1±0.04	7.2±0.2	7.3±0.3	7.1±0.3
Cenizas	10.05±0.03	8.8±0.3	8.7±0.2	7.9±0.2
Fibra	1.4±0.01	2.7±0.08	1.1±0.05	1.65±0.05
ELN	36.9	46.8	45.4	48.4
Energía	4.057	3.900	3.970	4.008

DR: Dieta referencia a base de harina de pescado, HSJ: Harina de semillas de jaca, HSJD: Harina de semillas de jaca descascarillada, HSJB: Harina de semillas de jaca bioconvertidas, ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Análisis estadísticos

Los valores obtenidos se analizaron con una prueba de normalidad y homogeneidad. Para determinar si los datos obtenidos eran significativamente diferentes, se utilizó el software computacional STATISTICA 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK), los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía (ANDEVA, $\alpha < 0.05$), posteriormente se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey, para clasificar los tratamientos.

RESULTADOS

En el cuadro 3 se muestra la composición química de las semillas de jaca con diferentes procesos. El proceso de bioconversión afectó significativamente ($P < 0.05$) la composición química de las semillas de jaca; así como también

el descascarillado afectó significativamente ($P > 0.05$) dicha composición nutricional.

El nivel proteínico encontrado en HSJB es significativamente superior mostrando 18.90 ± 0.4 % contra 17.6 ± 0.4 % en HSJ. Así como los valores de cenizas y fibra en las que disminuyeron de 6.1 ± 0.3 a 3.2 ± 0.2 % y 5.87 ± 0.08 a 2.25 ± 0.05 % respectivamente para la HSJB en contraste con la HSJ.

El proceso de bioconversión influyó significativamente ($P < 0.05$) en la digestibilidad del ingrediente (Cuadro 4). Los valores promedio de la digestibilidad del ingrediente (DAMSI) en dietas con semilla de jaca integral fueron 66.24 % y 74.92 % en las dietas con semillas de jaca bioconvertidas, lo que significa un incremento del 8.68 % provocado por el proceso de bioconversión

Cuadro 3. Composición química proximal (g 100g⁻¹) de ingredientes usados en dietas para tilapia *Oreochromis niloticus*

Nutrientos	HP	HSJ	HSJD	HSJB
Proteína	65.5±0.06	17.6±0.4 ^b	18.77±0.4 ^a	18.90±0.4 ^a
Lípidos	12.17±0.04	0.4±0.02 ^b	0.53±0.3 ^a	0.25±0.03 ^c
Cenizas	16.73±0.03	6.1±0.3 ^a	2.4±0.2 ^a	3.2±0.2 ^b
Fibra	0.03±0.01	5.87±0.08 ^c	0.45±0.05 ^a	2.25±0.05 ^b
ELN	5.57	70.03 ^a	77.85 ^c	75.4 ^b

HP: Harina de pescado, HSJ: Harina de semillas de jaca, HSJD: Harina de semillas de jaca descascarillada HSJB: Harina de semillas de jaca bioconvertidas, ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Cuadro 4. Coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de materia seca y proteínica del ingrediente, en dietas para tilapia *O. niloticus*

DIETAS	DAMSI	DAPI
	Porcentaje %	
HSJ	66.24 ±2.42 ^c	77.81 ±1.50 ^c
HSJD	70.28 ±1.27 ^b	83.42 ±2.54 ^b
HSJB	74.92 ±2.72 ^a	87.24 ±2.45 ^a

DAMSI: Coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca, DAPI: Coeficientes de digestibilidad aparente proteínica del ingrediente, HSJ: Harina de semillas de jaca integral, HSJD: Harina de semillas de jaca descascarillada, HSJB: Harinas de semilla de jaca bioconvertidas. Los valores son presentados como media ± desviación estándar, n = 3. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (p<0.05), basados en la prueba Tukey.

El proceso de bioconversión mostró diferencias significativas (P <0.05) en digestibilidad proteínica (Cuadro 4). Los valores de digestibilidad proteínica (DAPI) en las dietas con semillas de jaca integral promedió 77.81 % y 87.24 % en las dietas con semillas de jaca bioconvertidas, con un incremento de 9.43 % causado por la bioconversión.

Los mejores resultados (p<0.05) en PG, TCD y

FCA se obtuvieron en peces alimentados con la dieta control sin presentar diferencias significativas (p>0.05) con la dieta HSJB (Cuadro 5). No obstante, en la dieta HSJ se observa una disminución del desempeño productivo. De lo anterior, se tiene que las diferencias obtenidas en las tasas de crecimiento TCD, PG, PF y FCA para tilapia nilótica fueron estadísticamente significativas

($p < 0.05$), directamente influenciada por la ausencia del proceso de bioconversión en la dieta HSJ (Cuadro 5). Los resultados de supervivencia de tilapias durante la fase de crecimiento no presen-

taron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, la cual correspondió a un porcentaje superior a 96 %.

Cuadro 5. Bioensayo de rendimiento productivo, supervivencia, peso ganado, peso final, crecimiento diario y conversión alimenticia de *O. niloticus* alimentadas con las dietas experimentales a base de semillas de jaca (*A. heterophyllus*).

	DIETAS			
	Control	HSJ	HSJD	HSJB
PF (g)	74.96 ± 4.57 ^a	63.89 ± 8.68 ^c	66.98 ± 5.86 ^b	73.21 ± 2.57 ^a
PG	64.5 ± 4.6 ^a	53.7 ± 8.3 ^c	57.3 ± 5.3 ^b	63.6 ± 2.3 ^a
TCD (%)	1.43 ± 0.1 ^a	1.19 ± 0.4 ^c	1.27 ± 0.3 ^b	1.40 ± 0.5 ^a
FCA	1.55 ± 0.4 ^a	1.65 ± 0.3 ^c	1.60 ± 0.2 ^b	1.56 ± 0.3 ^a
Supervivencia (%)	97.7	96.3	96.5	96.7

PF: Peso final, PG: Peso ganado, TCD: Tasa de crecimiento diario, FCA: Factor de conversión alimenticia. Los valores son presentados como media ± desviación estándar, $n = 3$. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$), basados en la prueba Tukey.

En este estudio, se evaluó por primera vez los efectos nutrimentales de harinas de semilla de jaca bioconvertida en dietas para tilapia nilótica. Los datos obtenidos muestran que las dietas a base de harina de pescado pueden ser sustituidos parcialmente por harinas de semilla de jaca bioconvertida (HSJB) sin presentar diferencias significativas en tasa de crecimiento y factor de conversión alimenticia. También se observó que las dietas fueron aceptadas con niveles de consumo de alimento similar entre ellas; demostrando con ello que la inclusión de HSJ en los porcentajes probados en este experimento no afectó la palatabilidad del alimento.

DISCUSIÓN

La eliminación de la testa de la semilla de jaca permitió reducir el contenido de ceniza y fibra principalmente, como consecuencia de la cascarilla que contiene ciertos minerales (calcio, fósforo,

magnesio, hierro, potasio) y una alta concentración de fibra (Valdez-González *et al.*, 2017). El aumento en el contenido de proteína y lípidos en los granos sin cascarilla puede ser un efecto de la concentración, teniendo en cuenta la pérdida de otros componentes tales como ceniza y fibra. El incremento de la proteína durante el proceso de bioconversión se relaciona con la síntesis de la proteína causada por la proliferación y aumento de la biomasa de *R. oligosporus* (Valdez-González., 2018).

Diversos reportes mencionan que los niveles de fibra inferiores a 3 % mejoran la digestibilidad proteínica en tilapia nilótica (Lanna *et al.*, 2004). En este estudio, el proceso de descascarillado permitió reducir los niveles de fibra por debajo de ese nivel, lo que pudo influir en un incremento en la digestibilidad proteínica de los ingredientes.

Diversos autores mencionan que existen varios factores que afectan el crecimiento de la tilapia nilótica, como son: los requerimientos proteínicos, la tasa de alimentación y la temperatura del agua, entre otros (Akinleye *et al.*, 2012). Toledo y Llanes (2011) mencionan que cuando de requerimientos proteínicos se trata, es necesario considerar la calidad de las proteínas, el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes, por lo que al incluir una mezcla de cereal/leguminosa en las raciones para tilapia, se garantiza que puedan contar con una cantidad importante de proteína de alto valor biológico, que se traduce en una adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales, ácidos grasos y alta digestibilidad de la proteína (Vidotti *et al.*, 2003).

La digestibilidad es un parámetro indicativo de la cantidad de materia seca y proteína que son digeridas y absorbidas por los organismos, por lo tanto, es muy importante utilizar ingredientes altamente digeribles en la alimentación de especies acuáticas cultivables (Díaz-Vázquez *et al.*, 2019). El presente estudio mostró que las dietas a base de semillas de jaca descascarilladas fueron digeridas por la tilapia nilótica, debido a la calidad de las proteínas.

Además, la eliminación de la cascarilla pueden estar relacionados tanto a una reducción de los polisacáridos estructurales, así como la probable reducción de los antinutrientes endógenos de la cascarilla (Valdez-González *et al.*, 2018).

El alto porcentaje de supervivencia (96.3 %) manifestados en cada una de las dietas experimentales indica que la tilapia nilótica tolera muy bien la HSJ. En contraste, con otros estudios al utilizar fuentes vegetales reportan bajas tasas de supervivencia en especies de tilapia y toxicidad en animales monogástricos (Mbahinzireki *et al.*, 2001).

La tasa de crecimiento y la ganancia de peso son dos indicadores confiables que permiten evaluar el grado de adecuación nutrimental de las dietas (Bureau *et al.*, 2002). En este sentido, el presente

estudio muestra una reducción significativa en peso ganado, tasa de crecimiento y factor de conversión alimenticia en peces alimentados con dietas de HSJ. Estudios similares, reportan que al aumentar los niveles de inclusión disminuye el crecimiento y el peso ganado (Jiang *et al.*, 2018).

Algunas de las posibles razones que pueda explicar el bajo crecimiento de peces alimentados con HSJ es la deficiencia de aminoácidos que es una característica generalizada en la mayoría de proteínas vegetales tal como lo menciona Bahadur *et al.* (2010). La suplementación adicional de dietas con algunos aminoácidos puede mejorar el desempeño productivo de la especie. Pezzato *et al.* (2004) observaron respuestas similares con tilapia nilótica cuando el nivel de inclusión de harina de soya fue de 60 %. La presencia de factores antinutricionales es otra característica que comparten las fuentes vegetales y afectan el crecimiento de peces Mbahinzireki *et al.* (2001) y Sklan *et al.* (2004), reportaron que los altos niveles de ácido fítico en la dieta causan disminución en crecimiento, eficiencia alimenticia, disponibilidad de proteína y Zn así como la disminución del funcionamiento de la tiroides en trucha arcoíris y salmón. El incremento de proteína durante el proceso de bioconversión de semillas de jaca común está relacionado con la síntesis de proteína provocada por la proliferación de *Rhizopus oligosporus* y el incremento en la biomasa, que permite una mejora de la calidad proteínica (Sánchez-Magaña *et al.*, 2014), lo cual permitió una mayor digestibilidad y ganancia en peso en tilapia nilótica.

Por lo tanto, al formular las dietas se debe considerar la composición química de los ingredientes, los impactos del procesamiento y los valores de digestibilidad. Si la dieta elaborada contiene alto valor nutrimental que satisfacen los requerimientos de los organismos acuáticos, la suplementación de ingredientes adicionales no es necesario (Li *et al.*, 2016).

La combinación del proceso de bioconversión y descascarillado, permitió elaborar dietas con mejor calidad nutrimental, lo que ayudó a obtener

REFERENCIAS

- Akinleye AO, Kumar V, Makkar HPS, Angulo-Escalante MA y Becker K. (2012). *Jatropha platyphylla* kernel meal as feed ingredient for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): growth, nutrient utilization and blood parameters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96, 119-129.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). *Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemists International*, 16th edn. AOAC, Arlington, VA.
- Bahadur, V., Haldar, S., y Ghosh, T. K. (2010). Assesment of the efficacy of L-lysine sulfate vis-a-vis L-lysine hydrochloride as sources of supplemental lysine in broiler chickens. *Veterinary Medicine International*, 964076.
- Bowzer, J., Trushenski, J., Rawles, S., Gaylord, T. G., and F. T. Barrows. (2015). Apparent digestibility of Asian carp-and common carp-derived fish meal in feeds for hybrid striped bass *Morone saxatilis* X *M. chrysops* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 21: 43-53.
- Bureau, D. P., Kaushik, S. J., y Cho, C. Y. (2002). Bioenergetics. En D. P. Bureau, *Fish Nutrition. Third Edition* (págs. 1-59). USA: Elsevier Science.
- Cuevas-Rodríguez. E. O., Millán, C. J., Mora, E. R., Cárdenas, V. O. G. y Reyes, M. C. (2004). Quality protein maize (*Zea mays* L) tempeh flour though solid state fermentation process. *Lebensm Wiss und-Technology*, 37, 59-67.
- Díaz-Vázquez I, Zavala-Leal I, Pacheco-Vega J, Cuevas-Rodríguez B, Ruiz-Velazco M, Gutiérrez-Dorado R, Cordero-Ramírez D, Valdez-González F*. The Effect of Dehulling and Extrusion of Jackfruit *Artocarpus heterophyllus* Seeds on Digestibility and Antinutrients, in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diets. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, IJA_71.2019.1618*, 9.
- Drew, M.D., Borgeson, T.L. and Thiessen, D.L. (2007). A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. *Animal Feed Science and Technology*, 138, 118-136.
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. y R. Metailler. (2004). *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, pp. 353-365.
- Jiang, H. B., Chen, L. Q., y Qin, J. G. (2018). Fishmeal replacement by soybean, rapeseed and cottonseed meals in hybrid sturgeon *Acipenser baerii* ♀ × *Acipenser schrenckii* ♂. *Aquaculture Nutrition*, 1-9.
- Lanna E.A., Pezzato, L.U., Furuya, W.M., Vicentini, C.A., Cecon, P.R. and Barros M.M. (2004). Fibra Bruta e Óleo em Dietas Práticas para Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista brasileira de zoología*, 33, 2177-2185.
- Li, X. Q., Chai, X. Q., Liu, D. Y., Kabir Chowdhury, M. A., y Leng, X. J. (2016). Effects of temperature and feed processing on protease activity and dietary protease on growths of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, and tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture Nutrition*, 22, 1283-1292.
- Liu, L. W., Su, J. M., Zhang, T., Liang, X. F., and Y. L. Luo. (2011). Apparent digestibility of nutrients in Grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) diet supplement with graded levels of neutral phytase using pretreatment and spraying methods. *Aquaculture Nutrition*, 19: 91-99.
- Maynard, L. A., Loosli, J. K., Hintz, H. F., and R. G. Warner. (1981). *Animal nutrition* McGraw-Hill Book Company. New York. NY., USA. pág. 289.
- Mbahinzireki, G. B., Dabrowski, K., Lee, K. J., El-Saidy, D., y Wisner, E. R. (2001). Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. *Aquaculture Nutrition*, 7, 189-200.
- Nikmaram, N., Leong, S. Y., Koubaa M, M., Zhu, Z., Barba, F. J., Greiner, R., y otros. (2017). Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. *Food Control*, 79, 62-63.

- Pezzato, L. E., de Oliveira, A. C., Dias, E., Barros, M. M., y Pezzato, A. C. (2004). ,DiasE.,BarrosM.M. y PezzatoA.C.Weight gain and anatomopathological disturbs on Nile tilapia fed with cocoa meal. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 31, 375-378.
- Reyes-Moreno, C., Cuevas-Rodríguez, E.O., Milán-Carrillo, J., Cárdenas-Valenzuela, O.G. & Barrón-Hoyos, J. (2004) Solid state fermentation process for producing chickpea (*Cicer arietinum*) tempe flour. *J. Sci. F. Agric.*, 84, 271-278.
- Sánchez-Magaña LM, Cuevas-Rodríguez EO, Gutiérrez-Dorado R, Ayala-Rodríguez AE, Valdez-Ortiz A, Milán-Carrillo J and Reyes-Moreno C, Solid-state bioconversion of chickpea (*Cicer arietinum* L.) by *Rhizopus oligosporus* to improve total phenolic content, antioxidant activity and hypoglycemic functionality. *Int J Food Sci* 65: 558-564 (2014).
- Sklan, D., Prag, T., y Lupatsch, I. (2004). Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus* (Telpetei Cichlidae). *Aquaculture Research*, 35, 368-364.
- Toledo J y Llanes J. (2011). Desempeño productivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con la inclusión de altos niveles de harina de soya en la dieta. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45 (2).
- Valdez-González, F. J., Gutiérrez-Dorado, R., García-Ulloa, M., Cuevas-Rodríguez, B. L., and H. Rodríguez-González. (2018). Effect of fermented, hardened, and dehulled of chickpea (*Cicer arietinum*) meals in digestibility and antinutrients in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Spanish Journal of Agricultural Research.*, (1), e0605.
- Valdez-González, F., Gutiérrez-Dorado, R., Hernández-Llamas, A., García-Ulloa, M., Sánchez-Magaña, L., Cuevas-Rodríguez, B. and Rodríguez-González. (2017). Bioprocessing of common beans in diets for tilapia: in vivo digestibility and antinutritional factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(12): 4087-4093.
- Vidotti RM, Viegas EMM, Carneiro DJ. (2003). Aminoacid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology*. 105, 199-204.
- Yuan, Y.C., Lin, Y.C., Yang, H.J., Gong, S.Y. and Yu, D.H. (2013). Evaluation of fermented soybean meal in the practical diets for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture. Nutrition.*, 19, 74-83.



**Crónica histórica asociada al río Pitillal,
Puerto Vallarta, Jalisco**

**Historical record related to Pitillal river,
Puerto Vallarta, Jalisco**

Eduardo Gómez Encarnación
Cronista del Municipio de Bahía de Banderas,

Recibido: 01 de junio de 2021

Aceptado: 28 de junio de 2021

Resumen

El río Pitillal, cuyo nombre refiere a un lugar de pitayas, se localiza en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. El río tiene ese nombre por aproximadamente 15 km, desde su desembocadura en la Bahía de Banderas hasta un punto en el cordón montañoso de Las Animas, donde convergen los arroyos Nuevo y El Nogal. Se presentan los resultados de una revisión histórica de los asentamientos humanos a lo largo del río desde 1601 hasta 1960.

Palabras clave: Bahía de Banderas, Coapinole, paisaje cultural, Parán, San Nicolás de Ystapa,

Abstract

Pitillal river, its name refers to a place with pitaya cactus species, is located in the municipality of Puerto Vallarta, Jalisco. The river has that name for approximately 15 km, from its mouth in Bahía de Banderas bay to a location in the Las Animas mountain chain, where Nuevo and El Nogal streams converge. The results of a historical review of human settlements along the river, from 1601 to 19960, are presented.

Keywords: Bahía de Banderas, Coapinole, cultural landscape, Parán, San Nicolás de Ystapa

Introducción

El Río Pitillal (Figs. 1 y 2), también llamado Zoyatán o Parán, formó parte de la antigua estancia de San Nicolás Ystapa, en el actual estado de Jalisco. Esta propiedad se fincó en 1601, con la merced otorgada a Francisco de Balbuena por Severiano de Ochoa, gobernador de la Nueva

Galicia (reino autónomo del virreinato de la Nueva España, 1531-1821, localizado en lo que hoy corresponde a todo el estado de Aguascalientes y Zacatecas, así como algunas regiones de los estados de Jalisco, Nayarit y Sinaloa).

La estancia constaba en ese tiempo de un sitio de ganado mayor y varias heredades de cacao. En 1621, durante la visita que hiciera a la región el cura Domingo Lázaro de Arregui, da cuenta de un sitio llamado Parán, de entre 17 pueblos que se habían despoblado en los últimos 30 años en el Valle de Banderas, región actualmente compartida por Nayarit y Jalisco (Lázaro de Arregui, 1946).

Medina Gutiérrez (2017) asienta que a mediados del siglo XVII, don Rodrigo de Haro y Colio, junto a su mujer Antonia de Híjar Maldonado, fueron dueños de la estancia nombrada El Parán, la actual población del Pitillal en Jalisco. Ésta fue legada a doña Antonia como dote matrimonial por sus parientes Los Balbuena. En 1690, don Pedro de Ávalos y Bracamonte poseía una escritura que lo acreditaba como heredero de Francisco de Balbuena, aunque el censo de 1688 declaraba como dueño a Tomás de Aréchiga, presbítero de San Sebastián, localidad en el actual estado de Jalisco.

En 1695, Tomás de Aréchiga solicitó un reconocimiento de sus propiedades ante don Miguel de Ybarra, alcalde mayor de la jurisdicción de Compostela y comisionado por la Corona española para averiguar las tierras habidas en el Valle de Banderas. El bachiller Aréchiga había heredado estas propiedades de Pedro de Aréchiga, su padre, adquiridas cinco años antes, y cuyas alcabalas se habían pagado por “imposición de capellanía”; es decir, con misas.

En el momento de medir esta propiedad, el título amparaba un sitio de ganado mayor, una caballería de tierra de la hacienda denominada San Nicolás Ystapa, más tres cuartos de estancia en San Antonio Atotonilco. Aréchiga demostró ser dueño también de otros dos sitios, denominados Parán y Piloto, tierras que hoy abarcan las localidades del Coapinole, Pitillal y Puerto Vallarta en Jalisco.



Figura 1. Imagen reciente de la región de Puerto Vallarta, Jalisco, donde se señalan algunos sitios mencionados en el manuscrito y la localización del Río Pitillal. Imagen: Google Earth Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO ©2021 INEGI.



Figura 2. Vista oeste (frente)-este (fondo) del cauce del río Pitillal (aproximadamente a 500 m de su desembocadura y con una anchura de 50 m) en época de estiaje (abril 2021).

Así, solo quedaban realengas (dependientes de la Corona) las tierras distribuidas desde la junta vieja del río San Gerónimo o Mascota y del río Camotlán o Ameca, hasta los límites con el océano. Es decir, desde el poblado hoy conocido como Las Juntas, hasta la Boca de Tomates, en Jalisco. Dichos terrenos, calculados en medio sitio de ganado mayor y dos caballerías de tierra, fueron asignados bajo las leyes de "composición", costando el medio sitio 50 pesos y las caballerías de tierra 15 pesos. Así, el bachiller Aréchiga tenía las salinas del estero El Salado y dos plantaciones de cacao: una en La Cañada y otra en Pitillal o Parán.

En el siglo XVIII, la propiedad de Las Beatas de Jesús de Nazareno, absorbió las tierras de San Nicolás Ystapa. En las primeras décadas de este siglo, figuraba como "dueño" de Las Beatas el Lic. Juan José Rubio de Monroy, presbítero de Compostela. En 1733 Las Beatas vendieron su hacienda de Papachula, en la jurisdicción del Valle de Banderas, para el registro como dueño de don Francisco García de Alba. Al parecer, García de Alba vendió al bachiller don Antonio de la Peña y Tovar, una fracción de sus propiedades al lado sur del río Ameca, la cual abarcaba las tierras de que se conocen actualmente como El Pitillal.

En 1816, el presbítero don Agustín de la Peña, entonces capellán del Valle de Banderas, se quejaba de los daños que el ganado de Manuel González Villalaz provocaba en los sembradíos de su feligresía, a causa de haber comprado, junto con Gradilla, El Colesio y San Juan Papachula. El presbítero también señaló a González Villalaz de haberse apropiado indebidamente de las tierras de El Aguacaliente y El Zapatón, pertenecientes a la hacienda de Ystapa, propiedad de su difunto tío el presbítero don Antonio de la Peña y Tovar (Medina Gutiérrez, 2017).

Consumada la Independencia de México, los decretos tempranos y la Constitución de Jalisco favorecieron la concentración de las haciendas de Las Beatas o Papachula, Atotonilco, San Nicolás Ystapa y Xalisquillo, en una sola propiedad que pasó a llamarse El Colexio o El Colesio, cuyo due-

ño único era Manuel Villalaz. A mediados siglo XIX, El Colesio había concentrado "cosa de 17 sitios" de ganado mayor teniendo a El Bosque, Queilitán y Potrero de Abajo como límite oriental; a las lomas del Cerro Vallejo o del Cuate (Cuatante) al norte; a la línea costera, desde Punta del Burro hasta el estero El Chino (en la desembocadura del río Ameca) al poniente; así como al río Ameca y hasta el Cerro de San Pedro (hoy El Vigía en Puerto Vallarta) al sur (Periódico Oficial de Nayarit del 16 de abril de 1893).

En 1854, don Jesús Camarena formó en Guadalajara la Unión en Cuale, con intención de "explotar las minas y cualquier otra empresa que pudiera derivarse de ella" (Munguía Fregoso, s/a1). Esta propiedad incluía tres parcelas: Mascota, cerca del poblado del mismo nombre, con una superficie de 407 hectáreas aptas para el cultivo; El Desmoronado, con una superficie de 2,035 hectáreas de terreno agreste; y, la más importante, en la Bahía de Banderas, con 80,094 hectáreas de terreno propio para la minería y la agricultura (Munguía Fregoso, s/a1).

En su feudo, la Unión en Cuale se extendió sobre algunas propiedades ajenas, cuyos dueños protestaron por la invasión. Tal fue el caso de la señora Juana Barragán, quien denunció haber sido despojada de una parte de su hacienda El Colesio. El terreno en disputa estaba localizado entre el río Pitillal y el cerro de San Pedro en la desembocadura del río Cuale; al que además se agregaba El Bosque, minifundio que limitaba con San José del Mosco en el plan de Mascota.

En una inscripción de escritura de 1871, la señora Juana Barragán declaraba haber adquirido, por herencia de su madre doña Juana Villalaz, la hacienda El Colesio en 1852. Ese año, doña Juana Barragán vendió El Colesio a los señores Doroteo Peña e Ignacio Peña. El costo se convino en 25,000 "pesos oro".

En 1881 El Colesio se reconocía a la margen sur del río Ameca, quedando fuera la mayoría de las propiedades del Distrito Militar de Tepic y los terrenos ocupados por la Unión en Cuale

Ese año, Los Peña decidieron partir el feudo; así, Ignacio Peña se quedó como dueño del Pitillal y Coapinole, mientras que Doroteo Peña con el resto. En 1887 el Pitillal y Coapinole fueron transferidos por hipoteca a favor de don Eduardo Romero y don José Garibi (Gómez Encarnación, 2007). A finales del siglo XIX, las tierras del Pitillal y Coapinole, al norte del río Pitillal, fueron vendidas a don Juan Saucedo, representante de la Compañía Lanzagorta de Tepic, Nayarit.

En 1905 la Tropical Fruit Company de San Francisco, California, estableció una plantación de plátano en la margen sur del río Pitillal, en las proximidades de Las Peñas, hoy Puerto Vallarta. Para esta plantación, fue necesario construir un sistema de riego con bocatoma en la rancharía de “La Playa Grande” para aprovechar las aguas del río Pitillal.

En 1919 Charles Hoyle (Munguía Fregoso, s/a2) realizó un reporte sobre las propiedades de la Unión en Cuale, en el que relata detalles sobre una parcela ubicada en la costa de la Bahía de Banderas: “Esta porción consistía originalmente en 3,000 acres (1200 hectáreas) que podían utilizarse para el cultivo, pero la venta de 400 hectáreas a la ‘Mexican Tropical Fruit Company’, la ha reducido en la cantidad anotada. Esta compañía rentó la propiedad en 1905, más tarde aseguró el título mediante la compra de la misma y procedió a desarrollarla como una plantación de plátano; parece que todo progresaba favorablemente hasta que en 1910 bandas de revolucionarios arrasaron la propiedad y destruyeron los plataneros, que no se han rehabilitado desde entonces”.

En la Estadística agrícola de Jalisco de 1910, elaborada por Arias y Rivas (1994), se anota que la producción tabaquera de los terrenos de la Unión en Cuale era de 10,500 kg y de 45,100 kg para El Coapinole, ambas propiedades localizadas en los dos márgenes del río Pitillal.

Doña Catalina Montes de Oca (2001), refiere que “...por el año de 1909, aproximadamente, había venido de Fresno,

California, a avecindarse a este lugar un norteamericano apellidado Raix, el cual se había hecho dueño de todas las parcelas que están de este lado del río del Pitillal. Era una extensión muy grande de tierra. Con su trabajo las había hecho muy productivas. Traía de Estados Unidos semillas de sandía, melón y fresa, de muy buena calidad y se daban unos verdaderos ejemplares de estos frutos. Además, cultivaba maíz y frijol...”.

Raix, al ser de la misma nacionalidad que Alejandro Hidell, habían trabado muy buena amistad; pero, inesperadamente, mister Raix, como le llamaban, murió de un ataque al corazón en 1918. El señor Hidell, conociendo su procedencia y teniendo razón de sus familiares, les dio aviso de lo ocurrido. A la par, les informó de sus propiedades. Con gran sorpresa, recibió la noticia de la falta de interés de los familiares y autorizaban que se quedara con todo. Alejandro Hidell, en la misma forma que su amigo, siguió cultivando las tierras (Montes de Oca, 2001).

En 1925, Juan Saucedo, propietario del Coapinole y Pitillal, vendió a la Montgomery y Compañía una fracción de 1,200 hectáreas, trazando una línea desde la Boca Negra a Las Mojoneras y excluyendo de esta venta las salinas del estero El Salado. Tres años después, Saucedo vendió a don Antonio Güereña, comerciante de Puerto Vallarta, la porción restante que incluía las salinas de El Salado.

En 1923, la “finca rústica llamada El Pitillal”, localizada al sur del río del mismo nombre, fue dividida y registrada: la fracción oriente a nombre de Adolfo Godínez y la occidental al de Alfonso Bernal. La división entre ambas fracciones trazó el “camino viejo a El Pitillal” hoy Avenida Francisco Villa en Puerto Vallarta. Las tierras se convirtieron en productivas huertas de mangos, limoneros, naranjos, aguacates y otros frutales. En el lado norte del río, Los Güereña plantaron la famosa huerta Las Delicias. La parte alta del río Pitillal, conocida como “La Playa Grande”, de acuerdo a la tradición oral, estuvo dedicada a la producción de cacahuete y jícamas.

El 14 de junio de 1958, el Diario Oficial de la Federación publicó una solicitud de concesión para utilizar las aguas mansas y broncas del arroyo Pitillal, en el municipio de Puerto Vallarta. Dicha concesión fue firmada por el señor Damián García Fregoso, y consistió en aprovechar la cantidad de 20 l/s durante 365 días a razón de 24 horas diarias, hasta completar 630,720 m³. La propiedad de Fregoso, conocida como El Parán, consistía en 16 hectáreas en la margen norte de la desembocadura del río Pitillal, donde se regaban cultivos de ajonjolí y palmas de coco de agua.

Vegetación y fauna

En una entrevista con el maestro Martín Meza Sendís, cronista de la localidad de El Pitillal, éste cita a ciertas personas que ejercían la labor de “canolleros”: “Me acuerdo que los que ejercían esta actividad eran don Apolonio Ruiz “Poñoño”, don Victoriano Ávalos y Leandro Muñoz. Don Mateo Hernández, un hombre que era pescador, pescaba en el estero El Salado..., él también se dedicaba a esta actividad. Subían las canoas por el río, cerca de El Salado donde está la Boca del Parán, o sea la desembocadura del río Pitillal”.

Hasta antes de 1960, en la desembocadura del río Pitillal, fue abundante la vegetación asociada a la marisma: mangle (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*), majahua (*Talipariti tiliaceum*), guamuchilillo (*Pithecellobium lanceolatum*), sauce (*Salix humboldtiana*), coco de aceite (*Attalea cohune*), áreas de malinal y coatante. En la ribera arriba, en la zona baja, se mantenían sauces, jarillas, higueras (*Ficus* spp.), guamúchiles (*Pithecellobium* spp.), mataisas (*Sapium pedicellatum*), guásimas (*Guazuma ulmifolia*), papelillo (*Bursera* spp.), garabato blanco y negro (*Pisonia* spp.). En la zona alta, nopal (*Opuntia* spp.), órgano (*Pachycerus pecten-aboriginum*), pitahayo (*Hylocereus purpusii*), ciruelo (*Spondias purpurea*), papelillo, bonete (*Jacaratia mexicana*), catispas (*Gliricidia sepium*), jaretaderas (*Vachellia hindsii*), conchas (*Acacia macracantha*) y huizaches (*Acacia* spp.).

Los cultivos de la zona baja fueron el zacate parán, palma de coco de agua (*Cocos nucifera*),

ajonjolí, maíz, frijol, tabaco, plátano y sorgo; así como huertas de mango, limón, naranjo, aguacate y guayaba. En las tierras altas de “La Playa Grande” se cultivó principalmente cacahuete y jícama. Por su parte, entre las especies de fauna acuática, especialmente en su zona de manglar de la desembocadura, se tiene a los cangrejos (*Cardisoma crasum*), jaibas (*Callinectes* sp.), caimanes (*Crocodylus acutus*), algunos peces de mar como el robalo (*Centropomus* spp.) y el pargo (principalmente *Lutjanus* spp.), lizas (representantes de la familia Mugilidae), guabinas “zapatonas” y “cristalinas” (*Gobiomorus polylepis*), además de camarones “barilludos”, “guitarreros” y “langostinos” o “grandes” (todos estos nombres refieren a la especie *Macrobrachium tenellum*).

Agradecimientos

A Sandra Quijas y Rafael García de Quevedo, Universidad de Guadalajara, por la identificación de plantas y peces.

Referencias

- Arias Patricia, Rivas Claudia. (1994). Estadística agrícola de Jalisco, 1910. Universidad de Guadalajara Pág. 446. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. 1994.
- Gómez Encarnación, Eduardo. (2007) Al trochi mochi...: el habla cotidiana en los pueblos del Valle de Banderas hasta 1960. CECAN-CONACULTA, Puerto Vallarta, Jalisco. Pág. 123.
- Lázaro de Arregui, Domingo. (1946). Descripción de la Nueva Galicia. Escuela de Estudios Hispánico - Americanos de la Universidad de Sevilla, Sevilla. Pág. 161.
- Medina Gutiérrez, Rodolfo. 2017. Documentos paleografiados. Archivo parroquial de Compostela, Nayarit. No publicados.
- Montes de Oca de Contreras, Catalina. (2001). Puerto Vallarta en mis recuerdos. Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco. Pág. 358.

Munguía Fregoso, Carlos. (s/a1). Traducción del Reporte de E. Chester Beatty sobre la Unión en Cuale en 1899. Documento no publicado.

Munguía Fregoso, Carlos. (s/a2). Traducción del Reporte de las Propiedades de la Unión en Cuale elaboradas por Charles Hoyle en 1919. Documento no publicado.

Munguía Fregoso, Carlos. (2003). Panorama histórico de Puerto Vallarta y de la Bahía de Banderas. Secretaría de Cultura del Estado de Jalisco, Guadalajara. Pág. 170.



Variación espacio temporal de los grupos del zooplancton de una laguna hipersalina Xola-Paramán, Jalisco.

Spatial-temporal variation of the zooplankton groups of a hypersaline lagoon Xola-Paramán, Jalisco.

Ramiro Flores Vargas¹, María Guadalupe García Rodríguez¹ y María del Carmen Navarro Rodríguez².

¹Universidad De Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. Departamento para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras (DEDSZC).

²Centro Universitario de la Costa, Departamento de Ciencias Biológicas (CIRENA: Centro de Investigaciones en Recursos Naturales),

Recibido: 02 de junio de 2021

Aceptado: 28 de junio de 2021

RESUMEN

El zooplancton es un componente fundamental en la estructura trófica de los ecosistemas acuáticos. El presente estudio se desarrolló en la laguna Xola-Paramán, Jalisco, donde se determinó la composición y la abundancia de los grupos zooplanctónicos y se estableció su relación con las variables físico-químicas (temperatura, transparencia y profundidad, salinidad, oxígeno disuelto y pH) durante el período anual del 2015. El material biológico provino de 36 muestras recolectadas a finales de cada mes. En total se determinaron 78,464 organismos. Cabe señalar que, de este total, sólo ocho entidades o grupos contribuyen con el 90 % de los organismos. El intercambio continuo de masas de agua marina hacia el sistema Xola-Paramán generó un gradiente de temperatura y salinidad desde la boca hasta la estación más profunda, con promedios de temperatura y salinidad de 30 °C y 35 ups, oxígeno disuelto de 3 y 4 mg/l y el pH con fluctuaciones ente 8 y 13, valores que tuvieron similitud con la zona marina. El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) permitió relacionar los distintos grupos taxonómicos con los parámetros físico-

químicos. Los resultados mostraron que las variables ambientales estuvieron estrechamente correlacionadas con la abundancia y composición de especies. Finalmente, se encontró que la distribución de los grupos de zooplancton se asoció significativamente ($r^2= 0.75$, $p= <0.05$) con las características ambientales de la laguna Xola-Paramán en función de las variaciones anuales que se registraron.

PALABRAS CLAVE: Composición, variabilidad, Xola-Paramán, zooplancton.

ABSTRACT

Zooplankton is a fundamental component in the trophic structure of aquatic ecosystems. The present study was developed in the Xola-Paramán lagoon, Jalisco, where the composition and abundance of the zooplanktonic groups were determined and their relationship with the physical-chemical variables (temperature, transparency and depth, salinity, dissolved oxygen and pH) was established.) during the annual period of 2015. The biological material came from 36 samples collected at the end of each month. In total, 78, 464 organisms were determined. It should be noted that, of this total, only eight entities or groups contribute 90% of the organizations. The continuous exchange of seawater masses towards the Xola-Paramán system generated a temperature and salinity gradient from the mouth to the deepest station, with averages of temperature and salinity of 30 °C and 35 ups,) (OD) of 3 and 4 mg / l, the UpH fluctuated between 8 and 13 whose values were similar to the marine zone. The Canonical Correspondence Analysis (CCA) made it possible to relate the different taxonomic groups with the physical-chemical parameters. The results showed that the environmental variables were closely correlated with the abundance and composition of species. Finally, it was found that the distribution of the zooplankton groups was significantly associated ($r^2 = 0.75$, $p = <0.05$) with the environmental characteristics of the Xola-Paramán lagoon as a function of the annual variations that were recorded.

KEY WORDS: Composition, variability, Xola-Paramán, zooplakton.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas lagunares están reconocidos como sitios de elevada productividad biológica, donde la presencia de organismos zooplanctónicos favorece diversos niveles de la trama trófica (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2002). El zooplancton distribuido en los en diversos esteros y lagunas costeras; se caracteriza por presentar una variabilidad espacio temporal que es determinada por la influencia de factores bióticos y abióticos que controlan la distribución, abundancia, permanencia y la composición de las especies (Gómez-Márquez *et al.*, 2013). En este sentido los sistemas costeros están identificados como ecosistemas acuáticos de transición entre el ambiente marino y terrestre, hábitat de diversas comunidades biológicas integradas por crustáceos, moluscos y peces, que utilizan estos ambientes de forma permanente o transitoria (Hernández-Vázquez, 2010, González Padilla *et al.*, 2017).

Es importante resaltar que los grupos que se distribuyen en estos sistemas representan el 90% del total de la abundancia zooplanctónica, la cual está integrada por fitoplancton y zooplancton como copépodos, decápodos, cladóceros y quetognatos; y que funcionan como el principal soporte de la trama trófica de estos sistemas, sin embargo, estos grupos no son estables ya que su abundancia varía en función de algunos cambios estacionales, así como pasar de estadios larvales a adultos y al consumo gradual de los consumidores primarios que agotan la biomasa zoplanctónica, durante época de lluvias. La biomasa se incrementa frecuentemente y de forma gradual con larvas y postlarvas que ingresa a los sistemas estuarinos durante las aperturas de las bocas, así como por la reproducción de diversos organismos permanentes en los sistemas estuarinos que se desarrollan de primavera a verano (Flores Vargas *et al.*, 2018).

En función de las características propias que presentan dichos ambientes, son sistemas básicos habitados por numerosas especies de poblaciones locales o externas integradas por huevos, lar-

vas, juveniles y adultos, que mantienen los stocks, permitiendo el desarrollo de la pesca artesanal a través de un manejo sustentable adecuado (Flores Vargas *et al.*, 2019).

Asimismo, dichas lagunas costeras son influenciadas de forma intermitente o continua por las descargas de aguas continentales de ríos y arroyos, particularmente en la temporada de lluvias. Las precipitaciones pluviales aledañas a las zonas costeras generan un mecanismo de transporte de una gran cantidad de materia orgánica y nutrientes de origen terrígeno hacia los sistemas costeros. Estos aportes continentales promueven en el ambiente condiciones óptimas de crecimiento de fitoplancton (productores primarios), el cual a su vez propicia el ingreso de energía a la trama trófica. Esta energía basal es transferida y conducida hacia diversos niveles del eslabón trófico a través de los consumidores primarios y secundarios (zooplancton) (Grey *et al.*, 2000, González Padilla *et al.*, 2017).

La laguna Xola-Paramán es un sistema semi-cerrado que se caracteriza por presentar anualmente una elevada tasa de evaporación, llegando a superar los aportes de aguas que recibe por efecto de las mareas, por aportes de agua dulce epicontinentales confiriéndole condiciones de hipersalinidad excepcional. En este sentido, anualmente el proceso de evaporación genera cambios bruscos en la salinidad a lo largo del año, por lo que, esta laguna es reconocida como un sistema híperalino y como el quinto humedal de mayor dimensión ubicado en la parte central de la costa de Jalisco, designado como área de conservación y sitio RAMSAR en 2008 (CONANP, 2015).

MÉTODOS

Área de estudio

La laguna Xola-Paramán se localiza en el municipio de Tomatlán en la parte central de la costa del estado de Jalisco (Figura 1). Su ubicación está a 7 km al noroeste de la playa “Chalacatepec”, posee un eje longitudinal paralelo a la costa, entre las coordenadas 19° 43'47" N y 105°16'28"W, es un sistema endorreico separada del Océano Pacífico por una barrera de arena de aproximadamente de 50 m, en su parte más angosta, se localiza la boca de apertura, la comunicación con el medio marino es esporádica y de forma natural.

No obstante, el mecanismo de apertura de la boca es eventual y puede tardar años en presentarse (SEMADES, 2001 en CONANP, 2015). Por lo que en temporadas de sequías, el sistema llega a perder hasta el 60% del volumen de agua por evaporación, principal factor que puede causar una

elevada salinidad con un promedio de hasta 100 ppm, condición que le ha conferido por años el uso un campo salinero que actualmente opera de forma artesanal y en un 25 % de su capacidad (Hernández-Vázquez, 2010) (Fig. 1).

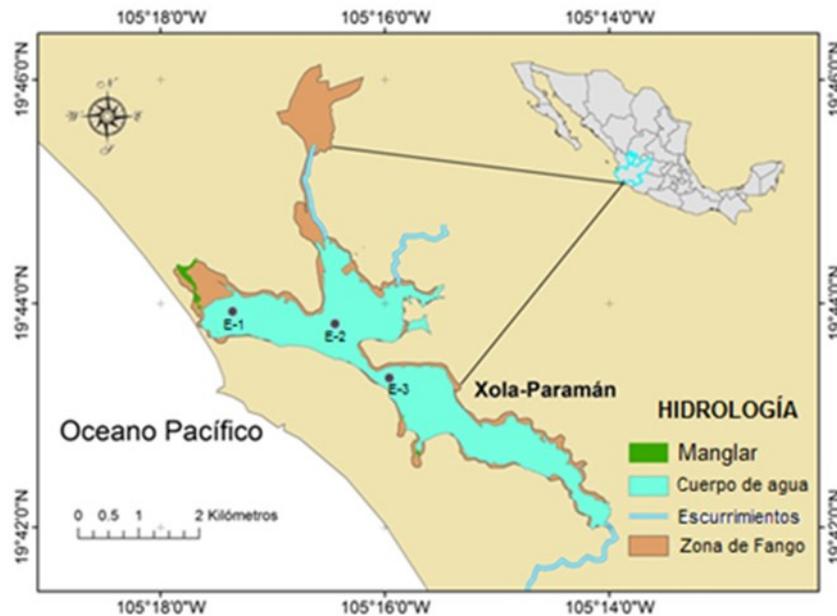


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo

Trabajo de campo

Se seleccionaron tres sitios de muestreo (debido al poco volumen de agua (un metro) con que cuenta el sistema), únicamente cubriendo una extensión de 703.98 hectáreas, y a una distancia aproximada de 500 m entre sitios, en total se realizaron 36 arrastres planctónicos, diurnos de periodicidad mensual de enero a diciembre de 2015. Para la recolecta de las muestras biológicas, se empleó una lancha con motor fuera de borda según el método propuesto por Smith y Richardson (1979) utilizando una red tipo Zeppelin de 0.60 cm de diámetro de boca, 1.5 m de largo y una luz de malla de 505 micras. Los arrastres fueron circulares, con una duración de 10 minutos a una velocidad aproximada de tres nudos y a 10 cm por debajo del agua. Para estimar los volúmenes de agua filtrada en metros cúbicos la red se equipó con un flujómetro tipo torpedo GENERAL OCEANIC. Simultáneamente por cada arrastre en los principales sitios establecidos se determinaron la transparencia

mediante un disco de Secchi, la temperatura, la salinidad y el oxígeno con un multiparametro YSI 556. Las muestras biológicas colectadas se depositaron en frascos plásticos transparentes de un litro de capacidad y preservadas con Alcohol al 10 %.

Trabajo de laboratorio

La biomasa zooplanctónica se estimó mediante el método de volumen desplazado por (Beers, 1976) y se estandarizó a un volumen de mL/100m³ de agua filtrada (Smit y Richardson, 1979). La separación de los componentes (grupos) de la biomasa zooplanctónica se realizó de manera cuantitativa y cualitativa por medio del análisis de alícuotas de 2.5 ml, que fueron fraccionadas mediante el empleo de un prototipo de un fraccionador Folsom, posteriormente de cada alícuota se realizó una separación de los los grupos zooplanctónicos, una vez clasificados fueron

colocados en frascos de (50mL) debidamente etiquetados, posteriormente fueron identificados a nivel de orden mediante bibliografía especializada (Russell y Yonge, 1969; Boschi, 1996; Moser, 1996; Pierrot-Bults, 1996; Pugh, 1996; Buckland-Nicks *et al.* 2002; Harvey *et al.* 2002; Todd *et al.*, 2002 y Miller y Kendall, 2009) una vez concluida la identificación, los grupos fueron normalizados a org/100m³ mediante la siguiente fórmula:

$$N = n \times 100 / V$$

Donde:

N= número de organismos por 100 m³

n= número de organismos en la muestra analizada

V= volumen de agua filtrada (m³).

Análisis estadísticos

Para determinar la variación espacio temporal de los grupos zooplanctónicos y su relación con los parámetros físicos, se realizaron: El Análisis de Similitud, en las que se relacionan la composición por grupos con las diferentes temporadas, se calculó el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Chávez-López *et al.*, 2005).

Asimismo, se utilizó el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA), que permitió interpretar la relación entre las localidades, las especies y las variables ambientales, con el programa de PC ORD, (Ter Braak, 1986; McCune y Grace, 2002).

RESULTADOS

Se contabilizaron un total de 78,464 organismos zooplanctónicos, incluidas en 18 grupos taxonómicos, y uno más compuesto por huevos de peces. Cabe señalar que, de este total, sólo siete grupos de 19 representaron el 90 % de los organismos contabilizados, sobresaliendo los grupos correspondientes a huevos de peces con una abundancia de 22,096 (28%) organismos; Brachyura con 12,842 (17%) y Copépoda con 9,797 (13%). Los organismos restantes “Otros” representaron el 10%, correspondiendo a Cirripedia, con una abundancia de 2,930 organismos, Caridea, con 2,689 individuos, Isopoda con 1,312 organismos, Pteropoda con 492, Gasteropoda con 281, Ostracod con 134, Siphonophora con 97, Cumacea 89, Pelecypoda con 32, Polichateta con 13 y finalmente Amphipoda con 12 organismos (Fig. 2).

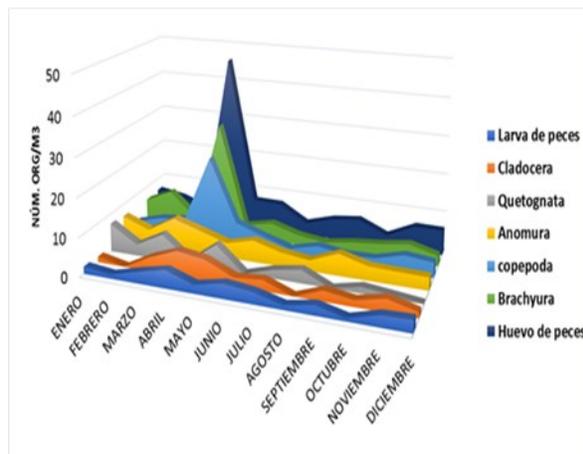
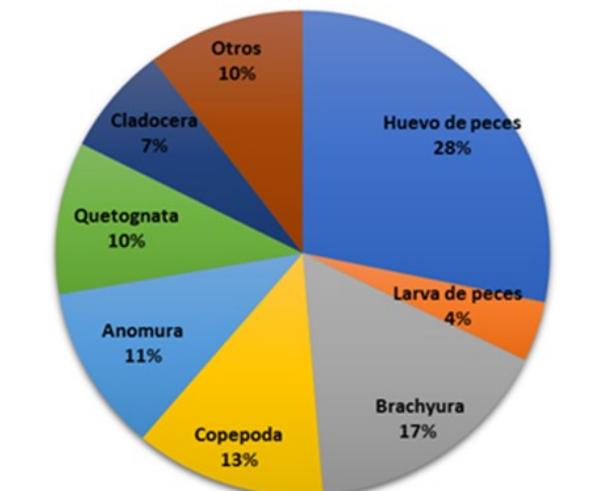


Figura 2. Abundancias (porcentaje y espacial org/100m³) de los grupos zooplanctónicos en la laguna Xola-Paramán, Jalisco, México, de enero a diciembre de 2015.

Variación de la distribución y abundancia de los grupos zooplanctónicos durante el ciclo anual 2015.

Durante los meses de (enero-marzo de 2015) la boca del sistema lagunar permaneció cerrada y los grupos predominantes al interior de la laguna Xola-Paramán fueron Anomura y Brachyura. Posteriormente, a finales de marzo se estableció la comunicación laguna-mar, mediante la apertura de la boca, ingresando al sistema diversos grupos zooplanctónicos de origen marino incrementando la biomasa mensual y estacionalmente, así como la diversidad de los organismos durante el desarrollo del presente estudio.

Por lo que el mes de abril presentó una mayor dominancia del zooplancton integrado por los huevos de peces, seguida de Brachyuros y Copépodos (Fig. 3). Durante este período se identificaron diversos integrantes zooplanctónicos de origen marino (e.g., Quetognata, Pterópoda, entre otros), sin embargo, su abundancia fue escasa. Cabe señalar que a lo largo de este estudio las abundancias de los diversos grupos presentaron cierta variabilidad, sin embargo, no existen tendencias claras como para referirla como estacional.

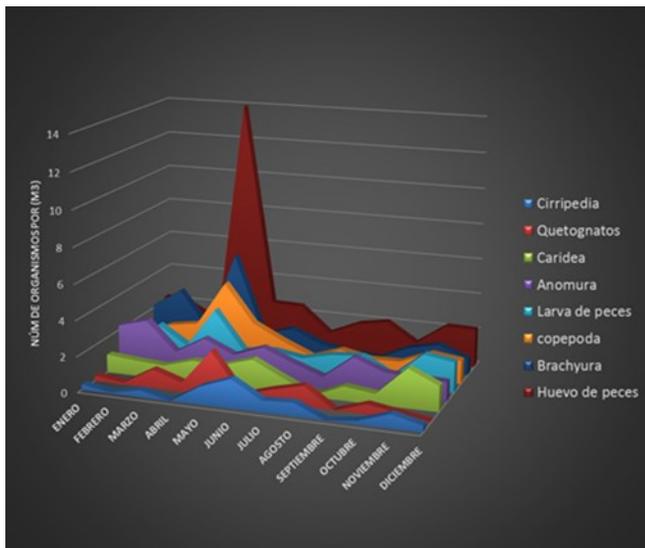


Figura 3. Abundancia (org./100m³) mensual de los grupos zooplanctónicos más representativos en la laguna Xola-Paramán de enero a diciembre de 2015.

Similitud (Bray-Curtis)

El análisis temporal (modo Q, 12 meses) de

los grupos zooplanctónicos, resultado del análisis de similitud de Bray-Curtis, permitió definir tres tipos de agrupamientos temporales: un grupo asociado al temporal de “lluvias”, perteneciente a los meses cálidos (julio, agosto y octubre; incluyendo el mes de marzo); otro agrupamiento, asociado al “estiaje” (relacionado con la temporada de fines de otoño y principios de invierno y un último, denominado de “transición” integrado por diferentes meses del año, en donde el mes de abril se destaca por la variabilidad, seguido por mayo y diciembre, mismos que se caracterizaron por una variación en la temperatura (valores mayor y menor) (Fig. 4).

El resultado del análisis de asociaciones (ensambles) de grupos taxonómicos (modo R, 19 grupos) permitió evidenciar tres tipos de similitud: una primera asociación integrada por ocho grupos taxonómicos (Quetognata-Anomura), ampliamente distribuidos en el tiempo, con abundancias importantes durante el temporal de estiaje (con 75,000 o más individuos); Una segunda asociación compuesta por cinco grupos taxonómicos (Cladocera-Polichaeta), donde los taxones más abundantes estuvieron asociados al temporal de “transición” (con abundancias de 6,000-7,000 individuos) y la tercera asociación compuesta por seis grupos taxonómicos (Amphipoda-Ostracoda), pertenecientes al temporal de “lluvias”. Cabe señalar que los organismos del tercer agrupamiento también se distinguieron y asociaron a los meses cálidos, sin embargo, se caracterizaron por presentar una baja abundancia (<300 individuos) (Fig. 4).

Relación de los grupos zooplanctónicos con los parámetros ambientales

Durante el periodo de estudio se determinaron las variables físicas (temperatura, transparencia y profundidad) y químicas (salinidad, oxígeno disuelto y pH) en la columna de agua de los sitios de muestreo. Debido a anomalías meteorológicas, como las lluvias torrenciales y excepcionales de marzo de 2015 con una precipitación pluvial superior a los 800mm (Maass, *et al.*, 2017), así como durante los efectos del huracán Patricia con un promedio de 500mm (CONAGUA, 2015), algunas de las variables ambientales del sistema presentaron fluctuaciones significativas.

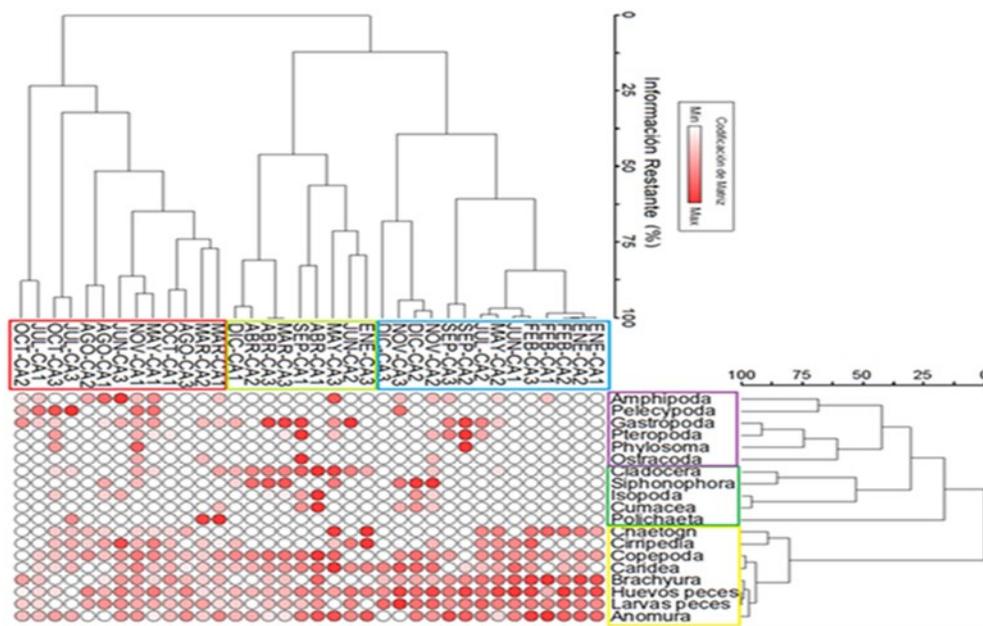


Figura 6. Dendrograma de similitud relativa de la abundancia de los grupos de zooplancton a través del método de Bray-Curtis. Los puntos rojos indican una mayor abundancia entre más incrementa el color; la coloración más tenue indica menor concentración. (El grupo de lluvias, recuadro rojo; el grupo secas, recuadro azul y el grupo de transición, recuadro verde)

Debido estos fenómenos meteorológicos sobre el sistema lagunar, causó la apertura y comunicación de la boca de la laguna con el medio marino por nueve meses, reflejando cambios significativos en la hidrología y en diversos componentes biológicos del mismo (Fig. 7). De acuerdo con los resultados obtenidos se comprobó que se presentaron condiciones ambientales contrastantes a las habituales, debido las características del sistema ya que en temporadas de sequías, la laguna Xola-Paramán puede perder hasta un 60% del volumen de agua por evaporación, esta condición genera un incremento en salinidad en todo el cuerpo de agua llegando a superar valores superiores a las 100 ppm (Hernández-Vázquez, 2005), condiciones que permite establecer al sistema como una laguna hipersalina, sin embargo, es importante mencionar que la salinidad del ambiente lagunar durante el periodo de estudio fue menor al anteriormente reportado.

De acuerdo con los promedios anuales de las variables físico-químicas y biológicas, (Fig. 5), es importante resaltar que la estación colindante

con el medio marino (S1), en relación con la distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica fue la más representativa, con un promedio anual de 9.8 ml (100m³), seguida por la estación S2 con 9.4 ml (100m³) y la estación S3 con 7.5 ml (100m³), respectivamente. Considerando los patrones de las variables ambientales, se distinguieron y agruparon tres diferentes temporadas: lluvias, transición y estiaje. Durante el desarrollo del presente estudio la laguna Xola-Paramán presentó los siguientes valores promedio; temperatura de 26.4 °C; salinidad de 32.1 ups; oxígeno disuelto de 3.6 mg/l y un pH de 10.38. La salinidad disminuyó en la temporada de lluvias, alcanzando valores de 27.3 ups; mientras que el resto del año se mantuvo en 34 ups (Tabla 1). Considerando tales valores de salinidad reportados en el presente trabajo, puede sorprender que no se defina al sistema como hipersalino, sin embargo, como ya se mencionó, tales condiciones fueron propiciadas por fenómenos meteorológicos atípicos, consideradas como un año de lluvias histórico para la región.

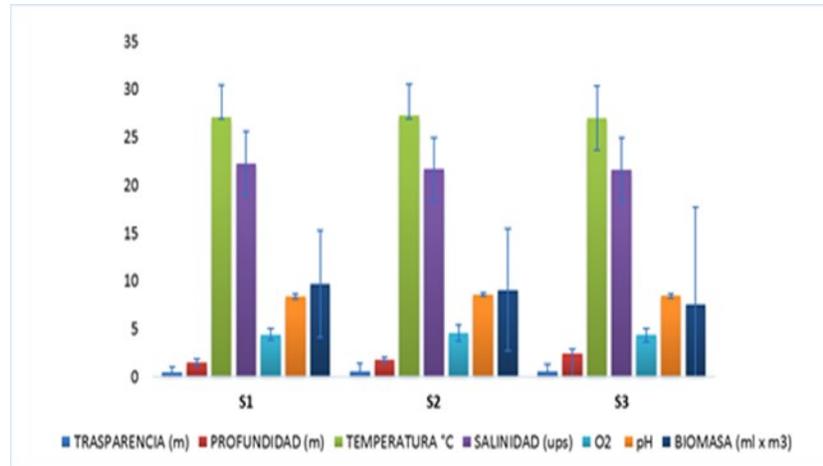


Figura 5. Promedio anual y desviación estándar (DE) de las variables físicas (transparencia, profundidad y temperatura), químicas (salinidad, oxígeno disuelto, (pH) y biomasa. Esta-

Tabla 1.- Media de las variables fisicoquímicas en tres periodos (lluvias, secas y transición) del año 2015.

Temporada	Transparencia	Salinidad	O ₂ disuelto	UpH	Profundidad	Temperatura
Lluvias	0.91 ± 0.09	27.32 ± 3.09	4.03 ± 0.3	9.53 ± 1	1.17 ± 0.09	28.63 ± 3.5
Transición	0.53 ± 0.05	34.66 ± 0.5	3 ± 0.0	10.4 ± 0.05	1.13 ± 0.5	23.33 ± 0.5
Secas	0.82 ± 0.2	34.34 ± 0.5	3.9 ± 0.4	11.22 ± 1.9	1.40 ± 0.3	27.42 ± 3.1

Análisis de Correspondencia Canónica (CCA)

El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) permitió asociar la presencia de distintos grupos taxonómicos con relación a la influencia de algunos parámetros fisicoquímicos. Cinco variables ambientales estuvieron estrechamente correlacionadas con la distribución de los grupos zooplanctónicos, así como en tiempo y espacio. El valor determinado del coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.75 ($p < 0.05$), en tanto que, el porcentaje de la varianza total en los tres ejes fue de 23.7 %.

El eje 1 contribuyó con el 9.9% de la varianza explicada, con un valor propio de 0.087. En este eje, la salinidad y el oxígeno presentaron una amplia correlación con algunos de los grupos zoo-

plantónicos (Ostrácoda gasterópodos, polycypoda, amphypoda y siphonohora, así como copépoda, caridea, cladóceras, isópoda y cumacea) y sitios (uno y dos) de muestreo ($r^2 = 0.457$ y $r^2 = -0.585$). El eje 2 se caracterizó por presentar el 7.8% de la varianza explicada (valor propio= 0.068), donde el zooplancton, la profundidad y la temperatura presentaron una correlación significativa ($r^2=0.524, 0.584$, respectivamente), pero negativa ($r^2 = -0.679$) con los grupos de zooplancton (Tabla 2).

En el diagrama de ordenación espacial (Fig. 6), los grupos del zooplancton se correlacionaron con algunos de los parámetros ambientales. La temperatura se correlacionó positivamente con los grupos Phyllosoma y Pterópoda, Copépoda, Caridea., Cladóceras, Isópoda.

Tabla 2. Análisis de Correspondencia Canónica con relación a la ordenación espacial de los grupos del zooplancton. Resumen estadístico; y correlación (r^2) de las variables fisicoquímicas.

RESUMEN ESTADISTICO.	Eje1	Eje2	Eje3
Valor propio	0.087	0.068	0.053
Varianza explicada (%)	9.9	7.8	6.0
Varianza acumulativa (%)	9.9	17.6	23.7
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.756	0.821	0.720
Correlación de Kendall (especies-ambiente)	0.552	0.575	0.514
CORRELACIÓN (r^2)			
Zooplancton	-0.338	-0.679	-0.149
Profundidad	-0.172	-0.524	-0.553
Transparencia	0.043	0.234	0.442
Temperatura	-0.343	0.584	0.328
Salinidad	0.457	0.358	0.535
O2	-0.585	-0.007	0.338
pH	0.296	0.352	-0.441

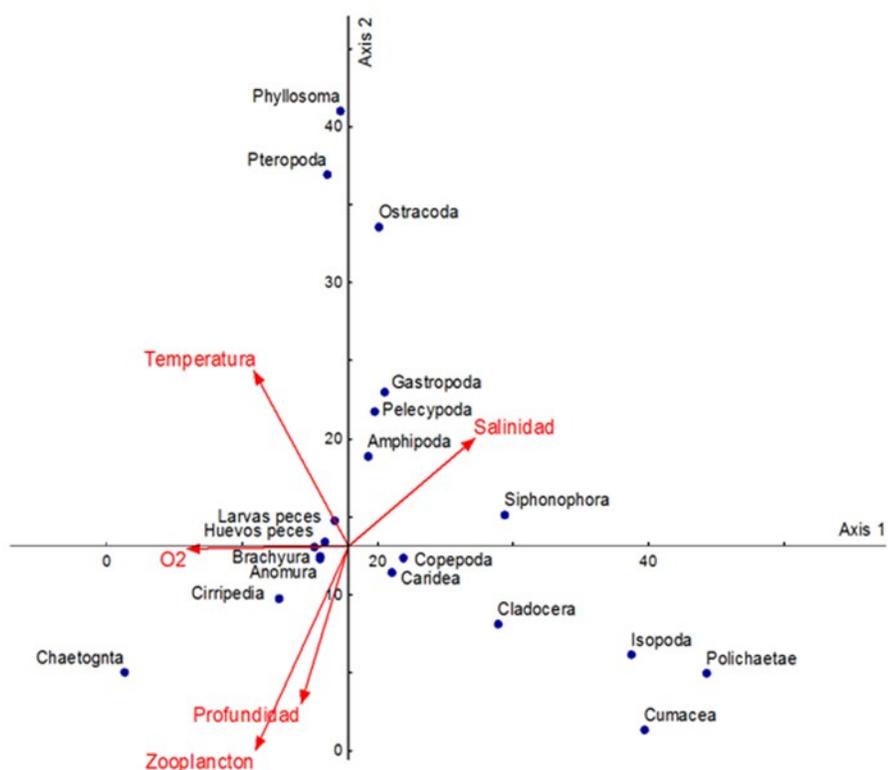


Figura 6. Diagrama de ordenación temporal de los grupos del zooplancton con relación a los parámetros fisicoquímicos, determinado por el Análisis de Correspondencia Canónica.

DISCUSIÓN

Durante el periodo del año 2015 se estudió la composición, distribución y abundancia de los principales grupos del zooplancton de la Laguna Xola-Paramán, Jalisco, México. Los resultados indican que 19 grupos mostraron un intervalo ampliamente relacionado con el patrón de grupos zooplanctónicos reportados en algunos de los sistemas estuarino lagunares de Jalisco, con relación al área de estudio. En estero El Salado, se identificó que la influencia y la dinámica de mareas estuvieron asociadas al incremento de la abundancia, la distribución y la incidencia de grupos zooplanctónicos con un componente de 12 grupos (Braquiuros, Decápodos, Medusas, Cladóceros, Chaetognatos, Copépodos, Estomatópodos, Gasterópodos, Euphaucidos, Siphonophoros, Amphipodos y raros) (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015). De forma similar y con condiciones muy similares al estero el Salado, en la Laguna Barra de Navidad se registraron 20 grupos (Braquiuros, Carideos, Copépodos, Huevos de pez, Larvas de pez, Anomuros, Anfípodos, Quetognatos, Poliquetos, Gasterópodos, Estomatópodos, Sifonóforos, Alpas, Pediculados, Ostrácodos, Medusas, Larvas nauplio, Cumaeos Terópodos y Bivalvos.) (Flores Vargas *et al.*, 2018) y 12 en la laguna Agua Dulce que difieren en morfología con respecto de las dos últimas además de recibir agua del estero el Ermitaño, bajo un sistema de compuertas y únicamente durante el temporal de lluvias (Flores Vargas *et al.*, 2019).

En diversos estudios se ha propuesto que la profundidad de la columna de agua en sistemas acuáticos está relacionada con la diversidad de los grupos del zooplancton (Keppeler y Hardy, 2004; Parra *et al.*, 2006; Mustapha, 2009). El área de estudio es un sistema somero, la mayor parte del año con una profundidad promedio de un metro, posiblemente a esta característica la diversidad fue poco uniforme en tiempo. Sin embargo, al establecerse la conexión con el medio marino, se presentó un incremento en la diversidad del zooplancton en las estaciones de mayor influencia con el agua de mar (S1), observando que la mayor abundancia (23%) estuvo representada por quetognatos y copépodos. De forma similar, se observó que los grupos residentes como los órdenes Brachyura y Anomura

contribuyeron con el 17% de la fauna asociada y distribuida en el sistema lagunar.

Ruíz (1985) menciona que, en aguas someras de lagunas costeras, bahías, esteros y desembocaduras de los ríos la temporada de reproducción de los crustáceos decápodos Brachyura (jaibas) se lleva a cabo de primavera a verano a temperaturas mayores de los 23°C. Estos organismos son de gran importancia biológica, ya que su periodo de desove va de siete a nueve meses al año, con lo cual numerosas larvas de estos crustáceos decápodos tienen una permanencia constante como componentes zooplanctónicos, coincidiendo con lo reportado en el presente trabajo.

Otro componente de suma importancia en el sistema fueron los huevos de peces, considerado para este estudio como el grupo zooplanctónico dominante, con una representatividad total del 28%. Al respecto una de las explicaciones de esta abundancia significativa, estaría en función de que numerosas especies marinas de importancia pesquera son parcial o totalmente de afinidad estuarina y, además, dependiendo de sus estrategias alimentarias y reproductivas emplean este tipo de ambientes como aéreas de reproducción, alimentación, crianza y protección (Yañez-Arancibia, 1986).

La mayor abundancia de huevos de peces se presentó en el interior del sistema durante el periodo de intercambio de masas de agua marinas con el medio lagunar, observada en este estudio entre marzo y abril y posteriormente de junio a julio. Sin embargo, en el mes de octubre se presentó una disminución de éstos y que coincide con la finalización del periodo reproductivo de los peces (Ruíz, 1985). La diferencia en cuanto a los meses citados en el párrafo anterior radica en que, en esta laguna, la comunicación con el mar se debió a un fenómeno meteorológico fuera de lo común. Uno de los componentes más representativos de los ambientes lagunares-estuarinos son los copépodos, los cuales pueden constituir entre el 70 y 90% de la comunidad zooplanctónica en estos sistemas acuáticos (Day y Yañez-Arancibia, 1982).

La mayor abundancia de huevos de peces se presentó en el interior del sistema durante el periodo de intercambio de masas de agua marinas con el medio lagunar, observada en este estudio entre marzo y abril y posteriormente de junio a julio. Sin embargo, en el mes de octubre se presentó una disminución de éstos y que coincide con la finalización del periodo reproductivo de los peces (Ruíz, 1985). La diferencia en cuanto a los meses citados en el párrafo anterior radica en que, en esta laguna, la comunicación con el mar se debió a un fenómeno meteorológico fuera de lo común. Uno de los componentes más representativos de los ambientes lagunares-estuarinos son los copépodos, los cuales pueden constituir entre el 70 y 90% de la comunidad zooplanctónica en estos sistemas acuáticos (Day y Yañez-Arancibia, 1982). En la Laguna Inferior del sistema lagunar Huave en Oaxaca, López-Serrano y Serrano-Guzmán (2013) determinaron que la composición y la abundancia del mesozooplancton estuvieron constituidas por copépodos, representando el 80% de la biomasa zooplanctónica, mientras que los quetognatos sólo representaron el 10% de la biomasa total. Debido a su abundancia, los copépodos han sido considerados como bioindicadores de cambios en las masas de agua de los ambientes acuáticos lagunares.

Asimismo, Sosoranga y Hermes (2013) mencionaron que en muestras recolectadas con una red de 200µm de luz de malla los copépodos contribuyeron con el 79% del total del componente zooplanctónico, señalando que la colecta de muestras con una red de malla de 500 µm puede subestimar algunos componentes de importancia zooplánctica.

Al respecto, es importante considerar que la hidrodinámica de la laguna Paraman-Xola durante nueve meses que tuvo comunicación con el mar, presentó un transporte mayor de organismos del ambiente marino al sistema lagunar, incrementando así la diversidad de los grupos zooplanctónicos muestreados.

Sin embargo, en el presente estudio y de

acuerdo a los resultados obtenidos se asume que la población de copépodos se subestimó en función de la metodología empleada, debido a que en el muestreo de campo se empleó una red de arrastre con luz de malla de 505 µm, con lo cual exclusivamente se pudo contribuir únicamente con un 12% de su abundancia del componente total cuantificado.

Estas observaciones han sido reportadas anteriormente en otros estudios en donde las condiciones hidrológicas regulan la composición y la abundancia relativa de especies en los sistemas lagunares (Yañez-Arancibia y Nugent, 1977).

Con respecto a la distribución espacial de las comunidades del zooplancton de esta laguna, se identificó un patrón relativamente homogéneo cuando el sistema lagunar estuvo en comunicación con el medio marino. Sin embargo, en algunos meses la distribución de ciertos grupos zooplanctónicos tuvo fluctuaciones. Por ejemplo, los huevos de peces, copépodos y quetognatos tuvieron fluctuaciones espaciales y de abundancia como resultados de la circulación de agua del sistema lagunar durante la temporada de lluvias, así como por procesos de mareas. Es posible sugerir que el sistema lagunar pueda tener un sistema inverso de transporte de masas de agua (lagunar-marino) después de la pleamar, lo cual podría dispersar o disminuir los componentes del zooplancton de la laguna, como ocurrió con los huevos de peces durante el mes de octubre (Fig. 6).

La laguna Xola-Paramán fue descrita en este estudio como una laguna endorreica hipersalina y de condiciones extremas (Contreras 1993). Sin embargo, durante el desarrollo del presente trabajo se presentaron algunos eventos relacionados con el fenómeno El Niño (2015), y aun cuando el temporal de lluvias fue esporádico, ocurrieron lluvias significativas en marzo (299 mm), y posteriormente en octubre con el huracán Patricia.

Por esta razón la boca de la laguna se abrió y se

comunicó con el mar desde marzo hasta noviembre (CONAGUA, 2015). En este estudio durante el temporal de secas, a lo largo de tres meses, particularmente se manifestó una circulación de masas de agua local, donde se mezclaron masas de agua dulce con agua salada, y esto causó cambios en las variables ambientales de la columna de agua y, por ende, la ocurrencia de los grupos zooplanctónicos.

Se sugiere que las poblaciones zooplanctónicas pudieran estar controladas, en primer lugar, por procesos físicos (apertura de la boca), y en segundo lugar por factores fisicoquímicos particularmente durante las temporadas de lluvias y secas. Sin embargo, la inexistencia de un patrón estacional específico pudo favorecer un control biológico más que físico de las poblaciones zooplanctónicas en la columna de agua de la laguna.

En contraste con las aguas oceánicas, donde la comunidad pelágica podría responder principalmente a variaciones climáticas, en las aguas costeras existen múltiples factores que pueden alterar la comunidad del zooplancton de diferentes maneras (Eloire *et al.*, 2010).

En la laguna se observó la influencia de masas de aguas marinas (35.0 ups), lo que pudo generar una mayor diversidad de los grupos zooplanctónicos en el sistema. De esta manera, se sugiere que en determinadas temporadas del año la comunidad zooplanctónica es regulada por la influencia de las condiciones físicas y químicas. Por ejemplo, se observó que juveniles del camarón blanco (*Panaeus vannamei*) así como adultos de la jaiba *Callinectes arcuatus*, desovaron en aguas salobres y no en aguas marinas adyacentes.

El análisis canónico de correspondencia confirmó que los períodos hidroclimáticos (Mezclado, Estratificado y Semi-Mezclado) mostraron diferencias significativas en la salinidad, temperatura, en la profundidad del agua, la intensidad y duración de la apertura de la boca. Cabe señalar que a lo largo de este estudio las abundancias de los diversos grupos presentaron cierta variabilidad, sin embargo, no existen tendencias claras como para referirla como estacional, puesto que los

meses con valores de temperatura más bajos ($\leq 24^\circ$ C) son los que presentaron las mayores abundancias de zooplancton, vinculados principalmente con la intensidad y duración del proceso del intercambio de masas de agua océano-laguna, como lo reporta Franco-Gordo *et al.*, (2015).

Esto hace suponer que la intensidad de la dinámica influye directamente en la abundancia relativa de los grupos taxonómicos de zooplancton y la sucesión en el tiempo. Es decir, los grupos zooplanctónicos más abundantes (huevos de peces, Brachyura, Anomura, Cirripedia y larvas de peces) presentaron una correlación positiva con el oxígeno disuelto, la salinidad y la temperatura. Por lo que las condiciones hidrológicas locales juegan un papel fundamental en la reestructuración de la comunidad zooplanctónica.

LITERATURA CITADA

- Beers, J.R. (1976). Volumetric methods. En: Steedman HF (ed). Zooplankton fixation and preservation, pp. 56-60. UNESCO Press, Paris.
- Boschi, E. E. (1996). Larvas de crustácea Decápoda. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino, pp. 342-405. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Buckland-Nicks, J., Gibson, G. y Koss, R. (2002). Phylum Mollusca: Gasteropoda. En: Young C.M., Sewell, M.A. y Rice, M. E.(eds). Atlas of marine invertebrate larvae, pp. 261-287. Academic Press, New York.
- CONAGUA. (2015). Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/NUMERAGUA2015.pdf>
- CONANP. (2015) Programa de Conservación y Manejo (P C y M) de La Laguna Xola-Paramán Humedal de Importancia Internacional. Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas Recuperado de http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/lineamientos_instrumentos/LAGUNA-XOLA-PARAMAN.pdf.

- Contreras, F. (1993). Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F. 415 p.
- Chávez-López, R., Peterson, M. S., Brown-Peterson, N. J., Morales-Gómez, A. A. and Franco-López, J. (2005). Ecology of the mayan cichlid, *Cichlasomaurophthalmus Günther*, in the Alvarado lagoonal system, Veracruz, Mexico. *Gulf Caribbean Research*. 17: 123-131.
- Day, J. y Yáñez-Arancibia, A. (1982). Coastal lagoons and estuaries: ecosystem approach. *Ciencia Interamericana*. 22: 11-26.
- Eloire D., Somerfield P.J., Conway D.V., Halsband-Lenk C., Harris R., Bonnet D. (2010). Temporal variability and community composition of zooplankton at Station L4 in the Western Channel: 20 years of sampling. *J. Plankton Res.* 32: 657-679.
- Flores-Vargas, R. y Navarro-Rodríguez, M. C. (2018). Fluctuaciones en la composición y abundancia del zooplancton en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco. *Acta Pesquera* 4(8): 15-27.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M.C. y González-Guevara L.F. (2019). Variación zooplancónica del sitio RAMSAR Laguna Agua Dulce, Municipio de Tomatlán, Jalisco, México. Zooplankton variation of the Laguna Agua Dulce RAMSAR site, Municipality of Tomatlán, Jalisco, Mexico. *Acta Pesquera* 5 (9): 15-31
- Franco-Gordo C., Ambriz-Arreola I., Kozak E.R., Gómez-Gutiérrez J., Plascencia-Palomera V., Godínez-Domínguez E., Hinojosa Larios A. (2015) Seasonal succession of zooplankton taxonomic group assemblages in surface waters of Bahía de Navidad, Mexico (November 2010–December 2011). *Hidrobiologica* 25(3):335–345
- Gómez-Márquez, J. L., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J. L. y Gallardo-Pineda, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un micro reservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*. 23 (2): 227-240.
- González-Padilla J., Navarro-Rodríguez, M. C., González-Guevara, L. F. y FloresVargas, R. (2017). Variación espacio temporal de los quetognatos de Bahía de Banderas durante un ciclo anual. *Acta Pesquera* 4 (7)1-11.
- Grey, J., Jones, R.I (2000). Análisis de isótopos estables de los orígenes de carbono zooplankton en lagos de diferente estado trófico. *Oecologia*.123 (2): 232-240.
- Harvey, A.W., Martin, J.W. y Wetzer, R. (2002). Phylum Arthropoda: Crustacea. En: Young, C.M., Sewell, M.A. y Rice, M.E. (eds). *Atlas of marine invertebrate larvae*, pp. 337-369. Academic Press, New York.
- Hernández-Vázquez, S., Rodríguez-Estrella R., Vega-Rive-ra, J.H., Hernández-Vázquez F., Rojo-Vázquez, J.A., Galván-Piña, V.H. (2010). Estructura, dinámica y reproducción de las asociaciones de aves acuáticas de la costa de Jalisco, México. En: Godínez-Domínguez E., Franco-Gordo C., Rojo-Vázquez J.A., Silva-Bátiz F., González-Sansón G., editores. *Ecosistemas marinos de la costa Sur de Jalisco y Colima*. México (Guadalajara). Universidad de Guadalajara. p. 151-188.

- Keppeler, E.C. y Hardy, E.R. (2004). Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 21: 169-177.
- López Serrano, A. y Serrano Guzmán, S. J. (2013). Composición por grupos y abundancia del mesozooplankton en la Laguna Inferior (Sistema Lagunar Huave, Oaxaca, México), en mayo y septiembre-octubre. 2007. *Ciencia y Mar*. XIX (51): 3-14.
- Maass, M., Ahedo-Hernández, R., Araiza, S., Verduzco, A., Martínez-Yrizar, A., Jaramillo, V.J., Parker, G., Pascual, F., García-Méndez, G. y Sarukhán, J. (2017). Long-term (33 years) rainfall and runoff dynamics in a tropical dry forest ecosystem in western Mexico: management implications under extreme hydrometeorological events. *Forest Ecology and Management*, 426, 7-17.
- McCune, B., & Grace, J. B. (2002.) *Analysis of ecological communities*. Glenden Beach, Oregon: MjM Software Design.
- Miller, B. S. and Kendall, A. W. (2009). *Early life history of marine fishes* (Vol. 36, No. 4). Berkeley, University of California Press.
- Moser, H.G. (1996). The early stages of fishes in the California Current region. *CalCOFI Atlas* 33: 1-1505.
- Mustapha, M. K. (2009). Zooplankton assemblage of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 57 (4): 1027-1047.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas, R. y González-Ruelas, M. E. (2002). Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 36: 244-265.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas, R. y González Guevara, L. F. (2015). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos del área natural protegida estero El Salado, Jalisco, México. *Bio Ciencias*. 3(2): 103-115.
- Parra, F. A., Santibañez, E.P. y Granados-Ramírez, J.G. (2006). Productividad del zooplancton de dos embalses del alto Amacuzac-Morelos, México. *Scientiae Naturae*. 6 (2): 5-16
- Pierrot-Bults, A.C. (1996). Phylum Chaetognata. En: Gasca, E. y Suárez-Morales, E. (eds). *Introducción al estudio del zooplancton marino*, pp. 529-596. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Pugh, P.R. (1996). Phylum Cnidaria, Clase Hydrozoa. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). *Introducción al estudio del zooplancton marino*, pp. 71-100. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Ruíz, M. F. (1985). *Recursos pesqueros de las costas de México*. Ed. Limusa. México.
- Russell, F.S. y Yonge, M. (1969). *The biology of Euphassia*. *Advances in Marine Biology*. Vol 7, 454 pp. Academic Press, New York.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos. *FAO Documento Técnico de Pesca* 175: 1-107.
- Sosoranga, L., y Hermes, B. (2013). Composición, abundancia y distribución del Zooplancton con énfasis en el grupo Cladocera en la Costa Ecuatoriana durante el Crucero Demersal de noviembre 2005.

Ter Braak, C. J. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*.67: 1167-1179.

Todd, C.D., Laverack, M.S. y Boxshall, G.A. (2002). *Coastal marine zooplankton. A practical manual for students*, 106 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

Yáñez-Arancibia, A. (1986). *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos*. A.G.T. Editor, México.

Yáñez-Arancibia, A, y NUGENT, R.S. (1977). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. 107-113. (1): 4



**PESCA SUSTENTABLE: CUENTOS DE
PESCADORES**

**SUSTAINABLE FISHING: FISHERMEN'S
TALES**

María Teresa Morfín

Recibido: 06 de abril de 2021

Aceptado: 02 de junio de 2021

Resumen

Sustentabilidad es un tema gigantesco y complejo, ya que contamos con 11,500 kilómetros de litorales que incluyen a 17 estados, además de las aguas continentales, y hay que saber que la pesca en México incluye varias modalidades, agrupadas básicamente en pesca deportiva, pesca industrial, y pesca ribereña o artesanal. Tengo que decir que, aunque respeto a los pescadores deportivos, no soy amiga de esta actividad por varias razones: No cabe en mi mente la idea de matar a un animal por placer, gusto que el humano comparte con la orca y el oso polar... Creo que no debe haber especies de animales marinos "reservadas" para el deporte, cuando hay tanta necesidad de alimento en el mundo, y también pensando en las grandes limitaciones económicas con que viven muchos pescadores... Y también creo que la pesca deportiva ayuda a diezmar los ecosistemas fragilísimos, tanto los costeros como los de aguas abiertas y aguas continentales, y las condiciones del mundo en este momento no están como para eliminar organismos por el gusto de hacerlo.

Palabras clave: sustentabilidad, turismo, veda, sobrepeso

Abstract:

Sustainability is a gigantic and complex issue, since we have 11,500 kilometers of coastline that include 17 states, in addition to continental waters, and you have to know that fishing in Mexico includes several modalities, basically grouped into sport fishing, industrial fishing, and coastal or artisanal fishing. I have to say that, although I respect sport fishermen, I am not a friend of this activity for several reasons: The idea of killing an animal for pleasure does not fit in my mind, a taste that

humans share with the killer whale and the polar bear ... I believe that there should not be species of marine animals "reserved" for sport, when there is such a need for food in the world, and also thinking about the great economic limitations that many fishermen live with ... And I also believe that sport fishing helps to decimate the very fragile ecosystems, both coastal and open water and continental waters, and the conditions of the world at this time are not enough to eliminate organisms for the fun of it

Key words: sustainability, tourism, closure, overweight

Desarrollo

Hace unos días recibí la sugerencia de un amigo de escribir sobre la pesca en el país. Se trata de un tema gigantesco y complejo, ya que contamos con 11,500 kilómetros de litorales que incluyen a 17 estados, además de las aguas continentales, y hay que saber que la pesca en México incluye varias modalidades, agrupadas básicamente en pesca deportiva, pesca industrial, y pesca ribereña o artesanal.

Tengo que decir que, aunque respeto a los pescadores deportivos, no soy amiga de esta actividad por varias razones: No cabe en mi mente la idea de matar a un animal por placer, gusto que el humano comparte con la orca y el oso polar... Creo que no debe haber especies de animales marinos "reservadas" para el deporte, cuando hay tanta necesidad de alimento en el mundo, y también pensando en las grandes limitaciones económicas con que viven muchos pescadores... Y también creo que la pesca deportiva ayuda a diezmar los ecosistemas fragilísimos, tanto los costeros como los de aguas abiertas y aguas continentales, y las condiciones del mundo en este momento no están como para eliminar organismos por el gusto de hacerlo.



En México se destina para la pesca deportiva una franja de 50 millas náuticas contadas a partir de la base desde la que se mide el mar territorial. Podemos hablar básicamente de dos tipos de pesca deportiva: La pesca con caña o con línea, y la pesca submarina, que normalmente se realiza en buceo libre, con arpones de ligas, de resorte o neumáticos. Para la pesca desde la orilla no se necesitan permisos, pero sí se ocupan para personas nacionales o extranjeras, cuando se pesca desde una embarcación. En las páginas de CONAPESCA se encuentran los reglamentos y lineamientos que norman estas actividades, y hay una Federación Nacional de Pesca Deportiva que organiza torneos en diferentes regiones del país.

Tengo que celebrar la actitud de muchos pescadores submarinos como el gran Ramón Bravo, y mi amigo Hilario Itriago, que cambiaron el arpón por una cámara fotográfica y han dado a conocer a mucha gente las bellezas del mar. Pero hablemos de este deporte tan apreciado por muchos, tratando de hacerlo con objetividad.

En México cualquier persona puede contratar a un prestador de servicios para ir a pescar con caña o con línea. Generalmente los guías tienen embarcaciones equipadas que pueden salir a mar abierto, en busca de los grandes pelágicos. En nuestro país hay seis especies que están reservadas para la pesca deportiva: marlín, pez vela, pez espada, pez gallo, dorado y sábalo. Si un pescador tiene la desventura de capturar accidentalmente uno de estos ejemplares, se puede ver en problemas.

Está prohibido que los pescadores deportivos comercialicen los peces capturados. Sólo se permite usarlos para el autoconsumo o la taxidermia. Hay un límite de cinco peces capturados por pescador por día en aguas continentales y diez en aguas marinas, aun-

que esto varía con algunas especies: Cada pescador puede capturar un marlín, pez vela, tiburón o pez espada, dos sábalos, dos gallos o dos dorados. También está prohibido que los pescadores deportivos extraigan moluscos y crustáceos o maten mamíferos acuáticos y reptiles. En mis primeros años de buceo tuve contacto con muchos pescadores submarinos de gran habilidad. Algunos de mis amigos todavía arponean para comer, y lo hacen con cuidado y de manera responsable. En esos tiempos estaba muy de moda la pesca con arpón, y había gran abundancia de especies en los arrecifes. Como yo no pescaba, me tocaba cargar la boya con la ensarta de peces arponeados, cosa que me daba terror por la posibilidad de atraer a los tiburones. En el día se arponeaba pescado y se atrapaban pulpos, y la langosta se sacaba en la noche, cuando salía a comer. Yo aprendí a sacar las langostas “a mano” para consumir en el campamento, también recolectábamos almejas y caracoles, y me volví muy hábil para desprender los ostiones de las rocas utilizando una barreta de acero.

En ese tiempo todavía estaba permitido sacar pulpos y calamares, ostiones, caracoles y almejas, y extraer langostas, cangrejos y zapateras por deporte. Era normal para nosotros acampar en la playa y complementar la dieta con un pescado asado en la fogata, un ceviche de caracol o una de las muchas langostas que se veían en los arrecifes. Esos tiempos de abundancia terminaron hace mucho.

A principios de los años setenta todavía era común ver grandes cardúmenes de jureles o medregales, y en una ocasión me tocó nadar con una inmensa arribazón de barracudas que llenaban el agua con sus crías. Desde ese tiempo era mal visto realizar ese tipo de pesca con tanques de buceo, y ahora afortunadamente está prohibido por leyes y reglamentos nacionales.

Los pescadores submarinos eran excelentes nadadores, con capacidad de sumergirse a pulmón a una profundidad considerable, y además de contar con distintos trucos para llamar y engañar a los peces, tenían una especie de sentido del honor: sólo mataban peces pelágicos, ejemplares grandes, y utilizaban arpones reglamentarios.

Desafortunadamente en esa década, cuando se modernizó la flota pesquera artesanal con lanchas Zena, motores Yamaha de alto poder y nuevas artes de pesca, se popularizó entre los pescadores el uso de arpones, incluyendo los de punta explosiva y los cartuchos de dinamita, y con ayuda de los trasmayos y otras redes de arrastre, se diezmo de manera considerable la fauna marina en nuestros litorales. Me pesa mucho decir que con los arpones de punta explosiva se acabaron los grandes meros, las chernas y otras especies, además de que se contribuyó a la reducción del número de tiburones en nuestras costas. Creo que la década de los setentas fue crítica en términos de destrucción de la vida arrecifal.

Si estás interesado en practicar la pesca submarina, haz un buen entrenamiento en buceo libre, utiliza arpones reglamentarios, arponea solamente peces grandes, y respeta los reglamentos. Para producir un mínimo efecto en la vida arrecifal, hazlo solamente en lugares remotos, en los que todavía se encuentre abundancia de vida acuática.

En nuestro país se realiza la pesca comercial en los 17 estados costeros y en aguas continentales. La producción pesquera de captura corresponde al 85% de la totalidad, mientras que la producción de acuicultura corresponde al 15%. Se habla de 238,000 pescadores y 56,000 acuicultores, datos de la FAO de 2018. Encontré muy poca información actualizada sobre la magnitud de las capturas. Lo más reciente que hallé fue un artículo de Alejandro Melgoza Rocha y otros autores: *Panorama de la pesca en México, I y II*, www.datamares.org, 2016.

En este artículo dice que entre 2006 y 2014 se capturaron anualmente más de 1.2 millones de toneladas de producto marino por año, con un valor en el mercado de 11,000 millones de pesos. En los artículos que consulté los autores coinciden en que la pesca en el país está estancada desde hace varias décadas, en parte por falta de presupuesto, pero también por las condiciones tan precarias en las que viven muchos pescadores, en particular los artesanales o ribereños.

Desde los tiempos en que comencé a bucear, tuve mucho contacto con pescadores. Algunos de embarcaciones de altura, pero generalmente trataba con pescadores ribereños, porque no había muchos prestadores de servicios de buceo en el país, y los contratábamos para que nos llevaran en sus embarcaciones y nos enseñaran los sitios en los que había abundancia de vida acuática. En esos tiempos desarrollé un sentimiento de afecto y solidaridad hacia el gremio de los pescadores, y he tenido el gusto y la oportunidad de participar en programas de capacitación para apoyarlos. En este momento mi proyecto más ansiado consiste en un programa de capacitación en turismo de buceo libre, para los pescadores artesanales que están en sitios en donde la pesca ha dejado de ser productiva. Los pescadores son un sector olvidado por la sociedad, y hasta ahora no he conseguido los fondos para realizar mi deseado proyecto.

A lo largo de mi vida en contacto con el mar he podido tener una convivencia cercana con muchos pescadores ribereños, y he sido testigo de la pobreza en que viven sus familias. Parte de estas limitaciones vienen de la falta de una educación formal que los lleve a buscar una vida mejor, pero también se sabe que es un sector olvidado por las autoridades: no tienen seguro social, los apoyos son sólo para los favoritos de quienes administran, viven en comunidades en las que faltan los servicios más elementales,

como el drenaje, la electricidad o el agua potable, y a veces la escuela más cercana es una telesecundaria.

Los equipos y los permisos son caros, los acaparadores les pagan muy poco por su captura, y además trabajan en condiciones muy precarias: salen a pescar en embarcaciones pequeñas y sin la menor comodidad, están expuestos a los elementos, con frecuencia duermen a la intemperie y comen lo que hay. Tienen muy pocos satisfactores en la vida cuando están en casa. Además de lo poco que ganan en su trabajo cotidiano, es muy común que al llegar a tierra firme se gasten lo ganado en parranda y alcohol.

La pesca industrial o de altura se realiza en embarcaciones con capacidad de almacenaje de más de 10 toneladas, y con autonomía de más de 10 días. Estos pescadores utilizan redes con distintas adaptaciones para capturar mayores volúmenes. Generalmente las pesquerías industriales se dedican al atún, la sardina y el camarón, aunque a veces obtienen otras especies como la anchoveta o el huachinango. La flota de altura extrae 48 especies divididas en 9 grupos (sardina 65%, atún 14% y anchoveta 12%).

La pesca artesanal o ribereña se hace con embarcaciones con capacidad de almacenaje menor a tres toneladas, operan a menos de tres millas náuticas de la costa, y con una autonomía de 2 a 3 días. Estos pescadores utilizan redes, equipos de buceo, cimbras y líneas de mano con anzuelos. Es un tipo de pesca que abarca muchas especies (665 en 52 grupos) y hay una gran diversidad en las técnicas que utilizan. Según el artículo citado, la flota artesanal genera 14 veces más captura que la industrial, y genera 2.5% más en ganancias.

Según cifras del Environment Defense Fund de México, la pesca ribereña genera de 250 a

300 mil empleos directos, y el 23% de la producción pesquera nacional. Los pescadores ribereños contribuyen al desarrollo económico de muchas poblaciones costeras. En 2019 contaban con 74,286 embarcaciones a nivel nacional, y contribuían a la alimentación adecuada de la población, a la erradicación del hambre, a la seguridad alimentaria del país, a la lucha contra la pobreza y a la generación de fuentes de empleo en lugares en donde no hay otra actividad. Además, los pescadores artesanales pueden ser custodios de áreas de conservación, aportando cuidado y vigilancia. Es un grupo que tiene cohesión social y un sentido de identidad comunitaria por su vida laboral.

Muchos pescadores están organizados en cooperativas, algunos son dueños de sus embarcaciones y artes de pesca, mientras que otros son sus empleados, y hay cierto número de pescadores libres, que operan sin permiso de pesca, capturando para el auto consumo y la comercialización informal.

Sonora es el estado con mayores producciones pesqueras. Después le siguen Baja California, Baja California sur, Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, que también cuentan con flotas pesqueras y cultivos de especies, aunque hacen un trabajo desigual. La mayor producción se da en los estados del noroeste: Sonora, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California.

Actualmente (datos de 2019), México es el país número 16 en la producción de pescados y mariscos a nivel mundial. No podemos llegar al grupo de los 10 primeros, mientras no se resuelvan los factores que mantienen en estancamiento a la actividad pesquera desde hace décadas. En su libro *Impacto social de la pesca ribereña en México, 2019*, el Environment Defense Fund de México

afirma que “el tema fundamental para reactivar la pesca en México es el desarrollo e impulso de los derechos humanos de los pescadores y sus comunidades, para desarrollar las condiciones de infraestructura y bienestar social que necesitan las comunidades costeras”. Esta publicación señala que las claves están en el crecimiento económico, la inclusión social y la sustentabilidad ambiental para las poblaciones de pescadores en nuestras costas y en aguas continentales.

Según información de la página de CONAPESCA, en México se cultivan el camarón, la mojarra tilapia, el ostión, la carpa y la trucha, y los principales estados productores son Sonora, Sinaloa, Jalisco y Veracruz. Estas actividades se realizan en zonas marítimas ribereñas, aguas interiores y estanques en el territorio nacional, y contribuyen a reactivar la economía de las comunidades y a superar la pobreza. Según la página de CONAPESCA, todos los proyectos de acuicultura cuentan con su Manifestación de Impacto Ambiental, que emite la SEMARNAT. Uno de los principales polos de desarrollo acuícola es el estado de Sinaloa.

Uno de los grandes problemas de los ecosistemas marinos y de aguas continentales es la sobrepesca. Desde la playa el mar se ve siempre igual, pero cuando uno bucea puede darse cuenta de la escasez o franca desaparición de muchas especies. De igual manera, los propios pescadores relatan que en otros tiempos sacaban más producto, y ahora se saca muy poco. Es tradición que los varios hijos de muchos pescadores, también se hagan pescadores, multiplicando la cantidad de peces que capturan entre todos.

Se sabe que la pesca es necesaria para alimentar a la población del país, y que somos exportadores de muchas especies, pero poco se ha trabajado en la posibilidad de realizar una pesca

sustentable. Es de saberse que tanto la pesca comercial como la acuicultura producen fuertes impactos en los ecosistemas, y sin embargo, la pesca es necesaria para la nutrición de la población.

Una recomendación importante es comprar el pescado de pescadores o distribuidores autorizados. En este momento es difícil definir cual tipo de captura es menos dañino para el ambiente, ya que la abundancia marina, lacustre y de ríos está en riesgo, pero también se sabe que las granjas acuícolas producen daño en el ambiente acuático. Creo que lo más importante es apoyar a los productores nacionales, y asegurarnos de que el pescado y los mariscos que compramos estén frescos: El pescado fresco no tiene olor, el olor a pescado viene cuando el animal ya se está descomponiendo. Lo mismo ocurre con los mariscos cuando están crudos, su olor es muy leve. Los ojos del pescado deben estar turgentes e hidratados, y las branquias tienen que tener un color y olor agradable. Soy partidaria de consumir ostiones y otras especies de criadero, porque son organismos filtradores y se crían en agua limpia.

Creo que nos toca insistir en que las autoridades hagan los cambios necesarios para que se mejore la vida de las comunidades pesqueras, y que las flotas hagan su trabajo sin terminar diezmando las poblaciones de especies comerciales, y sin dañar los ecosistemas. También es necesario que usen artes de pesca que no exterminen a la “fauna de acompañamiento”, que consiste en grandes cantidades de peces y otros organismos no comerciales que mueren en las redes, además de las que quedan atrapadas en las redes perdidas o abandonadas, muertes que causan graves daños a los ecosistemas costeros y de mar abierto. Estas tareas deben ir acompañadas de un gran esfuerzo de capacitación para los pescadores y para la población.

Hace unos días tuve oportunidad de ver un documental llamado *Seaspiracy*. En este documental se presenta la situación de la pesca en el mundo, en particular en Asia, y se afirma que no existe la pesca sustentable. El documental me impresionó mucho porque no tenía idea de las atrocidades que se cometen en el mundo en la captura de mamíferos marinos: es decir, había leído sobre el tema, pero no es lo mismo ver las masacres a todo color. También me impresionó ver el alto porcentaje de la captura que se echa a perder como “pesca de acompañamiento”. Estamos vaciando los mares, con la anuencia de gobiernos y organizaciones internacionales, y estamos poniendo en peligro la vida en el planeta para que algunos pocos representantes de la humanidad puedan llevarse un pescado a la mesa. Necesitamos hacer cambios urgentemente, y lograr que este noble oficio de la pesca, perdure en condiciones de bienestar y sustentabilidad.

En lo que se refiere a los programas y políticas gubernamentales, pienso que sólo se puede señalar y presionar. Además de la corrupción que existe en las autoridades pesqueras, sabemos que se dan permisos aquí y allá a cambio de beneficios, y también que no hay recursos suficientes, ni para mantener las flotas pesqueras funcionando decorosamente, ni para dar a los pescadores una vida cómoda con seguridad social. Hemos visto cómo los apoyos para la pesca se reparten entre muchas personas que nada tienen que ver con el gremio pesquero, o que se exige a los beneficiarios que, a cambio de una suma que no resuelve sus problemas económicos, se afilien al partido en el poder o a alguno de sus satélites.

Pienso que la difícil situación de la pesca y de la vida de los pescadores se tienen que resolver con la ayuda de la población, y en particular con las organizaciones de la sociedad civil. Y creo también, que muchas de las medidas que se tienen

que realizar, pasan por el terreno de la capacitación.

En el caso de la pesca industrial me parece que es más difícil tener una influencia a menos que se haga a través del sistema de cooperativas. Creo que sería muy benéfico tratar de influir en varios niveles en la vida de los pescadores. En el caso de los pescadores artesanales, pienso que es muy posible lograr cambios si se trabaja con sus cooperativas, dada la precariedad de sus modos de vida, y el agotamiento cada día más visible de los recursos costeros.

En cuanto a la pesca en sí, es necesario generar investigación acerca de artes y técnicas de pesca que se puedan utilizar con mayor éxito y menos daño a los ecosistemas. Es muy importante asegurar que se capturen cuotas que permitan la reproducción de las especies, y reducir el volumen de la fauna de acompañamiento. También habría que ver de qué manera se pueden aprovechar las especies no comerciales que han caído en una redada: es posible que no correspondan al tipo de fauna que es objetivo de la captura, pero seguramente tienen alguna utilidad, y pueden ser procesadas para cubrir muchas de las necesidades de este país en el que todavía hay quienes tienen hambre. Ya que estamos pescando para sostenernos, tendríamos que ver que no se desperdicie nada.

En lo que concierne a las vedas y la escasez de pesca, me parece importante acercarse a los profesionales de la pesca programas de capacitación que los faculten para obtener mejores ingresos con lo que ya hacen, y también para que tengan oficios alternativos a la pesca en situaciones de veda o escasez, o también cuando ya no se pueda pescar en una región.

Una de las opciones que me parecen más interesantes es la posibilidad de trabajar en el turismo. Con una embarcación limpia, con la máquina en buen estado y algunas mínimas comodidades, los pescadores pueden organizar viajes en los que se recorra una cierta distancia, parando en playas hermosas, comiendo las delicias que ellos saben preparar, y realizando actividades entretenidas como la pesca, el nado en condiciones controladas, el buceo libre, y aun puede ser participar en la travesía como si fueran elementos de la tripulación. Yo he pensado mucho en la posibilidad de capacitar a los pescadores organizados para que realicen actividades en buceo libre (a pulmón).

El trabajo de turismo, ya sea sólo para paseo, o para cualquier actividad relacionada con buceo sí requiere una capacitación que incluye las bases de las actividades que se van a manejar, rescate y primeros auxilios, un poco de pulimiento en cuanto a su forma de expresarse, cómo asegurar la comodidad y la seguridad de pasajeros que no son pescadores, fundamentos de higiene y de limpieza, y algún equipamiento que incluye chalecos salvavidas, y en el caso de buceo libre, equipos básicos (aletas, visores y snorkels).

Otra opción que me parece muy interesante es transformar a los pescadores en guardianes de las áreas que se tratan de proteger. Nadie conoce la zona como ellos, y con un entrenamiento y equipamiento adecuados, serían los candidatos idóneos para cuidar las áreas naturales protegidas, o los espacios que se dejen descansar con intenciones de repoblamiento.

Algo que puede funcionar y que tengo entendido que es difícil por situaciones de trámites es que se dé a una cooperativa la concesión de cuidar y explotar un arrecife. Pienso que una vez que se asigna un territorio, el

pescador beneficiado va a ser el más fiero guardián de la zona, y va a proteger con la vida a todas las especies que habitan el ecosistema. En este caso, a diferencia de las granjas acuícolas, que a veces dañan mucho los entornos, se puede proteger a una o varias especies en su ambiente natural, y lograr que muchos ejemplares lleguen a la vida adulta para su comercialización.

Pienso que la situación de los pescadores no se ha abordado de una manera integral, y sería formidable que se les pudieran hacer llegar recursos como seguridad social, educación básica, programas educativos que los lleven a un mejoramiento de sus condiciones de vida, capacitación en manejo productivo y comercialización de sus productos, ayuda para el mejoramiento de sus viviendas, agua, luz y drenaje en sus asentamientos, capacitación en lo referente a sus métodos y artes de pesca, cultura general y educación sexual, capacitación para las mujeres en artes y oficios, y asegurar al menos la primaria y la secundaria para sus hijos.

Se podrá pensar que éstos son sueños guajiros, pero en realidad son cambios que se tienen que hacer en el estado de la pesca en México y en el mundo. Nos estamos acabando el mar, y muchos pescadores viven en condiciones cercanas a la miseria. Sus hijos merecen tener una vida y un futuro. ¿Cómo realizar esos cambios a nivel institucional, como sociedad civil organizada, y en lo que podemos aportar en el ámbito personal?



CAPACIDAD PROTECTORA DE UN SISTEMA ACUÍCOLA CON RECIRCULAMIENTO (SAR) PARA *Penaeus vannamei* CONTRA *Vibrio parahaemolyticus* CAUSANTE DE AHPND

PROTECTIVE CAPACITY OF A RECIRCULATED AQUACULTURE SYSTEM (SAR) FOR *PENAEUS VANNAMEI* AGAINST AHPND-CAUSING *VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS*

Renato Leal-Espinoza*, Píndaro Álvarez-Ruíz**, Francisco Valdez-González***, Carina Gámez-Jiménez** Jorge Soto Alcalá*

*Universidad Autónoma de Occidente-Unidad Regional Guasave

** Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa.

***Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera-Universidad Autónoma de Nayarit-San Blas, Nayarit

Recibido: 14 de mayo de 2021

Aceptado: 27 de junio de 2021

Resumen

La aparición de bacterias en cultivos de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) resistentes a los antibióticos, ha impulsado la investigación para encontrar nuevos compuestos con propiedades antimicrobianas. Además, durante el segundo ciclo de cultivo de camarón en 2017 se presentaron casos de mortalidad en etapas tempranas, posiblemente por la aparición de cepas bacterianas como el *Vibrio parahaemolyticus* causante del Síndrome de la Mortalidad Temprana (SMT). Esto sugiere que los patógenos ya están establecidos en los sistemas de producción o en los ecosistemas circundantes, y por lo tanto es necesario diseñar estrategias biotecnológicas de evaluación, prevención, contención y erradicación de patógenos, que se puedan implementar en las primeras etapas del cultivo, y que además sean amigables con el ambiente. Por esta razón en el presente trabajo se evaluó una estrategia para contrarrestar patógenos bacterianos en camarón, desde un enfoque sustentable y ecológico. En este

sentido, se evaluó la capacidad del biofiltro en sistemas acuícolas con recirculación (SAR) para contrarrestar a una cepa de *V. parahaemolyticus* causante de AHPND. Los resultados mostraron que los SAR promueven el establecimiento de bacterias del género Bacillos sobre el género *Vibrio* en los sistemas de cultivo y confieren protección contra el *V. parahaemolyticus* causante de AHPND. Además, se redujeron los niveles de amonio y nitritos de manera proporcional a la cantidad de sustrato en el biofiltro.

Los resultados obtenidos permitirán determinar que los recursos biotecnológicos aplicados de manera individual protegen en diferentes medidas contra infecciones bacterianas.

Palabras clave: SAR, AHPND, Biofiltro, *Penaeus vannamei*

Abstract

Currently, the white shrimp is the most important aquatic species cultivated in Mexico. However, viral and bacterial diseases remain a threat during larviculture. The emergence of antibiotic-resistant bacteria has prompted research to find new compounds with antimicrobial properties. In addition, during the second crop cycle in 2017, there were cases of mortality in very early stages of the culture, possibly due to the appearance of bacterial strains resistant to antibiotics such as *Vibrio parahaemolyticus* that cause Early Mortality Syndrome (SMT). This suggests that pathogens can come from postlarvae production laboratories (PLs) and therefore, it is necessary to design biotechnological strategies for the evaluation, prevention, containment and eradication of pathogens, which can be implemented in early stages of culture, and that are also friendly to the environment. For this reason, in the present work, strategies against bacterial pathogens in shrimp were evaluated, from a sustainable approach, techniques applicable to culture systems were designed to prevent the entry of bacterial pathogens.

In this sense, biofilters were evaluated in recirculating aquaculture systems (RAS) that have the ability to harbor microbiota that consume nitrogenous compounds dissolved in the water column, have immunostimulating properties and compete for space with potentially pathogenic bacteria. *V. parahaemolyticus* strain causing acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) was characterized and the method for performing infections under controlled conditions was standardized. The results showed that RASs promote the establishment of bacteria of the genus *Bacillus spp* and restricted the genus *Vibrio spp* in culture systems. In addition, the levels of ammonium and nitrites in the culture systems were reduced in proportion to the amount of substrate in the biofilter. The results obtained will make it possible to determine that the biotechnological resources applied individually protect in different measures against bacterial infections.

Key words: RAS, AHPND, Biofilter, *Penaeus vannamei*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la acuicultura se ha desarrollado hasta convertirse en una de las actividades más importantes por su capacidad de producir alimentos de excelente calidad nutricional y de generar ingresos para millones de personas en el mundo.

Esta actividad presenta desde hace varios años un crecimiento acelerado (4.5% anual). Actualmente, casi el 88% de los productos pesqueros a nivel mundial están destinados a la alimentación, debido a la gran demanda del mercado por los productos acuáticos (FAO, 2018). Sin embargo, el crecimiento acelerado de la acuicultura ha ocasionado un impacto negativo en el ambiente, debido a que los efluentes de los sistemas de cultivo vierten grandes cantidades de compuestos orgánicos, contaminando los ecosistemas receptores de estas aguas residuales (James, 2009). Para amortiguar el impacto negativo de la acuicultura, se ha propuesto el desarrollo y la implementación de nuevas tec-

nologías acuícolas para el uso sustentable de los recursos (Martínez-Porchas y Martínez Córdova, 2012). Para el cultivo de organismos acuáticos se han utilizado dos tipos de sistemas: 1) Abiertos: como son los extensivos, semi-intensivo y de flujo abierto (FAO, 2018); y 2) De ciclo cerrado: como es el sistema de recirculación acuícola (SAR o RAS, por sus siglas en inglés) (Timmons y Ebeling, 2010; Avnimelech, 2006). Los primeros destacan por ser de bajo costo, por la poca inversión en infraestructura, bajo costos en suministro de alimento y porque los organismos cultivados aprovechan el alimento que en forma natural se produce en los cuerpos de agua, ya que estos cultivos se colocan cerca de las fuentes de agua naturales (FAO, 2013), sin embargo, estos cultivos suelen tener un impacto negativo sobre el ambiente si no se proporciona un tratamiento adecuado de las aguas residuales. En el caso de los sistemas de ciclo cerrado, en las últimas décadas se han evaluado y aplicado en la acuicultura, por su capacidad de disminuir los impactos negativos al medio natural.

Estos sistemas se basan en una reducción del uso del recurso hídrico y promueven un aumento en la densidad de los cultivos, ya que se tienen controladas las condiciones ambientales (Timmons y Ebeling, 2010; FAO, 2013). Otras de las características que distinguen a los sistemas cerrados es la baja o nula tasa de recambio de agua y la bioseguridad dentro del cultivo (Ahmad *et al.*, 2017). Los SAR se basan en el tratamiento y reutilización del agua, aprovechando la capacidad de las comunidades bacterianas que oxidan y consumen los compuestos nitrogenados y la materia orgánica (Timmons y Ebeling, 2010; Jiménez-Ojeda *et al.*, 2018). Los camarones pueden acumular diversas especies de bacterias en su tracto intestinal, branquias y exoesqueleto (Jiravanichpaisal *et al.*, 1994).

Los *Vibrios*, uno de los géneros que conforman esta microbiota, son microorganismos

oportunistas que responden a los cambios en las condiciones ambientales provocadas por la acuicultura, llegando a tener en algunos casos características tóxicas y patogénicas para los camarones. *Vibrio* es una bacteria Gram negativa de la familia *Vibrionaceae*, en forma de coma, móviles, tolerantes a salinidades y anaerobia facultativa (Thompson *et al.*, 2004). Las enfermedades causadas por esta bacteria son descritas como: vibriosis, enfermedad bacteriana de los peneidos, vibriosis luminiscente, enfermedad de las patas rojas (Aguirre-Guzmán *et al.*, 2004) y el síndrome de la necrosis hepatopancreática aguda (VpAHPND). Debido que el AHPND se presenta en los primeros estadios de la engorda del camarón, los productores podrían adoptar estrategias como el SAR como una alternativa aplicable a precrías, disminuyendo así los estadios críticos de la enfermedad. Además, se tiene evidencia que utilizando filtros biológicos en los SAR es posible promover la inmunoestimulación de los organismos mostrando aumentos transcripcionales a nivel genético (Soto-Alcalá *et al.*, 2019) pudiendo hacer más resistentes a los camarones contra la enfermedad producida por *V. parahaemolyticus*. De esta manera, es importante investigar si el material con el que se encuentra constituido el filtro biológico como fibras de polietileno promueve la fijación de bacterias benéficas como *Bacillus sp.* para los organismos y por ende la disminución del impacto producto de la enfermedad por vibriosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Organismos experimentales

Las postlarvas de camarón utilizadas en los experimentos fueron obtenidas de diferentes laboratorios comerciales de producción de postlarvas (PL12 = 80 mg±20 mg). Se obtuvieron lotes (~ 5000 organismos) de unidades de producción (UP) aledañas al CIIDIR-Sinaloa justo antes de ser sembradas en los estanques o de maternidades en la misma UP. Se transportaron en un tinaco de 450 l a las instalaciones del Departamento de Acuicultura del CIIDIR-Sinaloa, se colocaron en una tina de aclimatación. Antes de realizar los experimentos, cada lote fue analizado mediante PCR para descartar

mediante un análisis de PCR la presencia de virus de la mancha blanca (WSSV) y el virus de la necrosis hipodermal hematopoyética (IHHNV) y de la bacteria causante de VpAHPND (*Vibrio parahaemolyticus*). Para tal efecto, se tomaron 30 organismos por lote y se analizaron de manera individual. Una vez determinada la ausencia de patógenos, los camarones fueron utilizados para realizar los bioensayos correspondientes.

Análisis bacteriológico

Se tomaron muestras para evaluar las poblaciones de *Vibrio spp* y *Bacillus spp*. Para evaluar la concentración de *Vibrio spp*, en cada muestreo se realizaron diluciones seriales con factor 10, con dos réplicas por dilución, se sembraron en placa 100 µl de cada dilución en medio Agar Tiosulfato Citrato Billis Sacarosa (TCBS) con 2.5 de NaCl y se incubaron durante 18 h a 30 °C. También se evaluaron la cantidad de *Bacillus spp* al inicio, mitad y final de cada bioensayo. Las muestras fueron calentadas a 80 °C por 10 min antes de ser diluidas y sembradas en medio Tripticasa de Soya Agar (TCA) para incubarse a 35 °C por 18 h (López-León *et al.*, 2016)

Sistemas experimentales de recirculación

Cada sistema de recirculación para evaluar la proporción de sustrato en el biofiltro con respecto a la densidad de camarones en cultivo consistió en tres contenedores unidos entre sí: 1) Un área de cultivo (acuario de 50 L), 2) Un sedimentador (contenedor de 2.5 L) y 3) Un biofiltro (contenedor de 2.5 L donde se colocarán las fibras de PET). El flujo de agua recirculó del contenedor 1 al 3 impulsado por aireación a través de una tubería de PVC. Se probaron 3 cantidades de PET y cada tratamiento fue realizado por triplicado (López-León *et al.*, 2016) Se colocaron 150 organismos por unidad experimental y se alimentaron dos veces al día ajustando la ración de acuerdo al consumo diario.

Evaluación de la calidad de agua

Las variables de calidad del agua se registraron semanalmente en cada una de las réplicas del experimento. Para evaluar la concentración de amonio (NH_4), nitritos (NO_2), nitratos (NO_3) se siguieron las metodologías descritas por Strickland y Parsons (1972) y APHA (1998). Los parámetros físico-químicos como temperatura y oxígeno se midieron dos veces por día con un oxímetro (YSI® model 55), la salinidad con un refractómetro (Vital SINE®) y el pH con un potenciómetro (HANNA®).

Detección de virus y bacterias mediante PCR en organismos experimentales

Para certificar la sanidad de los lotes de postlarvas experimentales, se realizaron pruebas de PCR dirigidas a detectar la presencia los patógenos virales WSSV e IHNV así como del *V. parahaemolyticus* causante de VpAHPND utilizando oligonucleótidos específicos para cada especie. La detección se realizó en ADN extraído de postlarvas individuales utilizando el organismo completo para cada extracción utilizando la metodología de DNAzol (Invitrogen)

Cinética bacteriana

Para determinar las condiciones ideales de infección se realizaron cinéticas de crecimiento bacteriano bajo diferentes condiciones de salinidad

(20, 30 y 35 ups) y temperatura (28, 30 y 33 °C). Las fases de crecimiento del *V. parahaemolyticus* se determinaron registrando la densidad óptica del cultivo a 580 nm durante 30 h a 30 °C de temperatura.

El medio fue inoculado inicialmente con 10,000 UFC/mL del *V. parahaemolyticus* y cada cinética se realizó por cuadruplicado en tubos falcon de 50 mL con 40 mL de muestras se tomaron a las 6, 8, 10, 12, 18, 24 y 30 h. Cada muestra se tomó en condiciones asépticas en una campana de flujo laminar. Después de tomar cada muestra los cultivos fueron regresados a la incubadora para continuar con el crecimiento bacteriano.

Posteriormente cada muestra se centrifugó a 6000 xg por 3 min a 4 °C, se eliminó el sobrenadante para dejar una pastilla de bacterias en el fondo, se fijaron con 200 μL de Trizol y se preservaron a -70 °C en un ultracongelador.

Bioensayo de reto contra *Vibrio parahaemolyticus*

Para determinar el efecto contra VpAHPND en camarones cultivados en SAR se realizó un experimento de reto con camarones (3.0 \pm 1.0 g) colocados en grupos de 10 en acuarios de 4 L con agua de mar a 30 UPS. El diseño experimental del reto se presenta en la tabla 1

Tabla 1: Diseño del experimento de reto contra *Vibrio parahaemolyticus*

No.	Tratamiento	No. de réplicas	Camarones/réplica	Infección
1	Camarones cultivados en SAR (Control -)	3	10	Sin infectar
2	Camarones cultivados sin recirculación de agua (Control +)	3	10	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> 2.5x10 ⁴ UFC
3	Camarones cultivados en SAR	3	10	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> 2.5x10 ⁴ UFC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de PCR en organismos experimentales

Se analizaron mediante PCR dos lotes de camarones experimentales. El análisis de PCR realizado a 30 organismos de cada lote indicó una baja presencia

del virus IHNV que alcanzó el 6 % en el lote 1 y 3 % en el lote 2. En contraste, no se detectaron organismos portadores de WSSV o de VpAHPND (Tabla 2). La incidencia de IHNV fue considerada como aceptable para realizar los experimentos.

Tabla 2. Resultados de la detección de patógenos mediante PCR

Organismo Lote 1	IHNV	WSSV	VpAHPND	Organismo Lote 2	IHNV	WSSV	VpAHPND
1	ND	ND	ND	1	ND	ND	ND
2	+	ND	ND	2	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	3	ND	ND	ND
4	ND	ND	ND	4	ND	ND	ND
5	ND	ND	ND	5	ND	ND	ND
6	ND	ND	ND	6	ND	ND	ND
7	ND	ND	ND	7	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	8	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	9	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	10	ND	ND	ND
11	ND	ND	ND	11	+	ND	ND
12	+	ND	ND	12	ND	ND	ND
13	ND	ND	ND	13	ND	ND	ND
14	ND	ND	ND	14	ND	ND	ND
15	ND	ND	ND	15	ND	ND	ND
16	ND	ND	ND	16	ND	ND	ND
17	ND	ND	ND	17	ND	ND	ND
18	ND	ND	ND	18	ND	ND	ND
19	ND	ND	ND	19	ND	ND	ND
20	ND	ND	ND	20	ND	ND	ND
21	ND	ND	ND	21	ND	ND	ND
22	ND	ND	ND	22	ND	ND	ND
23	ND	ND	ND	23	ND	ND	ND
24	ND	ND	ND	24	ND	ND	ND
25	ND	ND	ND	25	ND	ND	ND
26	ND	ND	ND	26	ND	ND	ND
27	ND	ND	ND	27	ND	ND	ND
28	ND	ND	ND	28	ND	ND	ND
29	ND	ND	ND	29	ND	ND	ND
30	ND	ND	ND	30	ND	ND	ND

ND No Detectado
+ Muestra positiva

Crecimiento y supervivencia de camarones en sistemas de recirculación

Los sistemas de recirculación acuícola son un conjunto de procesos y componentes que se utilizan para el cultivo de organismos acuáticos, donde el agua es continuamente limpiada y reutilizada (Otoshi *et al.*, 2003). Los sistemas de recirculación o sistemas cerrados presentan como ventaja, el uso racional del agua ya que el volumen de recambio es menor a un 10 % diario del volumen total del sistema.

Este tipo de sistemas permite el monitoreo y control de los parámetros fisicoquímicos tales como: la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, el dióxido de carbono, el potencial de hi-

drogeno (pH), la alcalinidad y los metabolitos como el nitrógeno amoniacal, los nitritos y los nitratos. El control de los parámetros fisicoquímicos permiten la producción continua a lo largo del año (Timmons *et al.*, 2002), además si se mantienen los parámetros fisicoquímicos adecuados los organismos cultivados pueden presentar mejores tasas de crecimiento y conversión alimenticia.

Al final del presente experimento, no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los camarones cultivados en los diferentes sistemas de cultivo (Figura 1), sin embargo, la supervivencia fue menor en el control (Figura 2).

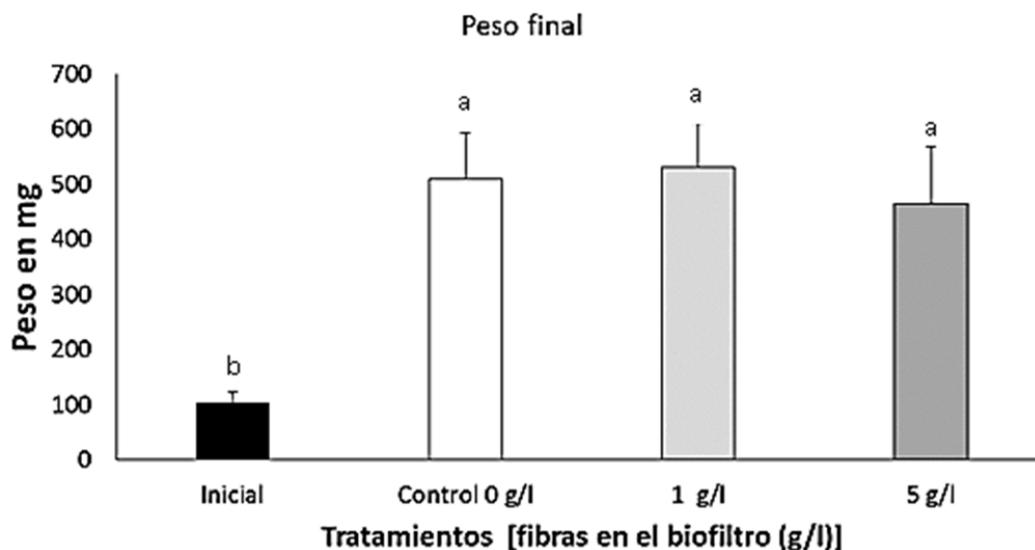


Figura 1: Peso final de los organismos después de 35 días de cultivo en sistemas de recirculación con fibras de PET. T1) 1g de fibras de PET por litro de agua, T2) 5 g de PET por litro de agua y control) sin fibras de PET. Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos y el control aplicando una ANOVA de dos vías y prueba de Tuckey con un nivel de significancia de $P < 0.05$ en el paquete estadístico STATISTICA 7

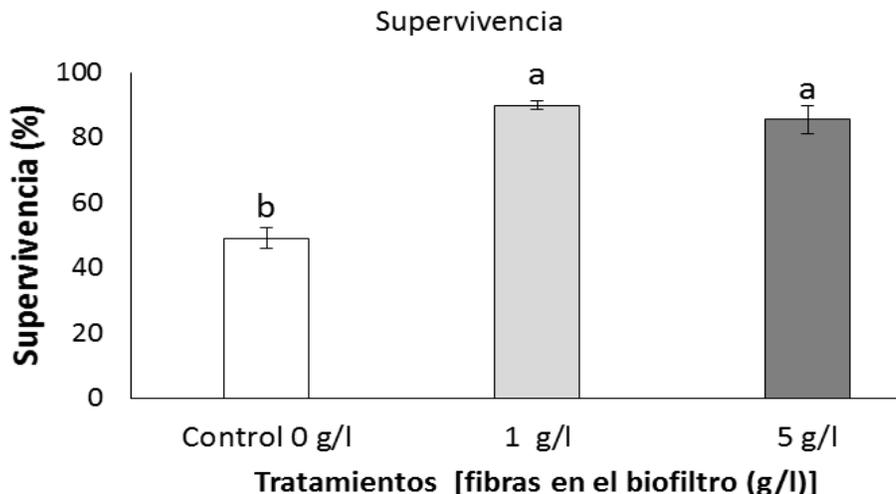


Figura 2: Supervivencia después de 35 días de cultivo en sistemas de recirculación con fibras de PET. T1) 1gr de fibras de PET por litro de agua, T2) 5 gr de PET por litro de agua y control) sin fibras de PET. Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos y el control aplicando una ANOVA de dos vías y prueba de Tuckey con un nivel de significancia de $P < 0.05$ en el paquete estadístico STATISTICA 7

No obstante, en un estudio realizado por Otoshi *et al.* (2003) con *L. vannamei*, se evaluó el crecimiento y el rendimiento reproductivo del camarón blanco cultivado en un SAR comparado con un cultivo en un sistema de flujo abierto. En los experimentos usaron organismos de 20 g hasta alcanzar pesos promedio de 40 - 60 g. Los resultados indicaron que el crecimiento del organismo fue mayor en los sistemas de flujo abierto con intervalos de 1.07 - 1.78 g/semana, mientras que en los SRA los organismos tuvieron un crecimiento de 0.83 - 1.53 g/semana. Los autores mencionan que la diferencia en el crecimiento de los organismos cultivados en los sistemas de flujo abierto, puede atribuirse a la producción primaria que contribuyó como alimentación suplementaria en la dieta del organismo.

***Vibrio spp* y *Bacillus spp* en los sistemas de cultivo**

El conocimiento de la diversidad bacteriana durante el desarrollo de un cultivo, es importante para prevenir las enfermedades o comprenderlas cuando se presente, teniendo así un antecedente acerca de las alteraciones que se presentan en ciertos grupos bacterianos cuando las condiciones de

cultivo han sido alteradas a través del tiempo, permitiendo determinar cuáles grupos bacterianos proliferan o disminuyen cuando existe un cambio en el medio y así determinar que especies bacterianas fueron responsables de la mortalidad de los organismos en cultivo.

Se han utilizado técnicas clásicas para identificar bacterias en muestras del ambiente marino, en este sentido, Theron y Cloete (2000) reportaron técnicas dependientes de cultivo, combinadas con diferenciación, utilizando pruebas fisiológicas y bioquímicas. Sin embargo, estos métodos no reflejan la totalidad de la comunidad bacteriana debido a que sólo el 1 % de las bacterias pueden ser cultivadas en el laboratorio (Amann *et al.*, 1990) y en el caso de las bacterias marinas está estimado que puede ser menos del 0.1 % (Kogure *et al.*, 1980). Además, las técnicas de bacteriología tradicional requieren de tiempos prolongados para su realización y son de poca confiabilidad, debido a que la morfología de las bacterias es demasiado simple para ser empleada como una base sólida de clasificación (Amman *et al.*, 1995). Contrastante a este

este estudio, se cuantificaron el número de UFC/ml de *Vibrio* y *Bacillus* en los cultivos. Aunque fue mayor la cantidad de *Vibrios* en el cultivo con 1 g de fibras por L de agua, las cantidades no presentaron diferencias significativas entre los

tratamientos (Figura 3). Por otra parte, el número de *Bacillus spp* fue significativamente mayor en el tratamiento con 1g de fibras por l de agua (Figura 3).

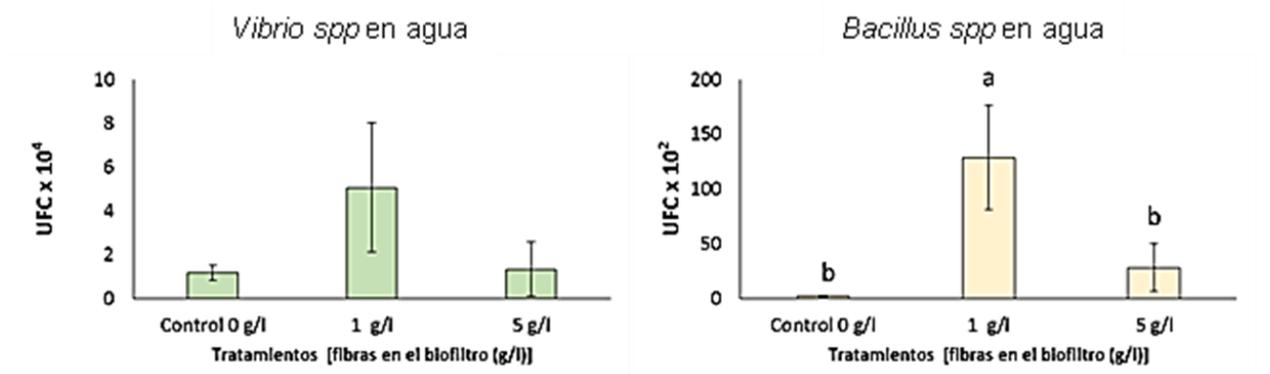


Figura 3: Cantidad de bacterias en los tratamientos. A) *Vibrio spp* totales y B) *Bacillus spp*. Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos y el control aplicando una ANOVA de dos vías y prueba de Tuckey con un nivel de significancia de P<0.05 en el paquete estadístico STATISTICA 7

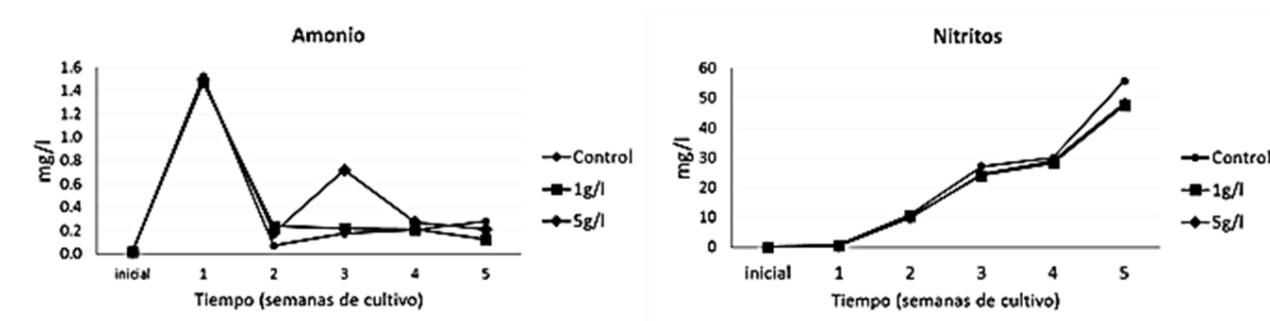


Figura 4: Valores de compuestos nitrogenados durante el cultivo. A) Amonio y B) Nitritos

Calidad de agua

En el presente trabajo la concentración de amonio aumentó la primera semana de cultivo hasta alcanzar 1.52, 1.46 y 1.49 mg/l en el control, y en los tratamientos. A la semana 2 de cultivo la concentración bajó significativamente a niveles por debajo de 0.2 mg/l en los tres tratamientos, a la tercer semana el amonio se incrementó en el tratamiento con 5 g/l alcanzando 0.7 mg/l y en las semanas 4 y 5 los niveles se mantuvieron bajos en los tres tratamientos (Figura 4).

La concentración de nitritos aumentó significativamente desde la segunda semana y hasta finalizar el cultivo alcanzando 55, 47 y 48 mg/l respectivamente (Figura 4). En este sentido, Uemoto *et al.* (2014) elaboraron un filtro con la capacidad de realizar procesos de nitrificación y desnitrificación simultáneamente en un sistema de recirculación.

Cinéticas bacterianas a diferentes salinidades

La variabilidad de crecimiento de *V. parahaemolyticus* se hizo notar en las distintas salinidades presentes en el medio inoculado, actuando mejor en salinidades altas alcanzando una absorbancia máxima de 0.958 a las 12 horas de incubación en una salinidad de 35 UPS.

El crecimiento en el medio con 20 UPS también presentó un crecimiento rápido alcanzado 0.87 de absorbancia en las primeras 8 horas y manteniéndose hasta las 12 horas, presentando el declive a las 18 horas de incubación.

El crecimiento a 30 UPS fue el mayor alcanzando su máximo de 1.06 a las 12 h (Figura 5), a este respecto, Ramaiah y Chandramohan (1991) establecieron como valor óptimo de NaCl para el crecimiento en cepas de las especies *Vibrio parahaemolyticus*, *V. harveyi*, *Photobacterium phosphoreum* y *P. leiognathi*, 3% de NaCl. Estas especies además, no crecieron en ausencia de NaCl en el medio de cultivo, demostrando su naturaleza marina.

Por otro lado Soto *et al.*, (2009), observaron en cepas de *V. parahaemolyticus* aisladas de diversos nichos ecológicos (simbiontes y de vida libre) crecían en un rango de concentraciones de NaCl desde 1% hasta 7%, excepto para una cepa de vida libre que fue capaz de tolerar concentraciones de 9% de NaCl. Algunos autores plantean que concentraciones de NaCl por debajo de los 5 g/L pueden causar ruptura en la pared de la membrana celular, debido a la baja presión osmótica externa del medio (Silva y Duran, 2003).

En la cinética realizada a 25 °C, se obtuvo la fase exponencial de crecimiento entre las 8 y 10 horas. En el caso de la cinética a 28 °C, se obtuvo mayor crecimiento de *Vibrio parahaemolyticus* entre las 6 y 8 horas de incubación, con un ligero aumento entre 8 y 10 horas. De forma similar, en las muestras de 30 °C de temperatura se tuvo un crecimiento significativo entre las 6 y 8 horas, aumentando ligeramente entre 8 y 10 horas y manteniéndose constante entre 10 y 18 horas (Figura 6).

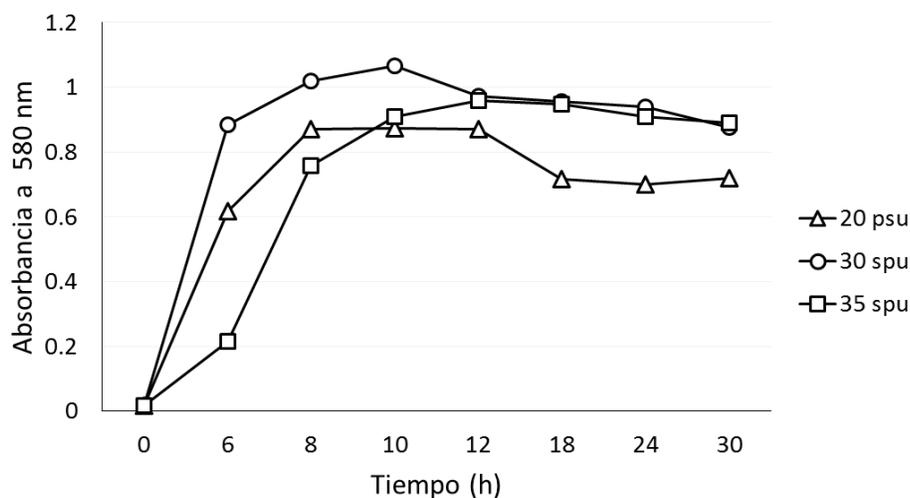


Figura 5: Cinética de crecimiento de la cepa de *V. parahaemolyticus* utilizada en este estudio cultivada a diferentes salinidades

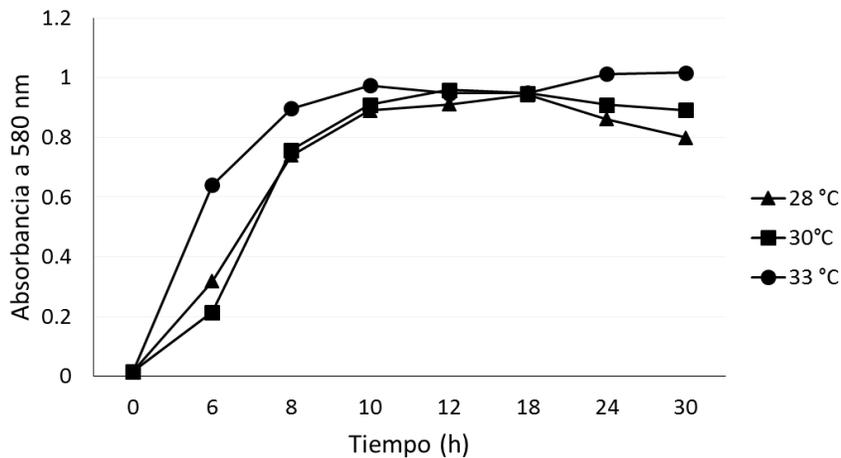


Figura 6: Cinética de crecimiento de la cepa de *V. parahaemolyticus* utilizada en este estudio cultivada a diferentes temperaturas.

Bioensayo de reto contra VpAHPND

Son escasos los estudios realizados en cultivo intensivo de camarón en sistemas cerrados de recirculación, debido al espacio restringido que comparten estos animales, promueve la competencia por el espacio y así las peleas entre organismos ocasionan laceraciones, raspones o heridas en el exoesqueleto, antenas, Periópodos o en cualquier parte del mismo siendo una puerta de entrada para bacterias oportunista que según Söderhäll y Cerenius (1992) constituye uno de los problemas más comunes que aparece con mayor intensidad en los sistemas con altas densidades de siembra.

Esta afección se considera una infección secundaria, aunque algunas especies o cepas causantes de este proceso como *Vibrios* han sido identificadas como patógenos primarios (Pang *et al.*, 2006).

Las enfermedades generadas por estas bacterias han sido descritas como: Vibriosis, Enfermedad Bacterial, Septicemia Bacteriana de los Peneidos, Vibriosis de los Peneidos, Vibriosis Luminiscente y Enfermedad de las Patas Rojas. Los camarones afectados por alguna especie patógena de

Vibrio spp., muestran distintos signos de la enfermedad como letargia, intestino semi-vacío, anorexia, flexión dorsal abdominal, fuerte colonización bacteriana en la cutícula, opacidad en el músculo abdominal, cromatóforos visibles en la base de las apéndices, nódulos melanizados en el hepatopáncreas, retardo en la coagulación de la hemolinfa y reducción de hemocitos, esto principalmente en la etapa larvaria (López, 1998).

Vibrio habita en aguas marinas, sedimentos y en la superficie de animales marinos. Es también un miembro común de la flora intestinal natural de vertebrados e invertebrados acuáticos (Pang *et al.*, 2006). Esta bacteria es considerada un patógeno dominante que puede infectar postlarvas, ocasionando grandes mortalidades (Pang *et al.*, 2006). Existen diversos factores que contribuyen a la virulencia de esta especie bacteriana, entre los que se incluye la producción de algunas enzimas como proteasas, lipasas, fosfolipasas, hemolisinas y citotoxinas, entre otras (Lee *et al.*, 2008)

Morales (2008), indica que esta infección debe controlarse debido a que cuando no es detenida en la superficie cuticular, las bacterias pueden continuar degradando hasta penetrar al interior de los tejidos dañándolo severamente llegando a convertirse hasta en una vibriosis sistémica (González y Prado, 2003, Morales 2008) con la formación de nódulos sépticos hemocíticos en el órgano linfoide, corazón, tejido conectivo de las branquias, 28 glándula antenal, cordón nervioso, músculos y principalmente al hepatopáncreas (Jiravanichpaisal y Miyazaki, 1994) En el presente estudio, la mortalidad en el bioensayo de reto de los camarones experimentales contra VpAHPND fue menor en los camarones cultivados en el SAR alcanzando 26 % contra 60 % en los camarones

cultivados en un sistema sin recirculación y no se registró mortalidad en el control negativo (Figura 7). Los resultados concuerdan con lo dicho por Lightner, (2012), quien indica que, diferentes *Vibrio* se encuentran presentes en todos los crustáceos marinos y que se convierten en patógenos oportunistas cuando los mecanismos de defensa natural del hospedero están suprimidos. Los miembros del género *Vibrio* han sido asociados con la mortalidad de camarones peneidos en diferentes países del mundo, siendo *V. harvey*, *V. alginolyticu*, *V. parahaemolyticus*, y *V. mimicus* algunas de las especies reportadas en asociación con importantes daños en todas las fases de cultivo del camarón (Aguirre *et al.*, 2004).

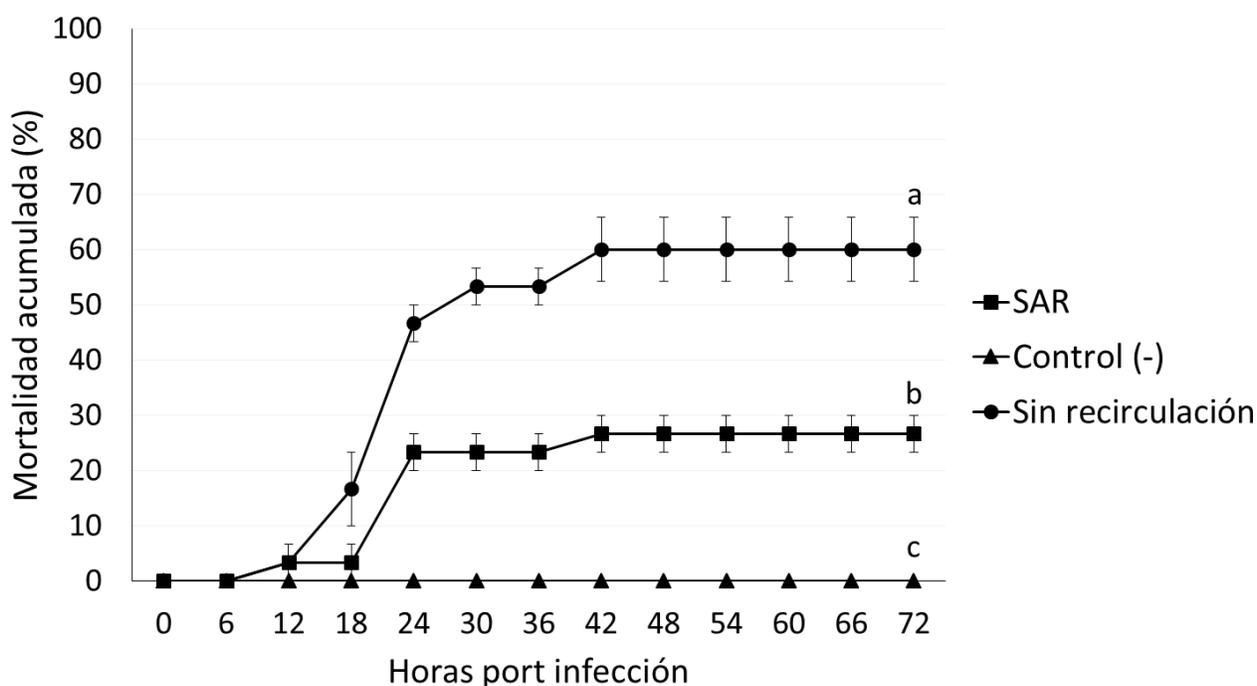


Figura 7: Mortalidad acumulada en camarones cultivados en SAR retados contra VpAHPND. El control positivo son camarones cultivados en un sistema sin recirculación y el control negativo camarones cultivados en SAR sin infectar. Las letras indican diferencias significativas entre tratamientos y el control aplicando una ANOVA de dos vías y prueba de Tuckey con un nivel de significancia de $P < 0.05$ en el paquete estadístico STATISTICA 7

Por otra parte Gómez *et al.*, (1998), encontraron *Vibrio harveyi*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio spp* en hemolinfa de camarones aparentemente sanos, siendo común una carga inferior de 1×10^3 UFC

CONCLUSIONES

Se determinó que el uso de fibras de polietileno como sustrato en un biofiltro tiene limitaciones en el establecimiento de consorcios bacterianos benéficos para un sistema de cultivo. Por lo tanto, se sugiere utilizar fibras de polipropileno, las cuales ya han sido probadas con anterioridad mostrando resultados satisfactorios.

Se determinó que las variables físico químicas como temperatura y salinidad modifican la virulencia del *Vibrio parahaemolyticus* causante de AHPND. Por lo tanto, se concluyó que los ensayos de reto deben realizarse a 30 °C y en agua a 30 UPS

Los resultados del presente estudio demuestran que camarones cultivados en SAR son menos propensos a eventos de mortalidad ocasionados por la presencia de patógenos bacterianos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional por el financiamiento para este estudio, a través del proyecto multidisciplinario Clave-1972 módulos SIP20180526 y SIP20196634.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Guzmán, G. (2004). ¿Los *Vibrio sp.* Son agentes patógenos importantes para el cultivo de camarón? Boletín Informativo del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico, México 1(25): 1-3.

Ahmad, I., Babitha Rani, A. M., Verma, A. K., Maqsood, M. (2017). Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. *Aquaculture International*, 25 (3), 1215-1226.

Amann, R., Krumholz, L. y Stahl, D. (1990). Fluorescent oligonucleotide probing of whole cells for determinative phylogenetic and environmental studies in microbiology. *J. Bacteriol.* 172:762-770 p.

Amman, R., Ludwig, W. y Schleifer, K. (1995). Phylogenetic identificación and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol. Rev.* 59:143- 169 p.

Avnimelech, Y. (2006). Bio-filters: The need for a new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 172-178.

FAO. (2013). National Aquaculture Sector Overview. Visión general del sector acuícola nacional - México. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Roma.

FAO (2018). The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>. Cited 10 jul 2018 Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>. Cited 10 jul 2018

González, J.B., Prado, P, (2003). Bacteriología. Programa de capacitación. Técnicas de bacteriología, análisis en fresco, calidad de agua y buenas prácticas de manejo y bioseguridad en granjas camaroneras. CECASIN. Mazatlán, Sin. Marzo, pp. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121205/120507.pdf>

James, D. (2009). Aquaculture Production and Biodiversity Conservation. *BioScience*, 59(1), 27-38.

Jiménez-Ojeda, Y. K., Collazos-Lasso L. F., Arias-Castellanos J. A. (2018) Dynamics and use of nitrogen in Biofloc Technology - BFT. *AAFL Bioflux*. 11 (4): 1107-1129

Jiravanichpaisal, P., T. Miyazaki & Limsuwan. (1994). Histopathology, biochemistry, and pathogenicity of *Vibrio harveyi* infecting black tiger prawn *Penaeus monodon*. *J. Aquat. Anim. Health* 61(1): 27-35.

Kogure, K. U., Simidu, U., y Taga, N., (1980). Distribution of viable marine bacteria in neritic seawater around Japan. *Can. J. Microbiol.* 26:318-323 p.

- Lee C., Chen T., Yang T., Ko P., Huang T., Huang Y., Huang F., Lin J., Chen Y., Lin S., Lightner D., Wang C., Wang H., Wang C., Hor I., Lo F. (2008). The opportunistic marine pathogen *Vibrio parahaemolyticus* becomes virulent by acquiring a plasmid that expresses a deadly toxin. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 112(34):10798-803.
- Lightner D.V., Redman R.M, Pantoja C.R., Tang K.F.J., Noble B.L., Schofield P., Mohny L.L., Nunan L.M., Navarro S.A. (2012). Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in the Americas. *Journal of Invertebrate Pathology* 110: 174-183
- López-León, P., Luna-González, A., Escamilla-Montes, R., Flores-Miranda, M.C., Fierro-Coronado, J.A., Álvarez-Ruiz, P. & Diarte-Plata, G. (2016). Isolation and characterization of infectious *Vibrio parahaemolyticus*, the causative agent of AHPND, from the whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Latin American Journal of Aquatic Research*.
- López-Torres, M.A. (1998). El género *Vibrio* y su importancia en la acuicultura. *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico*. SEMARNAP. 1(3): 8-11.
- Martinez-Porchas, M., y Martinez-Cordova, L. R. (2012). World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal*, 2012, 389623.
- Morales, C.M.S., (2008). Enfermedades bacterianas. Editado por Morales, Q.V., Cuellar, A.J., Guía técnica. Patología e inmunología de camarones penaeidos. Programa CYTED. Área de Agroalimentación. Red II-D: Red vannamei, 2008, pp. 122 - 123. ISBN: 978-9962-661-02-3
- Otoshi, C., Arce, S., and Moss, S. (2003). Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond. *Aquaculture Engineering*, 29, 93-107.
- Pang, L., Zhang, H., Zhong, Y., Chen, J., Li, Y., Austin, B. (2006). Identification of *Vibrio harveyi* using PCR amplification of the *toxR* gene. *Letters in Applied Microbiology*, 43:249-255
- Ramaiah, N. & Chandramohan, D. (1991). Bacterial bioluminescence in marine pollution assessment. *Ocean Technology: Perspectives*, 4, 967-980.
- Silva, V. & Duran, N. L. (2003). Bioluminescent bacteria: lux genes as environmental biosensors. *B. J. of Microbiol.* 34, 91-96
- Söderhäll K., Cerenius L. (1992). Crustacean immunity. *Ann Rev of Fish Diseases* 3-23.
- Soto-Alcalá, J., Álvarez-Ruiz, P., Audelo-Naranjo, J.M., Esparza-Leal H.M., Estrada-Godínez J.A., Luis-Villaseñor I.E. (2019) Transcriptional response of immune-related genes in *Litopenaeus vannamei* post-larvae cultured in recirculating aquaculture systems with and without biofloc. *Aquacult Int* 27, 209-225
- Soto, W., Gutierrez, J., Remmenga, M. D. & Nishiguchi, M. K. (2009). Salinity and temperature effects on physiological responses of *Vibrio fischeri* from diverse ecological niches. *Microb. Ecol.*, 57, 140-150.
- Theron, J. y Cloete, J. (2000). Molecular techniques for determining microbial diversity and community structure in natural environments. *Crit. Rev. Microbiol.* 26:37-57 p.
- Thompson, F.L., T. Iida & J. Swings. (2004). Biodiversity of vibrios. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 68: 403-431.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M. (2010). *Recirculating Aquaculture* (2nd ed.), Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY.
- Timmons M.B., Ebeling J.M., Wheaton F.W., Summerfelt S.T. y Vinci B.J. (2002). *Recirculating aquaculture systems*. Northeastern Regional Aquaculture Center. E.U.A.
- Uemoto, H., Shoji, T., and Uchida, S. (2014). Biological filter capable of simultaneous nitrification and denitrification for aquatic habitat in international space station. *Life Sciences in Space Research*, 1(1), 89-95. doi: 10.1016/j.lssr.2014.02.002



**ANÁLISIS NUMÉRICO PARA DETERMINAR
MODELOS ASOCIADOS A LA
COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CORVINA
(Cynoscion Parvipinnis)**

**NUMERICAL ANALYSIS TO DETERMINE MO-
DELS ASSOCIATED WITH PROXIMAL
COMPOSITION OF CROAKER (Cynoscion Par-
vipinnis)**

José Trinidad Ulloa Ibarra¹, José David Ramos Carrillo¹, Nidia D. Uribe Olivares², Juan Felipe Flores Robles³, María Inés Ortega Arcega¹

1 Universidad Autónoma de Nayarit
2 CBETIS 100
3 CETMAR 26

Recibido: 07 de abril de 2021

Aceptado: 15 de mayo de 2021

Resumen.

Se presenta una contribución a los trabajos de modelación que desarrolla el grupo de matemática educativa, cuyo objetivo es elaborar propuestas para la elaboración de modelos asociados al análisis proximal de especies, en este caso par al Corvina aleta corta, utilizando el análisis numérico como metodología para ello. El sustento teórico para el trabajo es la Socioepistemología dado que se analizan las actividades de una comunidad de profesionales y que su resultado puede ser utilizando por docentes y estudiantes del área como un complemento en su formación. Se presenta la propuesta del análisis numérico para llegar modelos, la que ha sido utilizada con grupos de estudiantes de la licenciatura en Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Palabras clave: Análisis numérico, modelos matemáticos, curvina

Abstract

A contribution is presented to the modeling work carried out by the educational mathematics group, whose objective is to elaborate proposals for the elaboration of models associated with the proximal analysis of species, in this case for the Short-finned Corvina, using numerical analysis as a methodology it. The theoretical support for the work is Socioepistemology since the activities of a community of professionals are analyzed and its result can be used by teachers and students in the area as a complement in their training. The proposal of the numerical analysis to arrive at models is presented, which has been used with groups of students of the degree in Fisheries Engineering of the Autonomous University of Nayarit.

Key words: Numerical analysis, mathematical models, croaker

Introducción.

Las matemáticas son, una disciplina intelectual autónoma, uno de los más claros exponentes de la capacidad creativa de la mente humana. Se ha observado que han jugado un papel fundamental en la ciencia moderna y han influido en ella y han sido influidas por ella en forma esencial. Las matemáticas forman, junto con el método experimental, el esquema conceptual en que se basa la ciencia moderna y en el que se apoya la tecnología, con íntimas interacciones entre sí. Sobre estas bases se gestó hace casi cuatro siglos la sociedad industrial y se construye en el presente la naciente sociedad de la información (Vázquez, 2002).

La afirmación de Rodríguez (2011): "En todas las ciencias está presente la matemática y por tanto puede usarse la relación matemática-ciencias como recurso didáctico en cualquier nivel educativo", permite establecer no solo la relación entre ambas ramas de la ciencia, sino que permite contextualizar .

la matemática con base en la química, para ello consideremos que: “El balanceo algebraico de ecuaciones químicas, debe abordarse en los cursos de álgebra. Y ello no sólo porque introduce aspectos de sistemas de ecuaciones lineales con más o menos incógnitas, o porque permite iniciarse en el tema de matrices”, (Garriz y Rincón, 1997).

La figura 1 muestra la relación de la química con otras áreas y algunas de sus aplicaciones, el sentido de la flecha es desde las matemáticas a la química; lo que significa que la química prácticamente no ha hecho aportaciones a las matemáticas. La química indudablemente usa las matemáticas continuamente. En la imagen siguiente se indican algunas de las aportaciones de las matemáticas a la química, tanto actuales como esperables.



Figura 1. La química relaciones y aplicaciones (Herradón, 2012)

Sin embargo, ¿qué tipo de uso hace la química de las matemáticas? ¿Qué responderían los químicos si se les pregunta si necesitan las matemáticas para su investigación? La mayoría, independientemente del área (se consideran sólo las 4 grandes y clásicas divisiones de la química: analítica, física, inorgánica y orgánica), responderían que usan las matemáticas para hacer cálculos (estequiometría, rendimientos, despejar alguna incógnita, etc.; es decir, aritmética y álgebra elementales), algún ajuste estadístico (principalmente los químicos analíticos interesados en quimiometría), y algún químico-físico podrá decir que unas

matemáticas “más sofisticadas” (un poco de análisis matemático) para explicar los resultados experimentales o avanzar en aspectos teóricos

La Química matemática es el área científica que se encarga de las aplicaciones de las matemáticas en la química. Se trata de usar instrumentos matemáticos que ayuden a modelar procesos químicos y no se debe confundir. Se trata de usar instrumentos matemáticos que ayuden a con la química computacional.

En los últimos tiempos, se ha manifestado una fuerte tendencia en las ciencias hacia la formulación de modelos *matemáticos* que consisten en la representación numérica de los elementos que forman un sistema en la naturaleza, los que permiten conocer sus interrelaciones y predecir su comportamiento, ya que constituyen la única forma de manejar situaciones muy complicadas y de probar hipótesis científicas básicas. Sin embargo, todavía no se cuenta con modelos matemáticos enteramente satisfactorios en relación con los fenómenos que se suceden en la biología, especialmente en el océano, (Cifuentes, et al, 1995)

Modelación Matemática

Un modelo matemático es un sistema donde todos los comportamientos u opciones se pueden simular por medio de ecuaciones matemáticas cuyas variables están previamente establecidas de acuerdo con lo que se quiere contemplar. Permiten obtener resultados en base a experiencias anteriores o a estadística.

Se utiliza en pronósticos (de demanda, ventas), en control de inventarios, de calidad, muestreo). Hay que rescatar que todo modelo matemático sufre de error cuando se compara con la reali-

dad, pues siempre será un cálculo y factores externos que no permitan la exactitud (Esparza, 2017).

El objetivo del modelo matemático es entender ampliamente el fenómeno y tal vez predecir su comportamiento en el futuro. Los pasos para elaborar un modelo matemático pueden ser:

- Encontrar un problema del mundo real
- Formular un modelo matemático acerca del problema, identificando variables (dependientes e independientes) y estableciendo hipótesis lo suficientemente simples para tratarse de manera matemática.
- Aplicar los conocimientos matemáticos que se posee para llegar a conclusiones matemáticas.
- Comparar los datos obtenidos como predicciones con datos reales. Si los datos son diferentes, se reinicia el proceso. Los modelos simbólicos o matemáticos están constituidos por todas las ecuaciones matemáticas requeridas para representar satisfactoriamente un fenómeno o experimento. Cuando se usan los modelos matemáticos, a veces es posible determinar, mediante un proceso deductivo, cuáles serán los resultados de un experimento sin realizarlo. Generalmente esto ahorra tiempo, trabajo y dinero, y proporciona resultados aún más precisos que los que se pueden obtener por medio de la simulación. En la figura No. 2 se muestra el proceso metodológico para la desarrollar modelos.

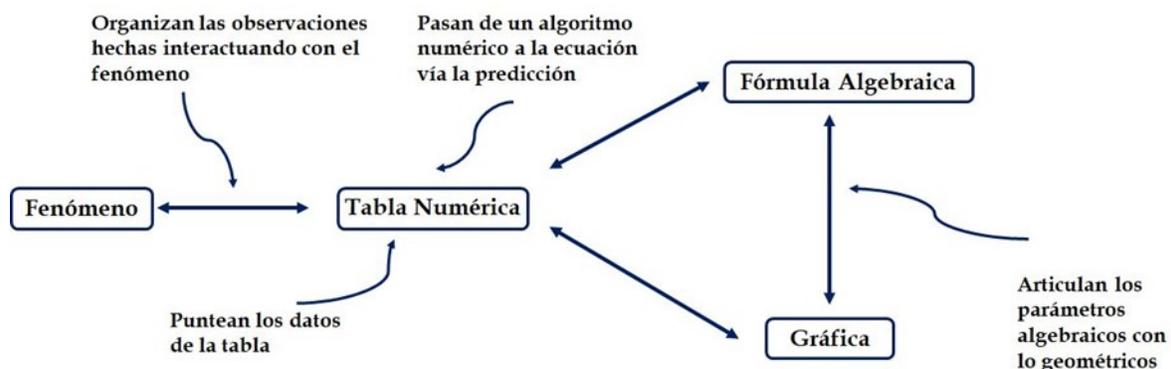


Figura 2. La numerización de los fenómenos (Arrieta y Díaz, 2015)

Utilidad de un modelo matemático.

Los modelos son útiles en diferentes formas, entre las que se pueden mencionar:

- a. Ofrecen una forma relativamente barata y segura de probar las ideas antes de ponerlas en práctica. Así, si se desea construir un nuevo barco, primero se deben hacer dibujos, cálculos y modelos de prueba antes de construir el barco.
- b. Proporciona una versión simplificada de algún problema o situación de la vida real, concebida para resaltar ciertos aspectos del problema, sin tener que analizar todos los detalles. Así, un modelo se utiliza destacando los aspectos de interés y haciendo a un lado otros detalles que no tienen mucha relación con el problema. Por lo tanto, el modelo ayuda a reducir la complejidad del problema.
- c. Permiten la comunicación de una idea o concepto. De esta forma, los planos, bocetos y maquetas permiten al arquitecto transmitir la idea que tiene sobre el tamaño, distribución y aspecto de una construcción.

Para poder utilizar correctamente un modelo, es necesario conocer bien el problema y definirlo con precisión, que es uno de los aspectos más importantes en la solución de todo problema. Un error que se presenta frecuentemente es que las personas prestan poca atención a la definición del problema, lo cual da como resultado un trabajo de mala calidad o la repetición de este.

Otro requerimiento en el uso de los modelos es que obliga a los usuarios a identificar las áreas en las que el conocimiento o la información son deficientes y en las que se requiere de mayor esfuerzo o de mayores conocimientos. La probabilidad, por su esencia, requiere del uso de modelos gráficos y matemáticos. Los modelos gráficos los usa para presentar la información y los matemáticos para procesar la misma y hacer inferencias con ella. Al plantear un problema estadístico, se deben buscar los métodos y procedimientos adecuados

para la solución y representarlos mediante un modelo matemático. El éxito que se obtenga dependerá de cuan fiel y completamente represente el modelo al problema y de que tan bien se puedan deducir soluciones al modelo una vez que este ha elaborado (Esparza, 2017).

Antecedentes

La investigación tiene diversos antecedentes, los principales antecedentes son los trabajos acerca de la modelación como práctica social y las prácticas de análisis de los resultados de la composición de las especies. Uno de los aspectos fundamentales de esta línea de investigación consiste en situar el estudio de las prácticas de modelación en una comunidad, en un lugar y en un tiempo (Ulloa, 2013).

Sobre la modelación aplicada a relacionar los principales componentes de las especies marina, resaltamos los trabajos realizados por Nieto, 2006 y los trabajos de tesis posteriores en la licenciatura, tales como el desarrollado por Munguía en 2004, Hermosillo y Caamal, 2005; se tiene registros de los trabajos de Mónico, 2010. En todos ellos, el análisis matemático Para relacionar los componentes se basó en la utilización de software con lo que se determinaron los gráficos y la correlación entre dos o más componentes químicos

Justificación

El conocimiento de la composición química de los alimentos es el primer elemento esencial en el tratamiento alimentario de las enfermedades o en cualquier estudio cuantitativo de la nutrición humana. (McCance y Widdowson, 1940)

Esta afirmación es tan verdadera ahora como en 1940, cuando apareció como primera frase de la introducción del libro que se ha convertido ahora en la Base de datos nutricionales del Reino Unido (Food Standards Agency, 2002).

Tradicionalmente, la fuente de información sobre la composición de los alimentos ha consistido en tablas impresas de composición de alimentos, que ahora se están sustituyendo por bases de datos informatizadas a partir de las cuales suelen obtenerse las versiones impresas. La información se utiliza ampliamente en los sectores de la salud, la agricultura y el comercio. Los datos se utilizan en estudios de investigación sobre los efectos de la alimentación en la salud, la reproducción, el crecimiento y el desarrollo. También se usan para preparar regímenes de alimentación con una composición específica de nutrientes en la práctica clínica, en la formulación de los tipos de raciones y en la preparación de los suministros de alimentos de urgencia. Los datos sobre la composición se utilizan a nivel nacional e internacional en la evaluación del valor nutricional de los productos alimenticios consumidos por las personas y las poblaciones.

Las necesidades de información sobre composición de alimentos y las aplicaciones de las tablas en los distintos países, guardan una estrecha relación con las características de la situación alimentaria y nutricional de la población, con el desarrollo de la investigación en el tema y con la prioridad que asignan los gobiernos a la búsqueda de soluciones a los problemas nutricionales.

El uso de las tablas de composición química de los alimentos es muy amplio. A nivel nacional, permiten evaluar la adecuación de la disponibilidad nacional de alimentos con respecto a las necesidades nutricionales de la población, en términos de nutrientes, permitiendo además identificar eventuales deficiencias en dicha disponibilidad (FAO 1992).

El desarrollo de paquetes computacionales de fácil manejo para los usuarios que tengan acceso a este tipo de tecnología constituye un gran

aporte a la velocidad y precisión de los análisis de la información recolectada, pero que ocurre en sitios en los que no se cuenta con este tipo de tecnología. Nuestra postura es proponer algún tipo de solución que esté al alcance para profesionistas con un bagaje básico de matemáticas.

Por otra parte, el poder relacionar mediante modelos matemáticos la relación entre los diferentes tipos de componentes puede ser de gran utilidad porque a partir de un análisis que además de ser relativamente rápido, pero principalmente de bajo costo, pueden tenerse de manera aproximada los componentes en cuya determinación se requiere de equipo y reactivos costosos (Ulloa, et al., 2019).

Además se encuentra en la mayoría de las licenciatura una gran desvinculación entre la escuela y su entorno social y profesional. En los trabajos de Galicia et al. (2011), Ulloa y Arrieta (2009) y Landa (2008), se da cuenta de la separación entre las prácticas sociales de modelación en comunidades de las ingenierías bioquímica y pesquera, con las comunidades escolares.

Aunque no solamente se ha documentado esa desvinculación, sino que se ha encontrado que en las licenciaturas del área existe un contenido bajo de matemáticas lo que origina una deficiente formación en este campo, con base a lo anterior se ha propuesto a la deconstrucción como una metodología que contribuya a que los egresados conozcan y puedan utilizar los procedimientos surgidos en los diferentes estudios (Ulloa y Arrieta, 2009).

Además se encuentra que la escuela ha minimizado o dado poca importancia a la creación matemática a partir de la experimentación en el laboratorio y por otra parte se ha dado poca importancia a la modelación como una asignatura de relevancia en la práctica profesional.

Desde nuestro punto de vista la modelación es una práctica que puede vincular la escuela con su entorno. La modelación es una práctica que articula las diferentes ciencias y la tecnología con las matemáticas. Para dar evidencias de estas afirmaciones, basta analizar el entorno laboral que tienen estas comunidades (Ulloa y Arrieta, 2010). La modelación tiene lugar en las tres etapas principales del complejo pesquero, ya que la encontramos no solamente al utilizar los Modelos de Predicción de las Capturas, sino también en el procesado de productos y al realizar estudios de consumo y demanda

Marco Teórico

Ubicamos a la teoría Socioepistemológica como el marco ideal ya que se basa en el análisis de las prácticas de las comunidades ya sean de estudio, de práctica o profesionales considerando al grupo social en el que se desarrollan las actividades como el aspecto preponderante para entender la generación del conocimiento.

La Socioepistemología es una teoría que se basa en el estudio de la epistemología de prácticas considerando los aspectos socioculturales ligados a la producción y difusión de conocimiento matemático, así como los aspectos que atañen a los procesos de cognición, de naturaleza didáctica y construcción de dicho conocimiento (Cordero, 2005). En esta teoría se parte del supuesto de que las prácticas sociales son generadoras de conocimiento, para con ello poder modelar la práctica que en un contexto histórico y social otorga una estructura y un significado a lo que hacemos (Cordero, 2001).

Sin embargo, en la teoría Socioepistemológica se considera que para el análisis de las formas de construcción o producción de conocimiento matemático el énfasis esté, más que en los objetos matemáticos, en los contextos o prácticas donde se

emerge o se desarrolla dicho conocimiento en una actividad humana.

Metodología

El trabajo se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo y se utilizaron los datos numéricos obtenidos de observaciones de corvina en la Bahía de Matanchen y a partir de ellos se hicieron los análisis químicos para la obtención de los componentes químicos de la especie.

El análisis numérico es una vía de solución alterna que permite conectar la teoría y la práctica al nivel que se quiera de medición y cálculo, pero en una forma diferente a como normalmente se enseña la operación analítica de los conceptos (Ulloa, et. al., 2020).

El estudio de fenómenos complejos en ciencia o el diseño en ingeniería, requiere en muchos casos, y antes de la verificación o construcción física de los mismos, un estudio teórico de ellos. A pesar de que el estudio clásico de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería enfatiza, en una primera aproximación, el estudio matemático y analítico de los problemas, en realidad, la complejidad de la mayoría de ellos implica técnicas diferentes a las analíticas que constituyen el cuerpo clásico de las matemáticas.

La mayoría de la gente asocia el trabajo científico y tecnológico a su cuantificación numérica. Esto implica que todo fenómeno físico o construcción tecnológica tiene un comportamiento predecible y por ello puede ser cuantificado y simulado sin tener que realizarse. Ese es el sentido numérico de la ciencia y la viabilidad predictiva de la tecnología. Sin embargo, aun cuando esto es parte del conocimiento general, rara vez se comprenden las vías por las que esta cuantificación pueda lograrse.

Por lo anterior se procede a la utilización del análisis numérico para establecer la relación entre los componentes químicos, privilegiando el uso del contenido de ceniza y agua, ya que son los que requieren menos tiempo y recursos económicos, tomando como base que la regresión lineal múltiple trata de ajustar modelos lineales o lineali-

zables entre una variable dependiente y más de una variable independiente.

Resultados

Se analizaron en el laboratorio de análisis químico 50 muestras correspondientes al periodo enero - junio, capturadas en la Bahía de Matanchén, se procede como se describe en la figura 3:

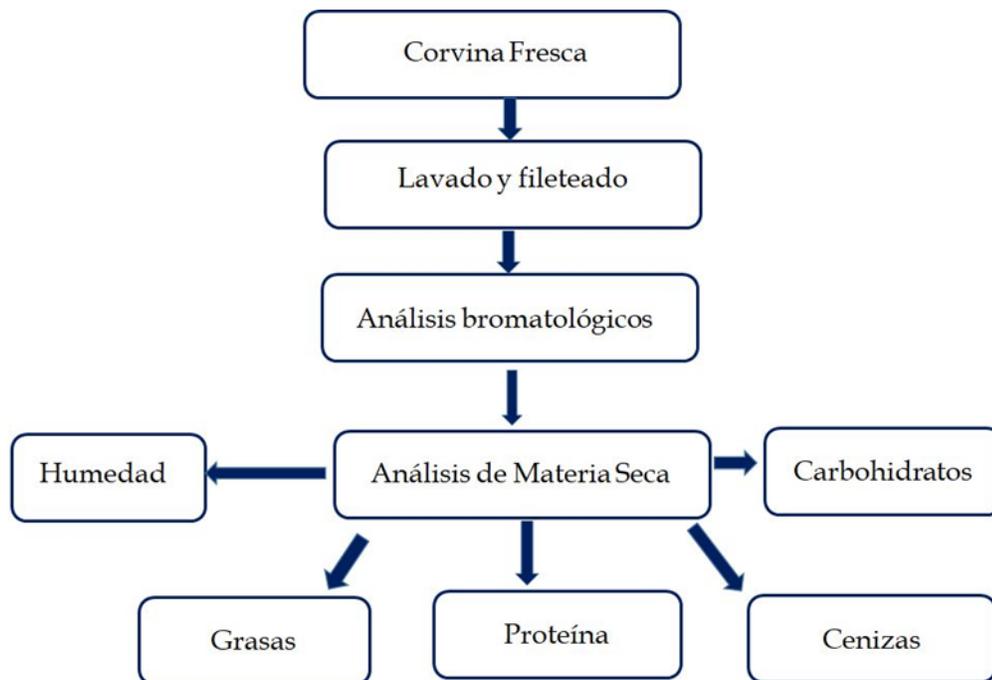


Figura 3. Diagrama de Análisis bromatológico

Una vez realizados los análisis de humedad, cenizas y grasas, se procedió a utilizar los métodos numéricos para determinar la relación multilínea múltiple para los datos obtenidos, considerando que: una extensión útil en la regresión lineal es el caso en el que la variable dependiente (y) es una función lineal de dos o más variables independientes (x_1, x_2, x_3, \dots) de la forma:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_{n-1}x_{n-1} + a_nx_n$$

Esta ecuación es útil particularmente cuando se ajustan datos experimentales como es

el caso de la composición química de alimentos en donde la variable que se está analizando es función de otras dos o más variables.

En el caso dos variables independientes:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

La representación de la regresión ya no es una línea recta ni una curva, sino un plano en el espacio, lo cual dificulta en cierto grado su representación, sin embargo, es posible utilizar el método de mínimos cuadrados para encontrar los coeficientes a_0, a_1 y a_2 de con base en el procedimiento que se describe.

Se debe obtener la suma de los cuadrados de las diferencias o errores:

$$Sr = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_1 - a_2 x_2)^2$$

Los coeficientes que generan la suma mínima de los cuadrados se obtienen al igualar a cero las derivadas parciales y se genera el sistema de ecuaciones:

$$\sum y_i = n * a_0 + \sum x_{1i} * a_1 + \sum x_{2i} a_2$$

$$\sum x_{1i} y_i = \sum x_{1i} a_0 + \sum x_{1i}^2 a_1 + \sum x_{1i} x_{2i} a_2$$

$$\sum x_{2i} y_i = \sum x_{2i} a_0 + \sum x_{1i} x_{2i} a_1 + \sum x_{2i}^2 a_2$$

Las expresiones anteriores se pueden escribir en la forma matricial

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_{1i} & \sum x_{2i} \\ \sum x_{1i} & \sum x_{1i}^2 & \sum x_{1i} x_{2i} \\ \sum x_{2i} & \sum x_{1i} x_{2i} & \sum x_{2i}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_{1i} y_i \\ \sum x_{2i} y_i \end{bmatrix}$$

El coeficiente de correlación se calcula mediante la ecuación:

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}}$$

Utilizando los datos observados, se propone un modelo de la forma descrita anteriormente:

	Grasa	Humedad	Ceniza			Grasa	Humedad	Ceniza
1	0.500	76.833	1.111		26	1.230	85.530	0.9800
2	2.000	77.792	1.000		27	1.730	85.8800	1.01
3	1.000	85.250	1.111		28	2.760	80.750	1.200
4	0.670	85.500	1.056		29	2.270	86.3300	1.040
5	2.370	78.530	1.510		30	1.650	80.300	1.150
.					
.					
.					
.					

Puesto que el modelo propuesto es:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

El sistema que se debe plantear es el descrito en la forma matricial, en consecuencia, se debe construir una tabla como la siguiente:

Tabla 1. Datos para obtención del modelo

	y_i	x_{1i}	x_{2i}	$x_{1i}x_{2i}$	x_{1i}^2	x_{2i}^2	$x_{1i}y_i$	$x_{2i}y_i$
1	0.500	76.833	1.111	85.361	5903.309	1.234	38.416	0.555
2	2.000	77.792	1.000	77.792	6051.595	1.000	155.584	2.000
3	1.000	85.250	1.111	94.712	7267.562	1.2340	85.250	1.111
4	0.670	85.500	1.056	90.288	7310.250	1.115	57.285	0.707
...								
...								
Suma	59.640	2436.305	35.998	2916.639	198260.511	44.404	4832.034	72.459

Sustituyendo en la matriz del sistema, se tiene:

$$r = 0.92682$$

$$\begin{bmatrix} 30 & 2436.305 & 35.998 \\ 2436.305 & 198260.511 & 2916.639 \\ 35.998 & 2916.639 & 44.404 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 59.640 \\ 4832.034 \\ 72.459 \end{bmatrix}$$

$$r^2 = (0.92682)^2 = 0.8589$$

Resolviendo se tiene

$$a_0 = 2.604$$

$$a_1 = -0.017$$

$$a_2 = 0.644$$

Por lo que el modelo es: $y = 2.64 - 0.017x_1 + 0.644x_2$

Es decir: *Grasa* = 2.64 - 0.017 *Humedad* + 3.391 *Ceniza*

Su coeficiente de correlación es:

Estos resultados nos indican que existe una buena correlación y que entre otras cosas el 85.89% de los datos quedan explicados por el modelo.

Discusión

La metodología utilizada para la obtención de los modelos a pesar de ser una herramienta de la ingeniería y las matemáticas se seleccionó con base en su facilidad por el tipo de conocimiento requerido. No obstante, y tomando la definición de Coeficiente de Correlación: el valor de r denota la fuerza de la asociación como se ilustra en la figura 4.

Coeficiente	Interpretación
$r = 1$	Correlación Perfecta
$0.80 < r < 1$	Muy alta
$0.60 < r < 0.80$	Alta
$0.40 < r < 0.60$	Moderada
$0.20 < r < 0.40$	Baja
$0 < r < 0.20$	Muy Baja
$r = 0$	Nula

Figura No. 4. Interpretación del Coeficiente de Correlación

Los coeficientes de correlación que se obtienen por medio del análisis numérico muestran que el ajuste de los datos es cercano a la correlación perfecta como puede deducirse de la Figura 4., por lo que puede establecerse como una alternativa para determinar el contenido de grasa con base a las mediciones en humedad y ceniza que como ya se mencionó puede ser aplicado a otro tipo de modelos, sin embargo, no debe perderse de vista que la valoración y uso de los modelos es responsabilidad de quien los utilice (Ulloa, Nieto, Ortega, Flores y Arrieta, 2019).

Conclusiones

Ya se ha mencionado que la gran utilidad de los modelos matemáticos es la Predicción y que está debe sustentarse de manera adecuada para que pueda ser confiable, en el caso estudiado, no obstante el buen coeficiente de correlación obtenido, no debe pasarse por alto lo expuesto por Munguía, 2004, en el sentido de que la composición química de los peces está influenciada por una gran cantidad de factores entre los que se encuentran, la alimentación, la temporada del año, y otros factores del hábitat propio de la especie en cuestión.

Este ejercicio del establecimiento de modelos multilineales que es propio de la comunidad en estudio en donde la matemática y el uso de herramientas tecnológicas, tales como calculadora o software son de gran importancia para poder llegar a una buena aproximación y por lo tanto contar con una base para realizar predicciones que permitan ahorro de dinero y de tiempo.

Para este fin, un análisis de múltiples variables permite, en un primer estadio reconocer los valores de aproximación en un modelo general, pero a su vez con esos datos modificar las condiciones del proceso para recoger resultantes distin-

tos y llegar a un consumo óptimo de recursos (Ulloa, et al. 2019).

Referencias Bibliográficas

- Arrieta, J.; Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* (2015) 18 (1): 19-48
- Cifuentes, J.; Torres-García, M; Frías, M. (1995). El océano y sus recursos, III. Las ciencias del mar: Oceanografía física, matemáticas e ingeniería. Fondo de Cultura Económica (FCE)
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 4 (2), 103-128
- Cordero, F. (2005). El rol de algunas categorías del conocimiento matemático en educación superior. Una socioepistemología de la integral. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 8 (3), 265-286.
- Esparza, J. (2017). Qué es un modelo matemático. Recuperado el 25 de enero del 2021 de: http://www.academia.edu/9253640/que_es_un_modelo_matematico
- FAO. (1992). AGROSTAT. Hojas de balance de alimentos.
- Food Standards Agency. 2002a. McCance and Widdowson's The Composition of Foods. Sixth summary edition. Cambridge, UK, Royal Society of Chemistry.
- Galicia A., Díaz L. y Arrieta J. (2011). Práctica social de modelación del ingeniero bioquímico: Análisis microbiológico. En CIAEM (Ed.), Anais do XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recuperado de http://www.lematec.no-ip.org/CDS/XIIICIAEM/index.html?info_type=fulllist&lang_user=en
- Garriz, A. y Rincón, C. (1997). Capricho valenciano (III). Valencia y números de oxidación. *Corolario para docentes. Educación Química* 8 (3), 130-140
- Hermosillo, M.; Caamal, J. (2005). Composición química proximal en la almadraba durante el periodo febrero 2002 -2003 en la Bahía de Matanchén. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit.

- Herradón, B. (2012). Matemáticas y química: una relación necesaria. Consultado el 05/02/2021 de: <https://educacionquimica.wordpress.com/2012/06/18/matematicas-y-quimica-una-necesaria-relacion/>
- Landa, L. (2008). Diluciones seriadas y sus herramientas, una práctica de estudiantes de ingeniería bioquímica al investigar la contaminación del río de la Sabana, (Tesis de maestría no publicada). Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero, México.
- McCance RA & Widdowson EM (1940). The Chemical Composition of Foods. Medical Research Council Special Report Series No. 25, London: HMSO
- Mónico, L. (2010). Modelos matemáticos asociados a los análisis proximales del *Centropomus ruber* (Constantino) en San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Munguía, J. (2004). Análisis químico proximal de *Scomberomorus sierra* durante el periodo de Enero a Diciembre de 2003 en San Blas Nayarit. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit
- Nieto, J. (2006). Análisis proximal de peces comerciales de la región de San Blas Nayarit. Tesis de Maestría no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit - Universidad de Guadalajara, México
- Rodríguez, M. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35-49
- Ulloa, J. (2013). Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales: un estudio socioepistemológico (Tesis doctoral no publicada). Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, Distrito Federal, México.
- Ulloa, J.; Arrieta, J. (2009). Los modelos exponenciales: construcción y deconstrucción. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Ulloa, J.; Arrieta, J. (2010). La deconstrucción como estrategia de la modelación. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Ulloa, J.; Nieto, J., Ortega, M.; Flores, J.; Arrieta, J. (2019). Regresión multilínea como apoyo a los análisis proximales. *Acta Pesquera* Vol. (5), No. 9. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Ulloa, J.; Uribe, N.; Flores, J.; Ortega, M. (2020). Análisis numérico para la determinación de modelos potenciales en la Lobina Negra *Micropogonias undulatus* (Lacépède, 1802). *Acta Pesquera*, Vol. 6, No. 11. Universidad Autónoma de Nayarit
- Vázquez, J. (2002). Matemáticas, ciencia y tecnología: una relación profunda y duradera. *Encuentros Multidisciplinarios*. Consultado el 12 de febrero de 2021 de: <http://www.encuentros-multidisciplinarios.org/Revistan%C2%BA11/Juan%20Luis%20V%C3%A1zquez.pdf>



CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LA TILAPIA *Oreochromis niloticus* CULTIVADA EN JAULAS FLOTANTES RECTANGULARES.

GROWTH AND SURVIVAL OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* CULTIVATED IN RECTANGULAR FLOATING CAGES.

Elifonso Isiordia-Pérez¹, Arlis Isiordia-Cortez¹, Breydi L Cuevas-Rodríguez¹, Javier Marcial de Jesús Ruiz-Velazco Arce¹, Juan Carlos Bautista-Covarrubias¹.

¹ Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit

Recibido: 02 de junio de 2021

Aprobado: 29 de junio de 2021

Resumen

Un módulo de 6 jaulas flotantes con dimensiones de 2 x 3 x 2.0 fueron instaladas en la presa Las Higueras en el municipio de Rosamorada Nayarit, México con el objetivo de evaluar el crecimiento y sobrevivencia de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, 315 peces por jaula fueron cultivados por un periodo de 120 días. Se realizaron muestreos biométricos y de sobrevivencia cada 15 días con un tamaño de muestra de 60 ejemplares (10 organismos por jaula/muestreo). La tilapia a los 120 días de cultivo alcanzó un peso de 453.3±114.1g y una talla de 26.6±5.6 cm con una ganancia de 3.77 g / día y de 0.22 cm/día respectivamente. La tasa de sobrevivencia alcanzó valores de 75.12% como mínimo y 89.45% como máximo.

Palabras clave: Tilapia, jaulas flotantes, crecimiento, sobrevivencia.

A module of 6 floating cages with dimensions of 2 x 3 x 2.0 were installed in the Las Higueras lagoon in the municipality of Rosamorada Nayarit, Mexico with the objective of evaluating the growth and survival of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, 315 fish per cage were cultured for a period of 120 days. Biometric and survival samplings were performed every 15 days with a sample size of 60 specimens (10 organisms per cage / sampling). The tilapia at 120 days of culture reached a weight

of 453.3 ± 114.1g and a length of 26.6 ± 5.6 cm with a gain of 3.77 g / day and 0.22 cm / day respectively. The survival rate reached values of 75.12% as a minimum and 89.45% as a maximum.

Key words: Tilapia, cages floating, growth, survival.

Introducción

La actividad acuícola es una de las acciones productivas con mayor crecimiento a nivel mundial, genera el 50% del pescado consumido en el mundo (FAO 2017). La tendencia de la población es mejorar los niveles nutricionales en los alimentos, lo que hace que el pescado sea una alternativa potencial de consumo, principalmente por las características de su carne baja en grasas, adecuados niveles de proteína de alta calidad y otros como fósforo, calcio y vitaminas son elementos que marcan su riqueza nutricional (Luchini, 2010) aunado a la evolución en la innovación de las prácticas pesqueras y el incremento en la población (FAO, 2017).

En la acuicultura, la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es una especie exótica, introducida a regiones tropicales, subtropicales y ambientes controlados de todo el mundo, es una especie con altos rendimientos en la actividad pesquera comercial y de consumo local, de ahí que sea una alternativa económica y nutricional para las comunidades rurales de México (Santoyo, 2019).

La tilapia gris es un pez teleósteo oriundo de África, se caracteriza por adaptabilidad al cautiverio y por amplia tolerancia a las condiciones adversas como bajas concentraciones en los niveles de oxígeno disuelto, así mismo, es una especie de rápido crecimiento y con amplia variedad en dietas (Saavedra, 2006; Meyer D, y Meyer ST, 2007).

El interés en Latinoamérica del cultivo en jaulas incluye el barbudo, trucha, tilapia, dorado y carpa. Debido a su alto potencial en las regiones costeras, en el caso de México la tilapia ha sido la especie mayormente cultivada en espacios como tanques, estanques y otros métodos técnicos viables y económico (Reyes, 2018). La jaula es por definición "una estructura cerrada con mallas por los lados y en el fondo", cuya función fundamental es la de retener los peces, permitiendo el intercambio de agua, entre la jaula y el ambiente que la rodea. En algunos casos se cubren con malla en la parte superior para evitar predadores, escape de los peces o protección de los rayos solares (Mercado y Siegert, 1995). La piscicultura en jaulas apenas está empezando a ser explotada inclusive mayormente en peces grandes, de nado rápido y pelágico como el atún. (Halwart *et al.*, 2008). Al igual que la mayoría de los demás tipos de acuicultura, el cultivo en jaulas procede del Sudeste de Asia, aunque se cree que su origen es relativamente reciente. En los últimos 15 años, aproximadamente, el cultivo en jaulas en aguas continentales se ha extendido a más de 35 países de Europa, Asia, África y América y en 1978 se criaban experimentalmente en jaulas más de 70 especies de peces de agua dulce. Con excepción de pocas zonas, la madera y el bambú han sido sustituidos por materiales nuevos, como mallas de nylon, plástico, polietileno y acero, que aunque resultan mucho más costosos tienen mayor duración y permiten un mejor flujo del agua (López y Ruiz 2015).

El objetivo del presente trabajo es determinar aspectos de crecimiento, el incremento en peso y longitud, así como el factor de condición de la tilapia *Oreochromis niloticus* en un sistema con jaulas flotantes rectangulares, monitoreando los parámetros físico químicos y su efecto sobre el cultivo.

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en La presa Las Higueras en el municipio de Rosamorada Nayarit, México ubicada con coordenadas geográficas 22°07'11" Latitud Norte y 105°11'45" Longitud Oeste, El cuerpo de agua se ubica a 790m de la cabecera municipal su uso es prioritariamente para uso agrícola.

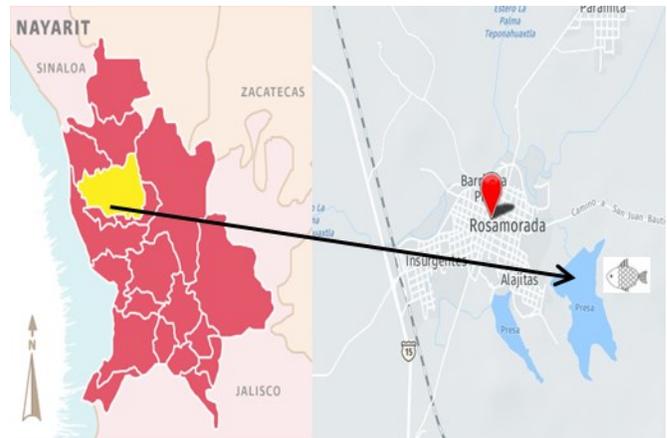


Fig. 1.- Zona de cultivo de tilapia *O. niloticus*

Metodología

Trabajo previo

Para la selección del área cultivo primeramente se realizaron mediciones de la profundidad del sistema acuático, se establecieron 2500m² de área de espejo de agua y se colocó el anclaje principal para la fijación de las jaulas.

Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por una jaula rectangular con medidas de 3 metros de largo por 2 m de ancho y 1.5 metros de alto, con capacidad de 9 m³ de volumen de agua instalada en la represa y con la población de alevines correspondiente.

Elaboración de las unidades experimentales.

La elaboración de cada jaula usada en este estudio consistió de una estructura rectangular formada por tubo de PVC hidráulico de 1.5" Ø

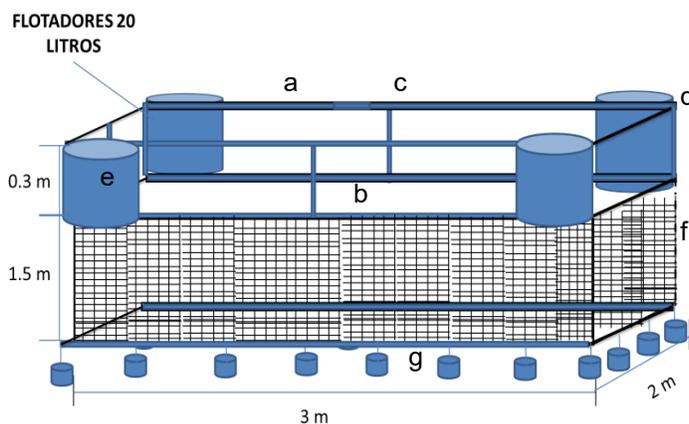


Fig. 2.- Jaula flotante rectangular para el cultivo de tilapia con medidas de 2x3x2.0m

con medidas de 2x3x0.4m. La estructura consistió de dos secciones una superior (a) y otra inferior (b) dividida por 4 tramos de 40 cm. que fueron unidos a una T (c) y un codo de 1.5" (d), todos del mismo material (fig. 2). Para mantener a flote la estructura se usaron garrafas de 20 l (e) de plástico colocados y sujetos en las cuatro esquinas de la estructura. Para la etapa de crianza se usó

malla de polipropileno tipo mosquitera y para la etapa de pre-engorde y engorde se usó red de polipropileno marca Chiken malla® de 19 x 16mm (f) las cuales fueron unidas a la estructura con pioleta polipropileno trenzada calibre 4mm. Finalmente 20 botellas de 250ml (g) llenas de arenas fueron colocadas en la parte inferior de la jaula como sistema de lastre que mantuvo la red sumergida.

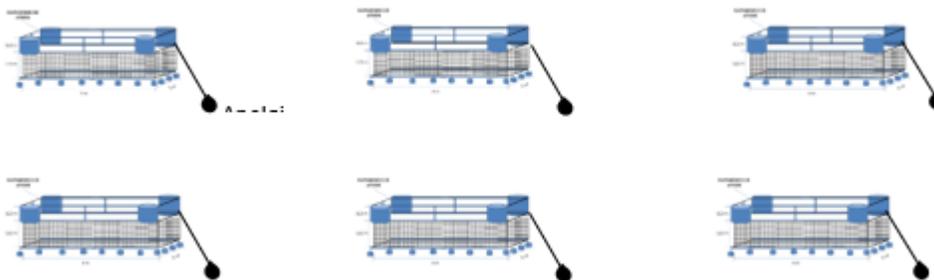


Fig. 3.- Distribución de 6 jaulas flotantes rectangulares para el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en la Presa Las Higueras.

Aclimatación y siembra

Las crías de tilapia *O. niloticus* fueron obtenidas del centro de investigaciones biológicas del noroeste, previamente fueron contadas y colocadas plásticas con inyección de oxígeno. Al llegar a la zona de cultivo fueron aclimatadas durante 30 minutos colocando la bolsa plástica dentro de las jaulas, para posteriormente romper la bolsa y liberar las crías. 315 organismos con un peso prome-

dio de 4.5g fueron sembrados por jaula y fueron cultivados en un periodo de 4.5 meses.

Variables de respuesta

Las variables talla y peso fueron evaluadas por medio de muestreos quincenales. Para la determinación de la talla se utilizó una regla graduada de 30 cm y para el peso una balanza granataria digital con capacidad de 5kg.

Las variables de temperatura y oxígeno fueron medidas diariamente 6:00, 12:00 y 17:00 hrs, con un oxímetro portátil. YSI Pro- Modelo Pro -20, mientras que el pH fue medido cada semana por las mañanas con un pH metro 100 HANNA, modelo HI. 98128, sensibilidad $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

Frecuencia de alimentación de los organismos.

La alimentación se realizó diariamente y 4 veces por día (7:00 am - 10:00 am-1:00pm y 4:00 pm), con una tasa de alimenta-

ción de acuerdo a la tabla 1. Con cada tasa de alimentación y la biomasa presente se obtuvo la cantidad de alimento diario a proporcionar.

Alimentación

La cantidad de alimento diario se repartió en 4 dosis en proporciones de 20%, 20%, 30% y 30% respectivamente. Se utilizó alimento balanceado iniciando con 45% de proteína, con un pellets de 1.5 mm, y terminando con 25% de proteína con pellets de 4mm.

Tabla 1.- Requisitos de alimentación en base a la biomasa del pez y la temperatura del agua

TABLA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIA									
% DE PROTEINA DEL ALIMENTO	PESO DEL PEZ (G)	TAMAÑO DEL ALIMENTO (MM)	TEMPERATURA DEL AGUA ($^{\circ}\text{C}$)						ALIMENTACIÓN DIARIO
			20	22	24	26	28	30	
			RACIÓN (% BIOMASA/DÍA)						
40-45	<0.5	Triturado	4%	5%	6%	7%	7.50%	8%	12 veces
	0.5-5	0.6-1	3%	4%	4.50%	5%	5.50%	6%	8 veces
	5-10	1.5-2	2%	3%	3.5%	4%	4.50%	5%	6 veces
35-40	10-20	2	1.8%	2.7%	3.1%	3.6%	4%	4.5%	
	20-50	2	1.6%	2.2%	2.7%	3%	3.4%	4%	
30-35	50-75	5	1.4%	1.9%	2.2%	2.4%	2.9%	3.1%	4 veces
	75-110	5	1.3%	1.6%	1.90%	2%	2.3%	3%	
	110-150	5	1.1%	1.4%	1.6%	1.8%	2%	2.3%	
	150-200	5	0.9%	1.2%	1.4%	1.6%	1.8%	2%	
25-30	200-250	5	0.85%	1.15%	1.35%	1.55%	1.7%	1.9%	2-3 veces
	250-325	5	0.8%	1.1%	1.3%	1.50%	1.65%	1.8%	
25	325-400	5	0.75%	1.05%	1.25%	1.45%	1.6%	1.7%	
	>400	5	0.7%	1%	1.2%	1.4%	1.5%	1.6%	

Resultados y discusión

9 muestreos fueron realizados en un tiempo de 135 días de cultivo. A continuación, se describen las fechas de cada análisis realizado.

Tabla 2.- Periodos de muestreo de crecimiento realizados durante 4.5 meses de desarrollo

periodo	1- ini- cial	15	30	45	60	75	90	105	120
Fecha	7/10/ 2020	22/10/ 2020	06/11/ 2020	21/11/ 2020	06/12 /2020	21/12/ 2020	05/01/ 2021	20/01/ 2021	04/02 /2021

La tasa de sobrevivencia de la tilapia obtenida en las jaulas rectangulares durante los 120 días de cultivo fue de 75.12% como mínimo y 89.45% como máximo. Resultados similares fueron registrados por Begum *et al.*, 2017 con valores de sobrevivencias de 89.52 hasta 91.43%. Lo reportado por (Ahmed et al., 2014) registran sobrevivencias superiores con valores de 95.76% hasta 97.54%

El peso registrado de la tilapia, al inicio del estudio fue de $4.4g \pm 0.6$, mientras que en 120 días de cultivo alcanzó un peso promedio de $435.3g \pm 114.1$ obteniendo una ganancia de $3.58g/día$. La mínima ganancia en peso se registró a los 105 días de cultivo registrando solamente 8.1g de ganancia en peso en 15 días), sin embargo, la máxima tasa de crecimiento en peso fue en 75 días de cultivo con un valor promedio de 97.59g (fig. 4). Estos resultados superan en más del 100% a lo

reportado por Begum *et al.*, 2017 quienes registraron valores de 207.90- 271.48g en 120 días de cultivo con jaula flotantes de $50m^3$ de volumen.

El crecimiento acelerado que se registró desde el día 1 hasta 75 son claramente atribuibles a las condiciones de temperatura del agua cuyos valores oscilaron de 29 a $35^{\circ}C$, sin embargo la dieta suministrada, las condiciones de oxígeno (>2.5 y $<6.1mg/l$) pH (6 a 7.5) y el diseño tecnológico de la jaula son factores que influyen en los resultados. A los 90 y 105 días de cultivo el crecimiento en peso se mantuvo casi nulo o estático 8.1g las bajas temperaturas ($11^{\circ} \pm 1.5^{\circ}C$) registradas en ese periodo fueron claramente las causantes de estos resultados, lo que coincide con lo reportado por El Nouman *et al.*, 2021 donde observaron que el crecimiento en peso de la tilapia en los tratamientos fueron bajos debido a las bajas temperaturas registradas en la mayoría del periodo de estudio.

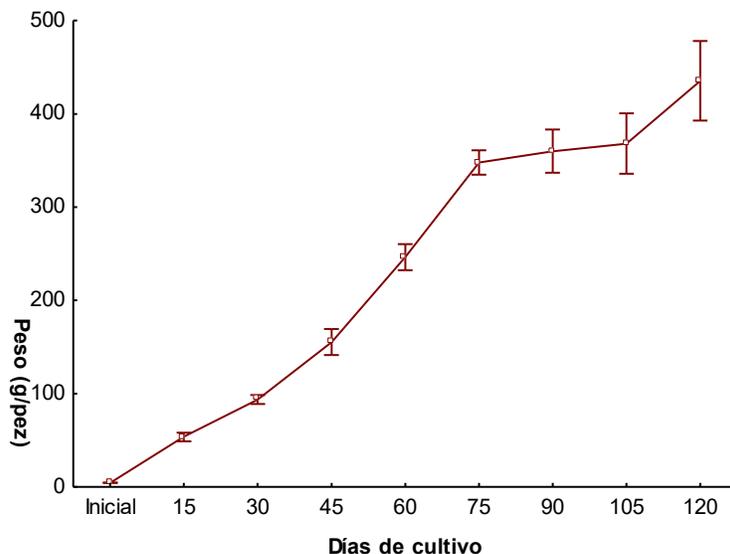


Fig. 4.- Tasa de crecimiento en peso (g) de la tilapia *O. niloticus* durante 120 días de cultivo

En la variable talla se observa claramente un comportamiento similar al registrado en peso. En 120 días de cultivo, las tilapias alcanzaron tallas promedio de 26.62 ± 2.31 cm (fig. 5) lo que representa una ganancia de 0.19 cm por día, el mayor incremento se presentó a los 30 días de cultivo con una ganancia promedio en talla de $8.24 \text{ cm} \pm 1.42$ por día, mientras que el incremento mínimo se reportó a los 90 días con valor de 0.19 ± 1.8 cm por día. Estos valores son muy superiores

a los reportados por Castillo *et al.*, (2014) quienes registran en tilapia *O. niloticus* valores en tallas de 0.15 cm por día en un periodo de 90 días de cultivo, aunque esta diferencia se atribuye a las densidades de siembra aplicadas en ambos estudios, 35 peces/ m^3 y 100 peces/ m^3 respectivamente. La densidad es un factor primordial a considerar en el cultivo de peces y el número dependerá de las condiciones del sistema acuático que se trate y la tecnología que se aplique.

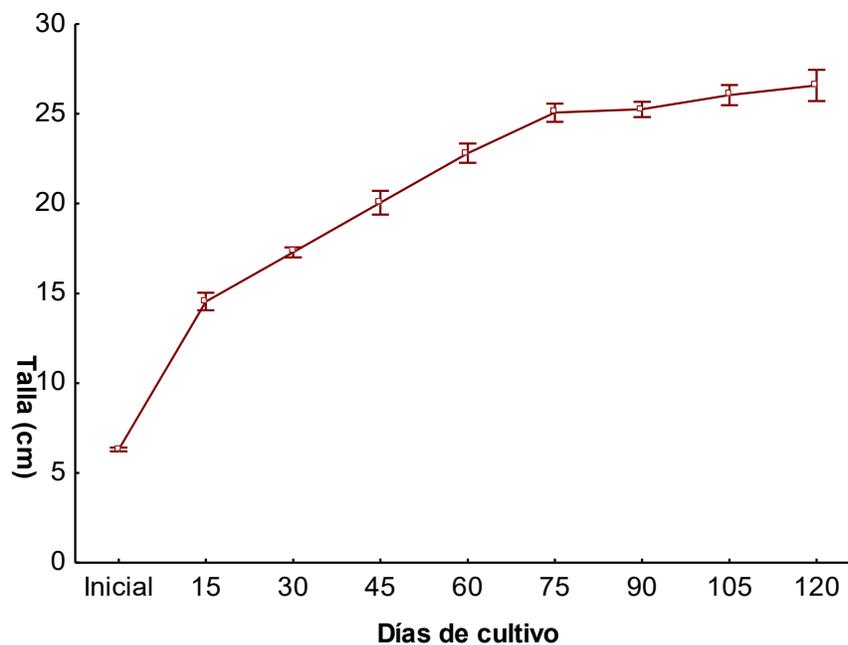


Fig. 5.- Tasa de crecimiento en talla (cm) de tilapia *O. niloticus* en 120 días de cultivo.

Conclusiones

Las jaulas flotantes con red de material de polipropileno con luz de malla de 16×19 mm representan una opción para el cultivo de tilapia en sistemas de presas con poca corriente.

Las características tanto del sistema acuático como el diseño de la jaula flotante permite un buen desarrollo de la tilapia alcanzando tallas y pesos comerciales a partir de los 120 días de cultivo, sin embargo, temperatura juega un papel primordial en el cultivo de peces, valores menores a

los 18°C limita el crecimiento de las tilapias en jaulas flotantes.

El oxígeno en el agua debe permanecer con valores superiores a 3 mg/l , aunque en el presente estudio las tilapias soportaron valores de 1.5 mg/l , no encontrándose efectos negativos en el desarrollo y la supervivencia de las tilapias.

Se requieren profundizar estudios sobre el diseño de las jaulas, con características que permitan una mejor distribución del alimento en la superficie de la jaula.

Reconocimientos:

Al L.A.E. Juan José González Parra del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit por haber proporcionado para el presente trabajo las crías de tilapia masculinizadas.

A la organización ACUITILAPIA ROSAMORADA S.C. DE RL DE CV. por todas facilidades otorgadas para la realización del estudio.

Bibliografía

Begum N., Islam S. and Surawi I.N. (2017). Growth and yield of monosex tilapia *Oreochromis niloticus* en floating cages fed commercial diet supplemented with probiotics in freshwater pond, Sylhet. Bangladesh J. Zool. 45(1) 27-36pp.

Castillo-Capitán, G., Alvarado-Gómez L.C., Velázquez-Silvestre, M.G., Retureta-Aponte, A. y Torres-Alonso, O. (2014). Crecimiento de dos variedades de mojarra tilapia en jaulas flotantes, bajo tres densidades de población. Rev. Cient. Biol. Agrop. 2(3): 490-495pp.

El Nouman, B.A. Egbal, O.A., Sana, Y.A., Anwar, M.S., Eman, A.A., and Yosif F.A. (2021). Determine the optimal density of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings cultured in floating cages. Natural Resources. 12, 1-9pp.

FAO (Food and agriculture Organization of the United Nations). (2017). Acuicultura: Desarrollo de la acuicultura [internet]. Roma: FAO; [consultado 2017 sep 22]. Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>.

Halwart, M., Soto D. y Arthur J.R. (2008). Acuicultura en jaulas Estudios regionales y panorama mundial. Doc.498 Departamento de Pesca de la FAO. Roma, 270 p.

López-Alvarado J. y Ruiz W. (2015). Manual de construcción y manejo de jaulas flotantes para la maricultura del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. INP-Ecuador. 5p. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/282979544>

Luchini L. 2010. Beneficios nutricionales y de salud del producto "pescado" [internet]. Buenos Aires, Argentina: Dirección de Acuicultura. Disponible en:

https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/difusion/_archivos//000001_Material%20institucional/101210_Beneficios%20nutricionales%20y%20de%20salud%20del%20producto%20pescado.pdf

Mercado, J. y Siegert P., (1995). Cultivo en jaulas de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en aguas salobres. 209-225 p. En: Rodríguez, H.: G. Polo y O. Mora (Eds.) Fundamentos de Acuicultura Marina. Ir\PA, Bogotá, Colombia.

Meyer D, Meyer ST. (2007). Reproducción y cría de alevines de tilapia: Manual Práctico. Honduras:Zamorano. 48p.

Reyes-Serna, L.D. (2018). Densidades idóneas para sistemas de policultivo de especies comerciales Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) y Carpa Roja (*Ciprynus carpio*) en sistemas de confinamiento artesanal en lagos artificiales en Santiago de Cali (Valle del Cauca, Colombia). IDESIA, 36, (1). 10p.

Saavedra Martínez M.A. (2006). Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://repositorio.uca.edu.ni/id/eprint/2554>

Santolillo-Telles, F., Mariscal-Romero, J., Gómez-Galindo, C., Gutiérrez-Pulido, H., (2019). Relaciones talla-peso y factor de condición de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México. Revista Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 10 (19). 23 p.





**Monitoreo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*)
en la costa de San Blas, Nayarit.
Con la intervención estudiantil**

**Whale shark (*Rhincodon typus*) monitoring off
the coast of San Blas, Nayarit.
With student intervention**

Ricardo Murillo Olmeda^{1,2}. Rosendo García Partida². Elsa García de Dios¹

¹ Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera

² Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 26, San Blas

Recibido: 15 de octubre de 2020

Aprobado: 29 de diciembre de 2020

Resumen

El tiburón ballena (*Rhincodon typus*) es una especie de elasmobranchio orectolobiforme de la familia Rhincodontidae, tiene una distribución epipelágica circumtropical que ha sido declarada especie vulnerable debido a la disminución de las poblaciones. Es un organismo altamente migratorio, por lo que, para un adecuado manejo de la especie, es necesario hacer estudios sobre las variaciones poblacionales. Las costas de Nayarit son parte de las localidades del mundo en se pueden observar agrupaciones del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) de manera predecible y por periodos prolongados. En algunos lugares donde esto ocurre, el aprovechamiento de la especie a través del ecoturismo se ha convertido en una actividad económica importante. El objetivo del trabajo es fortalecer el sistema de monitoreo con la participación de estudiantes y de los prestadores de servicio que tienen como actividad el avistamiento de esta especie.

Palabras clave: tiburón ballena, monitoreo, San Blas

Abstract

The whale shark (*Rhincodon typus*) is a species of orectolobiform elasmobranch of the Rhincodontidae family, it has a circumtropical epipelagic distribution that has been declared a vulnerable species due to the decrease in populations.

It is a highly migratory organism, therefore, for an adequate management of the species, it is necessary to carry out studies on population variations. The coasts of Nayarit are part of the world's localities where groups of the whale shark (*Rhincodon typus*) can be observed in a predictable way and for prolonged periods. In some places where this occurs, the exploitation of the species through ecotourism has become an important economic activity. The objective of the work is to strengthen the monitoring system with the participation of students and service providers whose activity is the sighting of this species.

Keywords: whale shark, monitoring, San Blas

Introducción

El tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith 1828), es el tiburón de mayor tamaño, se caracteriza como todos los tiburones por tener un crecimiento lento, maduración tardía y longevidad extendida, lo cual los hace vulnerables a la explotación. Estas características biológicas indican que esta especie es lenta en recuperación en caso de una sobreexplotación (Colman, 1997).

El tiburón ballena se caracteriza por presentar una coloración gris-azul oscuro a negro-pardo con un diseño de líneas y lunares blancos en la parte dorsal del cuerpo, tres hendiduras a lo largo de los costados, una cabeza ancha, con ojos pequeños justo detrás de la boca, la cual se encuentra en posición terminal. Es el único tiburón que tiene la boca en posición delantera a su cabeza (Colman, 1997), (Fig. 1). El patrón de manchas de cada tiburón ballena es único como huella digital. Al igual que las huellas dactilares humanas, los tiburones ballena tienen un patrón único de manchas que permiten identificar a los tiburones individuales.

El tiburón ballena *Rhincodon typus* (Smith, 1828) se ha convertido en un tiburón icónico y aunque poco se conoce acerca de su biología y preferencias ambientales, son organismos con hábitos predecibles por lo que se puede inferir su presencia en algunas regiones costeras del mundo y en determinadas épocas del año, debido principalmente a la disponibilidad de alimento.



Figura 1. Tiburón ballena *Rhincodon typus*

El tiburón ballena *Rhincodon typus* es una especie de alta importancia para la conservación, debido a que se encuentra catalogada en estatus de protección como amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, NOM059-SEMARNAT-2010. En nuestro país, es objeto de aprovechamiento ecoturístico, a través de actividades de observación y nado, realizadas en áreas determinadas de acuerdo con la presencia de ejemplares de esta especie, sitios, entre los que se encuentra la bahía de La Paz, en Baja California Sur; bahía de Los Ángeles, en Baja California; bahía de San Blas, Nayarit; y al norte de Quintana Roo, su presencia cerca de las costas ha cobrado gran importancia económica, llegando a generar en algunos casos una industria turística que genera millones de dólares anuales.

Los tiburones ballena no representan un peligro para los humanos. Muchos tiburones ballena individuales han sido abordados, examinados e incluso montados por buzos sin mostrar ningún signo de agresión. Pueden, por curiosidad, acercarse y examinar a las personas en el agua. Los tiburones ballena ocasionalmente han chocado con los botes de pesca deportiva, pero esto probablemente sea una reacción al cebo que cuelgan los pescadores de arriba. Estos tiburones a veces son golpeados por barcos mientras nadan en la superficie o cerca de ella.

Las poblaciones de elasmobranquios están en declive global y muchos esfuerzos de conservación para proteger a las poblaciones se ven frustrados por la falta de conocimiento sobre su abun-

dancia, distribución y comportamiento. Muchas especies de grandes elasmobranquios también son altamente migratorias, como el tiburón ballena, lo que las coloca en mayor riesgo de impactos antropogénicos como la pesca y el tráfico de botes. Los estudios sobre el movimiento de los elasmobranquios están cobrando impulso gracias a la mayor disponibilidad de nuevas tecnologías que permiten el seguimiento remoto de los animales en sus hábitats marinos.

La información existente referente a la biología del tiburón ballena es escasa, sobre todo los estudios realizados en México, por lo que resulta de gran interés efectuar estudios sobre esta especie de tiburón, principalmente asociados a sus hábitos alimentarios, ya que las zonas de agregación son principalmente utilizadas en aguas mexicanas, como una zona de alimentación (Clark y Nelson, 1997 y Ketchum, 2003).

Datos sobre el tiburón ballena

1. Las hembras de tiburón ballena incuban sus huevos dentro de ellos en lugar de afuera. Esto significa que los tiburones ballena efectivamente dan a luz crías vivas. Dentro de la hembra de tiburón ballena hay cientos de huevos, pero solo unos pocos se convierten en crías de tiburón ballena. Se cree que los huevos restantes están allí para que cuando las crías de tiburón ballena nazcan, tengan algo para comer. La hembra del tiburón ballena da a luz a una camada promedio de 12 crías que miden alrededor de 60 cm de largo.

2. Los tiburones ballena crecen rápidamente durante sus primeros años y pronto las crías son extremadamente grandes y, por lo tanto, es menos probable que sean cazadas por depredadores marinos como otras especies de tiburones y orcas. Los tiburones ballena tienden a vivir entre 60 y 80 años, pero se sabe que tienen más de 100 años.

3. Los tiburones ballena son una de las tres únicas especies conocidas de tiburones que filtran el alimento.

4. Prefiriendo las aguas cálidas, los tiburones ballena pueblan todos los mares tropicales. Se sabe que migran cada primavera a la plataforma continental de la costa centro-oeste de Australia. El desove de coral en el arrecife Ningaloo de la zona proporciona al tiburón ballena un abundante suministro de plancton.

5. La cabeza aplanada del tiburón ballena luce un hocico romo por encima de su boca con barras cortas que sobresalen de sus fosas nasales. Su dorso y costados son de color gris a marrón con manchas blancas entre pálidas rayas verticales y horizontales, y su vientre es blanco. Sus dos aletas dorsales se colocan hacia atrás en su cuerpo, que termina en una gran aleta caudal (o cola) de dos lóbulos.

Justificación

En Nayarit, el tiburón ballena se observa principalmente desde La Boca de Camichín, hasta La Boca de Platanitos tanto de forma aislada, así como también en grandes agrupaciones, encontrándose a lo largo de toda la costa del estado de Nayarit. Su presencia se debe a que las plataformas continentales constituyen las áreas más productivas de los océanos, en ellas se capturan la mayor parte de la producción pesquera mundial, tanto de peces como de invertebrados que ocurren en las comunidades pelágicas (González-Vega et al. 2010). Esta alta productividad es consecuencia de las condiciones ambientales favorables de la zona, principalmente por el contacto del continente con el océano y el aporte de surgencias en las márgenes de los océanos, lo que además facilita la accesibilidad para el aprovechamiento no extractivo García-García (2002) y Nelson y Eckert (2007) concuerdan que el 70% de los avistamientos de tiburón ballena. Se presentan durante su alimenta-

ción, resultando en una relación directa entre los avistamientos y las altas concentraciones de zooplancton principalmente copépodos.

La presencia de los tiburones ballena se ha convertido en un atractivo turístico en la región. Además, el número de personas interesadas en ver al tiburón ballena va en aumento, por lo que es necesaria la obtención de información básica sobre la especie para ofrecer con certeza el servicio y regular de manera apropiada la actividad. La escasa información confiable sobre el tiburón ballena y su hábitat frente a las costas del Estado de Nayarit, es el principal factor que ha impedido la materialización de mayores oportunidades para su aprovechamiento y conservación en beneficio de la comunidad local.

OBJETIVO GENERAL

- Fortalecer el sistema de monitoreo de tiburón ballena en la costa de Nayarit, basado en un enfoque participativo de los usuarios locales y con la intervención de estudiantes de bachillerato y licenciatura, con el fin de conservar la especie y establecer estrategias de manejo a mediano y largo plazo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Establecer la distribución y estacionalidad, del tiburón ballena en la costa central de Nayarit; durante la temporada enero del 2017 a junio del 2017.
- Fomentar la participación de estudiantes en proyecto de investigación que contribuyan al cuidado de especies en peligro de extinción.
- Incrementar el catálogo de foto-identificación local de tiburón ballena.
- Conocer la estructura poblacional de los tiburones ballena de Nayarit.
- Estimar la abundancia anual y fidelidad al área.

Área de estudio

La zona costera que comprende desde la parte norte de boca de Camichín hasta Santa Cruz de Miramar, como se observa en la figura 2.

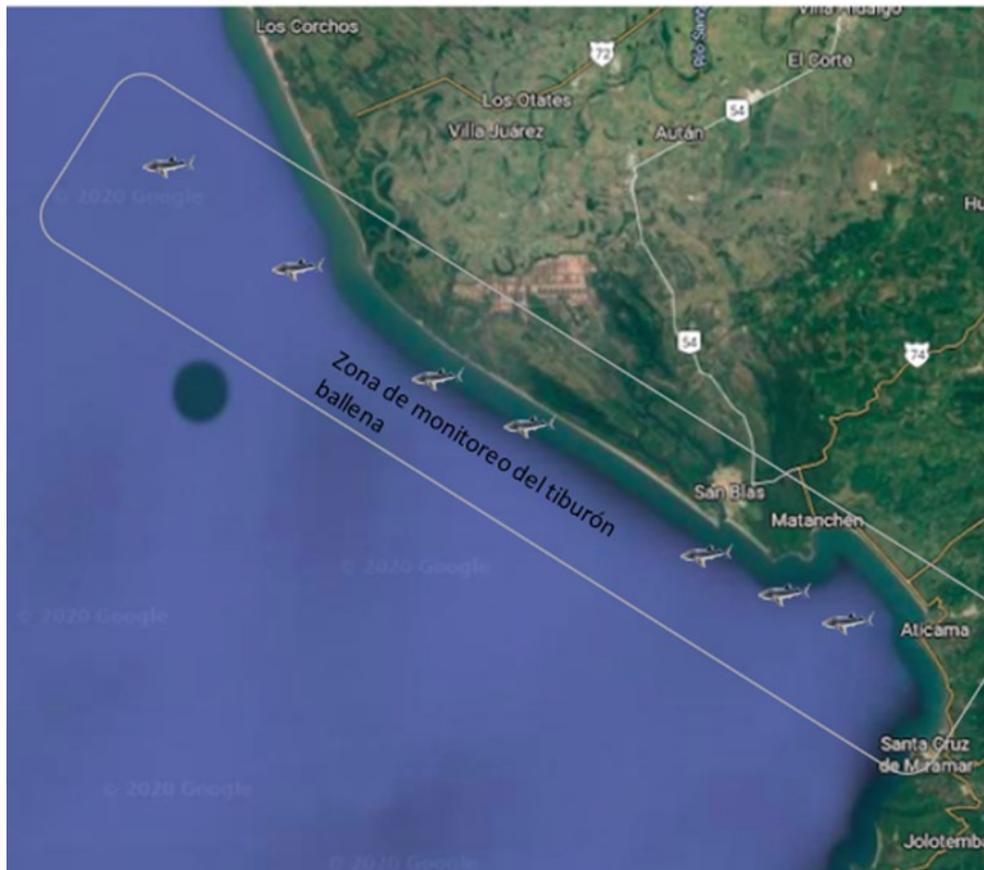


Figura 2. Zona de monitoreo de Tiburón ballena en la costa central de San Blas Nayarit

Diseño metodológico.

Se generarán mapas de la distribución de los tiburones ballena observados y se determinarán los meses de presencia y de mayor abundancia, generando actividades multidisciplinarias para el desarrollo de habilidades y competencias profesionales, disciplinares y genéricas en los estudiantes involucrados, así como competencias docentes en los facilitadores.

Las fotografías se organizarán en una librería fotográfica, para lo cual se clasificarán en 3 grupos basados en el sexo (macho, hembra e indeterminado). Las imágenes se comparan empleando el software computacional I3S (Den Harton y Reijns 2004) y confirmadas visualmente. Esta actividad es motivante para los estudiantes y propicia el desarrollo de habilidades propuestas en los programas de estudio, así como también contribuye al logro

de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales. Y los docentes cumple con las competencias docentes programadas.

Una vez identificados los organismos, se determinará la proporción sexual, y la distribución de tallas. Información relevante en la investigación, pues señala el rumbo en cuanto a predecir la presencia de tiburones ballena en los años venideros y cuidar más el hábitat de estos peces para preservarlos el mayor tiempo posible en beneficio de la vida silvestre y sirva además como ejemplo palpable de lo que se debe hacer a los estudiantes involucrados, ayudando a fortalecer sus competencias formativas.

Para identificar a los tiburones se siguió la metodología planteada en (Ramírez, 2012) donde a cada organismo se le miden:

- 1) la longitud total (LT) con una cinta métrica y/o mediante la comparación de la embarcación,
- 2) la altura de la primera aleta dorsal (AD1) con ayuda de un tubo de PVC previamente marcado, además,
- 3) se determina el género por la presencia o ausencia de mixopterigios, en algunos casos no se puede determinar el género, por lo que estos tiburones se consideraron dentro de la categoría de indeterminado y
- 4) se anotan características de manchas o patrones de coloración y cicatrices.

Simultáneamente se toma un video y/o fotografía utilizando cámara subacuática de video y/o una cámara fotográfica subacuática.

La foto-identificación se realiza con base en la metodología propuesta por Taylor (1994) siendo

importante el área posterior a las aberturas branquiales izquierdas.

La técnica de foto-identificación fue complementada con el marcaje convencional, dado que en esta localidad la visibilidad en algunas ocasiones es muy mala. Las marcas son de lámina de plástico amarillo numeradas secuencialmente. Cada marca es sujeta en la base por un monofilamento, el cual a su vez une a la marca con un ancla de acero inoxidable que entra en el tiburón y sujeta a la marca (Ramírez, 2012). Todos los tiburones fueron marcados del lado izquierdo en la base de la aleta dorsal, usando equipo básico de buceo y mediante el empleo de un arpón hawaiano (Ramírez, 2012).

En la tabla 1 se muestra el cronograma de actividades realizadas en el proyecto

Tabla 1. Cronograma de actividades

	Actividad	Meses*											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Obtención de permiso ante la DGVS.	X	X										
2	Adquirir equipo básico de monitoreo.			X									
3	Realizar viajes de monitoreo de tiburón ballena.				X	X	X	X	X	X			
4	Informe de avances.			X			X			X			
5	Analizar los resultados.				X	X	X	X	X	X	X		
6	Analizar los resultados e integrar un reporte anual.												X

La figura 3 muestra el método para medir la longitud del tiburón ballena por el grupo Chacón utilizando una cinta flotante.

Los datos tomados en todos los muestreos fueron registrados en una bitácora de campo diseñada para tal efecto, como se muestra en la figura 4.

RESULTADOS

De enero del 2017 a junio del 2017 se realizaron 12 salidas de campo. Las observaciones en campo se llevaron a cabo desde embarcaciones tipo panga, con todas las medidas de seguridad que indica capitania de puerto.

DISTRIBUCIÓN Y ESTACIONALIDAD.

A partir de diciembre del 2016 se nos comenzaron a observar organismos por la zona, a partir de las primeras salidas en el mes de enero se comenzaron a observar los organismos con mayor frecuencia.

En total se registraron 157, cabe mencionar que no todos los 157 mencionados se observaron en las salidas programadas, algunos de ellos fue-

ron vistos por prestadores que nos avisaban e íbamos en ese momento, otros que los prestadores nos ayudaban a tomar datos, cuando no podíamos ir, fortaleciendo la colaboración, el trabajo en equipo y mejorando los ambientes entre los involucrados.

El mes con mayor número de registros fue febrero con un total de 48 avistamientos, con un máximo de 12 tiburones registrados en un día.

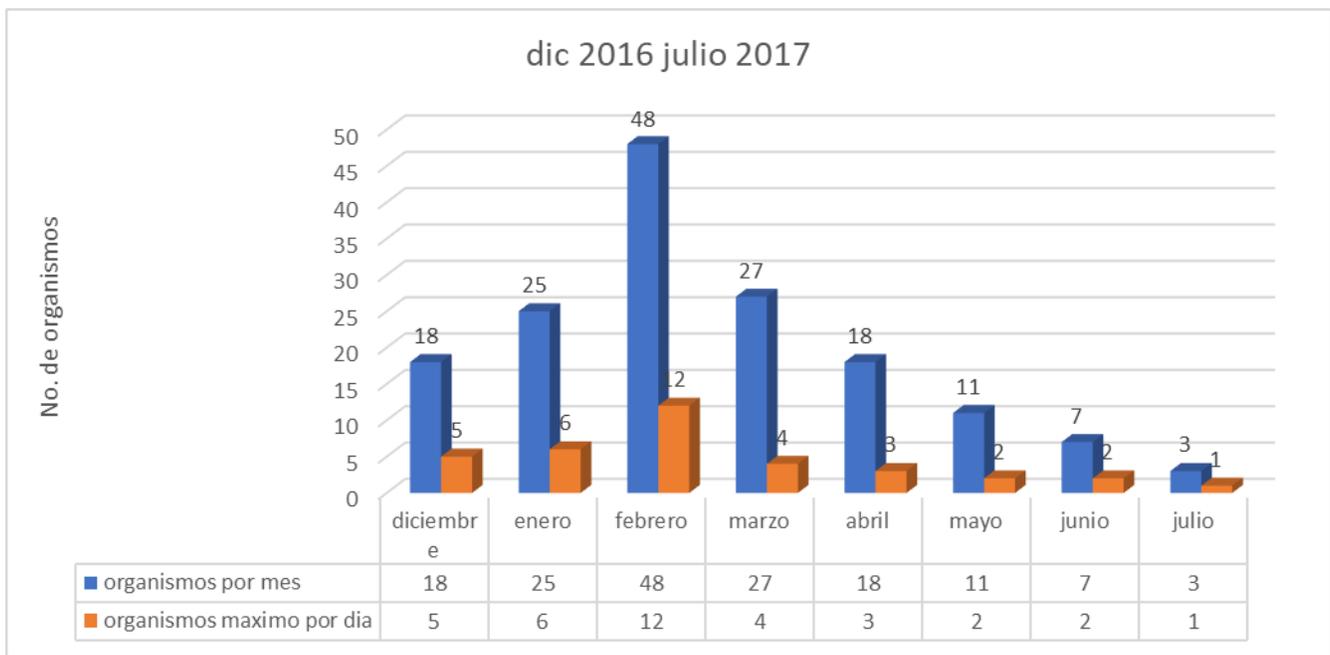


Figura 5. Avistamientos de Tiburones ballena por mes y máximos visto en un día.

Se observaron tiburones ballena en casi toda la costa de San Blas; Nayarit, sin embargo, las mayores agregaciones se observaron cerca de la desembocadura de los ríos y alimentándose en las corrientes.

DISTRIBUCIÓN

Nota: No toda la información esta procesada, pero la frecuencia donde fueron observados coincide donde están las desembocaduras de los ríos, donde el choque de la corriente de baja mar que se abre paso desde los ríos y esteros en el

océano cercano a estas desembocaduras, generando un choque de corrientes donde casi siempre la especie está en la actividad de alimentación, ya que allí es donde se concentra el plancton, alimento de esta especie. en solitario o en ocasiones en grupos de hasta 12 o más ejemplares. En la figura 6, se presenta un adelanto de la distribución espacial. Falta de procesar toda la información.

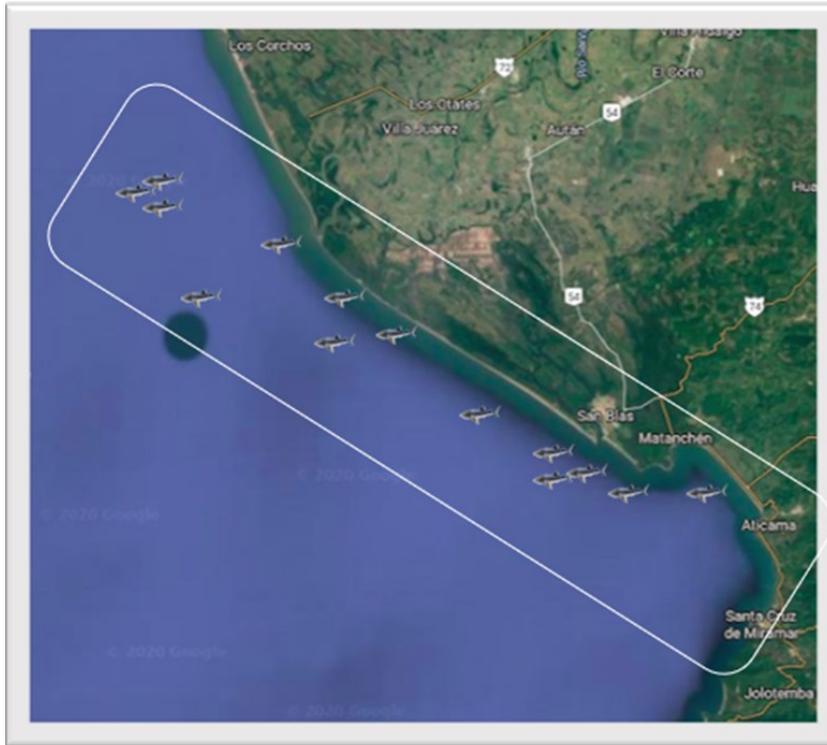


Figura 6. Distribución del tiburón ballena en la zona

FOTO-IDENTIFICACIÓN y ESTRUCTURA POBLACIONAL.

Debido a la mala visibilidad y se tienen ciertas dificultades para la toma de la foto, pero con todo eso se tomaron fotos muy buenas, se lograron foto-identificar algunos, se está conformando el catálogo de foto-identificación de los tiburones

ballena observados como se presente la oportunidad. En la figura 7 se muestran algunas capturas.

La temperatura es un variable que siempre se mide, los datos que arrojó durante las salidas de monitoreo fueron los siguientes (Figura 8), para ello se utilizó un termómetro de cubeta.



Figura 7a. Muestras en diferentes fechas



27 feb 2017



19 may 2017



22 dic 2017



15 mar 2017



13 feb 2017



13 abril 2017

Figura 7. Muestras en diferentes fechas

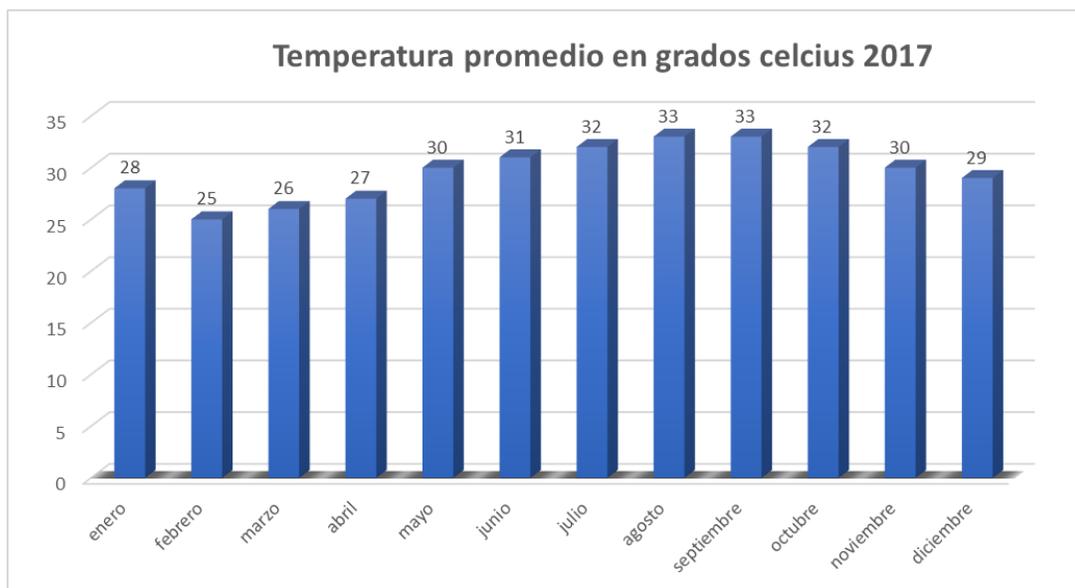


Figura 8. Temperaturas en la zona de observación

Impacto del proyecto

En el plantel	El mayor impacto en la escuela es con los estudiantes, se involucran de manera directa se les nota el interés por permanecer en el proyecto sobre todo cuando si en su salida se observó a un organismo de tiburón ballena o más, el interés por la conservación de la vida silvestre.
En la comunidad	Algunos operadores turísticos de la comunidad aprovechan desde hace unos años la presencia de los tiburones ballena como un atractivo turístico que complementa sus viajes turísticos. Sin embargo, el número de personas interesados en ver al tiburón ballena va en aumento, por lo que es necesaria la continuación de obtención de información básica sobre la especie para ofrecer y regular de manera apropiada la actividad. ¿Cuándo llegan los tiburones ballenas? ¿Cuáles son los sitios mas frecuentados por los tiburones? ¿Cuántos son los que llegan? ¿Qué meses están en nuestras costas?, son algunas de las preguntas que los prestadores se generan, y si se tiene la información correcta ellos pueden ofertar un servicio de calidad y certero, ayudando en la economía familiar en gran medida y con una buena difusión los turistas llegarían en más número y la economía de la comunidad mejoraría. Al mismo tiempo con esta información tendríamos la oportunidad de comprender, conservar la especie y el habitat con más veracidad.

Referencias

- Clark, E y D.R. Nelson. 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Env. Biol. Fish.* 50:63-73
- Coleman, J. 1997. Whale shark interaction management, with particular reference to Ningaloo Reef Marine Park, 1997-2007. Western Australia Wildlife Management Program No. 27.
- Den Hartog, J. y R. Reijns. 2004. Interactive Raggie Identification System, Manual.0.2. 28p.
- González-Vega H., J.P. González-Hermoso, R. Murrillo-Olmeda., 2010. Propuesta de plan de manejo para realizar aprovechamiento extractivo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en el estado de Nayarit.
- García-García, B.M., 2002. Relación entre la biomasa zooplantónica y los avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*; Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C.
- Ketchum, J.T. 2003. Distribución espacio temporal y ecología alimentaria del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Bahía de La Paz y zonas adyacentes en el suroeste del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR. B.C.S., México. 91p.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. (2010). Norma Oficial Mexicana Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. DOF. 78 pp.
- Ramírez, D., Meekan M., de la Parra, R., Remolina, F., Trigo, M., Vázquez, R. (2012) Patterns in composition and abundance of whale sharks (*Rhincodon typus*) near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology.* 80: 1401-1416.
- Smith, A. 1828. Descriptions of new or imperfectly known objects of the animal kingdom, found in the south of Africa. *S. Afr. Commercial Advertiser*, 3(145):2.
- Taylor, J. 1994. Whale sharks, the giants of Ningaloo Reef. Angus & Robertson. Sydney. 176p.



Legislación acuícola: Un análisis de las leyes y derechos de pagos que afectan el desarrollo de la acuicultura

Aquaculture Legislation: An Analysis of Laws and Payment Rights Affecting Aquaculture Development

Mu-Rivera, Emilio^{a*}, Ruíz-Velazco, Javier M. J.^a, González-Huerta, Claudia A.^a, Isirdia-Pérez, Elifonso^a

^aEscuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit

***Autor de correspondencia: Emilio Mu-Rivera.**

Recibido: 10 de noviembre de 2020

Aceptado: 29 de diciembre de 2020

RESUMEN

En el presente trabajo, se hace un análisis de las diferentes leyes que intervienen en materia de pesca y acuicultura. Se llevó a cabo una revisión de las leyes actuales con la finalidad de establecer sus alcances y cómo afectan a la acuicultura. De acuerdo con el análisis realizado de dichas leyes, existe una serie de inconvenientes para que la acuicultura se desarrolle de manera más eficiente. Se concluye que las leyes deben ser actualizadas, así como también las normas oficiales mexicanas, tampoco es necesario tantos instrumentos legales que prevean trámites para la actividad acuícola, deben de estar previstos en su generalidad en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Palabras clave: Legislación acuícola, Derechos, Acuicultura

ABSTRACT

In this work, an analysis is made of the different laws involved in fisheries and aquaculture. A review of current laws was carried out to establish their scope and how

they affect aquaculture. According to the analysis carried out of these laws, there are a number of drawbacks for aquaculture to develop more efficiently. It is concluded that the laws must be updated as well as the official Mexican rules, not is it necessary so many legal instruments that provide for formalities for aquaculture activity, they must be generally provided for in the General Law on Sustainable Fisheries and Aquaculture.

Keywords: Legislación acuícola, Derechos, Acuicultura

Introducción

El Devenir histórico de la humanidad, se caracteriza por sus avances y por ende cambios en todos los sentidos y niveles, por citar uno, a nivel global, la pandemia ocasionada por el covid 19, que obligó a la comunidad científica mundial, en tan solo ocho meses de su propagación, a un forzado avance tecnológico que se desarrollaría durante los próximos cinco años, ejemplo es propio del área médica, pero es una realidad que estamos viviendo.

La acuicultura también ha evolucionado en términos de la innovación tecnológica y de adaptación, para establecer una producción sustentable para enfrentar los cambiantes requerimientos de los mercados. Desde la década de los ochenta, la acuicultura ha sido el motor del crecimiento en la producción total mundial de pescado, en tanto que la producción de captura se ha estancado (FAO, 2020), situación que principalmente se debe a los altos costos de los insumos para las actividades de pesca, aunado a la sobre explotación de las pesquerías.

El Banco Mundial (BM) ha desarrollado un modelo que simula los resultados de las interacciones entre países y regiones, y ha realizado proyecciones de la oferta y la demanda mundial de productos de la pesca de captura y de la acuicultura hacia el año 2030.

En el mismo orden de ideas, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su reporte de Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura del año 2020, señala que en el 2030 60% de los productos para consumo humano directo será de acuicultura y crecerá del 2016 al 2030; en China, 31.1%; África, 61.2%; América latina y el Caribe, 49.2%; México, 42.6%, y Brasil, 89%.

Como podemos apreciar, México es un digno representante en materia acuícola a nivel mundial por sus estándares de crecimiento, sin embargo, dicha evolución de manera tan dinámica y en corto plazo, en México se ha rebasado el marco legal en materia acuícola, presentando por ende una serie de inconvenientes, entre otros, las normas regulatorias y no de impulso, que su regulación se encuentra en diversos cuerpos de leyes de manera indebida, lo que ocasiona confusión, gastos y tiempo en los proyectos productivos acuícolas y pesqueros, normativa con inconsistencias, omisiones y excesos, lo que sin duda conlleva a que de manera inmediata hacer una serie de reformas, adiciones, modificaciones, derogaciones e incluso abrogaciones a distintos cuerpos de leyes, aunado a las propias actualizaciones que deben imponerse a las Normas Oficiales Mexicanas en materia acuícola para hacer más dinámico y efectivo a dicho sector de producción.

Análisis de sus leyes

Sin duda, y a mayor efectividad en todos los aspectos el órgano rector en materia acuícola y de pesca, debe ser la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), sin embargo, dicho instrumento adolece de muchos factores, aunado a que diversos instrumentos legales contienen aspectos que deben ser propios del citado cuerpo de leyes, lo que origina, una serie de trámites burocráticos tardados costosos y engorrosos a quienes pretenden iniciar o crecer en el

multicitado sector primario.

Refiriéndonos a los cambios que deben efectuarse con urgencia en la normatividad pesquera, por citarlos:

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables

Es una norma poco clara, centrada en los aspectos regulatorios y que tiene un limitado enfoque de fomento, contempla fundamentalmente al subsector de la pesca, extendiendo sus conceptos hacia la acuicultura. Si bien esta norma declara la elevada prioridad de la acuicultura, establece pocos instrumentos o medidas concretas de fomento, y no precisa sus alcances y estructura constitutiva, dejando a las instancias del Ejecutivo una amplia discrecionalidad para la definición y aplicación de dichos instrumentos.

Se tiene que reformar la citada Ley para privilegiar el enfoque de fomento sobre el de regulación y que se originen cambios en los procedimientos administrativos. En donde las concesiones y permisos sean considerados como instrumentos para dar certidumbre a la producción y jurídica a los productores, más que como mecanismos de regulación.

Ley de Desarrollo Rural Sustentable

Esta ley independientemente del sentido que dice contener en relación con la acuicultura y la pesca, en realidad se orienta claramente a los sectores agrícola y pecuario. Si bien las medidas de carácter general contenidas en esta ley pueden aplicarse a la pesca y a la acuicultura, al estar diseñadas para atender las necesidades y características de otras actividades rurales, resultan frecuentemente poco aplicables o irrelevantes para el subsector acuícola, dicho instrumento jurídico se debe orientar solamente a la agricultura, a la ganadería y, en su caso, a la silvicultura, así como al sector rural en general, por lo que y como ya se señaló con antelación,

debe ser la LGPAS, la que amplíe y precise los instrumentos de fomento que dan soporte a la actividad, teniendo y como debe ser, en una sola ley, el marco normativo sustantivo de la pesca y la acuicultura.

Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley de manera indebida e inexplicable y de una manera por demás contradictoria, es que considera la baja prelación de uso del agua para acuicultura, habida cuenta de que la acuicultura por cuestiones obvias y de sentido común, requiere del agua para su realización con mayor premura que la ganadería o la agricultura y que, además, no consume agua, la concesión y asignación del agua para uso acuícola debe tener una mejor prelación que la de ganadería y la agricultura.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,

Esta Ley contempla de manera general que cualquier actividad susceptible de contaminar el medio ambiente con sus descargas, debe realizar un tratamiento de estos desechos. La naturaleza semejante de la acuicultura, de la agricultura y de la ganadería, conduce a requerir a esas actividades la realización de un tratamiento de sus aguas residuales, no hay una razón objetiva para aplicar a la acuicultura normas más exigentes que implican mayores costos que las correspondientes a las actividades agropecuarias, tal como lo establece esta ley. Es importante señalar que la acuicultura tiene, en general, descargas menos contaminantes que las correspondientes a otras actividades primarias, en materia de impacto ambiental. La Semarnat emite una autorización para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, de igual manera, en este aspecto la acuicultura tiene un tratamiento diferente, más agresivo, cuando en realidad debería tener el mismo trato que la agricultura y la ganadería, por tener las mismas características de sectores primarios.

La Ley Federal de Derechos

Esta Ley establece cobros elevados para el uso acuícola del agua, cuando en realidad debería

ser, pero sobre todo debe ser, que el tratamiento fiscal sobre el agua para uso acuícola sea igual al que reciben las actividades agropecuarias. En materia de **Derechos por el otorgamiento de concesiones**, se debe legislar, al igual que las otras materias referidas con antelación, que respecto al otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones para realizar actividades acuícolas, se modifique eximiendo a la acuicultura del pago de derechos por dicho trámite, como sucede con las actividades agrícolas y ganaderas. De manera indebida e inexplicable, se exceptúa a las actividades agrícolas y pecuarias del pago de derechos por la expedición de títulos de concesión o asignación de aguas, así como los permisos para las descargas de aguas residuales, pero curiosamente las actividades acuícolas no se contemplan en dichos beneficios cuando el trato debería ser igualitario, es decir, que también dichas actividades acuícolas sean sujetas a este régimen de excepción.

En el mismo orden de ideas, en relación con los **Derechos por la expedición de certificados**, se establecen una serie de cobros, relacionadas con la expedición de certificados de sanidad acuícola, cuando en realidad con el afán de estimular dicho sector primario de producción, se deben, como estímulo, eliminar los cobros a la emisión de estos certificados. Igualmente, y cómo podemos percatarnos, el sector acuícola es un tanto marginado, golpeado, pero sobre todo con una legislación caduca, obsoleta e inoperante, pues de igual manera y como viene sucediendo con los derechos que anteceden el **Derechos por descargas de agua residual**, en materia acuícola tiene la obligatoriedad del pago por dichas descargas, cuando debería estar exento de dicho pago, como se establece para las descargas provenientes del riego agrícola.

Ley de Energía para el Campo

Igualmente se requiere el mismo trato y que el precio de la energía para bombeo y rebombeo acuícola sea el mismo que el correspondiente a las actividades agrícolas y ganaderas

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Como se mencionó al inicio, se debe de concentrar en un solo instrumento (como la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables), todo lo relacionado a la acuicultura y la pesca, y no como se contempla actualmente. En muchos instrumentos jurídicos, diversos aspectos acuícolas y pesqueros, e incluso, en el ordenamiento que nos ocupa, por citar algo, requiere de una estructura gubernamental especializada y apropiada. En el caso de la actividad acuícola y pesquera, la actual estructura administrativa del Gobierno Federal a cargo de la aplicación de la LGPAS muestra serias debilidades para llevar a cabo las tareas que le corresponden en los términos del contenido de dicho ordenamiento. Por citar una, la figura jurídica de la Comisión Nacional de la Pesca (CONAPESCA), como órgano desconcentrado de la SAGARPA, es poco apropiada para llevar a cabo funciones de autoridad en una de las áreas sustantivas de la SAGARPA, cuando lo viable y apropiado debería recaer en una subsecretaría de Acuicultura y Pesca o, un organismo descentralizado con personalidad jurídica propia.

Lo anterior nos deja entrever que efectivamente, la evolución tan dinámica de la acuicultura en el caso de México, fue sorpresiva, dejando un marco legal, caduco, inoperante, viejo, obsoleto etc., que requiere con urgencia actualizarse para bien del sector y los productores, que dé certeza tanto en la producción como la jurídica, que haga realidad que nuestros representantes ciudadanos, con muy poca atención, o mejor dicho casi nula, para abordar el tema en las legislaturas correspondientes, porque es una realidad que el sistema jurídico de la acuicultura y la pesca debe estar acorde a su crecimiento, ya que es un sector que merece la atención institucional por lo que representa, que son fuentes de empleo, alimentación y riqueza, sin duda y ante una legislación más dinámica, precisa, objetiva, el sector se vería más arropado por la empresa mexicana.

Es importante que nuestros legisladores federales por conducto de las Comisiones de Pesca del Senado y de la Cámara de Diputados,

contraten asesores sabedores de la materia acuícola y pesca, ya que este sector de la producción primaria de suma importancia por su crecimiento agigantado, se rige bajo Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, caducas, obsoletas y por ende inoperantes, por lo que urge una actualización a través de método que aplique, ya sea adiciones, reformas, modificaciones, derogaciones o abrogaciones a los cuerpos de leyes multicitados, lo requiere el sector, un sector en pleno auge de crecimiento al cual no se le ha dado su lugar en materia legislativa. Como podemos apreciar las propias NOM son arcaicas, las que se presume que en cualquier momento pueden, pero sobre todo deben ser actualizadas, caso concreto las que se aprecian en las citas.

Conclusión

Sin duda, y como se aprecia del análisis de los diferentes instrumentos legales citados en el cuerpo del presente, la legislación mexicana, no está acorde al crecimiento dinámico que tiene la acuicultura en nuestro país, urge una actualización a la legislación y a las propias Normas Oficiales Mexicanas, pero sobre todo, lo más conveniente es que no es necesario que en tantos instrumentos legales se prevean trámites para la actividad acuícola, deben de estar previstos en su generalidad en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Literatura consultada

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

FAO. (2020). Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2020. Versión resumida de la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

Marco Jurídico Normativo para el Desarrollo de la Acuicultura en México, Arturo Reyes Delgadillo, Hugo Gámez Flores y Pablo Reyes Lomelín, México Junio de 2015, Servicios Editoriales, Sociedad cooperativa de R.L. de C.V.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes e las descargas de aguas residuales en bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos en el territorio nacional.

Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable para el Estado de Nayarit. Última reforma periódico oficial 21/12/18.

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Última reforma DOF. 24/04/18.

Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Última reforma DOF. 12/04/19.

Ley de Aguas Nacionales. Última Reforma DOF. 06/01/20.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Última reforma DOF. 05/06/18.

Ley Federal de Derechos. Última reforma DOF. 08/12/20.

Ley de Energía para el Campo. Última reforma DOF. 10/12/20.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Última reforma DOF. 07/12/20.



A los autores:

La revista **Acta Pesquera** de la Unidad Académica, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit publica artículos originales sobre investigación en ciencia pesquera y ciencias del mar para presentar a la comunidad científica, a la industria, a las autoridades y al público en general los avances y resultados en estas ciencias.

La revista publicará dos números por volumen anual, conteniendo trabajos arbitrados de autores que trabajen en centros nacionales y extranjeros.

Los artículos deben ser concisos y claros para agilizar su arbitraje y difusión. La extensión del artículo no deberá exceder 20 páginas (tamaño carta mecanografiadas a doble espacio, incluyendo texto, figuras y tablas). Solo en casos especiales se publicaran artículos mayores; se aceptan comunicaciones breves de especial interés científico siempre y cuando contenga datos suficientes para demostrar resultados confiables y significativos.

Orden de presentación y características:

1. Título.
2. Nombre(s) del (los) autor(es), máximo cinco.
3. Institución(es) donde se realizó la investigación y direcciones de la(s) misma (s).
4. Resumen: síntesis de los resultados en menos de 300 palabras.
5. Palabras clave: cinco como máximo.
6. Abstracts and key words: el autor proporcionará resumen y palabras clave traducidas, aunque solicite la traducción del

artículo a la revista.

7. Texto: los encabezados de las secciones principales se escriben sólo con mayúsculas, los de las subsecciones con mayúsculas y minúsculas; la primera vez que se menciona una especie se incluye el nombre científico completo en cursivas, con autoridad taxonómica y año; se usará el Sistema Internacional de Unidades, abreviando las unidades sin punto final.
8. Agradecimientos.
9. Referencias. Se listan alfabética y cronológicamente todas las mencionadas en el texto. Los nombres de las revistas, libros, simposio o universidades (en el caso de tesis o informes internos) se imprimirán en negritas y los de espacios en cursivas.

Ejemplos de citas bibliográficas:

Caddy John F. (1989). Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management. FAO, Rome, Italy. 13, 281-300

Murillo, Janette M., Osborne, Robert H., Gorsline, Down S. (1994). Fuentes de abastecimiento de arena de playa en isla Creciente, Baja California Sur, México; Análisis de Fourier para forma de grano. Ciencias Marinas 20(2) 243-262.

Ken Horwas (1991). Financial Planning Commercial Fishermen Lance Publications the United States of America. Pag

Kesteven G. L. (1996). A fisheries science approach to problems of world fisheries or; three phases of an industrial revolution. Fisheries Research 25, 5-17 Australia.

10. Apéndices (si los tiene).
11. Tablas: presentadas en hojas separadas, con un título breve y sin líneas verticales.
12. Pies de figura: escritos en hoja aparte, no en la ilustración.
13. Figuras: las originales en tinta negra sobre papel no poroso. Los detalles e inscripciones deben tener un tamaño adecuado para conservar su precisión al reducirse a un cuarto de página. La anotación del número de cada una y el apellido del autor se hace con lápiz en las mismas. Las fotografías se utilizan sólo si aportan un dato o conclusión que no pueda presentarse de otra forma. Deben ser positivas y con buen contraste; pueden publicarse en color cuando sea necesario.
14. Título para encabezado de páginas: con 60 caracteres como máximo y lo más parecido al título completo.

El trabajo original y tres copias deben dirigirse al coordinador editorial de **Acta Pesquera**, Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra, jtulloa@uan.edu.mx, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Apartado Postal 10 San Blas Nayarit, CP. 63740, Fax 01 (323) 2 31-21-20 y 01 (311) 2 18 20 14.

Cada colaboración se acompañará de una declaración escrita en la que se especifique que no ha sido publicada y que no se someterá simultáneamente a otras publicaciones.

El proceso de aceptación de un artículo, cuando el autor demore más de seis meses en responder a las sugerencias del editor y/o revisores dicho artículo será dado de baja. En caso de que se desee que sea considerado para publicación posterior, se iniciará el proceso de

revisión desde el principio y el trabajo será sujeto a nuevo arbitraje.

Una vez aceptado el artículo, se debe proporcionar un archivo con la grabación del mismo, capturado en cualquier procesador de texto compatible con Word para Windows de preferencia

Los autores reciben una prueba final tipografiado antes de su publicación y son responsables de esta revisión final.

Los artículos aceptados por **Acta Pesquera** pasan a ser propiedad de esta y no se regresan los originales.

Se proporcionaran 5 reimpresos gratuitos del artículo a el (los) autor(es).



Scientific Indexing Services



Directory of
Research Journal
Indexing

A los autores:

La revista **Acta Pesquera** de la Unidad Académica, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit publica artículos originales sobre investigación en ciencia pesquera y ciencias del mar para presentar a la comunidad científica, a la industria, a las autoridades y al público en general los avances y resultados en estas ciencias.

La revista publicará dos números por volumen anual, conteniendo trabajos arbitrados de autores que trabajen en centros nacionales y extranjeros.

Los artículos deben ser concisos y claros para agilizar su arbitraje y difusión. La extensión del artículo no deberá exceder 35 páginas (tamaño carta mecanografiadas a doble espacio, incluyendo texto, figuras y tablas). Solo en casos especiales se publicaran artículos mayores; se aceptan comunicaciones breves de especial interés científico siempre y cuando contenga datos suficientes para demostrar resultados confiables y significativos.

Orden de presentación y características:

1. Título.
2. Nombre(s) del (los) autor(es), máximo cinco.
3. Institución(es) donde se realizó la investigación
4. Resumen: síntesis de los resultados en menos de 300 palabras.
5. Palabras clave: cinco como máximo.
6. Abstracts and key words: el autor proporcionará resumen y palabras clave traducidas, aunque solicite la traducción del

artículo a la revista.

7. Texto: los encabezados de las secciones principales se escriben sólo con mayúsculas, los de las subsecciones con mayúsculas y minúsculas; la primera vez que se menciona una especie se incluye el nombre científico completo en cursivas, con autoridad taxonómica y año; se usará el Sistema Internacional de Unidades, abreviando las unidades sin punto final.
8. Agradecimientos.
9. Referencias. Se listan alfabética y cronológicamente todas las mencionadas en el texto. Los nombres de las revistas, libros, simposio o universidades (en el caso de tesis o informes internos) se imprimirán en negritas y los de espacios en cursivas.

Ejemplos de citas bibliográficas:

Caddy John F. (1989). Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management. FAO, Rome, Italy. 13, 281-300

Murillo, Janette M., Osborne, Robert H., Gorsline, Down S. (1994). Fuentes de abastecimiento de arena de playa en isla Creciente, Baja California Sur, México; Análisis de Fourier para forma de grano. Ciencias Marinas 20(2) 243-262.

Ken Horwas (1991). Financial Planning Commercial Fishermen Lance Publications the United States of America. Pag

Kesteven G. L. (1996). A fisheries science approach to problems of world fisheries or; three phases of an industrial revolution. Fisheries Research 25, 5-17 Australia.

10. Apéndices (si los tiene).
11. Tablas: presentadas en hojas separadas, con un título breve y sin líneas verticales.
12. Pies de figura: escritos en hoja aparte, no en la ilustración.
13. Figuras: las originales en tinta negra sobre papel no poroso. Los detalles e inscripciones deben tener un tamaño adecuado para conservar su precisión al reducirse a un cuarto de página. La anotación del número de cada una y el apellido del autor se hace con lápiz en las mismas. Las fotografías se utilizan sólo si aportan un dato o conclusión que no pueda presentarse de otra forma. Deben ser positivas y con buen contraste; pueden publicarse en color cuando sea necesario.
14. Título para encabezado de páginas: con 30 caracteres como máximo y lo más parecido al título completo.

El trabajo original y tres copias deben dirigirse al coordinador editorial de **Acta Pesquera**, Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra, jtulloa@uan.edu.mx, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Apartado Postal 10 San Blas Nayarit, CP. 63740, Fax 01 (323) 2 31-21-20 y 01 (311) 2 18 20 14.

Cada colaboración se acompañará de una declaración escrita en la que se especifique que no ha sido publicada y que no se someterá simultáneamente a otras publicaciones.

El proceso de aceptación de un artículo, cuando el autor demore más de seis meses en responder a las sugerencias del editor y/o revisores dicho artículo será dado de baja. En caso de que se desee que sea considerado para publicación posterior, se iniciará el proceso de

revisión desde el principio y el trabajo será sujeto a nuevo arbitraje.

Una vez aceptado el artículo, se debe proporcionar un archivo con la grabación del mismo, capturado en cualquier procesador de texto compatible con Word para Windows de preferencia

Los autores reciben una prueba final tipografiado antes de su publicación y son responsables de esta revisión final.

Los artículos aceptados por **Acta Pesquera** pasan a ser propiedad de esta y no se regresan los originales.

Se proporcionaran 5 reimpresos gratuitos del artículo a el (los) autor(es).





2395-8944