

DIVULGACIÓN ACUÍCOLA

Año 13 No.63 Revista Noviembre 2024



**Nutrientes y mineralización
en acuaponía simbiótica**

**Invitación a postularse con
artículos para la revista**

DIVULGACIÓN ACUÍCOLA

**En Divulgación Acuícola
queremos construir una
comunidad interactiva, por ello
invitamos a colaborar con
artículos de su autoría del sector
Acuícola-Pesquero.**

revistadivulgacionacuicola@gmail.com



2024



La acuicultura está en Divulgación

Año 13 Número 63 Noviembre 2024

Fabián García V.

Coordinación Editorial:

Guillermo Ávila.

Consejo asesor:

Dr. Sofía Santos G.

Ing. Pesq. Antonio Avila O.

MVZ. Yoshio Ivan Macswiney R.

Ocean. Martín Bustillos R.

MVZ. Ángel García H

Biol. Roberto Carlos Domínguez G.

Roberto Flores Sánchez

Diseño y formación:

Martha García.

Comercialización:

Ulises Alcántara

Tecnología de cómputo

M en T.C. J. Jesús Contreras V.

Divulgación Acuícola

Publicación mensual de Fabián García Rodríguez, responsable de edición y distribución. Fecha de impresión: Noviembre 2024

revistadivulgacionacuicola@gmail.com

Certificado de Reserva de derechos al uso exclusivo núm. 04-2016-050313082200-102 Número de Certificado de Licitud de Título y contenido No. 16487

Cada artículo es responsabilidad del autor.

Fotografía de Portada
BOFISH

Contenido

- 4 Explorando el Potencial Acuícola de Comondú: Oportunidades y Desafíos para un Desarrollo Sostenible
- 8 Contaminantes Emergentes de tipo Químicos en la Acuicultura
- 12 Corvina pinta (*Cynoscion nebulosus*): Una especie con potencial para la acuicultura marina en el sureste de México.
- 14 2024 un año de serenidad para la ostricultura Sinaloense
- 16 Nutrientes y mineralización en acuaponía simbiótica
- 21 “Implementación de un sistema acuapónico de traspatio como proyecto integrador en el Instituto Universitario Altum Verum”
- 22 VIRUS DE LA MANCHA BLANCA EN CAMARÓN, REVISIÓN DOCUMENTAL, HISTORIA NATURAL, ANÁLISIS Y VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICOS
- 34 El cultivo de abulón azul en la Península de Baja California Sur
- 36 Diversidad de la ICTIOFAUNA de playa Navarro, Veracruz México

13 Aniversario

Explorando el **Potencial Acuícola** de Comondú:

Oportunidades y Desafíos para un **Desarrollo Sostenible**

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. Esta actividad emerge como una solución prometedora para enfrentar los desafíos globales de seguridad alimentaria, desarrollo económico sostenible y conservación de ecosistemas marinos, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. México, con su rica diversidad climática y biológica, se destaca como uno de los países con mayor potencial para el desarrollo de la acuicultura. En particular, el noroeste mexicano, situado en una de las zonas de mayor productividad biológica de Norteamérica y en una de las cuatro regiones pesqueras más importantes del mundo, destaca por su abundancia de recursos pesqueros.

En este contexto, la presente investigación se centró en el municipio de Comondú, Baja California Sur, con el objetivo de identificar de forma preliminar el potencial acuícola en su zona

litoral. Se consideraron las vocaciones locales, los factores ambientales predominantes y los posibles riesgos socio-ecológicos asociados al desarrollo de la acuicultura, todo ello bajo un enfoque de desarrollo sostenible. Para alcanzar estos objetivos, se empleó una metodología basada en el análisis de información de fuentes secundarias, que incluyó la revisión de documentos, páginas web, bases de datos y otros recursos pertinentes relacionados con el sector acuícola nacional y local.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (1936), Comondú experimenta un clima predominantemente árido y semicálido, de tipo BWh(x'). Según datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de 2024, la temperatura media registrada desde 2010 hasta 2020 fue de 23°C. Durante el año 2020, los meses más fríos fueron enero y diciembre, con una temperatura promedio de 16.4°C cada uno, mientras que agosto se destacó como el mes más cálido, con una temperatura



Foto: Armando Monge

media de 31.3°C. En cuanto a la precipitación, el promedio anual de 2010 a 2020 fue de aproximadamente 181.6 mm. Durante este periodo, el mes con la precipitación promedio más alta fue septiembre, con alrededor de 79.7 mm, mientras que mayo registró la precipitación más baja, con un total de 5 mm en esos 10 años. La temperatura superficial del mar es de 18°C en promedio (SMN, 2024). Con el fin de tener una primera prospección que permitiera identificar los factores ambientales prevaletentes en la zona, en el presente estudio se analizaron datos de los últimos veinte años sobre la temperatura superficial del agua marina y la concentración de clorofila en la zona de estudio. Se encontró que la temperatura mínima es de alrededor de 18°C en invierno (enero), mientras que en los meses de agosto y septiembre se pueden registrar temperaturas de hasta 31°C (ver Fig. 1). En cuanto a la productividad primaria, se realizó un análisis de clorofila y se encontró que las concentraciones presentan picos de hasta 15 mg/m³ entre abril y octubre, disminuyendo en el periodo invernal, con valores por debajo de 5 mg/m³ (NOAA, 2024), mostrando un claro comportamiento estacional a lo largo del año.

Se identifican como principales vocaciones locales la agricultura, la pesca, el turismo ecológico y, de manera incipiente, la ostricultura, que ha experimentado un crecimiento importante en la última década. Las condiciones ambientales de los complejos lagunares de Bahía Magdalena y Bahía Almejas representan una base favorable para el cultivo de moluscos. Sin embargo, se observa como posible riesgo socioambiental el rápido crecimiento con escasos estudios de capacidad de carga en las zonas con potencial y la ausencia de un plan de ordenamiento y capacitación en temas técnicos y de educación ambiental.

Aunque las condiciones ambientales en la zona de estudio son adecuadas para el cultivo de ostión, es importante tener en cuenta que en ciertas etapas el crecimiento puede

1.-Leylani Velázquez López1 y Armando Monge-Quevedo
2.-Licenciada en Ciencias ambientales por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México
Autor de correspondencia. Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S. México.
amonge04@cibnor.mx



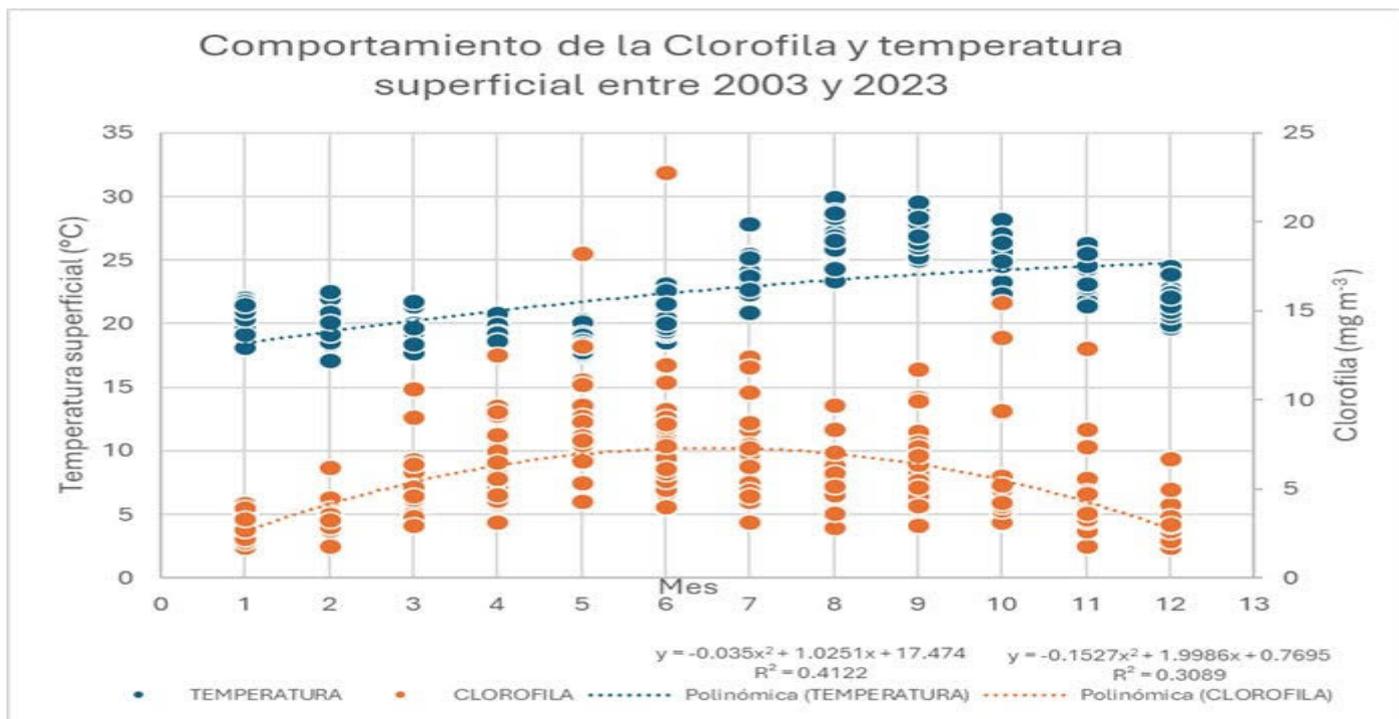
Foto: Armando Monge



Foto: Armando Monge



Foto: Armando Monge



estar limitado por las bajas temperaturas en invierno. Conocer el historial de las temperaturas y la disponibilidad de alimento, a través de la cuantificación de la concentración de clorofila, puede contribuir a una actividad más sostenible. No obstante, es crucial que la industria cuente con una regulación adecuada para evitar efectos ambientales y sociales adversos. Para ello, se requieren estudios socioecológicos, estudios de capacidad de carga y un plan de ordenamiento acuícola que permita controlar el crecimiento de la actividad en la zona.

A manera de conclusión, y de acuerdo con el análisis prospectivo de la temperatura superficial del agua y la concentración de

clorofila en la zona, el ostión no sería el único candidato para cultivo. Es importante considerar otras especies de alto valor comercial, como el callo de hacha, la almeja Catarina y la almeja mano de león. La diversificación de los cultivos permitirá una mayor sostenibilidad de la actividad en la zona.

Finalmente, dado que la acuicultura (en este caso, la ostricultura) es una industria altamente dependiente del ambiente, es prioritario contar con una planificación adecuada basada en investigación científica. Esto ayudará a evitar la sobreexplotación de los sistemas, lo que podría llevar al colapso de estos, con consecuencias económicas, sociales y culturales para la región.



Foto: Armando Monge



Alejandro Flores Nava es nombrado nuevo titular de la Conapesca

La presidenta de México, Claudia Sheinbaum Pardo, dispuso el nombramiento de Alejandro Flores Nava, como titular de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca) durante la presente administración federal.

El compromiso del Gobierno de México, encabezado por la presidenta Claudia Sheinbaum, es impulsar la pesca y la acuicultura sostenibles con el objetivo de incrementar la oferta de estos productos y, de esta manera, contribuir a la alimentación nutritiva y saludable del pueblo de México.

El Dr. Alejandro Flores Nava cuenta con más de 40 años de experiencia en el sector, a nivel nacional e internacional. Es ingeniero pesquero con especialidad en Acuicultura por parte del Instituto Tecnológico del Mar de Veracruz, y maestría y doctorado en Ciencias de Acuicultura por la Universidad de Stirling de Escocia.

Fue jefe del Departamento de Recursos del Mar y director del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional en Mérida, Yucatán, México; director fundador de la Escuela de Recursos Naturales, y rector de la Universidad

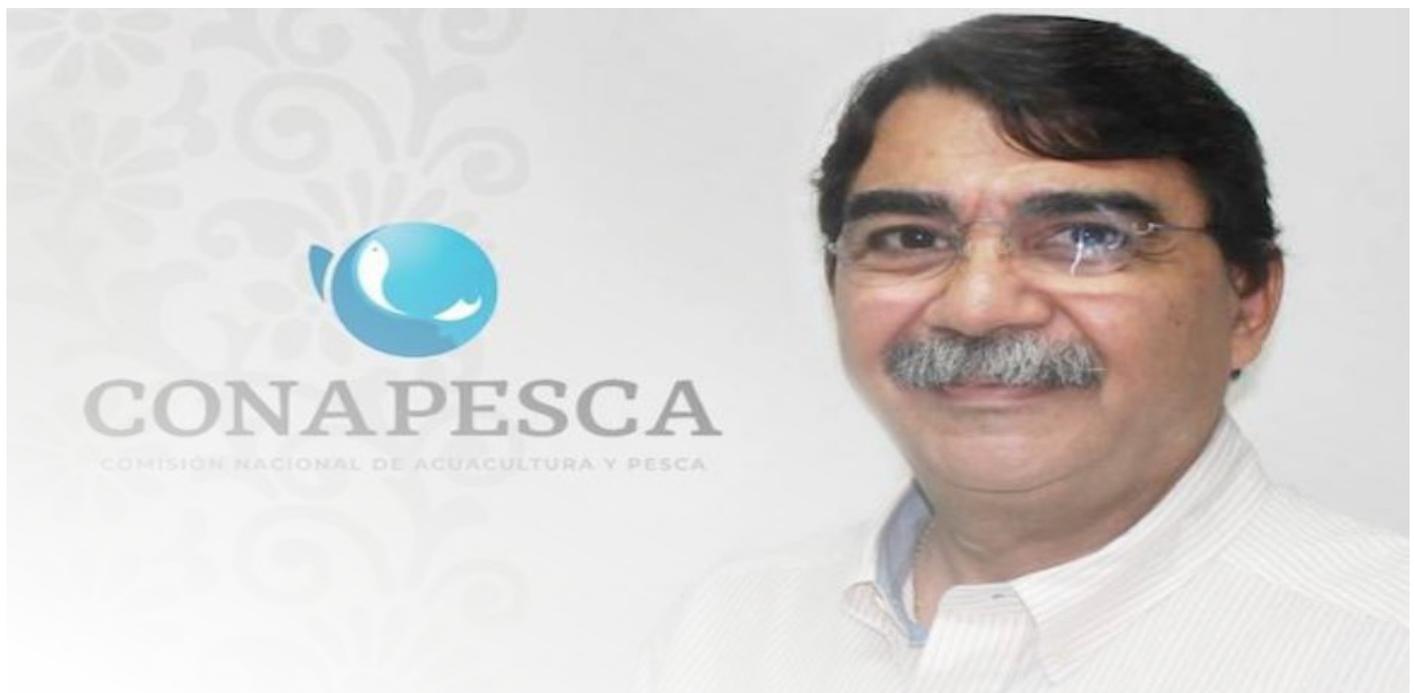
Marista de Mérida, México; fungió como consultor internacional del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura en el Istmo Centroamericano, de la Unión Europea.

Ingresó a la FAO en 2009, donde fue coordinador del Equipo Multidisciplinario para América del Sur; representante de la FAO en Argentina y Chile; su último cargo fue como Oficial Principal de Pesca y Acuicultura para América Latina y el Caribe y secretario técnico de la Comisión de Pesca Artesanal, en Pequeña Escala y Acuicultura de América Latina y el Caribe (COPPEAALC).

- El compromiso del Gobierno de México es impulsar la pesca y la acuicultura sostenibles con el objetivo de incrementar la oferta de estos productos y así mejorar la alimentación nutritiva y saludable del pueblo de México.

- El titular de la Conapesca, Alejandro Flores Nava, cuenta con casi 40 años de experiencia en los sectores de la pesca y la acuicultura, tanto a nivel nacional como internacional, para dar buenos resultados en beneficio de la soberanía alimentaria.

Fuente: Conapesca



Contaminantes Emergentes de tipo Químicos en la Acuicultura

La acuicultura contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, como fuente de proteína, y al crecimiento económico en los países en desarrollo (Bari, 2024; Onomu y Okuthe, 2024). Por lo que en los últimos años se ha intensificado rápidamente para aumentar su producción mediante avances tecnológicos y el uso de productos químicos y biológicos para satisfacer la gran demanda por parte de la población mundial en constante aumento (Tan et al., 2024; Wee et al., 2024; Rico et al., 2012). En la industria acuícola se usan diversos productos químicos para fines como la gestión de sedimentos y agua (mejorando la calidad), la mejora de la productividad acuática (aumentando la productividad de cultivo de peces), la formulación de alimentos (Cuadro 1), la manipulación y mejora de la producción, la promoción del crecimiento, la gestión de la salud previniendo enfermedades bacterianas, fúngicas y parasitarias (Cuadro 2) (Rico et al., 2012; Emeka et al., 2014; Salma et al., 2022). Entre ellos se encuentran los parasiticidas, los anestésicos, las hormonas, los oxidantes, los desinfectantes y los herbicidas que se utilizan de forma rutinaria (Emeka et al., 2014).

Cuadro 1. Componentes químicos en la formulación de alimentos

Componente	Actividad
Astaxantina	Coloración artificial
Butilhidroxianisol	Conservante de piensos
Butilhidroxitolueno	Conservante de piensos
Cantaxantina	Coloración artificial
Etoxiquina	Conservante de alimentos
Vitamina C (ácido ascórbico)	Resistencia a enfermedades
Vitamina E	Resistencia a enfermedades

Fuente: Emeka et al., 2014

Sin embargo, el uso indiscriminado o excesivo de medicamentos y productos químicos en la

producción acuícola conduce a la liberación de Contaminantes Emergentes (ECs) en los productos y efluentes acuícolas por su uso directo en las actividades acuícolas (Lai et al., 2018; Ahmad et al., 2022). De igual manera una alimentación intensiva y la producción masiva genera entornos contaminados (Robison-Smith y Cable, 2024). Por otro lado, los ECs resultantes de las actividades antropogénicas, se pueden introducir a los sistemas acuícolas mediante las aguas circundantes (Lai et al., 2018) ya que se encuentran en las aguas superficiales de todo el mundo, incluidas las fuentes de agua potable (Yang et al., 2014; Noguera-Oviedo y Aga, 2016). Estos pueden ser de origen industrial o provenir de aguas residuales municipales (domesticas), hospitalarias o de laboratorio y de la escorrentía de los campos agrícolas (Gogoi et al., 2018; Saquib et al., 2021).

En particular los ECs se han definido como sustancias químicas y microorganismos sintéticos o naturales que se han detectado en muestras de monitoreo ambiental pero que no se controlan en el medio ambiente (Puri et al., 2023; Saquib et al., 2021). De acuerdo a Carrizo (2023) y Morin-Crini et al. (2022) en los medios acuícolas se pueden encontrar ECs como plaguicidas, fármacos, medicamentos, productos de cuidado personal, plastificantes, ftalatos, antibióticos, estimulantes, aditivos alimentarios, microplásticos, entre otros. Otros autores han evaluado la presencia de antibióticos, hormonas, cafeína y sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) de cadena corta y larga en muestras de aguas superficiales y piensos obtenidas de jaulas acuícolas en un embalse (Rodrigues et al., 2024). De acuerdo a Ahmad et al. (2022) se han encontrado comúnmente ECs como antibióticos, antiincrustante y desinfectantes

Tania del Carmen Villalbazo-García¹, Benigno Ortiz-Muñiz¹, María del Refugio Castañeda-Chávez¹

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. Km. 12 Carretera Veracruz-Córdoba. Veracruz, México. C.P. 94290. benigno.om@bdelrio.tecnm.mx

Producto químico	Tratamiento	Autor
Desinfectantes (sustancias a base de cloro, el peróxido de hidrógeno, los compuestos de yodo y los compuestos de amonio).	Se utilizan con frecuencia en el tratamiento del agua, la desinfección de superficies y la esterilización de equipos.	Bögner et al., 2021.
Antibiótico (oxitetraciclina, terramicina, cloranfenicol, eritromicina, estreptomicina y neomicina).	Previenen brotes y atienden enfermedades bacterianas en peces que se propagan en las granjas.	Emeka et al., 2014.
Productos químicos.	Mejoraran la calidad del agua en las instalaciones de cultivo.	Jose Priya y Kappalli, 2023.

Cuadro 2. Productos químicos y su uso en la acuicultura

en agua, sedimentos y especies de cultivo de acuicultura.

Sin embargo, la mayoría de los ECs se caracterizan por tener un alto potencial de bioacumulación (Veseli, 2024) debido a sus diversas propiedades como una baja degradación (a través del tratamiento de las aguas residuales mediante técnicas convencionales) y persistencia en el ambiente durante periodos largos (Thomaidis et al., 2012; Parida et al., 2021; Samal et al., 2022).

En la actualidad están surgiendo estudios relacionados con los ECs a medida que aumenta el número de productos químicos introducidos en el sistema de proceso (Ahmad et al., 2022) y por la continua descarga de estos en el medio natural (Shah et al., 2020). Siendo actualmente un tema de preocupación, las aguas residuales por la aparición de ECs, entre los científicos, ingenieros y público en general, ya que ejercen efectos agudos, crónicos e impactos nocivos en las formas de vida acuática y terrestres, así como la salud humana, lo que presenta continuamente desafíos rigurosos (Gogoi et al., 2018). Incluso cuando se detectan en bajas concentraciones en los tejidos de los productos acuícolas, el agua (entre ng/L y µg/L) y los sedimentos, los ECs son peligrosos para la salud humana y el medio ambiente (ecosistemas) teniendo efectos adversos en la biodiversidad de las especies (Ahmad et al., 2022; Samal et al., 2022; Sorower, 2020).

Aunque los plastificantes cambian varias características de los materiales industrializados, como la flexibilidad, son potencialmente cancerígenos y alteran el sistema endocrino. Los plaguicidas evitan la

propagación de numerosos tipos de plagas; Sin embargo, ejercen efectos neurotóxicos y mutagénicos, e impactan negativamente en el medio ambiente. Los tensoactivos pueden cambiar las propiedades superficiales e interfaciales de los líquidos, pero su presencia en el medio ambiente puede interferir con innumerables enzimas e incluso puede dañar el sistema endocrino de varios organismos e inducir la feminización de las especies (Pereira et al., 2015).

A pesar de los avances en las tecnologías de tratamiento, el diseño de las plantas de tratamiento existentes no es adecuado para eliminar ECs (Gogoi et al., 2018). Sin embargo, estos contaminantes traza no regulados, se han detectado recientemente con la ayuda de tecnologías avanzadas (Richardson, 2007).

Por ello es importante el conocimiento de los ECs para minimizar los daños futuros y permitir un seguimiento adecuado de cada clase de compuestos en el medio ambiente, lo que ayudará a mejorar la legislación (Pereira et al., 2015). Aunque actualmente falten normas sanitarias públicas que proporcionen pautas para el tratamiento de estos contaminantes y muchos nuevos que se están introduciendo en el ambiente sin ser detectados (Gogoi et al., 2018).

Es importante que los sectores académicos y gubernamentales colaboren para hacer frente a esta problemática brindando información o manuales en donde se enumeren los principales productos químicos y otras sustancias utilizadas en los estanques de la acuicultura y comentar sobre su estado de seguridad alimentaria y ambiental y sobre los riesgos asociados con su manipulación. Por otro lado,

los productores deben ser conscientes de los peligros humanos que se encuentran al manipular productos químicos, sin pasar por alto el impacto potencial de las sustancias utilizadas en la gestión de estanques en el medio ambiente circundante y en la calidad de los productos alimenticios acuáticos.

Literatura citada

- Ahmad, A., Kurniawan, S. B., Abdullah, S. R. S., Othman, A. R., y Hasan, H. A. (2022). Contaminants of emerging concern (CECs) in aquaculture effluent: Insight into breeding and rearing activities, alarming impacts, regulations, performance of wastewater treatment unit and future approaches. *Chemosphere*, 290, 133319.
- Bari, S. M., Hassan, M. N., Ahmed, K. T., Islam, M. M., Mahmud, M. N., Razzak, M. A., y Ahammad, B. (2024). Aquadugsandchemicalsusedincommercial aquaculture in Mymensingh, Bangladesh. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 9 (2), 280-288.
- Bögner, D., Bögner, M., Schmachtl, F., Bill, N., Halfer, J., y Slater, M. J. (2021). Hydrogen peroxide oxygenation and disinfection capacity in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 92, 102140.
- Cruz Carrizo, J. (2023). Evaluación de contaminantes emergentes en peces de consumo y su potencial riesgo para la salud humana. Universidad Nacional de Córdoba.
- Emeka, U., Iloegbunam, N. G., Gbekele-Oluwa, A. R., y Bola, M. (2014). Natural products and aquaculture development. *IOSR J. Pharm. Biol. Sci*, 9 (2), 70-82.
- Gogoi, A., Mazumder, P., Tyagi, V. K., Chaminda, G. T., An, A. K., y Kumar, M. (2018). Occurrence and fate of emerging contaminants in water environment: a review. *Groundwater for Sustainable Development*, 6, 169-180.
- Jose Priya, T. A., y Kappalli, S. (2023). Chemicals and their interaction in the aquaculture system. In *Biomedical Applications and Toxicity of Nanomaterials* (pp. 277-297). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Lai, W. W. P., Lin, Y. C., Wang, Y. H., Guo, Y. L., y Lin, A. Y. C. (2018). Occurrence of emerging contaminants in aquaculture waters: cross-contamination between aquaculture systems and surrounding waters. *Water, Air, y Soil Pollution*, 229 1-12.
- Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Liu, G., Balaram, V., Ribeiro, A. R. L., Lu, Z y Crini, G. (2022). Casos mundiales de contaminación del agua por contaminantes emergentes: una revisión. *Cartas de Química Ambiental*, 20 (4), 2311-2338.
- Noguera-Oviedo, K., y Aga, D. S. (2016). Lessons learned from more than two decades of research on emerging contaminants in the environment. *Journal of hazardous materials*, 316, 242-251.
- Onomu, A. J., y Okuthe, G. E. (2024). The Role of Functional Feed Additives in Enhancing Aquaculture Sustainability. *Fishes*, 9 (5), 167.
- Parida, V. K., Saidulu, D., Majumder, A., Srivastava, A., Gupta, B., y Gupta, A. K. (2021). Emerging contaminants in wastewater: A critical review on occurrence, existing legislations, risk assessment, and sustainable treatment alternatives. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 105966.
- Pereira, L. C., de Souza, A. O., Bernardes, M. F. F., Pazin, M., Tasso, M. J., Pereira, P. H., y Dorta, D. J. (2015). A perspective on the potential risks of emerging contaminants to human and environmental health. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 13800-13823.
- Puri, M., Gandhi, K., y Kumar, M. S. (2023). Emerging environmental contaminants: A global perspective on policies and regulations. *Journal of Environmental Management*, 332, 117344.
- Richardson, S.D., (2007). Water analysis: emerging contaminants and current issues. *Anal. Chem.* 79, 4295-4324.
- Rico, A., Satapornvanit, K., Haque, M. M., Min, J., Nguyen, P. T., Telfer, T. C., y Van den Brink, P. J. (2012). Use of chemicals and biological products in Asian aquaculture and their potential environmental risks: a critical review. *Reviews in Aquaculture*, 4 (2), 75-93.
- Robison-Smith, C., y Cable, J. (2024). Invisible plastics problem in intensive aquaculture: The case of polyvinylpyrrolidone. *Reviews in Aquaculture*.
- Rodrigues, D. A. D. S., Starling, M. C. V., de Barros, A. L. C., Santos, M. C., da Silva, E. S., Viana, G. C. C., y Amorim, C. C. (2024). Occurrence of antibiotics, hormones and PFAs in surface water

from a Nile tilapia aquaculture facility in a Brazilian hydroelectric reservoir. *Chemosphere*, 352, 141444.

Salma, U., Shafiujjaman, M., Al Zahid, M., Faruque, M. H., Habibullah-Al-Mamun, M., y Hossain, A. (2022). Widespread use of antibiotics, pesticides, and other aqua-chemicals in finfish aquaculture in Rajshahi District of Bangladesh. *Sustainability*, 14 (24), 17038.

Samal, K., Mahapatra, S., y Ali, M. H. (2022). Pharmaceutical wastewater as Emerging Contaminants (EC): Treatment technologies, impact on environment and human health. *Energy Nexus*, 6, 100076.

Shah, A. I., Dar, M. U. D., Bhat, R. A., Singh, J. P., Singh, K., y Bhat, S. A. (2020). Prospectives and challenges of wastewater treatment technologies to combat contaminants of emerging concerns. *Ecological Engineering*, 152, 105882.

Saqib, S., Yadav, A. K., y Prajapati, K. B. (2021). Emerging pollutants in water and human health. In *Contamination of Water* (pp. 285-299). Academic Press.

Sorower, M. G. (2020). Determination on efficacy of selected common water quality treatment

chemicals and drugs used in Bangladesh. *Journal of Agriculture, Food and Environment (JAFE)* | ISSN (Online Version): 2708-5694, 1 (2), 1-8.

Tan, S. Y., Sethupathi, S., Leong, K. H., y Ahmad, T. (2024). Challenges and opportunities in sustaining aquaculture industry in Malaysia. *Aquaculture International*, 32 (1), 489-519.

Thomaidis, N. S., Asimakopoulos, A. G., y Bletsou, A. A. (2012). Emerging contaminants: a tutorial mini-review. *Global NEST Journal*, 14(1), 72-79.

Veseli, M. (2024). Bioaccumulation and cross-ecosystem transfer of emerging contaminants with emergence of aquatic insects (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Biology).

Wee, W., Hamid, N. K. A., Mat, K., Khalif, R. I. A. R., Rusli, N. D., Rahman, M. M., y Wei, L. S. (2024). The effects of mixed prebiotics in aquaculture: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 9 (1), 28-34.

Yang, G., Fan, M., y Zhang, G. (2014). Emerging contaminants in surface waters in China—a short review. *Environmental Research Letters*, 9 (7), 074018.



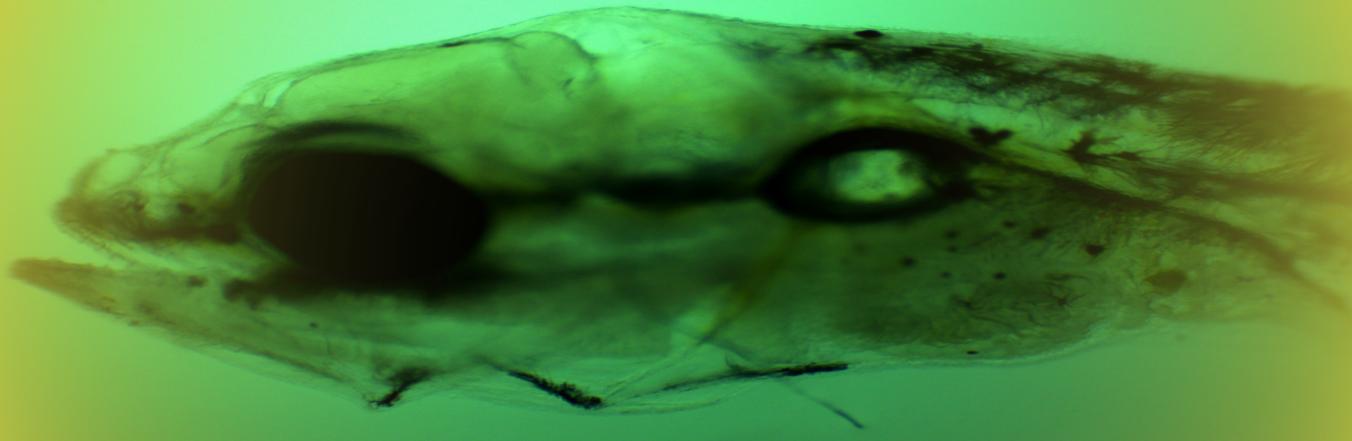


Foto: Martín Arenas

Para un desarrollo sostenible de la acuicultura en México, es necesario su diversificación. En México, la acuicultura depende principalmente de la producción de camarón blanco del Pacífico, tilapia y trucha arcoíris (DOF, 2021). El hecho de que la acuicultura en México dependa de pocas especies la hace vulnerable ante escenarios adversos, como las epizootias. En México, se ha documentado un número considerable de peces nativos de origen marino y agua dulce con potencial acuícola. Sin embargo, el desarrollo de tecnologías de cultivo para estas especies ha sido lento, y en algunos casos, se ha descontinuado (Alvarez-Lajonchère & Ibarra-Castro, 2013; Dávila-Camacho et al., 2019).

La corvina pinta (*Cynoscion nebulosus*) es un pez marino con dependencia a los estuarios (Holton and Holton, 2000). Esta especie se distribuye desde Nueva York en Estados Unidos hasta Quintana Roo en México. Ecológicamente, esta especie se ha catalogado como un depredador oportunista (Llanos et al., 1998). Su reproducción es de tipo gonocórica, con una talla de primera madurez de 260 a 300 mm (aproximadamente 1 año de edad), su reproducción se presenta todo el año, pero sus picos de reproducción son de abril a septiembre, cuando las temperaturas del agua superan los 25°C y el fotoperiodo es de 13 horas luz: 11 horas oscuridad (Brown-Peterson & Warren, 2001; Roumillat & Brouwer, 2002).

La corvina pinta presenta una importancia socio-económica para las poblaciones de la costa de Campeche hasta Quintana Roo (Aguilar-Salazar et al., 1993; Caballero-Chávez & Morales-Martínez, 2021). Desde la década de los 80's, la corvina pinta se catalogó como una especie con potencial acuícola por sus altas tasas de crecimiento (500 gramos en 10 meses) y bajo factor de conversión alimenticia (0.78-1.55) (Tucker, 1988; Blaylock et al., 2021). Blaylock et al. (2021), mediante un análisis sobre el estado del desarrollo de la tecnología de cultivo de corvina pinta, reportan el desarrollo de exitosos protocolos de reproducción en cautiverio, así como protocolos para su larvicultura y engorda. Sin embargo, a nivel extensivo, la ausencia de alimentos específicos que cubran

Martín Arenas¹, Gabriela Gaxiola², Fabiola Cob², Jaime Suárez², Rodrigo Morones³, Alvaro Barreto⁴, Carlos Alfonso Álvarez-González¹.

¹Laboratorio de Fisiología en Recursos Acuáticos (LAFIRA), División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), 0.5 Km Carretera Villahermosa-Cárdenas, 86000 Villahermosa, Tabasco, México.

²Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Puerto de Abrigo, 97356, Sisal, Yucatán, México.

³Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México. ⁴Facultad de Química, UNAM, México.

Corvina pinta (*Cynoscion nebulosus*): Una especie con potencial para la acuicultura marina en el sureste de México

Las necesidades nutricionales de esta especie representa una de las principales limitaciones para su producción intensiva.

En el 2022, se inició una colaboración entre la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI) Sisal de la UNAM en Yucatán, y el Laboratorio de Fisiología en Recursos Acuáticos (LAFIRA) de la UJAT en Tabasco para abordar investigaciones sobre aspectos de la fisiología digestiva y nutrición de la corvina pinta en la etapa de larva y engorda. De los resultados obtenidos hasta el momento se identificaron tres etapas digestivas durante la fase de larva, la cual presenta una duración de 25 días (Arenas et al., 2024). La primera etapa ocurre del día 1 y 3 posterior a la eclosión (DPE), predominando las enzimas lipasas y amilasa. La segunda etapa se extiende del día 4 al 20 DPE, periodo en el cual predominan las enzimas proteasas digestivas del intestino. Finalmente, en la tercera etapa que se da a partir de los 25 DPE, donde las enzimas digestivas predominantes son las proteasas ácidas del estómago. Estos resultados muestran periodos de transición nutricional de acuerdo al grado de desarrollo de la larva hasta su transformación a juvenil, en el cual los lípidos y carbohidratos juegan un papel nutricionalmente importante en los primeros días de desarrollo, y posteriormente las proteínas que maximizan el crecimiento hasta la fase de juveniles. De esta manera, el incremento de la actividad de las proteasas digestivas en días posteriores, indican un alto aprovechamiento de las proteínas del alimento, lo cual es consistente con las elevadas tasas de crecimiento de las larvas durante esta fase. La última etapa, indica la presencia de un estómago funcional y el final del proceso de transformación de larva a juvenil de la corvina pinta.

Adicionalmente a lo mencionado anteriormente, también se están abordando investigaciones

sobre bienestar animal, enfocados en el desarrollo de protocolos de anestesia, así como investigaciones en el campo de la nutrición acuícola que permitan identificar potenciales ingredientes para la formulación de alimentos balanceados para esta especie a través de estudios *in vitro* e *in vivo*, lo que servirá como base para el establecimiento de los requerimientos nutricionales de esta importante especie marina.



Foto: Martín Arenas

Inducción hormonal para desovar en reproductores silvestres de corvina pinta.



Foto: Martín Arenas

Cultivo larvario de corvina pinta.

Referencias.

Alvarez-Lajonchère, L., & Ibarra-Castro, L. (2013). Aquaculture species selection method applied to marine fish in the Caribbean. *Aquaculture*, 408-408: 20-29.

Aguilar-Salazar, F. A., Arreguín-Sánchez, F., Sánchez, J. A., & Martínez-Aguilar, J. D. (1993). Fishing mortality and population size of the spotted sea trout *Cynoscion nebulosus* (Cuvier) from Holbox, Quintana Roo, Mexico. *Ciencias Marinas*, 19: 307-319.

Arenas-Pardo, M. A., Gaxiola-Cortés, M. G., Barreto-Altamirano, A. F., Paredes-Medina, A. C., Palomino-Albarrán, I. G., Balam-Uc, P. M., Maldonado-Flores, J. C., & Álvarez-González, C. A. (2024). Changes in digestive enzyme activities during larval development of spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*). *Aquaculture Nutrition*, 1309390: 12.

Blaylock, R., Saillant, E., Apeitos, A., Abrego, D., Cason, P., & Veja, R. (2021) The status of spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*) as a technologically feasible species for U.S. marine aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52: 526-540.

Brown-Peterson, N. J., & Warren, J. W. (2001). The reproductive biology of spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, along the Mississippi

Gulf coast. *Gulf of Mexico Science*, 19: 61-73.

Caballero-Chávez, V., & Morales-Martínez, R. G. (2021). Pesquería de escama marina en el estado de Campeche. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

Dávila-Camacho, C. A., Galaviz-Villa, I., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. R., Quiroga-Brahms, C., & Montoya-Mendoza, J. (2019). Cultivation of native fish in Mexico: cases of success. *Reviews in Aquaculture*, 11: 816-829.

DOF. (2021). Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Diario oficial de la Federación. México.

Holt, G. J., & Holt, S. A. (2000). Vertical distribution and the role of physical processes in the feeding dynamics of two larval sciaenids *Sciaenops ocellatus* and *Cynoscion nebulosus*. *Marine Ecology Progress Series*, 193, 181-190

Llansó, R. J., Bell, S. S., & Vose, F. E. (1998). Food habits of red drum and spotted seatrout in a restored mangrove impoundment. *Estuaries*, 21 (2): 294-306.

Roumillat, W. A., & Brouwer, M. C. (2004). Reproductive dynamics of female spotted seatrout (*Cynoscion nebulosus*) in South Carolina. *Fishery Bulletin*, 102 (3): 473-487.

Tucker, Jr. J. W. (1988). Growth of juvenile spotted seatrout on dry feeds. *The Progressive Fish-Culturist*, 50: 39-41



Foto: Martín Arenas

2024 un año de serenidad para la ostricultura Sinaloense

Divisando a menos de 2 meses el término de este año, los Productores del Comité de Empresas Productoras de Especies Marinas y de Moluscos Bivalvos en Sinaloa A.C. (COPEMBI A.C.), seguimos con toda la fe y esperanza puesta en esta actividad que nos ha dado tantas satisfacciones los últimos 5 años.

Sin embargo, este 2024 ha sido un año de calma total para la actividad desde nuestros cultivos que hemos podido realizar muy pocas ventas a volumen, dicho ingreso es el sustento para reinvertirlo en nuestros cultivos como para alimentar a nuestras familias, como el nulo interés por explotar y apoyar la ostricultura en el estado, que desde la voz de los expertos "es una actividad de las más importantes en todo el mundo".

Los que producimos ostión y estamos en medio de la actividad, avanzamos con fuerzas, ímpetu, responsabilidad y esperanza que haremos de este rubro uno de los principales en nuestro estado.

¡Ha sido corto el viaje sólo son 5 años, de dedicación, de tocar puertas y de querer posicionar la ostricultura sinaloense como el número 1 en el país, pero seguros estamos que se logrará!

No nos daremos por vencidos y esa planta certificada que tanto necesitamos para darle valor a nuestro producto ¡UN DÍA LLEGARÁ!

Ese laboratorio de semilla de ostión ¡UN DÍA LLEGARÁ!

Porque las fuerzas, el trabajo arduo, las ganas de salir adelante, el sueño de una vida mejor ya existe en cada uno de los hombres y mujeres que producen ostión en las aguas sinaloenses.

Deseamos que el tiempo que le resta al año se ha mejor que los meses anteriores, para poder decir que el 2025 fue un año de evolución para la ostricultura Sinaloense.

Elaboro
L.C.P. Analai Valenzuela Higuera
Gerente del COPEMBI, A.C.



Nutrientes y mineralización en acuaponía simbiótica



zación tica

Los efluentes generados en acuicultura son una fuente rica en nutrientes que pueden ser aprovechados para la producción de hortalizas. Esta integración de la acuicultura (producción de organismos acuáticos) con la hidroponía se denomina acuaponía. Una tecnología que ha ganado popularidad en los últimos años debido a su potencial para mejorar la seguridad alimentaria a nivel mundial. Los sistemas acuapónicos ofrecen dos beneficios claves: primeramente se evita la descarga de efluentes con alta cantidad de nitrógeno y fósforo en cuerpos de agua naturales, reduciendo así el riesgo de contaminación y eutrofización. Y segundo, disminuyen el uso de fertilizantes sintéticos en la producción de vegetales, lo que contribuye a minimizar el impacto ambiental y a generar productos más limpios y orgánicos. Por último ayudan en la tan popular producción y economía circular.

Aunque la tecnología acuapónica ha demostrado ser especialmente efectiva en escenarios de producción para autoconsumo, producción local o a pequeña escala, su escalabilidad para competir con grandes empresas agroindustriales sigue siendo un desafío. Factores como el consumo energético, costos iniciales de infraestructura, necesidad de conocimiento técnico, reconocimiento en el mercado, manejo de los sólidos y el manejo nutricional para la producción vegetal son algunos de los retos que dificultan su expansión.

El presente artículo presentará el concepto de "acuaponía

simbiótica", término acuñado a la acuaponía que incorpora técnicas basadas en fermentos simbióticos ricos en probióticos, como una tecnología que puede aportar en la mejora y eficiencia en el manejo de sólidos de un sistema convencional entre otros beneficios.

Nutrientes en un sistema acuapónico convencional y beneficios de la acuaponía simbiótica

En acuicultura, se estima que los peces y camarones retienen tan solo entre un 20 y 30% del alimento que consumen, dejando el 70 al 80% como productos del metabolismo y residuos no digeridos. De ellos el 20% aproximadamente son desechos sólidos, compuestos principalmente por heces y una pequeña fracción de alimento no consumido. Estos residuos se disuelven parcialmente en los sistemas acuapónicos, proporcionando una solución nutritiva para los vegetales (Schmautz et al. 2017).

La acuaponía convencional, los efluentes generalmente contienen suficientes niveles de carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) (Figura 1). Otros nutrientes como el cobre (Cu) y boro (B), están presentes en menor proporción, pero en niveles adecuados para las plantas; mientras que niveles de calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) e hierro (Fe) son insuficientes para el óptimo desarrollo vegetal (Eck et al., 2019). Si bien, la acuaponía convencional enfrenta dos inconvenientes considerables: 1. La acumulación de residuos sólidos en los sedimentadores, que si no se retiran adecuadamente

pueden afectar negativamente la calidad del agua, y 2. La disponibilidad limitada de macro y micronutrientes para el óptimo desarrollo vegetal.

En los sistemas acuapónicos convencionales, las unidades fundamentales suelen incluir un filtro biológico, que permite la conversión de amoníaco a nitratos por acción de bacterias nitrificantes, y un sedimentador, encargado de remover sólidos como heces y restos de alimento no ingerido, los cuales posteriormente se envían a un sistema de mineralización para ser convertidos en nutrientes disponibles para las plantas.

Sin embargo, en un sistema acuapónico simbiótico, el enfoque es diferente, ya que se elimina el filtro biológico y se aprovechan los bioflóculos presentes en el agua como la principal unidad de procesamiento biológico. Los bioflóculos, que son conglomerados de microorganismos, no solo cumplen la función de degradar los desechos en el sistema,

sino que también aportan nutrientes directamente al agua Figura 1.

El sedimentador en este sistema tiene una función distinta, ya que en lugar de remover heces y alimento no ingerido, que ya están siendo gestionados por los bioflóculos en el agua, se encarga mayormente de aportar estos bioflóculos al mineralizador. Esto es crucial, ya que la mineralización de los bioflóculos genera un producto fertilizante mucho más rico y potente que la simple mineralización de heces y restos de alimentos no consumidos. Esto se debe a que los bioflóculos están compuestos en gran parte por microorganismos que contienen ácidos grasos, proteínas y otros nutrientes esenciales, lo que enriquece significativamente el fertilizante resultante.

Este enfoque permite una mayor eficiencia nutricional en el sistema, ya que los microorganismos dentro de los bioflóculos juegan un papel integral tanto en

la eliminación de desechos como en la generación de un fertilizante más completo y valioso para las plantas.

En acuaponía simbiótica, se estima que al igual que en tecnología biofloc, el 60% de los sólidos están compuestos por bioflóculos, mientras que el 40% restante se compone de sólidos sedimentables y sólidos suspendidos (Avnimelech, 2009). Prevaler el desarrollo de bioflóculos en acuaponía simbiótica puede traer beneficios diferenciales con respecto a la acuaponía convencional al proporcionar residuos ricos de bacterias beneficiosas que, en simbiosis con las plantas, pueden mejorar aspectos productivos. Además, estos residuos se podrían descomponer más rápido durante la mineralización, en comparación a un residuo compuesto de heces y alimento no consumido. Las características de los bioflóculos sugieren ventajas significativas en términos de porosidad, densidad y riqueza microbiana Figura 2.

Figura 1. Elementos de un sistema acuapónico simbiótico



Beneficios de la aplicación de fermentos simbióticos en sistemas acuapónicos e inoculación de microorganismos durante el proceso de mineralización

Los fermentos simbióticos con un coctel de enzimas, ácidos orgánicos, probióticos y nutrientes. Promueven supervivencia, conversión alimenticia y crecimiento de diversas especies acuícolas peces y camarones, lo que sin duda son beneficios que se pueden generar en acuaponía simbiótica. Investigaciones han demostrado que la inoculación de *Bacillus* en sistemas acuapónicos ha favorecido en el incremento nutricional de elementos como nitrato, fosfato, potasio y zinc (Kasozi et al 2021). Así como, otros estudios han demostrado el beneficio de la

Autor: Dr. David Celdran:

Doctor en Ecología Marina, máster en Acuicultura y licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Murcia. Colaborador de investigación en laboratorios en Francia, Corea del Sur, Australia y México. Fue investigador nacional SNI1 en México. Consultor de Conservation International Foundation en Costa Rica y OIRSA, Comités de Sanidad Acuícola y de Programas del Banco Mundial. Revisor de la Revista Ciencia y Agricultura. Tutor académico de tesis de doctorado en tecnologías simbióticas. Fundador y CEO de la web de acuicultura simbiótica

www.bioaquafloc.com

Artículo escrito con la colaboración de Biol: Edna Riaño



Foto: David Celdrán

Figura 2. Sistema acuapónico simbiótico

inoculación de *Lactobacillus* y *Sacharomyces cereveciae* en el control de patógenos como *Pseudomonas campestris*, *Ralstonia solanacearum*, *Fusarium oxysporum* *Aspergillus* y *Botrytis* en cultivos de tomate, calabaza, lechuga, espinaca y fresa (Sulastri et al., 2023).

Por otro lado, varios estudios reportan la alta riqueza nutricional de los residuos sólidos, incluso el importante aporte que puede entregar de los elementos que son comúnmente deficientes en acuaponía, pero que no están disponibles o fácilmente asimilables para las plantas (Rafiee et al., 2005; Riaño-Castillo et al., 2024). La inoculación de microorganismos específicos durante la mineralización de los biofloculos y residuos sólidos potencializa la degradación y liberación de nutrientes para el desarrollo vegetativo. Estudios recientes han reportado que la inoculación de bacterias como *Bacillus* spp y *Lysinibacillus mangiferihumi* favorecen el aumento de casi el 50% de los

niveles de calcio, 20% de los niveles de magnesio y casi el 45% de los niveles de hierro.

En conclusión, la acuaponía simbiótica desarrollada por el equipo de BIOAQUAFLOC LLC genera un amplio abanico de beneficios en el cultivo gracias al aporte de enzimas, ácidos orgánicos y microorganismos probióticos presentes en los fermentos. Por otra parte la incorporación de biofloculos al proceso de mineralización genera un fertilizante de alto poder y ofrece una alternativa prometedora a la acuaponía convencional que podría mejorar la sostenibilidad y productividad agroalimentaria. Si quiere aprender más técnicas simbióticas.

visite www.bioaquafloc.com

Referencias

Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc Technology: A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society.

Eck, M. Korner, O., Jijakli, H. 2019. Nutrient cycle in aquaponic systems. Research gate. <https://www.researchgate.net/publication/333935310>

Rajkumar I, M., Pandey, P.K., Aravind R., Vennila, A., Bharti, V., Purushothaman, C.S. 2016. Effect of different biofloc system on water quality, biofloc composition and growth performance in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture Research*, 2016, 47, 3432–3444

Riaño-Castillo, E.R.; Rodríguez-Ortiz, J.C.; Kim, H.-J.; Guerrero González, M. d. I. L.; Quintero-Castellanos, M.F.; Delgado-Sánchez, P. Isolation and Identification of *Lysinibacillus* sp. And Its Effects on Solid Waste as a Phytate-Mineralizing Bacterium in an Aquaponics System. *Horticulturae* 2024, 10, 497. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050497>

10.3390/horticulturae10050497

Schmautz, Zala, Andreas Graber, Sebastian Jaenicke, Alexander Goesmann, Ranka Junge, and Theo H. M.

Smits. 2017. “Microbial Diversity in Different Compartments of an Aquaponics System.” *Archives of*

Microbiology 199 (4): 613–20. <https://doi.org/10.1007/s00203-016-1334-1>.



Foto: David Celdrán

Figura 3. Fermento simbiótico

Kasozi, N., Kaiser H., Wilhelmi B. 2021. Effect of *Bacillus* spp. On lettuce growth and root associated bacterial community in a small-scale aquaponic system. *Agronomy*. 11, 947.

Montanhini, R., Oštrensky, A. 2015. Nutrient load estimation in the waste of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) reared in cages in tropical climate conditions. *Aquaculture Research*, 2015,

46, 1309-1322.

Rafiee, Gholamreza, and Che Roos Saad. 2005. “Nutrient Cycle and Sludge Production during Different

Stages of Red Tilapia (*Oreochromis* Sp.) Growth in a Recirculating Aquaculture System.” *Aquaculture* 244

(1–4): 109–18. <https://doi.org/10.1016/j>

Mantente informado en <https://kaahmexico.com.mx/>

“Implementación de un sistema acuapónico de traspatio como proyecto integrador en el Instituto Universitario Altum Verum”

La acuaponía se define como un sistema integrado donde se cultivan peces y plantas en un ciclo recíproco y equilibrado. En comparación con métodos agrícolas convencionales, ofrece varias ventajas significativas, uso reducido de agua y eliminación de fertilizantes sintéticos, al tiempo que proporciona dos fuentes de alimentos: vegetales y animales. Este proyecto integrador se realizó por estudiantes y se centra en la aplicación de un sistema acuapónico cuyo diseño es para un entorno de traspatio, lo cual es relevante para poder realizar sus prácticas y buscar soluciones sostenibles a las necesidades del plantel y en la comunidad.

El ejercicio emerge como una técnica donde se combina la acuicultura y la hidroponía, participan estudiantes de tercer cuatrimestre de la carrera de ingeniería industrial y exploran los beneficios de traspatio, al promover la autosuficiencia alimentaria, mejorar el uso de recursos y reducir la huella ambiental, recibiendo a cambio proteína animal y proteína vegetal a muy bajo costo.

El sistema consta de tres componentes principales: un cubo de 1000 L de agua con juveniles de tilapia roja, un biofiltro y un sistema de recirculación de agua que incrementa la difusión de oxígeno. El sistema aprovecha los desechos orgánicos que se convierten por bacterias en nutrientes solubles para las

plantas. El agua rica en nutrientes se bombea hacia el cultivo, donde plantas, como lechugas o tomates, los absorben para su crecimiento. Finalmente, el agua purificada se devuelve al tanque de peces, cerrando el ciclo.

En comparación con la agricultura convencional, la acuaponía reduce el consumo de agua hasta en un 90%, la única pérdida que sufre es por evaporación. Además, elimina la necesidad de fertilizantes químicos, reduciendo la contaminación del suelo, del agua subterránea y genera alimento orgánico.

El ejercicio aplicado, les permite a estudiantes, aprendizaje continuo, aplicarlo a las necesidades locales y sirve como proyecto integrador en otras asignaturas de su formación académica. Adicionalmente les permite visualizar los beneficios ambientales y promueven la autosuficiencia alimentaria en una región rural donde la falta de agua es un factor preponderante y contribuyen a educar a las comunidades con promoviendo la buena alimentación, ahorros económicos y compromiso continuo por las personas interesadas.

La promoción de este tipo de ejercicios es un ejemplo tangible de cómo la innovación en la ingeniería industrial contribuye a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en nuestras comunidades locales.

Autores:

Lenin Escobar Pérez^{1,2,3}, Isai Pacheco Ruiz², Rolando Oscar Duarte Acosta¹, Víctor Moisés Alejandro González¹, Jesús Alfredo Bautista Carreño¹, Alexis Bautista Muñoz¹, Luis Eduardo Bonilla Félix¹, Misael González Salazar¹, María de los Ángeles López Peña¹, Ángel Ariel Navarro Camargo¹, Anet Yuliana Pacheco Cazares¹, María Samantha Peña González¹, Brisa Ivett Velasco Olivera¹, Jorge Eduardo Zapien Hernández¹.

¹Instituto Universitario Altum Verum

²Universidad Autónoma de Baja California

³Centro de Estudios Tecnológicos del Mar #42

VIRUS DE LA MANCHA BLANCA EN CAMARÓN, REVISIÓN DOCUMENTAL, HISTORIA NATURAL, ANÁLISIS Y VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICOS

Introducción

Algunas enfermedades debido a su velocidad de propagación, a las formas de afectación de las especies expuestas y con ello, las repercusiones en términos económicos, sociales, ecológicos y políticos que llegan a generar, deben ser notificadas apenas de sospecha de su presencia con la finalidad de ejercer de inmediato las medidas de contención y atención a los individuos afectados, así como a su ideal eliminación de una zona determinada, el carácter epidémico está en relación con la frecuencia usual en la misma área, entre la población especificada y en la misma época del año. Un solo caso de una enfermedad contagiosa ausente desde hace largo tiempo en la población o la primera invasión de una enfermedad que anteriormente no había hecho su aparición en esa zona requieren su inmediata notificación y una completa investigación in situ; dos casos de estas características, asociados en tiempo y lugar, pueden ser suficientes para declarar la existencia de una epidemia o brote epidémico.

Infección por el virus del SÍNDROME DE LA MANCHA BLANCA EN CAMARÓN

A finales de la década de 1980, los virus marinos no se consideraban importantes

ya que se subestimaba su concentración, sin embargo, estudios más recientes han revelado que cada mililitro de agua de mar puede contener millones de partículas virales, y ahora se consideran como las "formas de vida" más abundantes de los océanos y juegan un papel importante en los ciclos geológicos y como reservorio de la mayor diversidad genética de la Tierra. (Sánchez- Paz, 2010)

El actual conocimiento que se tiene de las enfermedades virales en organismos marinos se debe a los efectos adversos de estos agentes en las principales especies cultivadas. Uno de los más letales que afectan al camarón, es el virus del síndrome de la mancha blanca (VSMB); es el único miembro del género Whispovirus, familia Nimaviridae. Es un virus envuelto, de doble cadena de ADN que puede causar una mortalidad del 100% en postlarvas y juveniles de diversas especies de camarones de importancia comercial. Esta infección es de curso agudo, por la rápida replicación del virus; se transmite de forma horizontal por la ingestión de tejidos infectados por el virus o exposición de las superficies corporales a partículas del virus a través de zooplancton, agua contaminada, sedimentos del fondo de los estanques, canibalismo y predación. La transmisión vertical puede

ocurrir si hay partículas virales en los órganos reproductores de las hembras (células del folículo, ovario, ovocitos, ovogonias y células conectivas), sin embargo, se cree que los machos no pueden transmitir el virus directamente porque solo se han detectado partículas virales en el tejido conectivo que rodea los túbulos seminíferos y el tejido muscular y conectivo que rodea a los espermatóforos, pero no en las células germinales de los machos. Así mismo se ha reportado que el VSMB no solo afecta al camarón, también se ha aislado en aproximadamente 100 especies de artrópodos, pudiendo actuar como vectores y en otros casos como hospederos. (Sánchez-Paz, 2010; CFPH, 2013; Clark, 2016; Zeng, 2021)

Las manifestaciones de la enfermedad suelen aparecer durante los primeros 30-50 días de cultivo en los estanques de producción. El estrés es un factor fundamental en el desarrollo de la enfermedad, se ve una marcada relación entre la temperatura inferior a 27°C y la aparición de la

Alcázar Montañez Claudia D¹, Carbajal Rodríguez Mariana², Galindo Burgos Erik¹, Reynoso Coca Luis¹

¹Departamento de Medicina preventiva y salud pública, FMVZ, UNAM

²Departamento de Medicina y zootecnia de Abejas, conejos y organismos acuáticos



enfermedad. Por encima de esta, los camarones infectados con el VSMB pueden permanecer como portadores asintomáticos.

Otros factores que producen estrés y que desencadenan la enfermedad en camarones infectados por el VSMB, son niveles bajos de oxígeno disuelto, valores extremos de pH, cambios súbitos de la calidad del agua, altos niveles de sólidos en suspensión, sustancias tóxicas en el agua, población unilateral de los pedúnculos oculares y el desove, entre otros. Se ha determinado en algunos casos que la enfermedad de las manchas blancas está relacionada con presencia de bacterias oportunistas en la hemolinfa de los camarones (bacteremia). Esta condición sugiere que las toxinas liberadas por las bacterias cuando su cantidad es abundante dentro del camarón lo predisponen por estrés séptico a sufrir la enfermedad por el VSMB. La hipótesis de esta situación propone que dicha toxemia produce inmunosupresión y/o que se activa la replicación viral produciendo daños de tejidos y signos clínicos en 24 a 48 horas de la fase aguda de la bacteriosis. (CFPH, 2013)

1.1 PATOGENIA.

El VSMB infecta principalmente el estómago y el intestino, ahí interactúa con las células epiteliales del tracto intestinal adhiriéndose a los tejidos epiteliales para facilitar la transcitosis e infectar el tejido conectivo subyacente, una vez ahí, el virus puede ser fagocitado por los hemocitos o circular libremente en la hemolinfa y debido al sistema

circulatorio abierto de los animales infectados, el virus viaja rápidamente por todo el animal e infecta muchos tejidos diferentes. Los signos clínicos que se pueden presentar en los animales infectados durante la fase aguda de la enfermedad pueden ser: anorexia, tracto intestinal vacío, signos nerviosos, cromatóforos expandidos (en el camarón moribundo se presenta coloración rojiza, sin manchas blancas o con manchas muy suaves), urópodos rojos, textura blanda (exoesqueleto y algunas veces músculo abdominal), cutícula que se desprende fácilmente, cambios de comportamiento como el nado errático, pérdida de reflejo de huida, letargia, y finalmente, aparición de manchas blancas (posiblemente depósito de calcio) de hasta 3.0 mm de diámetro en el exoesqueleto (Figura 1), apéndices, y en el interior de la epidermis y las que a veces se concentran formando grandes placas, se ven más por dentro del caparazón y son las que le dan nombre a la enfermedad; sin embargo, estas manchas pueden no estar presentes ya que pueden ser causadas también por alta alcalinidad, estrés o por infecciones bacterianas en los camarones. Una vez que aparecen los signos, se pueden esperar tasas de mortalidad

acumulada, que pueden ser hasta del 100% entre los 3 a 10 días posteriores. (CFPH, 2013; Clark, 2016; OIE, 2019)

1.2 Métodos diagnósticos.

El VSMB puede ser diagnosticado a través de los siguientes signos anatómopatológicos macroscópicos: aflojamiento de la inserción del caparazón al epitelio cuticular subyacente, haciendo que el caparazón pueda ser retirado con facilidad, el tracto gastrointestinal vacío indicativo de la anorexia, retraso de la coagulación de la hemolinfa y branquias y exoesqueleto de olor excesivamente desagradable. Por otro lado, se puede confirmar la presencia del VSMB histológicamente, observando:

- Núcleos hipertrofiados en preparaciones húmedas, realizadas mediante aplastamiento del epitelio de branquias y/o cuticular, que pueden estar teñidas o no con tinción hematoxilina-eosina.
- Viriones del VSMB en frotis mediante microscopia de campo oscuro;
- Presencia de antígeno VSMB en células infectadas, mediante la utilización de

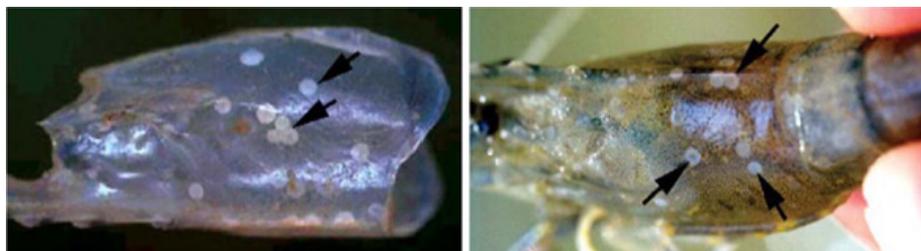


Figura 1. Apreciación de las manchas blancas (señaladas) en el exoesqueleto del camarón, características del VSMB. (Clark, 2016)

anticuerpos específicos del VSMB en cortes histológicos.

- Presencia de ácido nucleico del VSMB en células infectadas utilizando sondas de ADN específicas del VSMB en cortes histológicos.

Para el aislamiento e identificación del agente, se pueden utilizar diferentes métodos, como: bioanálisis, cultivo celular, detección del antígeno basado en anticuerpos y técnicas moleculares (PCR y PCR-RT). (Clark, 2016; OIE, 2019)

1.3 Prevención y Control.

Debido a las características del agente y su rápida diseminación, actualmente, no se cuenta con un tratamiento para el VSMB en ninguno de sus hospederos. Las Buenas Prácticas de Manejo pueden considerarse como

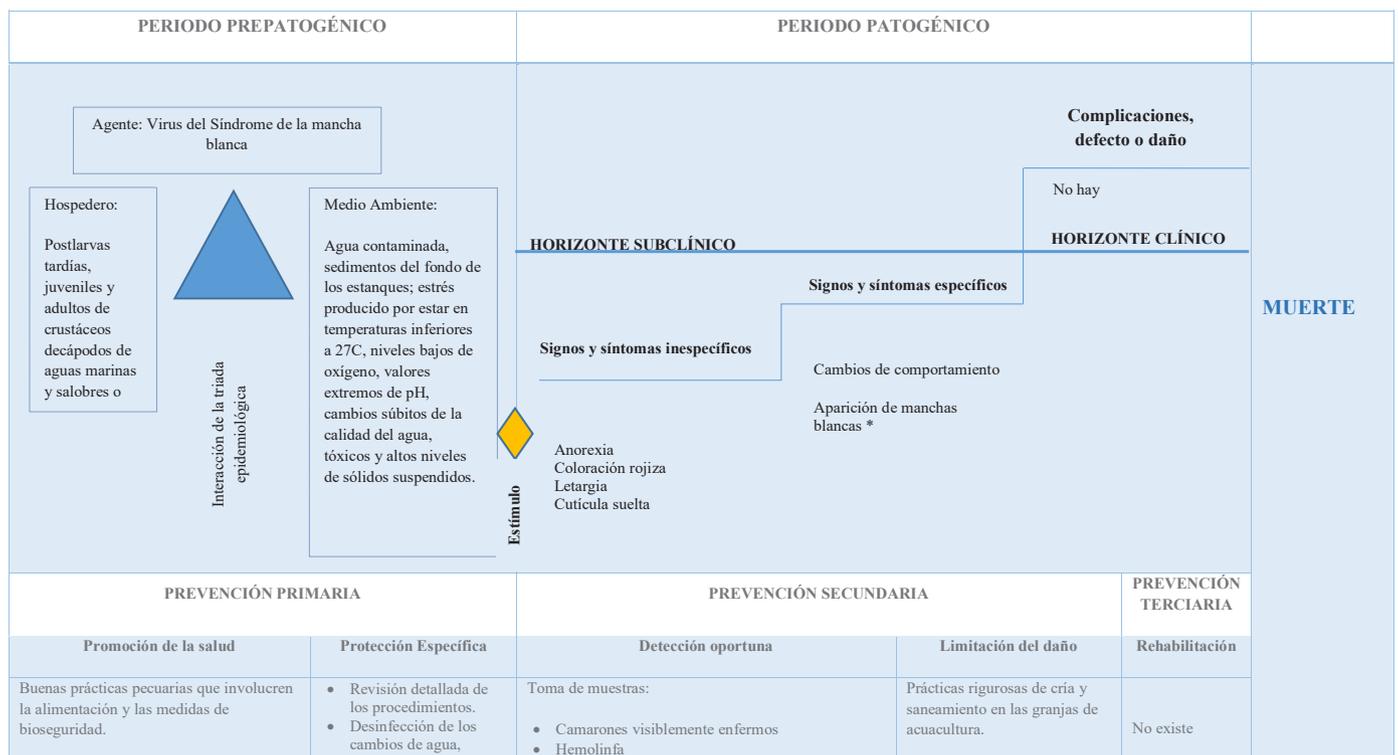
las medidas más eficaces para el control y tratamiento de esta enfermedad, dentro de las que se incluyen las prácticas rigurosas de cría y saneamiento, evitando la siembra en temporadas en que la temperatura del agua esté entre 20°C y 30°C, aumentar el tiempo de aclimatación antes de la siembra, utilizar agua y sistemas de cultivo bioseguros, utilizar semillas de animales con prueba PCR negativa, utilizar dietas fortificadas con minerales y vitaminas para aumentar la tolerancia al estrés, así como usar inmunoestimulantes no específicos (NSIS), vigilar y controlar vectores y realizar ciclos de producción con densidades bajas; esto puede minimizar los brotes y prevenir su propagación. (CFPH, 2013; Clark, 2016).

Varios estudios han demostrado que la tilapia tiene un efecto benéfico sobre la ecología de los sistemas

de producción acuícola, reduciendo los niveles de acumulación de materia orgánica en sedimentos debido al control que hace sobre la abundancia del fitoplancton. En el cultivo de peces dulceacuícolas predominan las bacterias "Gram +", así, el uso del agua proveniente de cultivos de tilapia podría reducir la prevalencia de infecciones bacterianas en estanques camaroneros, y mejorar el balance entre las comunidades microbianas. La tilapia, que no parece ser susceptible ni portador, tiene la capacidad de eliminar camarón moribundo o muerto y de este modo limitar la transmisión viral remueve pequeños crustáceos vectores potenciales del VSMB.

La integración de los cultivos con otros organismos es un camino para reducir problemas de degradación ambiental y contaminación, ya que los desechos de la

1.4 Esquema de la Historia Natural de la Enfermedad.



acuicultura son asimilados por toda la red trófica del sistema (Murillo Delgado, 2009).

Se han realizado varios ensayos con tratamientos naturales utilizando extracciones de agua o metanol de plantas herbales tradicionales, esto con la finalidad de mejorar significativamente el desempeño inmunológico del hospedero a corto plazo. Esto podría ser mediante la prevención de la infección o ralentizando significativamente el progreso de la infección una vez establecida en el hospedero; algunos de estos tratamientos han demostrado una eficacia limitada, pero se requiere mayor validación científica. Así mismo se ha planteado el uso de vacunas, sin embargo, debido a las características del sistema inmune de los invertebrados que se basa en mecanismos inmunes de respuesta celular y humoral, resulta difícil lograr el desarrollo de una vacuna. Por el momento, varios estudios han comenzado a utilizar proteínas de envoltura del VSMB recombinantes para inducir resistencia en camarones, pero aun no son concluyentes sus resultados y se requiere más investigación al respecto. (Sánchez-Paz, 2010; Clark, 2016).

Objetivos

Identificar la problemática que implica la toma de decisiones en la atención de las enfermedades, con base en las necesidades sentidas de la población y la realidad política, económica y social de la región, para proponer medidas de prevención, control y erradicación eficaces,

eficientes, factibles y viables. Identificar las dependencias encargadas del diagnóstico, vigilancia epidemiológica y los dispositivos de emergencia, mediante el análisis de la estructura organizacional en salud animal, para la prevención, control y erradicación de enfermedades.

2. MARCO REGULATORIO VIGENTE

El VSMB está clasificado dentro de la lista de Enfermedades de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y por acuerdo internacional, las enfermedades enumeradas por la OIE deben ser notificadas por los países miembros y están sujetas a medidas sanitarias específicas destinadas a limitar la propagación de enfermedades y garantizar la seguridad sanitaria del comercio internacional de animales acuáticos y sus productos. (OIE, 2021).

En México de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), se considera una enfermedad endémica, y se encuentra en el Grupo III, que representa un riesgo menor desde el punto de vista epidemiológico, económico, de salud pública y para el comercio nacional e internacional y el marco regulatorio lo establece la Ley General de Pesca (SADER, 2020), que regula, fomenta y administra el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional, y además regulará la legal procedencia de los productos pesqueros y acuícolas, a través de los avisos de arribo, de cosecha, de producción, de recolección, permiso de importación y con

la guía de pesca.

Así mismo, la NOM-030-PESC-2000 tiene como objetivo, establecer los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y Artemia (*Artemia* spp.), para su introducción y movilización en el territorio mexicano; y de manera más específica se tiene el ACUERDO mediante el cual se establecen las medidas sanitarias para reducir los factores de riesgo en la producción de camarón, asociados a la enfermedad de las manchas blancas en los estados de Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora.

3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN SU LUGAR DE ORIGEN

El VSMB ha surgido a nivel mundial como uno de los frecuentes y extendidos, siendo detectado por primera vez en Taiwán en 1992, posteriormente se extendió a Japón y a casi todos los países asiáticos. El primer caso de VSMB diagnosticado en América ocurrió en 1995, en una granja de camarones al sur del estado de Texas; y desde entonces se han notificado casos en países de América Latina, Europa, Oriente Medio; y en camarones salvajes en las costas de Estados Unidos y de África. (Figura 2) (Sánchez-Paz, 2010; OIE, 2019).

El VSMB fue primeramente reportado en Japón durante 1992 y 1993, en granjas (poblaciones cerradas) de *P. japonicus*, pero se piensa que fue importado con PL



Figura 2. El posible origen geográfico y transmisión del VSMB en el mundo. (Zeng, 2021)

infectadas provenientes de China. Aproximadamente al mismo tiempo fue descubierto en cultivos de *P. monodon*, *P. japonicus*, y *P. penicillatus* en Taiwán. EL VSMB se diseminó rápidamente (brotes) a través de todas las áreas de crecimiento de la región asiática, probablemente a través de PL y reproductores infectados de *P. monodon*. Luego en 1995, fue detectado por primera vez en Texas en *P. setiferus* cultivado; no alcanzó a Filipinas, quien tenía una efectiva prohibición gubernamental de importaciones de organismos vivos, hasta que una importación ilegal de PL de *P. monodon* de China se realizó en 2000. (Ganjoor M, 2015; Clark, 2016).

4. VERIFICAR LA PREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD EN UNA ZONA DE ESTUDIO

En México la acuicultura marina es una industria cuya principal especie de cultivo es el camarón. Tal es su importancia que actualmente existen con 168 granjas de comercio en estado de Sonora con 25,462.55 ha, 626 granjas en el estado de Sinaloa con 38,249 ha y 227 granjas en el estado de Nayarit con un total de 4,488.47 ha de cultivo principalmente (INAPESCA, 2018).

Actualmente hay 9 enfermedades que afectan a los crustáceos (OIE, 2021) dentro de las cuales se encuentra la infección por el síndrome de las manchas blancas (VSMB), enfermedad reportada en México en 1999 en tres granjas del centro y norte de Sinaloa y la cual se volvió a registrar en el año 2000 con efectos negativos en la producción de camarón (V. Hernandez C, Estrada N. Gonzales G, Tome V., Chavez R., 2001).

Tomando en cuenta lo anterior y por ser el estado con mayor importancia en cuanto a producción, la zona de estudio fue el estado de Sinaloa, México.

Se tomaron los datos obtenidos de un estudio realizado en 27 granjas (Imagen 2) en el estado de Sinaloa (Detección del virus de la mancha blanca (VSMB) en camarón blanco, de



Figura 3. División del estado de Sinaloa. INAPESCA. (V. Hernandez C, Estrada N. Gonzales G, Tome V., Chavez R., 2001).

cultivo del estado de Sinaloa, 2001), con una población de 100,000 individuos por estanque de cultivo.

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Tomado en cuenta los estudios realizados en el estado de Sinaloa y con el fin de verificar la prevalencia de la enfermedad VSMB en dicho estado, el tipo de estudio de elección es transversal.

Un estudio transversal se realiza para determinar la presencia o no de una enfermedad en una población específica. Se analiza la exposición y la ocurrencia del evento. Aunque se puede definir la población a estudiar, no siempre es necesario un marco muestral, en este caso es aplicable puesto que se trata de poblaciones muy grandes (camarones) y difíciles de identificar (arete, etc...); no se requiere de mucho personal, se realizan una sola vez y son de bajo costo.

4.2 DISEÑO DE MUESTREO

Como el propósito de realizar este estudio a la población de camarón es saber la prevalencia de la enfermedad en ese lugar, se realizará un único muestreo en 27 granjas que cuenten con estanques con poblaciones de 100,000 organismos, de lo que se tomará una muestra representativa de 150 post larvas por estanque; posteriormente las muestras a tomar se integrarán con pleópodos en conjuntos de 20 o la hemolinfa extraída de cada 20 animales, en base a lo establecido por la NOM-030-PESC-2000.

A continuación, se realizará la prueba de PCR en tiempo real,

para determinar la presencia o no de la enfermedad. El motivo por el cual se realiza esta prueba diagnóstica es porque tiene mayor capacidad para determinar individuos sanos que enfermos, basándonos en la literatura (Fabricio Arcos, 2016).

5. ACTIVIDADES SANITARIAS NECESARIAS PARA DECLARAR LIBRE DICHA ZONA

Es importante mantener sistemas de vigilancia en la zona que se quiere declarar libre, esto con la finalidad de demostrar la ausencia de la enfermedad, identificar casos o brotes que se tengan que notificar, y seguir vigilando los cambios en la prevalencia o incidencia para contribuir con los programas de control de enfermedad. Dentro de las medidas que puedan tener en el sistema se cuentan con:

- Se recomienda contar con registros actualizados en todas las granjas de camarón en la zona, en lo que se incluya datos sobre movilizaciones;
- Identificación sobre existencia de especies de cangrejos y camarones de vida silvestre, en caso de existir, realizar muestreo de los mismos para determinar la presencia del virus;
- Muestreo de fito y zooplancton antes de la siembra;
- Adquisición de ejemplares libres de la enfermedad;
- Dieta que no contenga cualquier tipo de crustáceos frescos o congelados.

6. PRUEBAS DE LABORATORIO, SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD Y PREVALENCIA

6.1 Pruebas diagnósticas seleccionadas

Los primeros métodos utilizados para el diagnóstico del síndrome de la mancha blanca en camarón fueron técnicas de histopatología y observación de improntas con microscopía clásica, aunado a la signología clínica dieron pauta para describir los primeros casos.

Debido que existen diferentes baculovirus que afectan a crustáceos, la utilización de técnicas más específicas, basadas en la detección de ADN, han supuesto un gran avance en el diagnóstico de VSMB (Félix Royo, 1999).

Dentro de estas técnicas, está la hibridación "in situ" que sirvió para identificar tejidos en los que el virus está presente. Actualmente también se utilizan técnicas de PCR simple y doble PCR, sin embargo, se debe tomar en cuenta el estadio de la enfermedad para utilizar una u otra técnica, por ejemplo, los primeros estadios de la enfermedad no pueden ser diagnosticados por PCR simple o hibridación "in situ".

Basado en NOM-030-PESC-2000, que establece los requisitos para determinar la

presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (*Artemia spp*), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo y el ACUERDO mediante el cual establece las medidas sanitarias para reducir los factores de riesgo en la producción de camarón, asociados a la enfermedad de las manchas blancas en los estados de Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora. Se indica que la prueba de elección para el diagnóstico de VSMB es reacción en cadena de polimerasa (PCR).

6.2 SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LAS PRUEBAS

Las pruebas de PCR, Nested - PCR y Real Time PCR han sido desarrollado y han demostrado una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico VSMB, sin embargo, estos ensayos no son rentables para aplicar en cualquier lugar, ya que se necesita de un técnico entrenado (Fabricio Arcos, 2016)

En un estudio realizado, se compararon las diferentes técnicas de PCR para la detección del VSMB en muestras de camarones

REAL TIME-PCR			
Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
73%	85%	57%	92%

Figura 4. Resultado de la comparativa de RT PCR y Nested PCR. Universidad de Guayaquil (Fabricio Arcos, 2016)

adultos y post larvas congelados. Demostraron que la sensibilidad de las pruebas de PCR dependían de la cantidad de ADN viral en las muestras. (Fabricio Arcos, 2016)

Al realizar la Prueba de validación de Diagnóstico, el Real Time PCR resultó ser más específica que sensible (Figura 4), tiene mayor capacidad para determinar individuos sanos que enfermos, y en casos de la aparición de la enfermedad o un brote en una población con una prevalencia mayor del 20% el valor predictivo de casos negativos (VPN) es del 92% y el valor predictivo de los casos positivos (VPP) se estimaría con un 57%; el Real Time PCR es mejor para descartar la enfermedad en presencia de ella, es decir los casos diagnosticados positivos con Nested-PCR deberían ser descartados por Real Time PCR. (Fabricio Arcos, 2016)

6.3 TIPO DE MUESTRAS Y MANEJO

Las muestras a tomar se integrarán con pleópodos o hemolinfa de todos los animales que constituyen la muestra, agrupándolos los pleópodos en conjuntos de 20 o la hemolinfa extraída de cada 20 animales (NOM-030-PESC- 2000).

Para post larvas en cualquier estadio, producidas en laboratorio, se tomará una muestra bimestral de 150 organismos, e igual número se recolectará cada que se reúnan 10 millones de post larvas, obtenido al azar.

En larvas capturadas de poblaciones naturales, se

realizará el primer muestreo con fines de diagnóstico de esta enfermedad, colectando 150 ejemplares de los diferentes contenedores al momento de recibir el primer embarque de organismo capturados, realizándose los muestreos subsecuentes cuando la suma de los embarques recibidos sea de 10 millones de organismos, o en su defecto, al término de la temporada si no llegara alcanzarse esta cantidad.

Una vez tomada la muestra deberá ser mandada inmediatamente al laboratorio o en su defecto utilizar refrigerantes.

La toma y preservación de muestras de tejidos para las pruebas de PCR deben realizarse en microtubos previamente rotulados y que puedan ser sellados; el fijador para PCR debe ser etanol del 70 al 95% grado analítico o RNAlater; las muestras también pueden ser congeladas para preservar el ADN del virus. Para la detección de la VSMB, también existe la posibilidad de agrupar muestras en pools, con el fin de maximizar la relación calidad-precio de las pruebas de PCR (Genics, S/A).

6.4 TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRA

Tomando en cuenta lo anterior y basándose en las formulas citadas en los artículos: "Determinación del tamaño muestral" (Pita Fernández, 2001) y "Tamaño de una muestra para una investigación de mercado" (I.M. Torres, S/A), los cálculos fueron los siguientes:

Teniendo una población total de 100,000 animales por estanque, el número de muestras

Para una prevalencia al 20%

$$n = \frac{Z^2 \cdot pq}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0.30) \cdot (0.70)}{(0.05)^2}$$

$$n = \frac{0.806736}{0.0025} = 322.69 = \mathbf{323 \text{ muestras por cada 100,000}}$$

Prevalencia al 30%

$$n = (1 - p) / (pd)$$

$$n = (1 - 0.20) / (0.20 \times 0.05)$$

$$n = 0.80 / 0.01$$

$$n = \mathbf{80 \text{ muestras por cada 100,000}}$$

Prevalencia al 44%

$$n = \frac{Z^2 \cdot pq}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0.44) \cdot (0.56)}{(0.05)^2}$$

$$n = \frac{0.94657024}{0.0025} = 378.62 = \mathbf{379 \text{ muestras por cada 100,000}}$$

Prevalencia al 53%

$$n = \frac{Z^2 \cdot pq}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot (0.53) \cdot (0.47)}{(0.05)^2}$$

$$n = \frac{0.95694256}{0.0025} = 382.77 = \mathbf{383 \text{ muestras por cada 100,000}}$$

6.5 VALORES PREDICTIVOS: FALSOS POSITIVOS (FP) Y FALSOS NEGATIVOS (FN) / PREVALENCIA APARENTE (PA)

Una prueba diagnóstica (PD) es un procedimiento destinado a detectar alguna característica que permita inferir la presencia o ausencia de un evento en un individuo. El procedimiento puede ser un examen clínico, un examen por medio de equipos o aparatos, un análisis de laboratorio, etc. El evento puede ser una enfermedad, una infección, la presencia de residuos químicos u hormonales, etc. (Emilio A. & Sergio J., 2006).

Existen cuatro resultados posibles, dependiendo de la PD y del estado del individuo: verdadero positivo, falso positivo, verdadero negativo y falso negativo (Cuadro 1).

CUADRO 1		
Prueba	Enfermedad	
	Enfermos	No enfermos
Positivos	VP(A)	FP (B)
Negativos	FN (C)	VN (D)

- *VP= Verdaderos positivos
- *FP= Falsos positivos
- *FN= Falsos negativos
- *VN= Verdaderos Negativos

El conocimiento de estos valores es importante para la correcta interpretación de los resultados de las PDs por parte de los usuarios. En la práctica el verdadero estatus de un individuo es inferido a partir de dichos resultados. Esto genera al usuario dos preguntas cruciales: ¿cuál es la probabilidad que un individuo positivo a la PD presente el evento? y ¿cuál es la probabilidad que un individuo negativo a la PD esté libre del evento? El cálculo de los valores predictivos positivo y negativo ayuda al esclarecimiento de ambas cuestiones. (Emilio A. & Sergio J., 2006).

(73%) y especificidad (85%) para obtener los datos. Posteriormente se realiza el cálculo de prevalencia aparente (PA).

Prevalencia 20%

Tamaño muestra: 80 muestras.

Prueba	Enfermedad		TOTAL
	Enfermos	No enfermos	
Positivos	12	10	22
Negativos	4	54	58
TOTAL	16	64	80

■ VP ■ FP ■ VN ■ FN

Valor predictivo (+):
 $VP(+) = (VP/VP+FP) \times 100$

$$VP(+) = (12/22) \times 100 = 54.4\%$$

Valor predictivo (-):
 $VN(-) = (VN/VN+FN) \times 100$

$$VP(-) = (54/58) \times 100 = 93\%$$

$$PA = (22/80) \times 100 = 27.5\%$$

Prevalencia aparente:

$$PA = \frac{VP + FP}{\text{Total de población}}$$

Aplicando la prueba diagnóstica (PCR) a la población en estudio y considerando una prevalencia hipotética del 20,30,44 y 53%, se realizaron los siguientes cálculos para obtener falsos positivos, falsos negativos y valor predictivo correspondiente (se tomó en cuenta los porcentajes de sensibilidad

Prevalencia 30%

Tamaño de muestra: 323 muestras

Prueba	Enfermedad		TOTAL
	Enfermos	No enfermos	
Positivos	71	34	105
Negativos	26	192	218
TOTAL	97	226	323

■ VP ■ FP ■ VN ■ FN

$$VP(+) = (71/105) \times 100 = 67.6\%$$

$$VP(-) = (192/218) \times 100 = 88\%$$

$$PA = (105/323) \times 100 = 32.5\%$$

6.6 PREVALENCIA REAL

Considerando la sensibilidad y especificidad de las pruebas aplicadas y con un 30% de prevalencia aparente se calculó la prevalencia real (Hector T. & Marcelo S.,2020)

Prevalencia Real Estimada=

$$\frac{PA-(1-Esp.P)}{1-[(1-Esp.)+(1-Sens.)]}$$

$$PR= \frac{0.30 - (1 - 0.85)}{1 - [(1 - 0.85) + (1 - 0.73)]}$$

$$PR= \frac{0.30 - 0.15}{1 - [0.15 + 0.27]}$$

$$PR= \frac{0.30 - 0.15}{1 - 0.42}$$

$$PR= \frac{0.15}{0.58} = 25.8\%$$

PA= 30%

Especificidad= 85%

Sensibilidad = 73%

Por lo tanto, con una prevalencia aparente del 30% y una sensibilidad y especificidad del 73% y 85%, el resultado de la prevalencia real fue de 25.8%

7. FACTORES DE RIESGO Y ASOCIACIÓN CAUSAL

Como ya se menciona anteriormente, el camarón al ser un invertebrado, carece de un sistema inmune capaz de responder de forma

adaptativa, por lo que las estrategias para el manejo de salud de los camarones se enfocan en la exclusión de patógenos y en evitar condiciones ambientales que pudiesen provocar estrés, estimular la replicación viral, o facilitar la transmisión de enfermedades. (Islam et al, 2014)

7.1 Posibles factores de riesgo:

Los posibles factores de riesgo asociados al cultivo del camarón se enumeran a continuación:

1. Fluctuaciones en la temperatura y temperaturas bajas en los estanques provoca un incremento en la replicación viral y disminuye la respuesta inmune.
2. Fluctuaciones en la salinidad también provocarían una mayor susceptibilidad a la infección viral en los camarones.
3. Ingreso de animales que no provienen de establecimientos libres de la enfermedad.
4. Ingreso de animales portadores.
5. Alimentos que contienen crustáceos.
6. Infección por movimiento de agua de instalaciones contiguas infectadas.
7. Infección por ingreso de fauna silvestre nativa enferma o portadora.

Derivado de las múltiples vías de infección, siendo que puede ser desde transmisión horizontal (animales enfermos y/o portadores) o vertical, tomando gran importancia las especies salvajes que pueden

actuar como reservorios, por ingestión, ya sea por inclusión de crustáceos infectados en la dieta, por canibalismo o predación, así como por el ingreso de agua contaminada con el virus (CFSPH, 2013).

El ingreso de animales que no proceden de establecimientos libres es un gran factor de riesgo, para probar esta asociación, se deberá de realizar el análisis de muestras mediante PCR, y siendo que está estrechamente vinculado a factores de estrés en los camarones, se puede realizar un análisis de PCR luego de que han pasado y superado la prueba de estrés. Esta consiste en someter un pequeño grupo de animales a cambios bruscos de salinidad, pasando de 32 ppt a 0 ppt súbitamente y devolverlos luego de unos minutos nuevamente a salinidad de 32 ppt, determinando luego % de supervivencia. (F. Royo 1999)

7.2 ¿Qué medidas de mitigación de riesgo sugeriría para prevenir la introducción de la enfermedad mediante la importación, movilización o ambos, de animales infectados, productos o subproductos contaminados u otro material de riesgo identificado a la población bajo estudio?

1. Adquisición de ejemplares libres de VSMB
2. Enunáreadecuatena someter a estrés a una muestra de ellos para determinación si no son portadores.
3. Evitar que la dieta incluya crustáceos, tanto frescos como congelados.
4. Realizar muestreos de

agua, así como de fito y zooplancton.

- Colocación de mallas adecuadas en la entrada de agua a los estanques para evitar la entrada de otros organismos portadores del virus (Tirado, 2002).

8. ARBOL DE ESCENARIOS

Los principales formas de dispersión de patógenos causales de enfermedades en acuicultura, se encuentran en la importación de camarón fresco, esto debido a la forma en la que son transportados, en contenedores con agua, a diferencia del camarón congelado; el agua con que son transportados cuando es desechada puede llegar al mar, además, si los camarones importados presentaban alguna enfermedad viral o algún virus, estos pueden llegar a los camarones locales, lo que puede hacer que enfermen y se propague la enfermedad; al mismo tiempo el agua marina también es empleada en forma directa en los estanques de las granjas de acuicultura, lo que pondría en grave riesgo la producción de camarón del país importador. Es necesario que las empresas que importen camarón fresco cuenten con el certificado sanitario, que no se libere el producto hasta que se hayan hecho los análisis correspondientes de que se encuentran libres de patógenos de riesgo y cuarentena.

Así mismo se recomienda evaluar el riesgo en las plantas de procesamiento, sobre todo en el manejo y tratamiento de agua y sus residuos.

9. ACTIVIDADES DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA TANTO ACTIVAS COMO PASIVAS, QUE PERMITAN REDUCIR EL RIESGO DE DISEMINACIÓN, ASÍ COMO DE PREVENCIÓN, CONTROL Y EN SU CASO, ERRADICACIÓN EN LA POBLACIÓN BAJO ESTUDIO.

Vigilancia pasiva

La vigilancia pasiva se realizará conforme a la recepción y atención de casos de la posible presencia de la enfermedad, complementándose con la información obtenida por los resultados en laboratorios, siendo que está clasificada dentro del grupo 3 de notificación mensual obligatoria, conforme el Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos.

Realización de un muestreo conforme a la normatividad aplicable, para el diagnóstico de la EMB en todos los estanques, durante los primeros 30 días de cultivo, utilizando la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (DOF 2011).

VIGILANCIA ACTIVA

Identificación, captura y análisis de especies salvajes que son afectadas y actúan como reservorios, por ejemplo diversas especies de cangrejos y camarones de vida libre, que son capaces de mantener y transmitir el WSSV, siendo ésta una de las mayores dificultades que se encuentra para considerar un plan de erradicación (F. Royo

1999).

Una característica de VSMB es el amplio rango de hospederos potenciales que tiene. Hasta la fecha, más de 95 especies de artrópodos se han reportado como huéspedes o portadores de VSMB por infección natural o experimental (Hernández, 2012).

Siendo susceptibles a la infección in vitro con VSMB, especies aún no reportadas como tal, al realizarse un ensayo con los hemocitos de dos hospederos diferentes a camarón blanco, para comprobar la infección, siendo ésta posible para el caso del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) y la langosta espinuda (*Panulirus interruptus*), demostrándose así la muy amplia gama de especies susceptibles y que aún no son conocidas, ni consideradas como susceptibles (Hernández, 2012).

Someter a pruebas de PCR muestras de fito y zooplancton del estanque antes de la siembra, para detectar presencia del VSMB. Se debe evitar la siembra en estanques positivos al virus.

Vacío Sanitario en las instalaciones acuícolas, durante el periodo comprendido desde el primer día de diciembre hasta el último día de febrero del siguiente año. Únicamente para el caso del Estado de Sonora, el Vacío Sanitario debe iniciar el primer día de diciembre y concluir el último día de marzo del siguiente año (DOF 2011).

Al poder ser transmitido por ingestión, eliminar completamente inclusión de crustáceos tanto frescos como congelados en la dieta, así como uso exclusivo de alimento seco extrusionado, puesto que el virus puede soportar la congelación, pero es sensible a la desecación (F. Royo 1999).

REFERENCIAS

1. CLARK, K.F. (2016). Nimaviruses of Crustaceans. En *Aquaculture virology*. Eds. Kibenge F., Godoy M. Academic Press. Pp 399-409.
2. CFSPH. Enfermedad de las manchas blancas. The Center for Food Security & Public Health. 2013;(1-5). [En línea]. Disponible en: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/white-spot-diseases.pdf> [Consultado 26 de febrero de 2021]
3. DOF (2011). ACUERDO mediante el cual se establecen las medidas sanitarias para reducir los factores de riesgo en la producción de camarón, asociados a la enfermedad de las manchas blancas en los estados de Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora. SEGOB. Página web Oficial. Disponible en <http://www.gob.mx/secretaria-de-pec/acciones-y-programas/2011/03/10/03102011> [Consultado el 8 de marzo del 2021]
4. Emilio A. & Sergio J (2006). Pruebas diagnósticas: principios y métodos para su evaluación e interpretación. Capítulo 48: Temas de zoonosis III. Instituto de Patobiología, Castelar. Documento PDF.

Disponible en línea URL: http://helminto.inta.gov.ar/patobiologia/pdf%20Epidemiologia/6_Cap_Zoonosis2006_Leon_Corregido.pdf [Consultado el 14 de marzo del 2021]

6. Fabián Torres (2006). Programa de vigilancia y monitoreo de la salud de los camarones, mediante análisis presuntivos en una granja de camarón blanco *litopenaeus vannamei* en el sur de Sinaloa. Tesis de Investigación. Universidad de Guadalajara. Documento PDF. Disponible en línea URL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23104/1/T-UG-DP-MBM-00002.pdf> [Consultado 9 de marzo del 2021]
7. Fabricio Arcos (2016). Análisis comparativo entre el nested - PCR y PCR real time para el diagnóstico del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV). Tesis de investigación. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Documento PDF. Disponible en URL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24508/1/EC-UG-POS-DP-MBM-014.pdf> [Consultado el 10 de marzo del 2021]
8. Félix Royo, Olivia Gironés & Silvia Anía (1999). Revisión sobre la Enfermedad de la Mancha Blanca (WSSV). *Epidemiología, Diagnóstico, y Métodos de Lucha*. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza, España. Revista *Aquatic* s/n. Documento PDF. Disponible en línea URL: <http://www.revista-aquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/61/51> [Consultado el 9 de marzo del 2021]

9. FERNÁNDEZ P. (2001). Determinación del tamaño muestral. *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística*. 3: 138-14. Artículo de investigación. Archivo PDF. Disponible en línea URL: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral.pdf [Consultado el 10 de marzo del 2021]
10. Fernández P. (2001). Tipos de estudios clínico epidemiológicos. *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística*. Archivo PDF. Disponible en línea URL: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/6tipos_estudios/6tipos_estudios2.pdf [Consultado el 15 de marzo del 2021]
11. FERNÁNDEZ P., Pértegas Díaz. (2003). Pruebas diagnósticas: Sensibilidad y especificidad. *Unidad de Epidemiología clínica y Bioestadística*. Complejo Hospitalario Universitario A Coruña, España. Página web. Información disponible en línea URL: http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pruebas_diagnosticas/pruebas_diagnosticas.asp [Consultado el 14 de marzo del 2021]
12. GANJOOR M. (2015) A short review on infectious viruses in cultural shrimps (Panaeidae family). *Fish Aquac J*. 2015, 6:3.
13. Hernández C, Estrada N, Gonzales G, Tome V. & Chavez R. (2001). Detección del virus de la mancha blanca (WSSV) en camarón blanco



- (*Litopenaeus vannamei*) de cultivo del estado de Sinaloa. INAPESCA. Archivo PDF. Disponible en línea URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564035/JI_3_Deteccion_del_virus_de_la_mancha_blanca.pdf [Consultado 10 de marzo del 2021]
14. Héctor M, Francisco J. Magallón, R. Pérez, R. Casillas, J. A. Cabanillas & W. Valenzuela (2012). Región endémica y regímenes de infección con el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) en las granjas camaronícolas del noroeste de México. Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa. Revista Ra Ximhai ,8:3 (117-129) Artículo PDF. Disponible en línea URL: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177004> [Consultado 9 de marzo del 2021]
 15. HERNÁNDEZ A. (2012). Dinámica de Infección del Virus del Síndrome de la mancha blanca (WSSV), en hemocitos de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C.
 16. I.M Torres (S/A). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Boletín Electrónico. Archivo PDF. Disponible en línea URL: abilidadEstadistica/URL_02_BAS02%20DETERMINACION%20TAMA%20C3%91O%20MUESTRA.pdf [Consultado el 10 de marzo del 2021]
 17. INAPESCA (2018). Acuicultura: camarón blanco del Pacífico. Gobierno de México. Página web Oficial. Disponible en URL: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-blanco-del-pacifico> [Consultado el 8 de marzo de 2021]
 18. Islam, H.M.R., Khan, M.H., Roy, D., Alam, M.M., Ahmed, K.K.U., Mahmud, Y., Ahasan, M.N., and Shah, M.S. 2014. Association of Risk Factors: WSSV Proliferation in the Shrimp (*Penaeus Monodon*) Farms of South-West Coastal Region of Bangladesh, Annals of Veterinary and Animal Science, Vol. 1(1), pp. 39-51.
 19. Molina A. & Ochoa S. (2013). Tipos de estudios epidemiológicos. Evid Pediatr 9:53. Artículo de revista. Archivo PDF. Disponible en línea URL: https://www.academia.edu/36699741/tipos_de_estudios_epidemiologicos [Consultado el 15 de marzo del 2012]
 - Murillo Delgado et al. Policultivo tilapia camarón. Revista electronica: <https://www.researchgate.net/publication/28792816>, 2009. NOM-030-PESC-2000. Que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y Artemia (*Artemia* spp.), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo. Gobierno de México. Página web Oficial. Disponible en URL: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-030-pesc-2000-102478> [Consultado 8 de marzo del 2021]
 - OIE (2021). Enfermedades, infecciones e infestaciones de la Lista de la OIE en vigor en 2021. Página web Oficial. Disponible en URL: <https://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/enfermedades-de-la-lista-de-la-oie-2021/> [Consultado el 9 de marzo del 2021]
 - OIE. (2019) Infección por el Virus del Síndrome de la mancha blanca. En: Manual de la pruebas de diagnóstico para los animales acuáticos. [En línea]. Disponible en: https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/aahm/current/chapitre_wsd.pdf [Consultado 26 de febrero de 2021]
 - SÁNCHEZ-PAZ A. (2010). White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern. Vet. Res. 41(6):43.
 - SENASICA. Enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria. 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/548927/ENFERMEDADES_Y_PLAGAS_EX_TICAS_Y_END_MICAS_DE_NOTIFICACION_OBLIGATORIA.PDF [Consultado 7 de marzo de 2021]
 20. Tirado M. (2002). Patologías inducidas por la infección natural del virus de la mancha blanca (WSSV) en epizootias de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* Bonne (Crustacea: Decapoda) registradas en la granja de la sociedad cooperativa de producción pesquera ejidal "El Pategue", en El Dorado, Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas.
 21. Zeng Y. (2021). Molecular epidemiology of white spot syndrome virus in the world. Aquaculture, 537.

El cultivo de abulón azul en la Península de Baja California Sur

La Sociedad Cooperativa Progreso de Producción Pesquera La Bocana, se ubica en la zona Pacífico Norte dentro del Municipio de Mulegé en Baja California Sur. Se fundó en 1944 con el objetivo de promover prácticas de pesca responsable y sostenibles; recientemente celebraron su 80 aniversario, lo que refleja su trayectoria y contribución al desarrollo local. Esta organización se ha destacado por su compromiso con la pesca sustentable y la producción de abulón azul.

A finales de 1985, a la Sociedad Cooperativa Progreso le autorizaron una concesión para extraer abulón azul mediante el buceo. Actividad considerada principal arte de pesca para la captura del abulón. Después, en 1987, fueron condicionados a emprender un programa para producir semilla de abulón y repoblar el mar para evitar la extinción de la especie del ecosistema marino.

Así pues, durante la década del inicio del siglo XXI, extraían el abulón de su hábitat natural, respetando los lineamientos de pesca

tales como talla mínima y tiempo en veda establecidas por SEMARNAT y CONAPESCA. Ahora, con el paso de los años, la captura de abulón ha decaído, lo que afectó a las cooperativas principalmente en el mercado. Por lo que se propuso formalizar el cultivo del abulón como plan de apoyo y sustentabilidad. En este sentido la Sociedad Cooperativa Progreso diseñó como proyecto una granja de cultivo de abulón azul, siendo un referente en la industria acuícola, brindando empleo y desarrollo a la comunidad del norte del estado de Baja California Sur.

La Sociedad Cooperativa del Progreso cuenta con un protocolo de mantenimiento del cultivo, ya que en ella se llevan a cabo actividades diarias que permiten darle un buen manejo y cuidado a dichos organismos, las actividades que se llevan a cabo son:

- Limpieza de estanques: para realizar dicha actividad los abulones que están dentro de los estanques son removidos de lugar para poder vaciar por completo dicho estanque, donde



Foto: Rogelio Vergara

los trabajadores se emplean a limpiar a profundidad removiendo heces, restos de alimentos y organismos invasores que pueden afectar el cultivo del abulón.

- Recambios de agua: Los recambios se realizan cada dos días para poder hacer un cambio de diatomeas y mantener una temperatura constante, permitiéndoles una previa limpieza a los estanques y a los abulones.
- Alimentación de los organismos: cada tres días alimentan al abulón, los trabajadores van y "cosechan" a mar abierto alga laminar *Eisenia arborea* a la cual coloquialmente le nombran "coliflor", seguido de dicha actividad las algas son llevadas a la granja en costales para dárselo como alimento fresco a los abulones de talla mayor de 5cm. No obstante, a los abulones juveniles de talla menor de 5 cm le suministran alimento seco a base de *Macrocyctis pyrifera* y *Eisenia arborea*.
- Toma de parámetros: Durante el día, el encargado de la granja toma medidas de temperatura, de pH del agua en los estanques, y administran el flujo de oxígeno de los estanques. Después de la jornada de trabajo los vigilantes de la granja están encargados de tomar medidas de temperatura para corroborar que no haya problemas con el flujo de agua durante la noche.
- Desdobles: los desdobles se realizan para mantener un orden en los estanques dividiendo a los abulones conforme a tallas y medidas establecidas por la granja para mantener un buen control de datos, moviéndolos de estanque y distribuyendo a los abulones con otros organismos con las mismas tallas.



Foto: Rogelio Vergara



Foto: Rogelio Vergara

destacar que La granja de abulón azul en Baja California Sur emerge como una herramienta para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo económico de las comunidades costeras, que día con día busca superar el lote producción final; la cual en estos 80 años se ha mantenido y en la actualidad busca alternativas innovadoras para continuar con la producción de cultivo de esta especie con nuevas herramientas.

AUTORES: Rogelio Vergara-Mayora. Egresado del programa educativo de Bioingeniería en Acuicultura. Torres-Ochoa, Erika. Profesora investigadora adscrita al Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías. Correspondencia: rogerpro09@gmail.com

Todas estas actividades han permitido establecer a la granja como principal precursor de abulón azul en el estado, siendo reconocida a nivel tanto nacional como internacional y dejando un gran lugar en el mercado internacional con China. Además, cabe

Diversidad de la ICTIOFAUNA de playa Navarro, Veracruz México

Introducción:

Los peces son el grupo principal de organismos que viven en los ambientes acuáticos de todo el planeta y son fundamentales para el correcto funcionamiento y regulación de estos ecosistemas. En el mundo existen alrededor de 28,000 especies de peces conocidos, lo cual los convierte en el grupo más diverso entre los vertebrados. Tienen una fuerte importancia económica en el mundo, principalmente en la acuicultura y la pesca. En el aspecto ecológico tienen una amplia relevancia, ya que forman parte de las cadenas tróficas como consumidores secundarios, pueden

regular la cantidad de CO₂ y se encargan de controlar las poblaciones de algas.

En México albergan 2,692 especies de peces, de los cuales 2,224 son marinos y tienen una gran relevancia para sitios como el Golfo de México, el cual ocupa el 40% de la producción nacional de peces y el cuarto lugar a nivel mundial.

Los peces resultan un elemento importante en investigaciones debido a su importancia económica y ecológica (Torruco et al., 2018). A pesar de esto, el conocimiento sobre su ecología, más específicamente su distribución, abundancia, alimentación,

crecimiento y reproducción, es escaso (Díaz-Ruíz, 2003). Aunado a ello, el desgaste del ecosistema y la pérdida de ambientes costeros y marinos, hacen necesario contar con inventarios actualizados de la ictiofauna del país que contribuya en un manejo sustentable y administración de recursos de estos ecosistemas (Torruco et al., 2018). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar la diversidad de peces en playa Navarro, Veracruz.

Área de estudio:

Playa Navarro se localiza entre las coordenadas 19° 50' y 20° 09' N y 96° 31' y 96° 46' O, en el municipio de Vega de Alatorre, Veracruz (Figura 1). La costa presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (1400-2100 mm) y una temperatura entre 22 y 26° C.

Materiales y Métodos

La captura de los peces se realizó en Playa Navarro (marzo 2023), en la desembocadura del estuario, las capturas

Navarrete Salgado Norma Angélica, Barranco Vargas Valeria Naomi y Ramírez Gutiérrez Angélica Sarahí

normaa@unam.mx, barranco.vargas.valeria@gmail.com, sarahi.ramirez.gtz@gmail.com

fueron diurnas (10:00 a 16:00 horas), El muestreo se realizó con un chinchorro de 30 m de largo, de 1,5 m de abertura de trabajo y abertura de malla de 8 mm. Los organismos obtenidos se fijaron con formalina al 4% y fueron almacenados en recipientes plásticos para su traslado a FES Iztacala, UNAM.

En cada muestreo de se realizó la toma de datos sobre salinidad, temperatura del agua, temperatura ambiente, oxígeno disuelto, conductividad y pH, de la siguiente manera: el oxígeno se registró con un Oxímetro -Hanna Instruments, el pH con un potenciómetro Hanna, la Salinidad con un salinómetro Cole Parmer, la conductividad con un conductivímetro Sprite 6000.

En el laboratorio, los organismos se contaron y se pesaron con una balanza digital, marca Acculab Mod. 333 con una precisión de 0.01g. La identificación taxonómica de los peces se realizó con la clave de Miller et al., 2005. Se estimó la diversidad "H" de Shannon-W para cada hora.

Resultados

Se observó que *A. mitchilli* presenta una

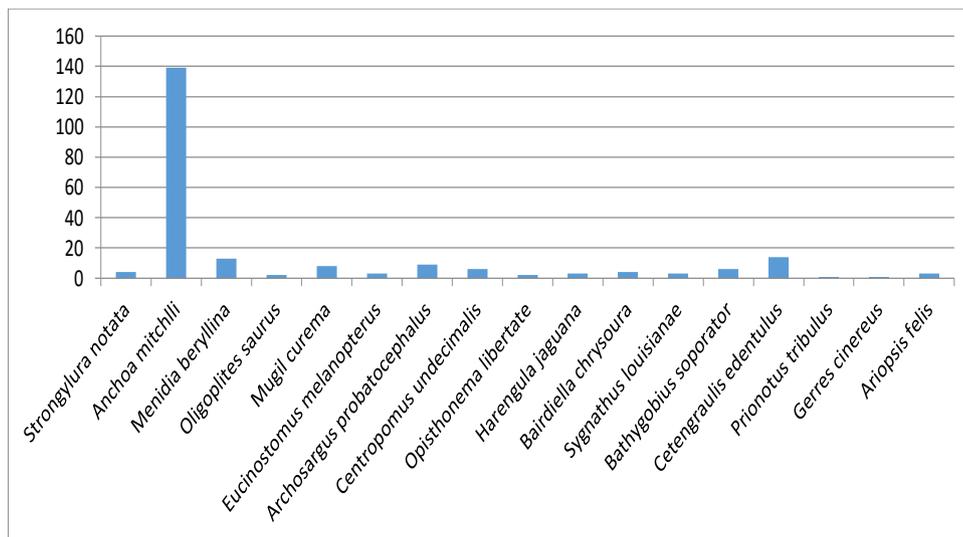


Figura 2. Abundancia de especies de peces de playa Navarro

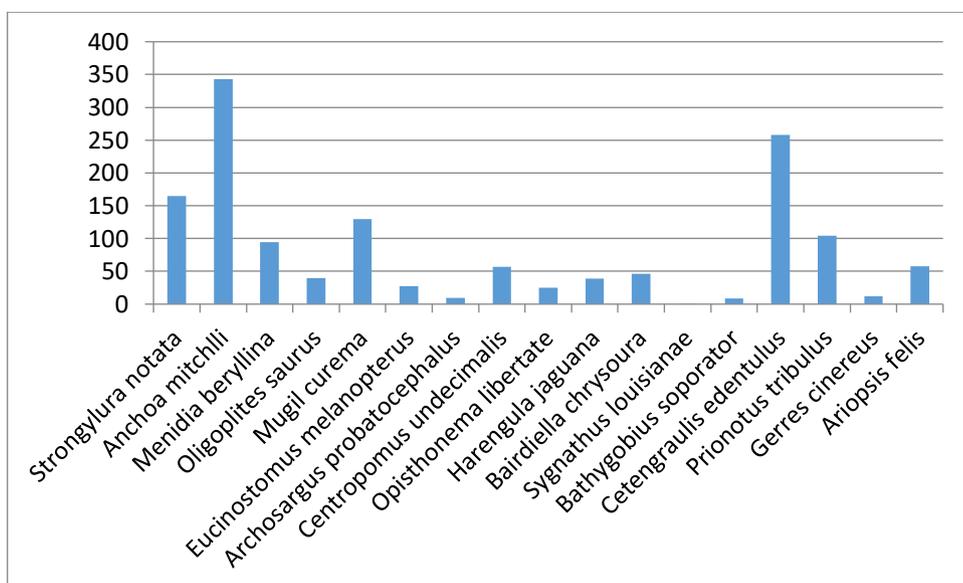


Figura 3. Biomasa de especies de peces de playa Navarro.

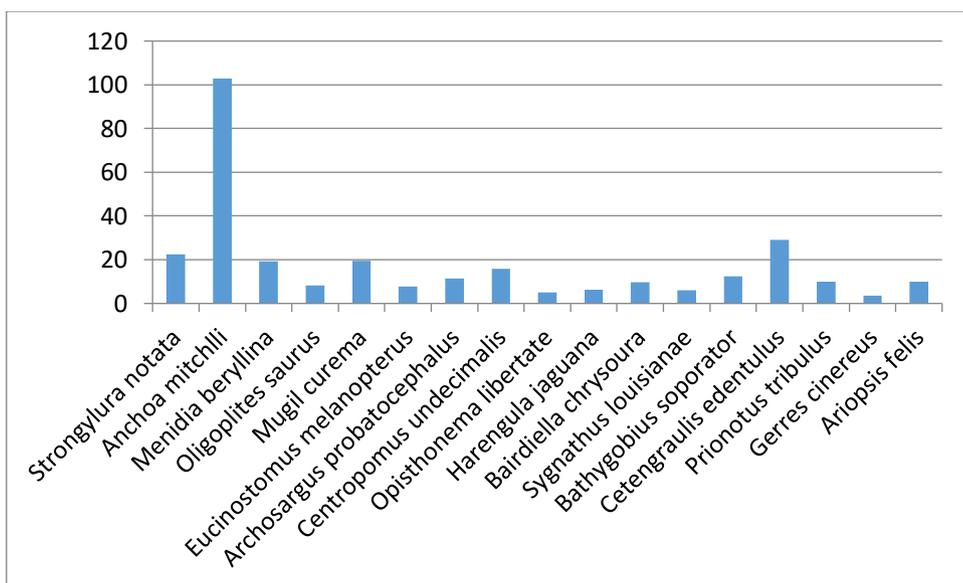


Figura 4. Índice de valor de importancia de playa Navarro.

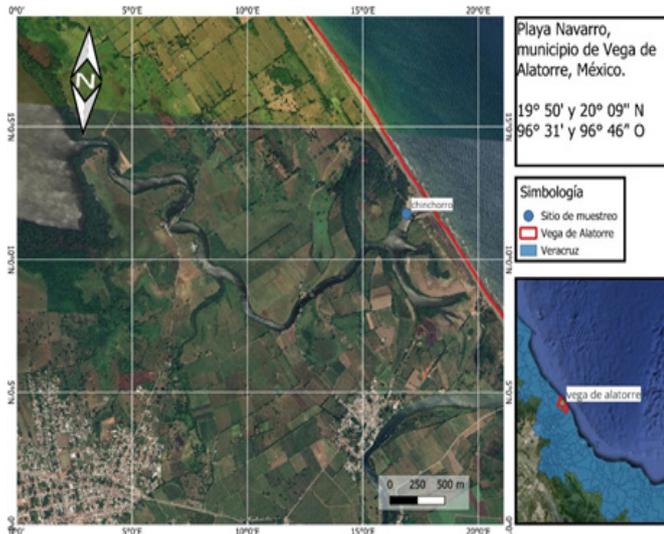


Figura 1. Mapa del municipio de Vega de Alatorre, destacando Playa Navarro.

mayor abundancia, seguido de *C. edentulus* y *M. beryllina* de acuerdo a la Fig. 2. Respecto a la biomasa, los valores más altos se pudieron observar igualmente en *A. mitchilli*, seguida de *C. edentulus* y *S. notata* de acuerdo con la Fig. 3.

En el índice de valor de importancia evidenció que *A. mitchilli* tuvo un valor sobresaliente con respecto a las demás especies, *C. edentulus*, obtuvo el segundo valor más importante y *S. notata* obtuvo el tercer valor más importante de acuerdo con la Fig. 4. De acuerdo al Índice de Diversidad de Shannon-W, la diversidad más alta fue a las 16 hrs. seguido de las 10 y 11 hrs. con valores de 2.64, 2.59 y 2.45 respectivamente de acuerdo a la Tabla 2. La diversidad

general es de 2.2968

Discusión y Conclusiones

El valor de pH promedio obtenido, marca que las agua son alcalinas, en relación al oxígeno son aguas con regular cantidad de oxígeno (Navarrete et al. 2004), suficiente para el desarrollo de los peces (Peña 2007). De acuerdo al promedio de salinidad que es de 10.2428 g/l nos dice que es un cuerpo de agua mesohalino,

Parametros	Promedio	DesVEst
Humedad (%)	71.1428571	6.9624845
T° ambiente (°C)	30.3571429	1.032565
T° Agua (°C)	29.3571429	1.6184943
pH	7.97142857	0.17994708
Salinidad (g/l)	10.2428571	1.25546425
Oxígeno (ppm)	5.00857143	2.29316687
Conductividad (h)	17.1471429	2.10755557
Velocidad	5	1.63829179

Tabla 1. Promedio y desviación estándar de parámetros ambientales.

basándonos en la norma PROY-NMX-AA-121-SCFI-2005.

Respecto a la temperatura del agua, el valor promedio es de 29.3°C, lo que es relativamente alto, con lo dicho por Gómez-Ortega., et al en 2015 Los valores altos en los estuarios se deben a la poca profundidad y a la gran incidencia de luz solar, lo que se relaciona con la evaporación y altos niveles de salinidad.

Por otro lado, en el presente trabajo se registraron 17 especies de peces, lo cual es menor a lo reportado en otros estudios similares en lagunas costeras del Golfo de México (Aguirre-León et al. 2014) en donde se reportan alrededor de 30 especies, en el sistema Laguna Grande-Chica, adyacente a Playa Navarro. La mayor

diversidad y biomasa registrada de los peces está relacionada con las horas en donde la temperatura, el pH y la salinidad fueron más bajas que fueran las horas más tempranas, esto debido a que aprovechan esas horas en donde las condiciones son adecuadas para obtener alimento o trasladarse.

Anchoa mitchilli fue la especie más abundante del presente trabajo, esto coincide con varios estudios en donde mencionan que *A. mitchilli* es una especie dominante en las comunidades de peces, tanto en estuarios templados fríos y cálidos del norte del Golfo de México, especialmente en algunas regiones de Veracruz en donde se ha registrado que es la más abundante de toda la comunidad íctica (Castillo-Rivera et al., 2011). La Diversidad General registrada de 2.2968 es baja, se relaciona con la gran inestabilidad de la zona, determinada por las mareas. Por otro lado, es mayor a la reportada por Navarrete y Hernández en 2023, en donde predominó *Mugil curema*, en el mismo sistema.

Literatura Citada

Aguirre-León, A., Pérez-Ponce, H.E. y

Díaz-Ruíz, S. (2014). Heterogeneidad ambiental y su relación con la diversidad y abundancia de la comunidad de peces en un sistema costero del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 62(1): 157-176. ISSN 0034-7744

Ayala-Pérez, L. A., Terán-González, G. J., Flores-Hernández, D., Ramos-Miranda, J. y Sosa-López, A. (2012). Variabilidad espacial y temporal de la abundancia y diversidad de la comunidad de peces en la costa de Campeche, México. *Latin american journal of aquatic research*. 40(1): 63-78. DOI: 10.3856/vol40-issue1-fulltext-79

Castillo-Rivera, M., Zavala-hurtado, J., y Zárata, R. (2002). Exploration of spatial

and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 12(2-3): 167-177.

Díaz-Ruiz, S., Pérez-Hernández, M.A. y Aguirre-León, A. (2003). Caracterización de los conjuntos de peces en una laguna costera tropical del noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas*. 29(4): 631-644. ISSN 0185-3880

Miller, R. R., Minckley, W. L., & Norris, S. M. (2005). *Freshwater fishes of Mexico*. Chicago: Chicago University Press. 490 p

Navarrete S.N.A. Elías F. G. Contreras R., Rojas B. M.L y Sánchez M.R. 2004. *Piscicultura y*

Hora	Diversidad
de Shannon-W	
10:00	2.591923667
11:00	2.450805067
12:00	1.6505619
13:00	1.374173794
14:00	0.6988213083
15:00	0.8956071198
16:00	2.646416963
General	2.296888023

Tabla 2. Diversidad de Shannon-W en las diferentes horas de muestreo.

Ecología en estanques dulceacuícolas. AGT Editor. S.A. 180 p

Peña-Pulla, E. (2007). *Calidad de agua. Trabajo de Investigación oxígeno disuelto (OD)*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

PROY - NMX - AA - 121 - SCFI - 2005. *Aguas naturales epicontinentales,*

costeras y marinas- Muestreo. Ciudad de México. Secretaría de economía. Torruco, D., González-Solís, A. y Torruco-González, A.G. (2018). Diversidad y distribución de peces y su relación con variables ambientales, en el sur del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 66(1): 438-456. ISSN-0034-7744.

<https://doi.org/10.1023/A:1025051027676>

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>



Foto.1. Prionotus tribulus



La acuacultura está en Divulgación

**13 años
informando al Sector
Acuícola-Pesquero**