

PANORAMA

ISSN: 0186-27-66

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA SUR



Dossier: El mar que cultivamos: historias académicas

PLIEGO

Margarita Mendoza Cruz
Valentín Xolaltenco Pérez
Georgina Brabata Domínguez
Carlos Castellanos Ochoa
Erika Torres Ochoa
Luis Daniel Espinosa Chaurand
Mariela Ramos Sánchez
Andrés Granados Amores
Mariana Díaz Santana Iturrios
Marce Isabel González Valdovinos
Laura Teresa Guzmán-Villanueva

CANTO

Jorge Alfonso Geraldo Rangel
Milagros Guadalupe Hirales Romero
Andrés Granados Amores

SOLAPA

Andrés Granados Amores

CORONDEL

Luis Jesús González Nagaya

SEPARATA

Luz Mariel Hernández Álvarez
Diego Alejandro Cosío Rodríguez
Jafet Abraham Badillo Loya
Yosef Paul Martínez Lara



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Dr. Dante Arturo Salgado González
Rector

Dr. Manuel Arturo Coronado García
Secretario General

C.P. Mauricio Luna Rodríguez
Secretaría de Administración y Finanzas

Lic. Jorge Ricardo Fuentes Maldonado
Director de Difusión Cultural y Extensión Universitaria

Mtra. Andrea Isabel Villarreal Ojeda
Jefa del Departamento Editorial

Consejo Editorial

Editor General:

Dr. Mehdi Mesmoudi

Editoras/es:

Dra. María Z. Flores López

Dra. Zenorina Guadalupe Díaz Gómez

Dra. Erika Torres Ochoa

Dr. Andrés Granados Amores

Dr. Marco Antonio Monroy Ceseña

Dra. Mayra Violeta Guadalupe Gutiérrez González

Comité de Redacción:

Mtro. César Daniel Mora Hernández

Dra. Amandine Bourg Garita

Mtra. Karina Rubio Mendoza

Lic. Eunice Angélica Ramírez Félix

Imagen y marketing:

Lic. Domenica Tovar-Hulvershon Gutiérrez

Imagen de portada y de páginas 2-3: Doménica Tovar-Hulvershon Gutiérrez.

Panorama (versión digital de la revista impresa) número 27, nueva época, año 4, julio-septiembre de 2026, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. ISSN: 0186-27-66. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Dirigir correspondencia a **Panorama**, UABCS, Blvd Forjadores s/n, entre Av. Universidad y Félix Agramont Cota, Col. Universitario, tel. 6121238800, ext. 3623, La Paz, BCS, CP 23080, o enviarla por correo electrónico a: revista.panorama@uabcs.mx

PANORAMA

CONTENIDO

4 Presentación

PLIEGO

8 Más allá de las escamas: los parásitos en peces

Margarita Mendoza Cruz, Valentín Xolaltenco Pérez y Georgina Brabata Domínguez

PLIEGO

17 Las enzimas: una fuente de información en la acuicultura sustentable

Carlos Castellanos Ochoa, Erika Torres Ochoa y Luis Daniel Espinosa Chaurand

25 La fijación como puente entre la recolecta y el conocimiento sobre animales marinos

Mariela Ramos Sánchez, Andrés Granados Amores y Mariana Díaz Santana Iturrios

35 El ostión japonés, un residente sudcaliforniano primordial

Marce Isabel González Valdovinos, Laura Teresa Guzmán-Villanueva y Andrés Granados Amores

CANTO

44 Callo de hacha: el manjar más cotizado en Baja California Sur

Jorge Alfonso Geraldo Rangel, Milagros Guadalupe Hiraes Romero y Andrés Granados Amores

SOLAPA

51 La vida de un investigador - Marco Antonio Cadena Roa.

La huella de un mentor y amigo

Por Andrés Granados Amores

CORONDEL

60 Selección poética

Luis Jesús González Nagaya

65 Resultados del Concurso de Fotografía “El quehacer en la Acuicultura”

SEPARATA

72 Reseña del documental *Océanos infinitos, un viaje por los océanos del mundo*

Luz Mariel Hernández Álvarez y Diego Alejandro Cosío Rodríguez

75 Reseña a la serie *Secretos de los pulpos* de James Cameron

Jafet Abraham Badillo Loya

79 Reseña a *Mi maestro el pulpo* de Pippa Ehrlich y James Reed

Yosef Paul Martínez Lara

83 Acerca de los autores y autoras

Presentación

Este número suma el trabajo colectivo que hemos construido en esta nueva época de la revista *Panorama*. Un proverbio árabe nos recuerda que un pozo se llena con gotas de agua; aquí concentramos un manantial de sabiduría en torno al ámbito de las pesquerías, con un espíritu profundo y plenamente humanista. Una fuente que mantiene inagotable, en este caso, la memoria en torno al Dr. Marco Antonio Cadena Roa y su legado desde Sudcalifornia, en el marco de los 50 años de fundación de nuestra joven y dinámica institución. Las páginas que siguen son producto del trabajo académico y creativo de la comunidad estudiantil que participó en el 1er. Congreso Internacional de Acuicultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad en noviembre del año pasado, donde nos presentan la actividad acuícola que se desarrolla desde nuestra universidad para la comunidad sudcaliforniana.

En **Pliego**, encontraremos las aportaciones de la comunidad estudiantil que participó en el 6to. Curso-taller de Introducción a la Comunicación Pública de la Ciencia, organizado en el marco del congreso como una de las actividades previas en colaboración con el consejo editorial de *Panorama. Revista de la Universidad Autónoma de Baja California Sur*. Como resultado de este ejercicio, se presenta el trabajo enfocado a la alimentación segura a través del artículo “Más allá de las escamas: los parásitos en peces”, trabajo presentado por la estudiante de doctorado Margarita Mendoza Cruz en colaboración con Valentín Xolaltenco Pérez y Georgina Brabata Domínguez.

Por otro lado, también conoceremos la importancia del estudio de las enzimas digestivas en la nutrición de organismos acuáticos y su relación con el aprovechamiento de alimentos, gracias a la labor tripartita de Carlos Castellanos Ochoa, Erika Torres Ochoa y Luis Daniel Espinosa

Chaurand. Además, Mariela Ramos, Andrés Granados y Mariana Díaz Santana Iturrios nos explican la importancia de la recolección y fijación de animales para estudios biológicos, los cuales nos permiten encontrar respuestas a futuras preguntas de investigación. Finalmente, Marcela Isabel González Valdovinos, Laura Teresa Guzmán, lideradas, de nueva cuenta, por Andrés Granados Amores nos presentan al ostión japonés como un residente característico de Sudcalifornia.

Canto es un espacio íntimo con testimonios, anécdotas e historias personales que han ocurrido a la comunidad universitaria. En esta ocasión Jorge Alfonso Geraldo Rangel, Milagros Guadalupe Hiraes Romero y Andrés Granados Amores describen una experiencia que despierta el sentido del gusto al momento de consumir callo de hacha, uno de los manjares representativos de nuestra tierra.

En **Solapa** se presenta la experiencia, las ganas de vivir y el disfrute del ambiente universitario a través de una maravillosa entrevista a varias voces elaborada por Andrés Granados Amores, a estudiantes y colegas de trabajo de Marco Cadena Roa, uno de los personajes visionarios de nuestra institución y muestra cómo, a través de sus ojos, presentan la visión y experiencia de Marco, el cual siempre vio por la comunidad estudiantil de nuestra institución.

En **Corondel** se hace evidente la representación artística del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías; por un lado Luis Jesús González Nagaya, con una selección poética nos narra la vida de un estudiante del programa de Bioingeniería en Acuicultura y, por el otro, observamos mediante los ojos y el lente de una cámara fotográfica los resultados del 1er. Concurso de Fotografía desarrollado en el marco de dicho evento. Cada uno de los participantes presentó su visión del quehacer cotidiano en la acuicultura que nos permite percibir y apreciar los retos a los cuales se enfrenta esta actividad con futuro para nuestro estado.

Para cerrar con broche de oro, **Separata** reúne la labor entusiasta de los estudiantes que complementan su labor académica investigando más allá de una pantalla, cruzando fronteras que nunca llegaron a pensar a través del lente. Luz Mariel Hernandez Alvarez y Diego Alejandro Cosío Rodríguez trabajan en conjunto para compartirnos su reseña de *Océanos infinitos, un viaje por los océanos del mundo*, iniciando este viaje intercontinental donde nos dan a conocer las especies más representativas de nuestros cinco océanos. Siguiendo con una submersión más allá de nuestras expectativas, Jafet Abraham Badillo Loya conjunta sus conocimientos sobre los cefalópodos y explora la visión del reconocido director James Cameron en la serie documental *Secretos de los pulpos*. Por último, encontramos la reseña de Yosef Paul Martinez Lara, quien tras ver *Mi maestro el pulpo*, nos demuestra, una vez más, que los humanos y el reino animal están mucho más conectados de lo que pensamos.

Desde el consejo editorial de *Panorama* hemos querido que este nuevo número se enmarque en los cincuenta años de nuestra institución, para recordar la figura del Dr. Marco Cadena Roa y el legado inconfun-

dible que se mantiene vivo en la labor actual del área de Pesquerías. Seguimos celebrando aquello que es digno de ser recordado y transmitido a las generaciones de nuestros tiempos. Deseamos que estas páginas continúen revitalizando nuestro mar, caudal de numerosas e incontables historias y experiencias, individuales y colectivas, que aquí pueden leer y hacerlas suyas.

Deseamos que disfruten este número.

Consejo editorial

1ER CONGRESO

INTERNACIONAL DE ACUACULTURA, SUSTENTABILIDAD,
ECOSISTEMAS Y COMUNIDAD.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CONSERVACIÓN DE LOS OCEANOS

MODALIDAD
HÍBRIDA

10 A 12
NOV 2025

ACTIVIDADES

- CONFERENCIAS MAGISTRALES.
- PRESENTACIONES DE TRABAJOS ORALES Y CARTELES.
- 6TO. CURSO-TALLER PRE-CONGRESO: REDACCIÓN DE ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA (TODOS SERÁN PUBLICADOS EN UN NÚMERO ESPECIAL).
- CURSO: MANEJO DE SEMILLAS DE OSTIÓN.
- TALLER ETIQUETADO DE PRODUCTOS ACUICOLAS BAJO LA NORMA 051.
- CONCURSO DE FOTOGRAFÍA.
- MUESTRA GASTRONÓMICA.



BIOINGENIERÍA EN ACUACULTURA



LOCACIÓN : AUDITORIO DE CIENCIAS DEL MAR



MÁS INFORMACION SOBRE
LAS ACTIVIDADES



Promocional del 1er. Congreso Internacional de Bioingeniería en Acuicultura, Ecosistemas y Comunidad; celebrado del 9 al 11 de noviembre, 2025



PLIEGO

Raúl Velázquez García, estudiante de noveno semestre de Bioingeniería en Acuicultura explica el manejo de semilla de ostión a estudiantes.

Más allá de las escamas: los parásitos en peces

Margarita Mendoza Cruz¹, Valentín Xolaltenco Pérez² y Georgina Brabata Domínguez³

1 MMC. Profesora-investigadora y estudiante de doctorado del Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, m.mendoza@uabcs.mx

2 VXP. Egresado del programa de Biología Marina y ayudante académico de la asignatura Embriología Animal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, valentinx_21@alu.uabcs.mx

3 GBD. Profesora-investigadora y responsable del laboratorio de Manejo y Conservación del Territorio del Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, gbrabata@uabcs.mx

Introducción

¿Sabías que los peces marinos también pueden enfermarse? Así es. Cuando nos hablan de enfermedades de animales, pensamos en perros, gatos, vacas, aves o incluso reptiles. Sin embargo, pocas veces se considera que los peces marinos pueden enfermar y que algunos de esos problemas de salud están relacionados con pequeños organismos. Estos organismos no buscan hacerles daño a los peces de manera intencional, pero lo necesitan para poder alimentarse, reproducirse y sobrevivir. Estos que viven a expensas de los peces los conocemos como parásitos.

Los parásitos se encuentran presentes en todos los animales y en todos los ecosistemas del planeta. Aunque siempre que escuchamos parásitos pensamos en algo malo, es importante que sepas que ellos cumplen un papel importante en la dinámica de las poblaciones silvestres, en la salud de los ecosistemas marinos y su estudio en actividades como la pesca y acuicultura

es fundamental; a pesar de esto, suelen ser estigmatizados como algo negativo.

A lo largo de este texto se pretende mostrar los tipos de parásitos, el efecto que tienen en la salud de los peces, la importancia ecológica, económica y social que representan.

¿Qué es un parásito?

Los parásitos son organismos que dependen de otro organismo (hospedero) para cumplir funciones vitales como alimentarse, reproducirse, crecer, entre otros. En los peces marinos se pueden encontrar una amplia variedad de parásitos que presentan diferentes tamaños y formas. Se pueden encontrar sobre la piel, en las aletas, en la superficie de los ojos o en las branquias y son llamados ectoparásitos; por otra parte, están los endoparásitos, los cuales se encuentran en órganos internos de los peces, por ejemplo, en el estómago, intestino, riñón o gónadas.

En peces se pueden encontrar parásitos unicelulares (protozoarios) o metazoarios (monogéneos, digéneos, cestodos, nemátodos, acantocéfalos, copépodos e isópodos) (figura 1). Estos parásitos tienen diferentes estructuras en su cuerpo que le permiten anclarse y desplazarse sobre o dentro del pez para poder alimentarse (por ejemplo cilios, flagelos, ganchos, ventosas, probóscides con espinas, entre otros). También es importante mencionar que estos parásitos presentan diferentes ciclos de vida y vías de transmisión, lo que hace que algunos aumenten su abundancia en el pez más rápido que otros.

En cuanto a los ciclos de vida, algunos parásitos (por ejemplo, monogéneos) presentan ciclo directo, lo que significa que solo necesitan un único hospedero para completar su reproducción y continuar su transmisión. En contraste, otros parásitos poseen un ciclo indirecto en el cual deben pasar por uno o varios hospederos intermediarios antes de llegar a su hospedero definitivo, donde finalmente podrán reproducirse y perpetuar su ciclo. Ejemplos de hospederos intermediarios utilizados por parásitos son: crustáceos, moluscos y pequeños peces. Mientras que los hospederos definitivos pueden ser tiburones, rayas, mamíferos marinos, peces y aves marinas (Rohde, 1993).

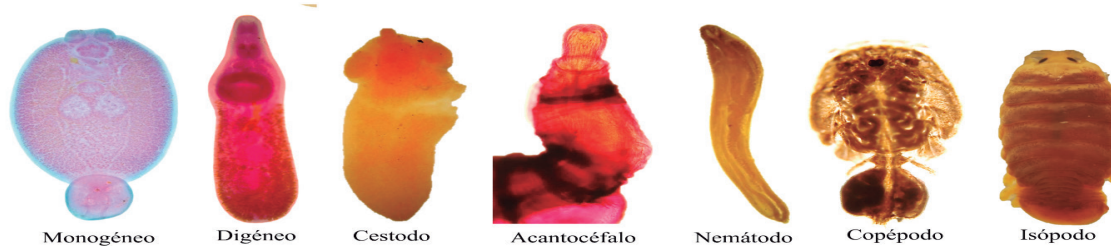


Figura 1
Ejemplares de los diferentes grupos de parásitos que se han reportado
en peces marinos (fotografía de Margarita Mendoza Cruz)

¿Qué daños pueden causar los parásitos a los peces?

El efecto de los parásitos en los peces puede ser de diferentes formas, dependiendo de su ciclo de vida, su localización en el pez y abundancia. Los daños pueden ir desde pérdida del apetito hasta una lesión severa en la piel del pez. Por tal razón, se pueden clasificar estas afecciones en directas e indirectas. Los daños directos son todos aquellos que el parásito provoca directamente en el cuerpo del pez, por ejemplo, lesiones en la piel, branquias u órganos internos. Las afecciones indirectas son los efectos perjudiciales que no resultan de la acción física del parásito sobre el pez, más bien son resultado de la respuesta que puede tener el pez ante la presencia del parásito. Ejemplo de estos daños son: estrés, pérdida de apetito, enfermedades bacterianas a causa de las lesiones provocadas por el parásito e incluso los peces pueden disminuir su capacidad reproductiva cuando se encuentran con una alta carga parasitaria.

Hasta este punto de la lectura tal vez te preguntas: ¿todos los peces marinos tienen parásitos? La respuesta es sí, todos los peces que se encuentran en el mar al menos tienen un tipo de parásito viviendo sobre o dentro de él. A pesar de esto, no todos los peces presentan lesiones visibles por la presencia de parásitos, ¿sabes por qué? Pues bien, resulta que la relación que guardan el parásito y su hospedero (en este caso, los peces marinos) es muy antigua y estrecha, tanto que la convivencia de los peces con sus parásitos en el ambiente natural se mantiene en equilibrio. Esto ha dado lugar a que ambos presenten adaptaciones recíprocas que permiten que los parásitos aprovechen características específicas de los peces, y de esta manera asegurar su transmisión y supervivencia. Sin embargo, si este equilibrio se rompe, es

cuando surgen enfermedades con consecuencias considerables para los peces. Entre los factores que pueden influir para que este equilibrio se rompa están la contaminación del medio, el cambio climático, el hacinamiento de peces en los cultivos, entre otros (Giari *et al.*, 2022).

Acuicultura: cuando el desequilibrio favorece a los parásitos

La acuicultura es una actividad estratégica, ya que contribuye al abastecimiento de productos pesqueros de alto valor comercial. Sin embargo, su desarrollo puede verse comprometido por diversos factores sanitarios, entre ellos las enfermedades parasitarias, lo que puede representar una limitante en la producción. Esto se debe a que las condiciones de confinamiento, altas densidades de cultivo y el estrés de los organismos generan un ambiente favorable para transmisión y proliferación de parásitos. Como consecuencia, las infestaciones pueden alcanzar niveles elevados y provocar afectaciones considerables en los peces. De los diferentes grupos de parásitos que afectan a los peces, los ectoparásitos destacan por los daños que ocasionan, incluyendo monogéneos y copépodos (figura 2).



Figura 2
Copépodos parásitos en las branquias de un pez
(fotografía de Valentín Xolantenco Pérez)

Por ejemplo, en los mares de La Paz, BCS, se cultiva jurel (*Seriola rivoliana*), especies susceptibles a las infecciones por parásitos monogéneos del género *Neobenedenia*. Estos organismos se adhieren a la piel, aletas y superficie

de los ojos (figura 3), alcanzando prevalencias de hasta el 70 %. En cantidades moderadas, la presencia de este parásito puede ser tolerable por el pez, pero altas prevalencias ocasionan: falta de apetito, cambios de apariencia relacionados con el estrés, retraso de crecimiento, nado errático, lesiones epidérmicas. Además, los peces infectados suelen frotarse contra las paredes de la jaula, lo que favorece la aparición de erosiones y/o úlceras, que posteriormente puede derivar en infecciones bacterianas secundarias.



Figura 3

Ejemplar de pez jurel con presencia de parásitos monogéneos en la aleta, piel y superficie del ojo. Nótese la irritación que muestra la aleta pectoral por la presencia de los parásitos (fotografía de Margarita Mendoza Cruz)

La presencia de este parásito representa pérdidas económicas considerables para la industria acuícola. Actualmente no se dispone de estimaciones sobre costos asociados a su control en los cultivos de Baja California Sur; sin embargo, en otros países se ha reportado que las medidas de control contra *Neobenedenia* pueden representar hasta el 22 % del costo total en las producciones (Sepúlveda y González, 2019).

Pesquerías: ¿qué pasa con los peces silvestres?

En las poblaciones de peces silvestres, los parásitos forman parte del ciclo natural de vida y del ecosistema. Como mencionamos antes, prácticamente todos los peces marinos hospedan al menos un tipo de parásito y generalmente viven en equilibrio el pez y el parásito. Sin embargo, este equilibrio puede romperse por factores como el cambio climático, la contaminación o la introducción de especies exóticas.

Los parásitos responden a estos cambios ambientales de distintas maneras. Algunas especies pueden volverse más abundantes, mientras que otras pueden disminuir. Esto depende de varios factores, por ejemplo, de si habitan sobre el pez (ectoparásito) o dentro de él (endoparásito), si solo requiere de un hospedero (ciclo de vida directo) o si requiere de varios hospederos (ciclo indirecto), así como del grado de especificidad que pueden tener hacia sus hospederos.

¿Te imaginabas que el cambio climático también afecta a los parásitos? Probablemente no, y de hecho aún existen pocas investigaciones sobre este tema. Pero ¿cómo ocurriría este impacto? Recordemos que el cambio climático está modificando directamente las condiciones del océano, por ejemplo: el aumento de la temperatura del agua, que ocasiona su acidificación. Dicha alteración en la temperatura puede acelerar el desarrollo y reproducción de muchos parásitos, lo que hace que el ciclo de vida se complete más rápido y su abundancia en los peces aumente. Sin embargo, estos mismos cambios ambientales también afectan a los peces, alterando su distribución, migración y abundancia. Esto provoca que se modifique la dinámica de transmisión de parásitos, es decir, que ciertas especies aparezcan en regiones geográficas en las que antes no se encontraban o que utilicen hospederos alternativos para poder cumplir su ciclo de vida.

Además del cambio climático, la contaminación marina también altera la interacción de los parásitos con los peces silvestres. Contaminantes como metales pesados, pesticidas, desechos industriales y microplásticos generan estrés en los peces, lo que provoca que su sistema inmune se debilita y, por lo tanto, sea susceptible a infecciones parasitarias (Germán-Gómez *et al.*, 2024). Esto sucede debido a que los contaminantes pueden llegar a deteriorar tejidos como las branquias y la piel, lo que facilita que parásitos que usan estos microhábitats se adhieran con mayor facilidad. Pero los efectos de la contaminación no solo se limitan a los peces; al-

gunos contaminantes pueden provocar que la supervivencia de algunas larvas de parásitos se reduzca, mientras que en otros parásitos oportunistas favorece su proliferación en los ambientes degradados.

Estos ejemplos muestran cómo el cambio climático y la contaminación influyen en los parásitos de peces marinos y por qué estos organismos pueden ser valiosos indicadores de los cambios que están ocurriendo en los hábitats marinos, por lo que comprender esta influencia de factores sobre la interacción parásito-hospedero es fundamental para proteger la salud de los peces y la estabilidad de los ecosistemas marinos.

Entre redes y mercados: los efectos sociales de los parásitos en peces

Hasta este punto, pareciera que los parásitos son exclusivos de los peces; sin embargo, su presencia en los ambientes marinos tiene consecuencias importantes para la sociedad y la salud pública. Los parásitos pueden influir en la economía local, en la percepción de la carne de pescado como alimento e incluso en la forma en que se regulan los productos marinos que son consumidos por la población. Por ejemplo, si fueras al mercado en busca de un buen filete de pescado y en él encuentras estos organismos, ¿lo comerías? Si bien muchos de los parásitos que están en peces podrían no afectarnos, el hecho de encontrarlos en el filete puede causar rechazo o desconfianza. Esto genera pérdidas económicas para los pescadores, procesadoras y empresas acuícolas, principalmente en lugares donde dependen directamente de la venta de pescado para la generación de ingresos.

A pesar de que no todos los parásitos pueden causarnos un problema de salud, existen algunos que sí, el caso más conocido son los nemátodos de la familia *Anisakidae*, estos son pequeños gusanos que utilizan a diferentes peces como hospederos intermediarios para llegar a su hospedero final que suelen ser mamíferos marinos. En los peces se encuentran en el músculo (figura 4) y al consumir el pescado crudo o insuficientemente cocido aumentamos la probabilidad de adquirir este tipo de parásitos (Rojas-Sánchez *et al.*, 2014). Por tal razón, los humanos somos un hospedero accidental. Se ha documentado que estos gusanos provocan problemas gastrointestinales (desde un dolor abdominal hasta la generación de úlceras) y más frecuentemente reacciones alérgicas. Es por eso que la presencia de parásitos en los peces que consumimos ha llevado a regulaciones en la seguridad alimentaria.



Figura 4
Larvas de nemátodos de la familia *Anisakidae* presentes
en la musculatura de un pez marino (fotografía de Margarita Mendoza Cruz)

Los efectos sociales van más allá de la mesa. El aumento de parásitos en las poblaciones de peces también puede reducir la disponibilidad de especies de alto valor comercial (esto también asociado a los efectos ambientales, que mencionamos antes), lo que podría significar menos capturas y, por lo tanto, menores ingresos.

Conclusiones

Los parásitos de peces son componentes esenciales de los ecosistemas marinos y su impacto depende del equilibrio del ambiente. Cuando se ve alterado, favorece la aparición de problemas de salud en los peces, lo que a su vez repercute en los ámbitos económicos y sociales. En este sentido, los parásitos marinos forman parte de una red compleja que conecta la salud de los ecosistemas con el bienestar humano. Aunque no todos representan un riesgo directo para nuestra salud, sus efectos sociales y económicos pueden ser significativos, recordándonos que la salud de los océanos está ligada a nuestra calidad de vida. Por ello, comprender la biología de los parásitos, así como sus interacciones con los hospederos y el ambiente es esencial para impulsar la conservación marina, fortalecer la acuicultura y la seguridad alimentaria.

Referencias

Germán-Gómez, A., Arrese-Dávila, V., y González, S. (2024). Parásitos como bioindicadores de contaminación por hidrocarburos: una herramienta eficaz para el monitoreo ambiental. *South Sustainability*, 5(2), e108. DOI: 10.21142/SS-0502-2024-e108

Giari, L., Castaldelli, G., y Timi, J. T. (2022). Ecology and effects of metazoan parasites of fish in transitional waters. *Parasitology*, 149(14), 1829–1841. DOI: 10.1017/S0031182022001068

Rohde, K. (1993), *Ecology of marine parasites. An introduction to marine parasitology*. Cab International. Australia.

Rojas-Sánchez, A., Lamothe, R. y García-Prieto, L. (2014). Parasitosis transmitidas por el consumo de peces en México. *Ciencia*. 65 (2): 83-87.

Sepúlveda, F. A., y González, M. T. (2019). DNA barcoding evidence for the first recorded transmission of *Neobenedenia* sp. from wild fish species to *Seriola lalandi* cultured in an open recirculating system on the Coast of Northern Chile. *Aquaculture*, 501, 239-246.



PLIEGO

Estudiantes de 1er. semestre del programa de Bioingeniería en Acuicultura en espera del evento de cierre del 1er. Congreso Internacional de Acuicultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad.

Las enzimas: una fuente de información en la acuicultura sustentable

Carlos Castellanos Ochoa¹, Erika Torres Ochoa² y Luis Daniel Espinosa Chaurand³

1 CCO. Biólogo marino egresado de la UABCS. Actualmente es estudiante de doctorado en el posgrado de Ciencias Marinas y Costeras con orientación en Acuicultura, ccastellan_15@alu.uabcs.mx

2 ETO. Profesora-investigadora del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, etorres@uabcs.mx

3 LDEC. Investigador en la Unidad Nayarit del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., lespinosa@cibnor.mx

Introducción

La acuicultura es una de las actividades con mayor crecimiento en los últimos años, no solo en México sino también a nivel internacional. Sobre todo por el hecho de que se propone como una alternativa para proveer de proteína animal a la población humana. Sin embargo, es una realidad que el éxito de los cultivos acuícolas no depende únicamente de la calidad del agua, del origen genético de los organismos o de la infraestructura del cultivo. Uno de los ejes centrales para garantizar el éxito del cultivo eficiente, saludable y sustentable es la alimentación. En este sentido, comprender la fisiología digestiva de las especies cultivadas se vuelve una herramienta indispensable, y el estudio de las enzimas digestivas canaliza a una ventana privilegiada para observar y mejorar los procesos de la nutrición animal.

Las enzimas son proteínas que funcionan como un catalizador biológico, lo que garantiza que las reacciones químicas que ocurren dentro de las células sean rápidas y efectivas (Stryer *et al.*, 2015). En el sistema

digestivo, estas moléculas son responsables de procesar los alimentos para obtener nutrientes. Por ejemplo, las proteínas –gracias al poder de las enzimas– se transforman en aminoácidos (Friedman y Fernández-Gimenez, 2024) y así, en forma de moléculas más simples, se absorben en el intestino para que el organismo pueda aprovecharlas.

La presencia y actividad de estos compuestos biológicos no solo revelan la capacidad de un animal de aprovechar un alimento determinado, sino que también proveen información valiosa sobre lo que comen, su fisiología y en el caso de los animales en cultivo, sobre las condiciones de este.

El objetivo del presente texto es mostrar, de manera accesible, cómo las enzimas digestivas se han convertido en un aliado estratégico para la acuicultura. A lo largo de este trabajo, conoceremos qué son las enzimas, por qué estudiarlas es importante para los productores e investigadores y cómo este conocimiento se traduce en beneficios para el diseño de nuevas dietas más eficientes para la reducción del impacto nocivo en el ambiente acuático. Lejos de ser un tema reservado a los laboratorios, la enzimología digestiva tiene repercusiones directas en la sustentabilidad y productividad del sector acuícola.

¿Qué son las enzimas y cómo funcionan?

La vida sin las enzimas se llevaría a cabo de manera muy distinta a como la conocemos. Sin ellas, muchas de las reacciones que se realizan en los sistemas vivos tardarían muchos años (quizá millones) para poder realizarse. En términos bioquímicos, son proteínas que actúan como catalizadores biológicos. Sin embargo, no podemos hablar de las enzimas sin antes comprender qué es un catalizador, lo cual significa que es una sustancia capaz de promover que otras dos sustancias reaccionen entre sí, y entonces sea posible que formen nuevos productos. Estos catalizadores son generalmente metales tales como el níquel o el titanio, pero en los sistemas vivos son las famosas enzimas, es decir, moléculas biológicas conocidas como proteínas con una función muy importante: promover las reacciones que se llevan a cabo dentro de la célula (Stryer *et al.*, 2015).

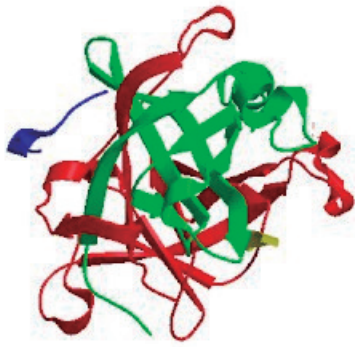


Figura 1
Estructura quimotripsina, una enzima que actúa sobre las proteínas (recuperado de <https://www.cathdb.info/pdb/1ab9>)

Existen muchas enzimas con distintas funciones, sin embargo, tienen características comunes entre sí. Son proteínas solubles, es decir, que se disuelven en agua. Tienen especificidad, lo que quiere decir que cada una de estas se especializa en llevar a cabo una función en específico; tienen un lugar ya asignado donde el sustrato (la sustancia sobre la que actúan) se une a la enzima, denominado sitio activo y cada enzima actúa solo sobre un sustrato. Las enzimas se pueden clasificar de distintas maneras como, por ejemplo, el tipo de reacción que catalizan, sobre qué sustancia trabajan, el sistema del organismo en el que se encuentran, entre otras.

Así pues, las enzimas son como los superhéroes de las reacciones en las células. Son capaces de controlar la cantidad de energía necesaria para cumplir con las funciones propias de las células, pues permiten reducir la cantidad de energía para que ocurra una reacción. A esta energía se le conoce como la energía de activación, es decir, la energía necesaria para que un sistema o una reacción química se lleve a cabo. Al gestionar esta energía, aparentan como si la reacción se ejecutara más rápido, pero no, no es así, lo que sucede es que las enzimas promueven que se lleve a cabo con un menor costo energético.

Como buenos superhéroes, se van a ubicar en donde sean necesarias, es decir, las vamos a encontrar en cualquier lugar de la célula o de los organismos vivos donde se necesiten. ¿Recuerdan que los superhéroes utilizan superpoderes distintos? En las enzimas ocurre igual; es más, cuando trabajan en equipo, cada una gracias a su superpoder “ataca” a los maleantes de acuerdo con la habilidad que les da ese superpoder. En las enzimas ocurre lo mismo: se clasifican de acuerdo con los tipos de reacciones que catalizan. Uno de los grupos son las hidrolasas, las cuales aprovechan la energía y el agua para romper estructuras complejas en sus

componentes más simples. A este grupo pertenecen las enzimas digestivas, las cuales son las responsables de romper los nutrientes presentes en los alimentos: proteínas, lípidos y carbohidratos en sus componentes más pequeños, para facilitar la absorción de estos dentro del sistema digestivo. Para lograr esto, utilizan su superpoder con el agua y rompen los enlaces entre las moléculas que conforman los nutrientes mediante la adición de esa molécula de agua.

Dependiendo del sustrato, es decir, la sustancia sobre la cual van a ejercer su superpoder, se clasifican en proteasas si hidrolizan enlaces peptídicos de proteínas, lipasas cuando hidrolizan enlaces éster en los lípidos y amilasas cuando actúan sobre enlaces glucosídicos en los carbohidratos. Al actuar sobre estas grandes cadenas se van obteniendo secciones sobre las cuales pueden actuar otras enzimas para obtener secciones más pequeñas, o en caso de que tengan el tamaño adecuado, ser asimiladas y utilizadas por las células. Así, de las cadenas que conforman las proteínas se obtienen péptidos de menor tamaño y peso e incluso aminoácidos, los bloques individuales que las conforman. En el caso de los carbohidratos se obtienen monosacáridos o disacáridos, moléculas del grupo de los azúcares. Por último, de la acción de las lipasas sobre los lípidos se obtienen ácidos grasos y colesterol.

Otra característica de las enzimas es que, al igual que los superhéroes, mantienen una identidad secreta. A esta se le denomina zimógeno, que es una versión inactiva de la enzima, pero cuando se necesita de su ayuda, como los superhéroes cuando hay un peligro acechando, dejan su “identidad secreta”. En el caso de los zimógenos, estos se activan para apoyar en la digestión de los alimentos; si hay proteínas que deban ser digeridas se activan las proteasas, si son carbohidratos se activan las amilasas y si hay presencia de lípidos se activan las lipasas (Friedman y Fernández-Giménez, 2024).

¿Por qué las enzimas son importantes para la acuicultura?

La acuicultura es una actividad económica encargada de cuidar animales en cultivo para obtener alimento, principalmente para la población humana. Para que los cultivos acuícolas sean exitosos influyen varios factores como: la calidad y condiciones del agua utilizada, el origen de los organismos

cultivados, el monitoreo de la salud de los organismos y la alimentación. Esta última es uno de los pilares más importantes para el éxito de un cultivo, ya que si los animales están bien alimentados, el volumen de producción será óptimo si se relaciona con el número de organismos cultivados; ya que crecen bien, se enferman menos, mueren menos y se estresan menos, lo que hace que el manejo de los animales sea un poco más sencillo.

Por esta razón, el estudio de la fisiología digestiva de los animales en cultivo constante es básica, pues con esta información es posible mejorar distintos aspectos de los cultivos en cuanto a la alimentación. Así, el estudio de las enzimas digestivas representa una herramienta que nos permite entender la manera en que estos organismos aprovechan los alimentos y los nutrientes más importantes requeridos durante las distintas etapas de su vida. Todo esto con el simple hecho de identificar que estén presentes o no en el sistema digestivo de los animales en cultivo (Friedman y Fernández-Giménez, 2024; Ahmed *et al.*, 2025).

Si estas enzimas se encuentran presentes y activas en el sistema digestivo, son indicadores, sobre todo, de su capacidad para aprovechar un alimento o ingrediente nuevo. Al tomar en cuenta esta información, se formulan alimentos que sean óptimos para la nutrición de los organismos y se diseñan planes de alimentación que permitan una máxima eficiencia, en medida de lo posible, de los nutrientes presentes en la dieta de estos animales en cultivo. Incluso es posible proponer horarios para alimentar a los organismos en los puntos donde la actividad enzimática sea mayor.

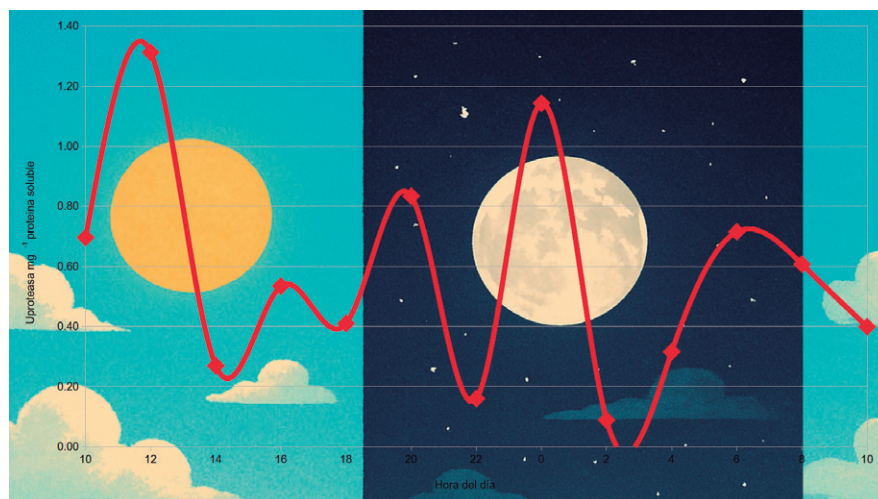


Figura 2
Ciclo circadiano de proteasas del camarón blanco.
(Autoría de Carlos Castellanos Ochoa)

Para identificar las enzimas digestivas presentes se utilizan técnicas de laboratorio que aprovechan la especificidad de la enzima. Para ello se preparan reactivos enzimáticos que se obtienen de los organismos cultivados, sin embargo, como es muy difícil separar unas enzimas de las otras, se utilizan sustratos que solo contienen la sustancia sobre la que actúan los distintos grupos de enzimas. De esta manera podemos observar la diversidad de enzimas presentes y qué tan activas están. En este sentido, si se quiere evaluar una enzima en particular se utilizan sustratos sintéticos que presentan solamente las características para que solamente esa enzima esté trabajando (Friedman y Fernández-Giménez, 2024).

¿Cuáles son las enzimas digestivas más importantes en la acuicultura?

Como ya se ha mencionado antes, las enzimas digestivas están presentes según se necesiten. En la alimentación de los animales acuáticos, la mayor preocupación es la digestión de las proteínas, debido a los hábitos alimenticios de las especies acuáticas; su alimentación se basa en la obtención de proteínas (y por lo tanto de aminoácidos), por lo que la actividad enzimática más importante al momento de estudiar la fisiología de la digestión es la actividad enzimática de las proteasas.

Los aminoácidos son moléculas indispensables para la formación de nuevos tejidos, principalmente músculo, es decir, la parte comestible de estos animales. Además, estos aminoácidos son importantes para la síntesis de hormonas y neurotransmisores que promueven que la salud de los animales en cultivo sea ideal para evitar una alta mortalidad en la producción.

Así pues, conocer cómo las enzimas digestivas llevan a cabo su función permite innovar en el desarrollo de alimentos más eficientes en los cultivos, lo que haría posible disminuir la materia orgánica (desechos por alimento que no se consume y desechos producto de la digestión) que contamina el cultivo. Así como reducir la producción de sustancias tóxicas en el agua derivadas de la descomposición de dicha materia en el sistema de cultivo, que de lo contrario podrían modificar la calidad del agua utilizada en el cultivo, provocando estrés en los animales y a la larga afectar el rendimiento o incluso la pérdida total del cultivo.

Estas moléculas, además de brindarnos información sobre los requerimientos nutricionales de los animales,

pueden brindarnos información sobre sus horarios y tiempos de alimentación. Para ello se hacen muestreos durante un lapso de 24 horas y se evalúa la actividad de las enzimas, ya que al localizar los puntos de mayor actividad enzimática se puede asumir que en esos momentos es cuando los organismos consumen alimentos. Esta información se puede utilizar para diseñar horarios de alimentación, sin embargo, recordemos que las enzimas se están sintetizando de manera continua en forma de zimógenos, por lo que pueden ser activadas en cualquier momento, lo que significa que, si se modifican los horarios de alimentación, en un tiempo relativamente corto, los puntos de mayor actividad se modificarán para ajustarse a los nuevos horarios, por lo que el crecimiento de los organismos no se verá afectado.

Conclusiones

De esta manera podemos concluir que el estudio de la fisiología, en especial de la actividad enzimática digestiva de los organismos en cultivos acuícolas, nos puede brindar una gran cantidad de información sobre las necesidades de estos animales. Por ello es deseable que constantemente se hagan estudios sobre la fisiología, para aumentar y actualizar la información existente, particularmente sobre las especies consideradas propicias para ser domesticadas y utilizadas en los cultivos acuícolas.



Figura 3
Tanques de cultivo de camarón, Unidad Académica Pichilingue
(fotografía de Carlos Castellanos Ochoa)

Referencias

Ahmed, S. R., Van Doan, H., Davies, S., Goda, A. M. A., y El-Haroun, E. (2025). Overview of the use of exogenous enzymes in aquaculture: The functionality of exogenous enzymes in aquaculture. *Annals of Animal Science*, 25(4), 1403-1415. DOI: 10.2478/aoas-2025-0017

Castellanos Ochoa, Carlos. 2025. Análisis de la actividad proteolítica digestiva en el camarón blanco (*Penaeus vannamei*) por la sustitución de hidrolizados químicos en su alimentación. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Friedman, I. S., y Fernández-Gimenez, A. V. (2024). State of knowledge about biotechnological uses of digestive enzymes of marine fishery resources: A worldwide systematic review. *Aquaculture and Fisheries*, 9(5), 812-824. DOI: 10.1016/j.aaf.2023.01.002

Stryer, L., Berg, J. M. y Tymoczko, J. L., (2015), *Bioquímica*. Editorial Reverté. España.

La fijación como puente entre la recolecta y el conocimiento sobre animales marinos

*Mariela Ramos Sánchez¹, Andrés Granados Amores²
y Mariana Díaz Santana Iturrios³*

Introducción

¿Te has preguntado qué ocurre con los organismos marinos cuando son utilizados en la investigación científica? ¿Cómo se preserva un gusano, un molusco o incluso un pez después de ser recolectado? ¿De qué manera logran las personas científicas y curadoras de museos estudiar o preservar estos organismos sin que sus tejidos se desintegren? Los organismos marinos habitan el océano y comprenden una enorme variedad de formas de vida, desde animales y plantas hasta hongos microscópicos y bacterias. Aquí nos enfocaremos exclusivamente en los animales marinos y en los fijadores empleados para preservar sus tejidos y células con fines de estudio.

1 MRS. Estudiante de quinto semestre del Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Pesqueras de la Universidad Autónoma de Nayarit, marielaramossanchez1@gmail.com

2 AGA. Profesor-investigador del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, a.granados@uabcs.mx

3 MDSI. Investigadora en el Instituto Mexicano de Investigación de Pesca y Acuicultura Sustentable, Dirección de Investigación Pesquera en el Pacífico, marianadiazsani@gmail.com

Cuando un animal marino es recolectado (figura 1) su cuerpo empieza a descomponerse y puede modificar rápidamente sus tejidos. Una vez fuera de su ambiente natural, las células continúan sus procesos biológicos y al mismo tiempo, comienzan a actuar microorganismos que aceleran la descomposición. En animales de cuerpo blando, como muchos gusanos marinos, o con un elevado contenido de agua como las medusas, estos cambios pueden ocurrir incluso en cuestión de minutos si la muestra no recibe un tratamiento adecuado, algunas de sus características pueden perderse antes de que sea posible estudiarla (Mitchell, Edgar y Martindale, 2021).

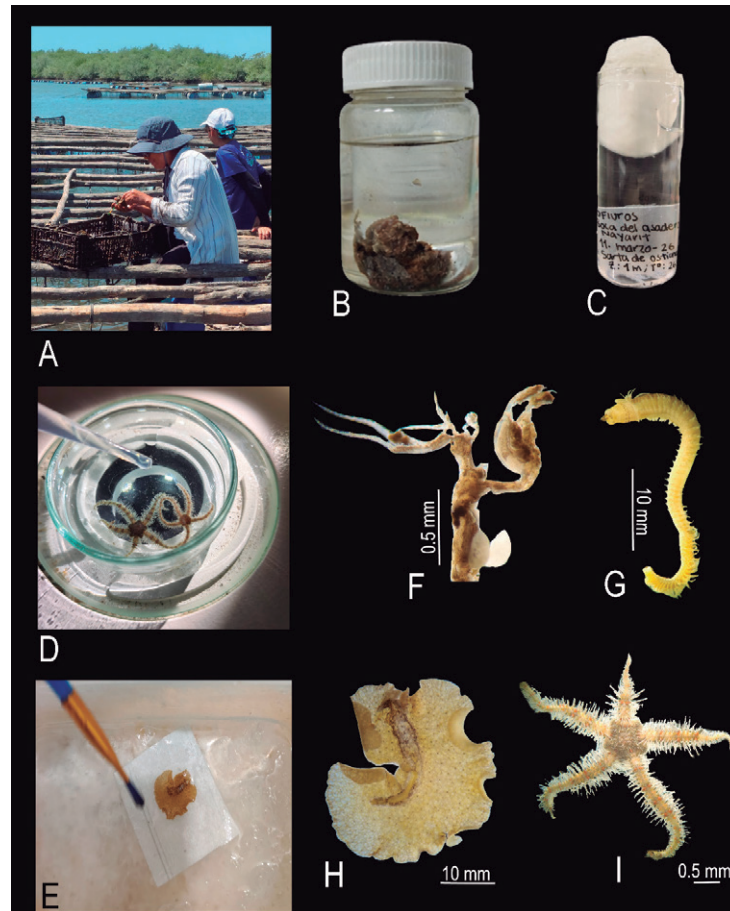


Figura 1
Proceso de recolección, relajación, fijación y preservación de organismos marinos, así como ejemplos de algunos ejemplares recolectados y fijados.
Fotos: Mariela Ramos-Sánchez, Orlando Obeso; elaboración Mariela Ramos-Sánchez

Este es un tema de investigación para las personas científicas desde que surgió la necesidad de conservar organismos y tejidos para estudiarlos posteriormente. A medida que las colecciones biológicas y el estudio de la anatomía adquirieron importancia, también fue necesario desarrollar pro-

cedimientos que permitieran mantener las características de los ejemplares durante su almacenamiento. La fijación surgió y se perfeccionó como una de las principales estrategias para enfrentar este desafío: conservar la estructura de un organismo después de su recolección para que pueda seguir proporcionando información (Mitchell, *et al.*, 2021; Megías, Molist y Pombal, 2023).

La fijación es el procedimiento mediante el cual se detienen o reducen los procesos que provocan la descomposición de los tejidos, estabilizando la estructura del organismo. Un ejemplo de descomposición es la autólisis, es decir, la degradación de las células causadas por sus propias enzimas después de la muerte del organismo. A esto se le suma la actividad bacteriana y otros organismos que puedan acelerar la descomposición. Al actuar antes de que estos procesos avancen demasiado, la fijación ayuda a conservar las características del ejemplar y facilita su posterior manipulación y estudio (Megías, *et al.*, 2023).

Fijar es, en esencia, detener el tiempo biológico: se bloquean los procesos de descomposición y se endurecen los tejidos, facilitando su manipulación y análisis microscópico. Es como tomar una “fotografía del tejido vivo” para observarla posteriormente con detalle, algo especialmente útil en organismos marinos cuya forma o estructura puede modificarse rápidamente tras la recolección. La fijación no debe confundirse con la conservación o preservación: mientras la fijación estabiliza la estructura, la conservación o preservación es el paso posterior que mantiene la muestra a largo plazo en una solución adecuada (como el etanol), ya sea para almacenamiento, transporte o incorporación a una colección científica (Megías, *et al.*, 2023).

La elección del fijador es clave en organismos marinos porque no todos tienen las mismas características: un cuerpo blando requiere cuidados distintos a uno con estructuras rígidas o tejidos resistentes. Además, el método depende de la información que se desea conservar, ya sea la forma externa del organismo o estructuras internas y tejidos o material para análisis moleculares (Darrigran, Vilches, Legarralde y Damborenea, 2007; Mitchell, *et al.*, 2021; Megías, *et al.*, 2023).

Fijar y conservar un organismo marino no significa simplemente evitar su descomposición, sino mantener información biológica: el método elegido determina qué características permanecerán disponibles para la investigación y cuáles podrían perderse. Detrás de cada ejemplar en una colección científica hay una decisión fundamental sobre cómo fijarlo y conservarlo para que continúe siendo fuente de conocimiento. Por este motivo no existe un único procedimiento adecua-

do para todas las especies (Berg y Adams, 1984; Darriagran, *et al.*, 2007; Megías, *et al.*, 2023).

De la conservación de ejemplares a la investigación moderna

La necesidad de conservar organismos para estudiarlos después no es nueva. Con el desarrollo de las colecciones científicas, la microscopía y la anatomía comparada surgió la necesidad de encontrar formas de mantener los ejemplares y sus tejidos en condiciones estudiables. Con el paso del tiempo, los métodos de fijación se fueron adaptando a las características de cada organismo y a la información que se buscaba obtener (Eiseman y Alfert, 1982; Mitchell, Edgar y Martindale, 2021; Megías, *et al.*, 2023).

Este desarrollo cambió la manera de estudiar la biodiversidad. Un organismo recolectado ya no tenía que ser observado únicamente en el momento de la captura: podía convertirse en un ejemplar de referencia y permanecer disponible para futuras investigaciones. De esta manera, una muestra correctamente fijada y conservada puede seguir aportando información muchos años después de su recolecta y ser utilizada para posteriores estudios.

La correcta fijación tiene consecuencias directas en diferentes áreas de la investigación. La taxonomía, disciplina encargada de identificar, describir y clasificar a los organismos; permite conservar características que pueden ser necesarias para reconocer una especie y compararla con otras. Esto es especialmente relevante cuando se estudian organismos marinos poco conocidos o especies que pueden presentar formas corporales delicadas y difíciles de conservar (Megías, *et al.*, 2023).

En histología, área que estudia la organización de los tejidos al microscopio; la fijación permite mantener la organización de las células y estructuras internas para posteriormente observarlas y analizarlas. Permite examinar la morfología de las células y tejidos, los ciclos reproductivos o también detectar enfermedades. Por ello, una muestra mal fijada puede presentar alteraciones que dificulten distinguir las características reales del tejido de aquellas producidas por su deterioro (Megías, *et al.*, 2023).

Asimismo, tiene importancia en los estudios moleculares, en los que se analiza el material genético de los organismos. La forma en que una muestra es manipulada y preservada puede influir en la posibilidad de obtener ADN en condiciones adecuadas para determinados análisis. Por ello,

el método de fijación debe considerar desde el momento de la recolecta qué tipo de información se espera obtener del organismo (Megías, *et al.*, 2023).

Otro aporte fundamental de la fijación se encuentra en las colecciones científicas. Un ejemplar correctamente fijado y conservado puede convertirse en un registro permanente de la biodiversidad que, a diferencia de una observación de campo, puede revisarse años o incluso siglos después. Esto permite confirmar identificaciones, comparar ejemplares, estudiar variaciones entre poblaciones y generar nuevas preguntas de investigación a partir de material del pasado (Megías, *et al.*, 2023).

La importancia de la fijación crece al estudiar la biodiversidad marina. El océano contiene una gran diversidad de organismos, muchos de ellos poco conocidos y difíciles de observar o recolectar nuevamente. Por ello, cada ejemplar puede representar una fuente de información que va más allá del estudio original y contribuir posteriormente a investigaciones taxonómicas, anatómicas, ecológicas o moleculares no previstas al momento de su recolecta (Eiseman y Alfer, 1982; Darrigran, *et al.* 2007, Mitchell, *et al.*, 2021).

¿Cómo se fijan los animales marinos según su tipo de cuerpo?

No todos los organismos marinos pueden fijarse de la misma manera. Una medusa, un gusano de cuerpo blando, un molusco o un pez presentan estructuras y cantidades de agua diferentes, por lo que cada uno puede requerir un procedimiento distinto (figura 2). El objetivo es encontrar el método que permita conservar las características que serán importantes para su estudio posterior.

¿Cómo se fijan y relajan los animales marinos?

Métodos de fijación y relajación según las características corporales de los organismos marinos

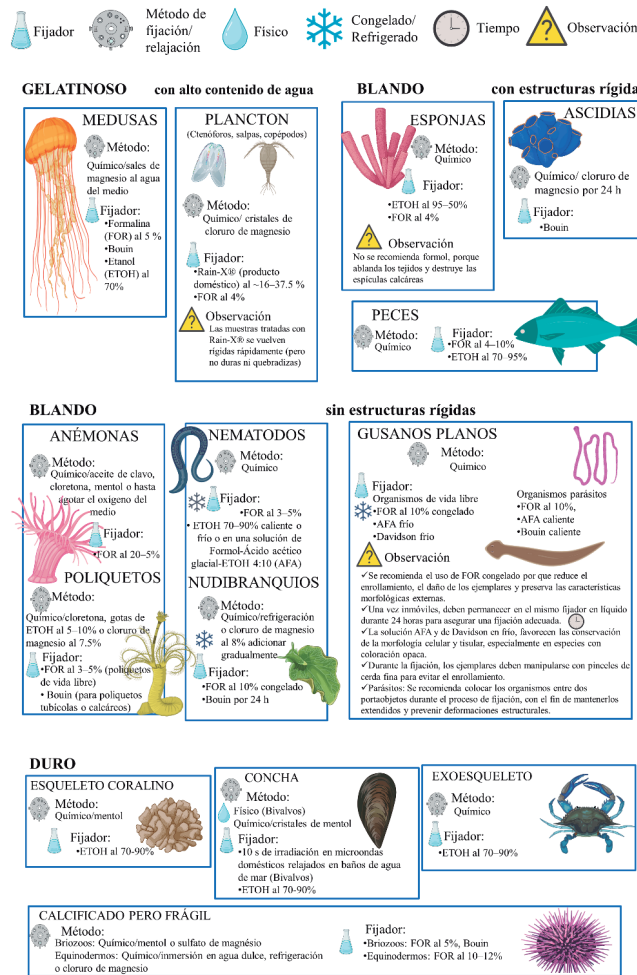


Figura 2

Métodos de relajación y fijación de organismos marinos según sus características corporales

Fuente: elaboración propia a partir de la información recopilada en el presente trabajo

Los métodos de fijación pueden ser físicos o químicos. Los físicos utilizan procedimientos como la congelación o el calor para detener los procesos de deterioro. Los químicos, en cambio, emplean sustancias que reaccionan con las moléculas de los tejidos y ayudan a estabilizar su estructura. Entre estos últimos se encuentran la formalina y el etanol, fijadores utilizados con mayor frecuencia para preparar muestras destinadas a estudios microscópicos (Berg y Adams, 1984; Megías, *et al.*, 2023).

La elección del fijador depende, por tanto, de una pregunta fundamental: ¿qué información queremos conservar del organismo? Algunos procedimientos ayudan a mantener mejor la forma general de los tejidos; otros son más adecuados para conservar determinadas estructuras celulares o preparar muestras que posteriormente serán teñidas y

observadas al microscopio. También existen métodos que pueden ser más convenientes cuando se requiere conservar material para determinados análisis posteriores (Megías, *et al.*, 2023).

Por esta razón, no existe un fijador que funcione de la misma manera para todos los animales marinos. El tamaño y la estructura del cuerpo, el tipo de tejido y el propósito del estudio son algunos de los factores que deben considerarse. También es importante controlar las condiciones durante el proceso. El tiempo que tarda el fijador en penetrar en los tejidos, la temperatura y las características químicas de la solución pueden influir en el resultado final.

Por ello, la fijación no debe entenderse únicamente como una técnica para evitar que un organismo se descomponga o simplemente en colocarlo dentro de una sustancia. También es una forma de proteger la información biológica que contiene. Una estructura que se deforma, un tejido que se contrae o una célula que se deteriora durante la preparación puede dejar de mostrar sus características originales. Cuando esto ocurre, el investigador puede encontrar dificultades para distinguir entre una característica propia del organismo y una alteración producida durante su procesamiento (Eiseman y Alfert, 1982; Mitchell, *et al.*, 2021).

Este tipo de alteraciones se conocen como artefactos: cambios que aparecen durante la fijación, conservación o preparación de una muestra y que no formaban parte de su estructura original. Por ejemplo, un tejido puede encogerse, deformarse o cambiar su apariencia. Debido a que la fijación es, en gran medida, un proceso irreversible, una vez que una muestra ha sido alterada no siempre es posible recuperar su estado original. Por esta razón, elegir adecuadamente el método de fijación es una decisión fundamental desde el momento en que se recolecta un organismo (Megías, *et al.*, 2023).

Ética y responsabilidad científica

Investigar la biodiversidad marina también implica conocer las reglas que protegen a los organismos y los ambientes donde viven. En México, la recolección científica de ejemplares no consiste simplemente en salir al campo y tomar organismos; antes de hacerlo, es necesario saber qué disposiciones se aplican al estudio y contar con las autorizaciones correspondientes.

Para la recolección de ejemplares de fauna silvestre con fines científicos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cuenta con licencias de colecta cien-

tífica o con propósitos de enseñanza. Estas autorizaciones permiten realizar la extracción de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres para desarrollar investigaciones. Existen diferentes modalidades, entre ellas una autorización por línea de investigación y otra por proyecto, de acuerdo con las características de la actividad que se pretende realizar.

La autorización no solo indica que una recolecta puede realizarse. También permite establecer qué organismos se pretende obtener, en qué lugares, en qué cantidad y con qué finalidad. De esta manera, la investigación puede planearse desde el inicio para evitar recolectar más ejemplares de los necesarios. Además, las disposiciones para la recolecta científica contemplan trabajos realizados dentro de Áreas Naturales Protegidas, por lo que el lugar donde se desarrolla el muestreo también es un elemento importante al momento de planificar una investigación.

Otro aspecto que debe revisarse antes de salir al campo es el estado de conservación de las especies. La NOM-059-SEMARNAT-2010 establece una lista de especies nativas de México que se encuentran en alguna categoría de riesgo, entre ellas especies de invertebrados y peces. Las categorías incluyen en peligro de extinción, amenazada y sujeta a protección especial. Por ello, conocer la identidad de los organismos que se pretende recolectar es importante no solo para la investigación, sino también para determinar si existen medidas especiales de protección que deban considerarse.

Cuando el trabajo involucra organismos relacionados con los recursos pesqueros, también es necesario considerar la legislación en materia de pesca y acuicultura. La pesca de fomento contempla actividades destinadas, entre otros fines, a la investigación científica, la experimentación, la conservación y evaluación de los recursos acuáticos, así como a la creación o mantenimiento de colecciones científicas. En estos casos, la investigación debe desarrollarse bajo las disposiciones y autorizaciones correspondientes al régimen pesquero.

Cumplir con estas normas no debería verse como un obstáculo para la investigación. Por el contrario, ayuda a que cada ejemplar recolectado tenga una justificación científica y que el impacto sobre las poblaciones naturales sea el menor posible. La idea es sencilla: recolectar únicamente lo necesario, saber qué se está recolectando, documentar dónde y cómo se obtuvo, y asegurar que los ejemplares tengan un destino científico adecuado.

La responsabilidad tampoco termina cuando finaliza el trabajo de campo. Los ejemplares recolectados pueden

incorporarse a colecciones científicas, donde permanecerán disponibles para futuras investigaciones. De hecho, la regulación mexicana contempla mecanismos para documentar y respaldar la procedencia legal de los ejemplares que forman parte de colecciones científicas.

Así, las normas y permisos forman parte de una misma cadena de responsabilidades: desde la decisión de recolectar un organismo hasta su fijación, conservación y depósito en una colección científica. El objetivo final no es solamente cumplir con un requisito, sino garantizar que el conocimiento obtenido de cada organismo se genere de manera responsable y que la investigación contribuya, en lugar de poner en riesgo, a la conservación de la biodiversidad marina.

Conclusiones

Fijar un organismo marino es mucho más que colocarlo en una solución para evitar su descomposición. Es una decisión que permite conservar parte de la información biológica de un ejemplar para que pueda ser estudiado en el presente y en el futuro. Por ello, la elección del método debe considerar las características del organismo, el tipo de información que se desea preservar y el propósito de la investigación. Una fijación adecuada permite mantener estructuras fundamentales para identificar especies, estudiar tejidos, determinar enfermedades y realizar investigaciones posteriores.

La fijación también establece un vínculo entre la técnica biológica y la ética científica. Cuando un organismo ha sido recolectado con una finalidad específica, conservarlo correctamente permite aprovechar al máximo la información que contiene y puede reducir la necesidad de realizar nuevas recolectas. De esta manera, una buena preparación no solo protege los tejidos del ejemplar, sino que también contribuye a disminuir el impacto sobre las poblaciones naturales.

Esta responsabilidad adquiere especial importancia en el estudio de la biodiversidad marina. Cada ejemplar correctamente recolectado, documentado, fijado y conservado puede convertirse en un registro de una especie, una localidad y un momento determinado. Al incorporarse a una colección científica, puede permanecer disponible durante décadas y aportar información a investigaciones que incluso no habían sido planteadas cuando se realizó la recolecta.

En este sentido, las colecciones científicas son mucho más que lugares donde se almacenan organismos: son archivos de la biodiversidad y parte del patrimonio biológico. La fijación permite que la información contenida en un organismo no desaparezca junto con sus tejidos y pueda trascender

el momento de su recolecta. Recolectar responsablemente, fijar correctamente y conservar a largo plazo es también una forma de preservar la memoria de nuestros océanos y mares para las futuras generaciones.

Referencias

Berg, C.F. y Adams, N.L. (1984). Microwave fixation of marine invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 74, 195–199.

Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T., y Damborenea, C. (2007). Guía para el estudio de macroinvertebrados I: Métodos de colecta y técnicas de fijación. *Serie Técnica Didáctica*, 1–86.

Eiseman, E.A., y Alfert, M. (1982). A new fixation procedure for preserving the ultrastructure of marine invertebrate tissues. *Journal of Microscopy*, 125(1), 117-120.

Megías, M., Molist, P., y Pombal, M.A. (2023). “Atlas de histología vegetal y animal”. Universidad de Vigo. Recuperado de <http://mme-gias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Mitchell, D.G., Edgar, A., y Martindale, M.Q. (2021). Improved histological fixation of gelatinous marine invertebrates. *Frontiers in Zoology*, 18, 1–13.



PLIEGO

El ostión japonés, un residente sudcaliforniano primordial

*Marce Isabel González Valdovinos¹, Laura
Teresa Guzmán-Villanueva² y Andrés
Granados Amores³*

1 MIGV. Estudiante de noveno semestre del Doctorado de Ciencias Marina y Costeras, marcelaisabel@gmail.com

2 LTGV. Investigadora del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., lguzman@cibnor.mx

3 AGA. Profesor-investigador del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, a.granados@uabcs.mx

Introducción

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos con intervención humana para favorecer su producción. Actualmente desempeña un papel importante en la generación de alimentos, empleo y desarrollo económico, especialmente en comunidades costeras (FAO, 2020).

Entre las actividades acuícolas, el cultivo de moluscos bivalvos destaca por su alta demanda comercial, rendimiento económico e impacto ecológico, ya que no requiere de instalaciones especiales, ni alimento balanceado (FAO, 2020).

En México, la ostricultura representa una actividad relevante para el noroeste del país. Además de generar alimentos de alto valor nutricional, puede disminuir la presión sobre algunos recursos silvestres y contribuir a la diversificación económica de las comunidades costeras (Chávez-Villalba, 2014).

En este contexto, el ostión japonés ocupa un lugar destacado en Baja California Sur.

Sin embargo, la desarticulación entre la producción de certificación ambiental de los cuerpos costeros, la dependencia de factores externos para el abastecimiento de semillas y las altas tasas de mortalidad han limitado el crecimiento de la industria costera, la generación de empleos y nuevos negocios.

Cultivo de ostión japonés

El ostión japonés o del Pacífico (*Magallana gigas*; anteriormente *Crassostrea gigas*) es una de las especies de moluscos más importantes para la ostricultura mundial (imagen 1). Es originario de las costas del Pacífico occidental y ha sido cultivado en distintas regiones debido a su rápido crecimiento y amplia tolerancia a cambios de temperatura y salinidad (Chávez-Villalba, 2014).



Imagen 1

Cultivo de ostión en la Unidad Académica de Pichilingue, en líneas ubicadas en la zona intermareal. Crédito: Andrés Granados Amores

En México, su cultivo inició en Baja California en 1973 y posteriormente se extendió a otros estados del noroeste. Debido a que no existe una captación natural suficiente de juveniles para sostener la producción comercial, la semilla utilizada en la región proviene principalmente de laboratorios nacionales y extranjeros (Chávez-Villalba, 2014).

En Baja California Sur, el cultivo de ostión constituye una actividad económica importante. En 2023, el gobierno del estado reportó una producción anual de aproximadamente 2 200 toneladas, un valor de 152 millones de pesos y alrededor de 600 empleos directos e indirectos. También se registraron 135 unidades de producción ostrícola, con la mayor concentración en Comondú (Gobierno de Baja California Sur, 2023a). En otra comunicación oficial del mismo año se informó que las 135 unidades económicas acuícolas se distribuían en 77 % en Comondú, 15 % en Mulegé y 8 % en La Paz. Estos datos muestran la importancia de la ostricultura para la economía y el empleo en el estado.

La semilla –nombre que recibe el ostión juvenil producido en laboratorio (imagen 2)– se obtiene mediante el manejo de reproductores y el control de la reproducción. Después de su producción, los juveniles se trasladan a las granjas para continuar su crecimiento hasta alcanzar la talla comercial, es decir, el tamaño que permite su cosecha y comercialización.



Imagen 2

Semilla (ostrilla) de ostión de un mes de haber sido sembrada en el sistema de cultivo. Crédito: Andrés Granados Amores

En Baja California Sur, el ostión se cultiva principalmente en sistemas suspendidos, como cajas ostrícolas, y en costales colocados sobre estructuras. Bajo condiciones favorables, puede alcanzar la talla comercial en varios meses de engorda. El crecimiento y la supervivencia dependen, entre

otros factores, de la temperatura, la disponibilidad de alimento y la densidad de organismos.

En algunos sistemas, una vez alcanzada la talla comercial se realiza el endurecimiento de la concha. Esta práctica consiste en mantener temporalmente a los organismos en estructuras expuestas a las condiciones de la zona intermareal, con el propósito de mejorar las características de la concha y la presentación del producto.

Características generales del ostión japonés

El ostión japonés (imagen 3) posee una concha rugosa, laminada y ondulada, con picos y umbos prominentes. Una de sus valvas es más cóncava y la otra es plana o ligeramente convexa. Ambas están unidas por el músculo aductor y por la charnela, estructura que permite la articulación de las valvas (Miranda-Domínguez *et al.*, 2025).

En ambientes naturales puede encontrarse desde la zona intermareal hasta aproximadamente 40 metros de profundidad y adherirse a sustratos firmes como rocas y conchas (Chávez-Villalba, 2014). Es una especie con amplia tolerancia ambiental; sin embargo, el crecimiento y la supervivencia no dependen únicamente de su capacidad para tolerar cambios, sino también de la interacción entre temperatura, salinidad, alimento y manejo del cultivo.

Los ostiones son organismos filtradores y consumen principalmente microalgas y otras partículas suspendidas en el agua. Por ello, durante la engorda no necesitan recibir alimento balanceado. Además, su carne aporta proteínas, ácidos grasos, vitaminas y minerales, por lo que constituye un alimento de interés nutricional (Miranda-Domínguez *et al.*, 2025).



Imagen 3
Ostión adulto de 12 meses cultivado en líneas intermareales
en la Unidad Académica de Pichilingue. Crédito: Andrés Granados Amores

Problemática en Baja California Sur

Uno de los principales problemas de la ostricultura es disponer de semilla suficiente y de buena calidad en el momento adecuado. La calidad de la semilla influye en el crecimiento, la supervivencia y la posibilidad de alcanzar la talla comercial durante el ciclo de cultivo. En México se han descrito problemas como mortalidades elevadas, crecimiento lento y el llamado enanismo, término utilizado por los productores para describir organismos que reducen notablemente su crecimiento o dejan de crecer (Chávez-Villalba, 2014).

Las mortalidades pueden resultar de la combinación de factores ambientales, fisiológicos, sanitarios y de manejo. La condición fisiológica se refiere al estado general del organismo, incluyendo sus reservas de energía y su capacidad para responder al ambiente. Por ello, una semilla de buena talla no necesariamente será una semilla de buena calidad.

La reproducción también es fundamental. La madurez gonádica es el proceso mediante el cual las gónadas –los órganos donde se forman las células reproductoras– alcanzan el estado necesario para producir y liberar gametos. Los gametos son las células reproductoras, como óvulos y espermatozoides. En el ostión, la temperatura y la cantidad y calidad del alimento influyen en estos procesos y, por tanto, en la calidad de la reproducción.

Otro reto es el manejo genético de los reproductores. La variabilidad genética es la diversidad de características heredables presentes dentro de una población. Mantenerla es importante porque puede favorecer la capacidad de responder a enfermedades, estrés ambiental y cambios en las condiciones de cultivo. La endogamia, por su parte, ocurre cuando se reproducen entre sí individuos genéticamente muy relacionados. Si se acumula durante varias generaciones, puede disminuir la diversidad genética y afectar el desempeño de la población. Por ello, el origen de los reproductores, el número de individuos utilizados y el seguimiento de las familias son aspectos relevantes para producir semilla de manera sostenible.

La producción de semilla en laboratorio debe considerar no solo la cantidad de juveniles obtenidos, sino también indicadores como fertilización, desarrollo larvario, asentamiento, crecimiento y supervivencia. Reynaga-Franco *et al.* (2020) propusieron un protocolo para evaluar la producción de semilla de *C. gigas* e identificar puntos críticos del proceso del desarrollo larvario (imagen 4).

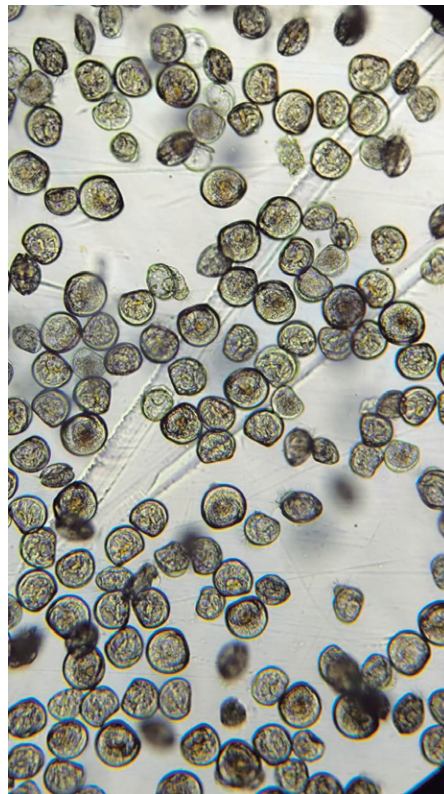


Imagen 4

Larva de ostión cultivada en la Unidad Académica de Pichilingue, 24 horas después de la fecundación. Crédito: Andrés Granados Amores

Retos para fortalecer la ostricultura

El reto central es lograr una producción constante de semilla de buena calidad. Para ello, es necesario trabajar con reproductores sanos y de origen conocido, mantener registros de su procedencia y evitar depender repetidamente de un número reducido de individuos. La selección de reproductores debe considerar no solo características visibles, como la talla o el crecimiento, sino también su desempeño y, cuando sea posible, información genética.

También es importante evaluar de manera continua el desempeño de la semilla en laboratorio y en campo. El seguimiento del crecimiento, la supervivencia y la condición fisiológica permite detectar problemas antes de que se traduzcan en pérdidas económicas. Asimismo, el control sanitario y la trazabilidad de reproductores y semillas pueden ayudar a prevenir y atender problemas durante el ciclo productivo.

Desde una perspectiva de largo plazo, fortalecer la colaboración entre productores, laboratorios, instituciones de investigación y autoridades puede contribuir a mejorar la disponibilidad de semilla, la bioseguridad, el manejo genético y las prácticas de cultivo. Estas acciones pueden favorecer una ostricultura más estable y resiliente en Baja California Sur.

Conclusiones

El ostión japonés es una especie de gran importancia en Baja California Sur por su contribución a la seguridad alimentaria, el empleo y la economía de las comunidades costeras. Su cultivo también ofrece una alternativa para diversificar las actividades productivas y reducir la presión sobre algunos recursos pesqueros.

La disponibilidad y calidad de la semilla siguen siendo elementos críticos. La producción sostenible requiere fortalecer el manejo de reproductores, mantener una adecuada diversidad genética, mejorar los controles de calidad y dar seguimiento al desempeño de la semilla desde el laboratorio hasta la granja.

Es necesario impulsar alianzas entre productores, laboratorios, instituciones de investigación y autoridades para desarrollar estrategias de producción de semillas más confiables, mejorar las prácticas de cultivo y fortalecer la cadena de valor. Gracias a toda esta red de colaboración, la ostricultura puede contribuir de manera más sólida al bienestar de las comunidades sudcalifornianas y al desarrollo sustentable de la región.

Referencias

Chávez-Villalba, J. (2014). Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. *Hidrobiológica*, 24(3), 175–190. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972014000300002&script=sci_arttext

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action. Rome, FAO. <https://www.fao.org/interactive/state-of-fisheries-aquaculture/2020/en/>

Gobierno de Baja California Sur. (2023a). Se consolida cultivo de ostión en BCS con 2 mil 200 toneladas anuales. Secretaría de Pesca, Acuicultura y Desarrollo Agropecuario (SEPADA). <https://www.bcs.gob.mx/se-consolida-cultivo-de-ostion-en-bcs-con-2-mil-200-toneladas-anuales/>

Miranda-Domínguez, L. E., Valenzuela-Quiñonez, F., Acosta-Salmon, H., López-Galindo, L. L., Granados-Amores, A., Ramírez-Arce, J. L., De Jesús-Bonilla, V. S., & Cruz-Hernández, P. (2025). Comparative diploid vs. triploid Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) grow-out performance in two contrasting environments in Baja California Sur. *Aquaculture*, 608, 742716.

Reynaga-Franco, F., Grijalva-Chon, J. M., Castro-Longoria, R., Barraza-Guardado, R. H., Arreola-Lizárraga, J. A. & Chávez-Villalba, J. (2020). Designing a protocol to evaluate *Crassostrea gigas* spat production in hatchery: Identification of critical aspects. *Aquacultural Engineering*, 89, 102055.









Taller ETIQUETADO DE PRODUCTOS ACUÍCOLAS BAJO LA NORMA MEXICANA 051

10 DE NOV, 2025

12:00-14:00 y 16:00 a 18:00 hrs
DURACIÓN 4 HORAS

CAPACITADORES:
Dra. Erika Torres Ochoa y Lic. Francisco Castro Gómez

CONTENIDO:

- Bases teóricas para el etiquetado: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales.
- Cálculo Teórico Nutrimental
- Declaraciones del Etiquetado bajo la normatividad mexicana

CUPO: 30 LUGARES
MODALIDAD: PRESENCIAL



REGISTRATE AQUÍ

BIOINGENIERÍA EN ACUACULTURA



Nutrition Facts
Valeur nutritive
Por 1 cup (250 mL) / per 1 tasse (250 mL)
Amount % Daily Value
% valeur quotidienne
Calories / Calories 80
Fat / Lipides 0 g 0 %
Saturated / saturés 0 g 0 %
Cholesterol / Cholestérol 0 mg
Sodium / Sodium 115 mg 5 %
Carbohydrate / Glucides 12 g 4 %
Fibre / Fibre 0 g 0 %
Sugars / Sucres 11 g
Protein / Protéines 9 g
Vitamin A / Vitamine A 15 %
Vitamin C / Vitamine C 0 %
Calcium / Calcium 30 %
Iron / Fer 0 %
Vitamin D / Vitamine D 45 %



ABALONE

EXCESO EN AZÚCAR

EXCESO EN GRASAS SATURADAS

EXCESO EN GRASAS TRANS

EXCESO EN SODIO

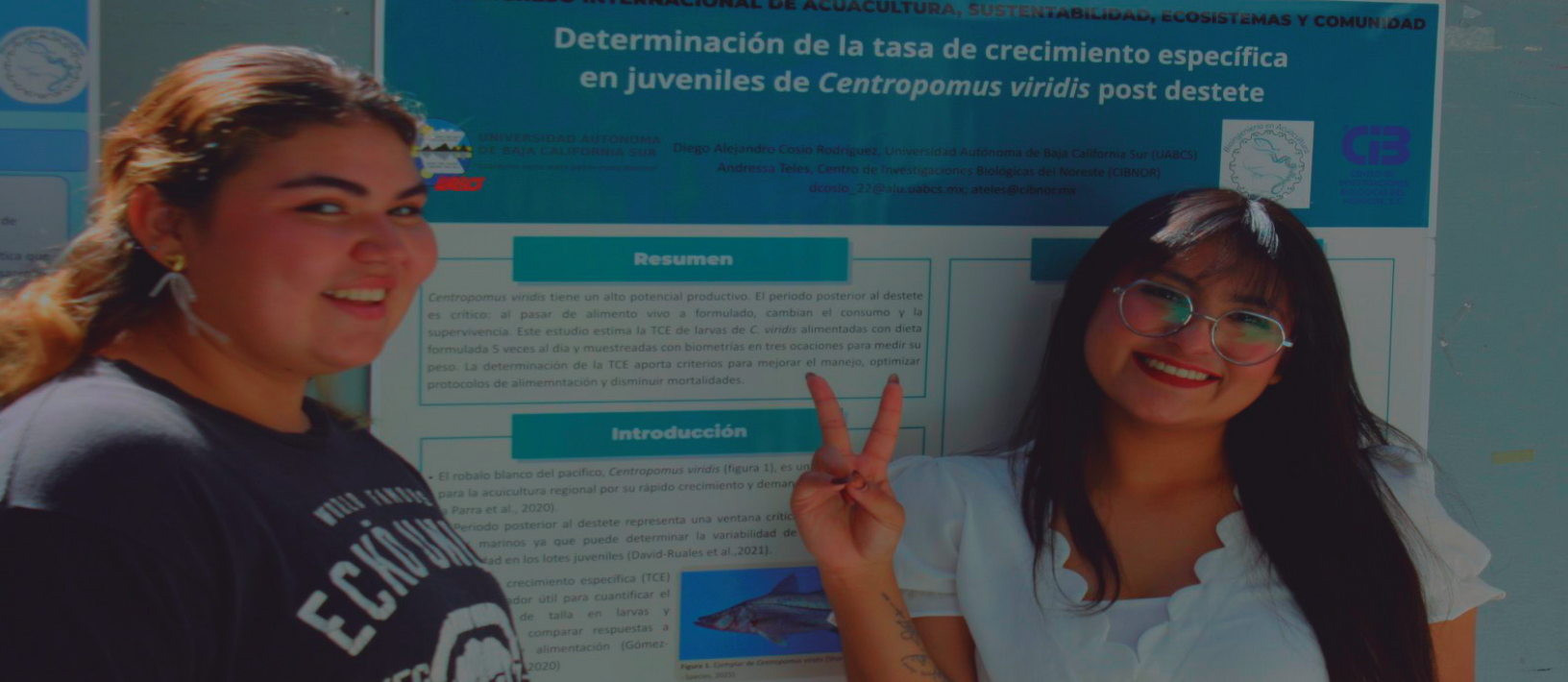
EXCESO EN CALORÍAS

CONTIENE CAFEÍNA

CONTIENE ORO COMESTIBLE

Ilustración tomada de internet

Promocional del Curso-Taller Etiquetado bajo la NOM-051 para productos pesqueros y acuícolas impartido en el 1er. Congreso Internacional de Acuicultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad



Estudiantes de Bioingeniería en Acuicultura en la sesión de carteles en el 1er. Congreso Internacional de Acuicultura, organizado en la UABCS

CANTO

Callo de hacha: el manjar más cotizado en Baja California Sur

Jorge Alfonso Geraldo Rangel¹, Milagros
Guadalupe Hiraless Romero² y Andrés
Granados Amores³

1 JAGR, egresado de la carrera de Bioingeniería de Acuicultura en la UABCS. Técnico auxiliar del Laboratorio de Microalgas en la Unidad Académica de Pichilingue, jgerald2_21@uabcs.mx

2 MGHR, egresada de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS). Productora acuícola de la especie Magallana gigas, mhirale2_21@uabcs.mx

3 AGA, profesor-investigador del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías, a.granados@uabcs.mx

El callo de hacha es un molusco bivalvo nativo de México, perteneciente a las familias Pinnidae y Atrinae. Se ha constituido como uno de los moluscos de mayor importancia en la costa noroeste del Pacífico mexicano, particularmente en la región de Baja California Sur, donde es un producto de alto valor comercial, no solo por su demanda local, donde su extracción representa una fuente crucial de ingresos para las comunidades pesqueras, sino por el alto precio en el mercado internacional. Apreciado por su carne, especialmente el músculo abductor posterior o “callo”, el cual es altamente valorado en la gastronomía, siendo utilizado en ceviches, cócteles y otros platillos.

En las costas de BCS se encuentran principalmente tres especies de callo de hacha: Atrina maura, mejor conocida como “hacha china” o “media luna”, Atrina tuberculosa o “hacha botijona” y Pinna rugosa. Estas especies se distinguen por la forma y textura de sus conchas, así como por su hábitat y distribución geográfica; habitan en fondos

arenosos y fangosos propios de las bahías y lagunas costeras de la región o en estuarios. Identificar correctamente estas especies es fundamental para su manejo, ya que no solo tienen valor biológico, sino también económico y de conservación, lo que garantiza una captura responsable. La sobreexplotación de una sola especie, como *Atrina maura*, puede pasar desapercibida si las capturas se mezclan con otras especies, lo que dificulta la regulación efectiva (CONA-PESCA, 2016).

Cada especie posee características morfológicas clave para facilitar su identificación, sin embargo, durante la comercialización no es común la distinción, a menos que el organismo se comercialice íntegro con todo y concha. Es común adquirir callos de otros organismos bivalvos en lugar del callo de hacha. Conocer lo que comemos nos ayuda a evitar estafas culinarias y apreciar el valor del producto.

Atrina maura

En la parte externa, la concha es alargada, bastante aplanada y delgada, semejante a un amplio abanico con un borde posterior truncado-redondeado. Tiene una superficie externa con surcos concéntricos y unas doce costillas radiales provistas de espinas delgadas; las dorsales son frecuentemente más alargadas y tubulares. Tiene un color superficial ámbar-purpúreo a café oscuro con manchas irregulares. En la parte interna presenta una superficie interna brillante, coloreada gracias a una capa de nácar, la cual no está subdividida. Tiene una cicatriz del músculo aductor posterior totalmente englobada en el área nacarada con tonalidades opalescentes.

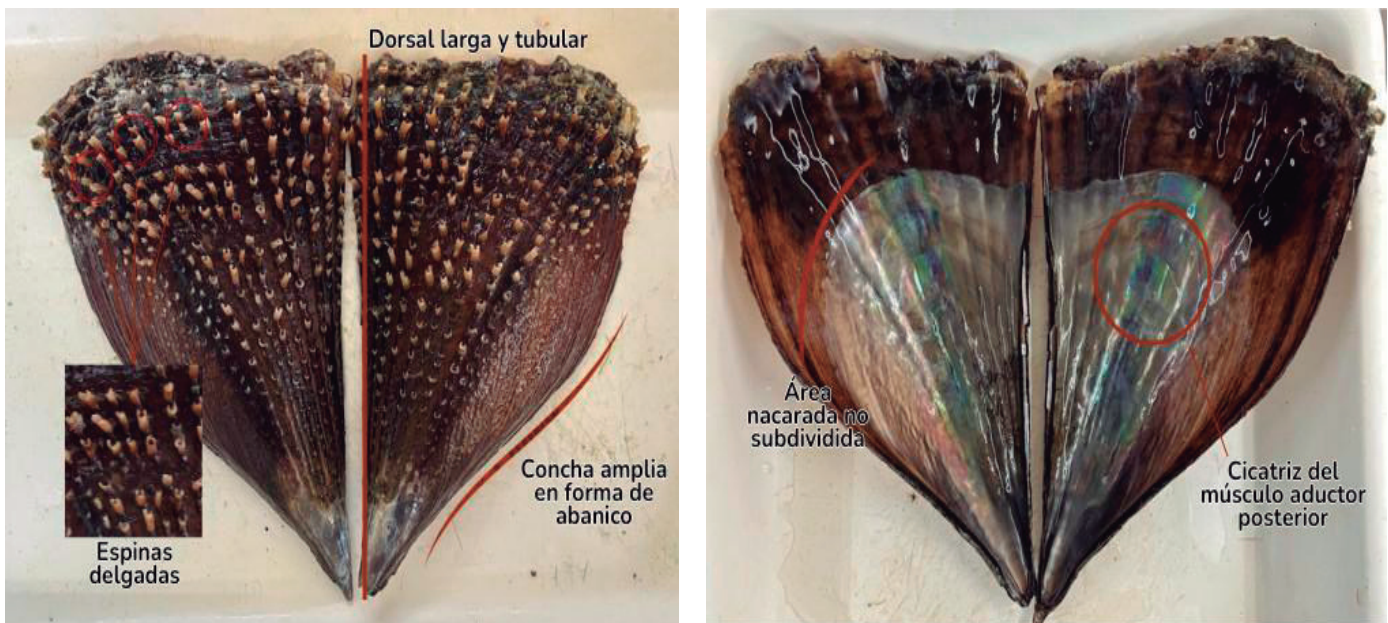


Fig. 1

Concha de callo de hacha *A. maura* adulto, donde se observan las características distintivas de la especie. Crédito: Jorge Alfonso Geraldo Rangel y Milagros Guadalupe Hiraes Romero

Pinna rugosa

En la parte externa, la concha se presenta alargada, angosta, con forma conífera-ovalada y expandida. La superficie externa de la concha presenta surcos concéntricos y seis a diez costillas radiales provistas de espinas tubulares muy espaciadas y largas en la región posterior de la concha. Tiene un color superficial café-ámbar que tiende al negro.

En el interior presenta una capa nacarada interna que está dividida en dos lóbulos por un surco longitudinal. Esta capa es menos nacarada comparada con *A. maura* y presenta una apariencia más opaca. Posee una cicatriz del músculo aductor posterior situada en la parte posterior del lóbulo dorsal del área nacarada. Superficie interna color café, capa nacarada opaca e iridiscente.

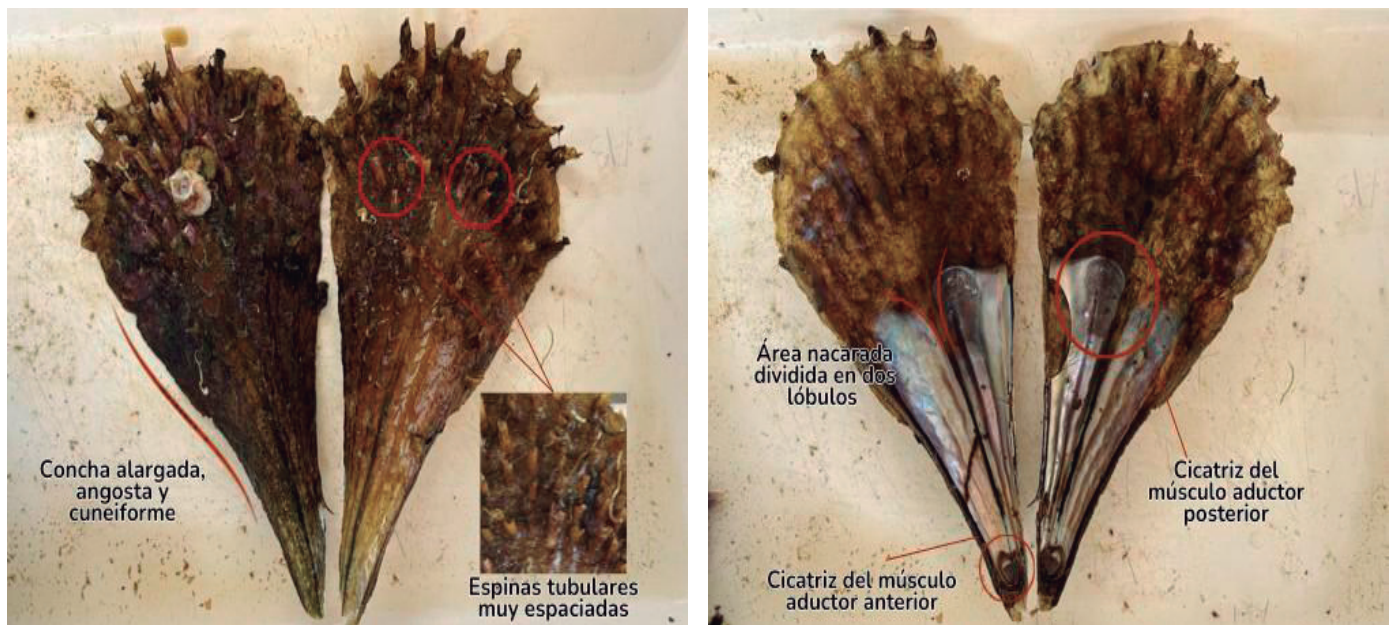


Fig. 2

Concha de callo de hacha *P. rugosa* adulto, donde se observan las características distintivas de la especie. Crédito: Jorge Alfonso Geraldo Rangel y Milagros Guadalupe Hiraes Romero

La importancia comercial del callo de hacha es su músculo abductor posterior, mejor conocido como “callo”, con un peso comercial de 20 gramos y un precio aproximado de \$380 MXN el kilo; internacionalmente hablando, supera los \$450 pesos. Este producto tiene un gran aprovechamiento gastronómico por su textura y sabor, convirtiéndolo en un manjar. Se puede disfrutar de diversas formas: presentación cruda con limón, preparación de salsas, ceviche, capeado o empanizado. Esta alta demanda en la gastronomía del callo ha llevado a la sobrepesca de sus poblaciones. En lugares como la bahía de La Paz, Baja California Sur, estos organismos, especialmente *A. maura* estuvieron al borde del colapso debido a la pesca ilegal y la falta de regulación (CONAPESCA, 2016).

Ante esta situación crítica, en 2011 un grupo de pescadores de la bahía de La Paz, BCS, comprometidos con su legado pesquero, tomó la iniciativa de combatir la pesca ilegal y contribuir a la restauración poblacional del molusco. Por ejemplo, comunidades como El Manglito implementaron medidas de manejo sustentable, incluyendo vedas temporales y técnicas de evaluación no extractiva, logrando una recuperación significativa de las poblaciones (NOS.org.mx, 2024). Sin embargo, estas comunidades y grupos de vigilancia como Noroeste Sustentable (NOS), pescadores de El Manguito y Guardianas del Conchalito han contribuido a la preservación del hábitat, así como a la reubicación y al culti-

vo de organismos, lo que ha permitido un crecimiento de las poblaciones.

“Fuimos a bucear, tardamos tres meses en hacer un barrido completo y contamos únicamente 40 mil callos de hacha”. Fue el testimonio de Guillermo Méndez, pescador y miembro activo del proyecto de restauración de la comunidad de El Manguito (Estrada, 2023).

Ante esto, instituciones como CONAPESCA e INAPESCA (ahora llamado IMIPAS, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura) han establecido periodos de veda para proteger a las especies durante sus ciclos reproductivos y garantizar niveles de población adecuados. Para la captura de estas especies de callo de hacha, se levantó una veda tipo temporal fija, es decir, establecida por un periodo definido, el cual se repite anualmente. En el estado de Baja California Sur la veda está vigente del 1 de abril al 31 de julio. Otras zonas como Bahía de Kino y zonas adyacentes en el estado de Sonora, está vigente del 1 de julio al 30 de noviembre. Esta veda queda establecida en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

Tras el esfuerzo de las comunidades de pescadores, asociaciones y en conjunto con las leyes establecidas por parte de la CONAPESCA e IMIPAS la población de callos alcanzó cuatro millones de organismos de acuerdo a NOS en agosto de 2015.

“Una vez que sembramos los callos, los protegemos con una malla de seda para que queden protegidos de los depredadores”, testimonio de pescadores, los cuales realizan la cosecha meses después (Estrada, 2023).

La extracción de los organismos es relativamente sencilla, ya que la distribución permite la extracción manual en las zonas de mareas, principalmente en aquellos lugares donde el mar se retira de la costa por cuatro a cinco horas. Estas condiciones permiten a los pescadores observar con mayor facilidad y realizar la extracción con instrumentos en forma de ganchos, excavar en el contorno de los organismos y extraerlos con las manos. La segunda técnica se emplea en bancos de organismos que se encuentran a mayor profundidad y a los que se llega mediante el uso de embarcaciones, y la extracción se realiza por medio de buceo libre.

Aprovechamiento

La sobrepesca de estas especies originó que se realizaran más investigaciones sobre técnicas de cultivo, dado que la principal limitante es la producción de semilla. Posicionando a dicha especie como un objetivo principal, se promovió la

sustentabilidad al lograr un repoblamiento de bancos naturales. Así, la acuicultura se ha convertido en una alternativa sustentable para el aprovechamiento del callo de hacha. (Toledo, 2021)

Como se mencionó anteriormente, en comunidades como El Manglito, los pescadores han implementado técnicas de cultivo que incluyen la crianza de larvas en canastas acuícolas, su siembra en el lecho marino y protección con mallas para evitar depredadores. Esta acción de los pescadores residentes permitió no solo la recuperación de la especie, sino también la generación de ingresos para las comunidades locales.

Otro ejemplo es en Puerto Chale, Baja California Sur, donde se implementó un proyecto de siembra de cincuenta mil semillas de callo de hacha como una alternativa sustentable para atender las necesidades de demanda (Rueda, 2019).

Aunque existen diferentes sistemas de cultivo para callo de hacha, donde la mayoría consta de la suspensión del organismo, tales como canastas perleras en forma piramidal, linternas japonesas en forma cilíndrica o canastas ostrícolas, en Baja California Sur el tipo de cultivo es semi-intensivo que consta de tres etapas, donde se utilizan canastas tipo ostioneras, conformando módulos los cuales quedan en suspensión en una línea conocida como *Long-line*.

Hasta el momento no existe una metodología que permita producir semilla de callo de hacha de ninguna de las especies antes mencionadas en condiciones de laboratorio que permitan sostener la actividad acuícola, lo cual, permite ver un futuro incierto sobre la estabilidad de las pesquerías y el desarrollo tecnológico en la producción a gran escala en el área acuícola. Es bien sabido que instituciones del estado como Acuicultura Robles, Mar de las Californias (empresa que cerró actividades en 2025), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y la Unidad Académica de Pichilingue (UAP-UABCS), han realizado esfuerzos titánicos por estandarizar protocolos de producción, sin embargo, se ha observado que es una especie con régimen alimenticio muy específico (principalmente microalgas y materia orgánica particulada), que presentan durante su temporada larvaria flotabilidad que impide el flujo correcto de las larvas en los tanques de crianza, provocando que las larvas se queden adheridas en las paredes de los tanques, haya presencia de bacterias durante el proceso de fecundación y los primeros cinco a diez días del desarrollo larvario, así como altas mortalidades y otras variables que impiden la producción. Es imperante que en especies que presentan retos similares en el desarrollo larvario, éxito de fijación y crecimiento post-fi-

jación (preengorda), se realicen actividades de colaboración en conjunto entre instituciones con la finalidad de acelerar y potenciar resultados favorables para la actividad.



Fig.3

Larvas de callo de hacha, cultivo experimental en la Unidad Académica de Pichilingue. Crédito: Andrés Granados Amores

Referencias

CONAPESCA. (2016, 4 mayo.). Callo de hacha: Manjar de siempre. Gobierno de México.

Gobierno de México. (2021, 2 julio). Acuacultura: Callo de hacha. IMIPAS.

Rueda, F. (2019, 30 diciembre). Siembran 50 mil semillas de callo de hacha en Puerto Chale. El Sudcaliforniano | Noticias Locales, Policiacas, Sobre México, Baja California Sur y el Mundo.

NOS.org.mx. (2024, 5 junio). Evaluación no extractiva de callo de hacha, una innovación de pescadores de La Paz - NOS.

Toledo, D. (2021, abril 7). La comunidad mexicana que salvó a un molusco del colapso.



Presentación de carteles con las propuestas de investigación enfocadas en temas acuícolas

SOLAPA

La vida de un investigador - Marco Antonio Cadena Roa. La huella de un mentor y amigo

Por Andrés Granados Amores

Andrés Granados Amores (AGA): Esta entrevista se realizó en dos partes, a cuatro personas que trabajaron con el Dr. Marco Cadena, desde el punto de vista académico, profesional y personal. Muchas gracias

por brindarnos su tiempo e iniciamos con ustedes dos, Erika Torres y Esteban Lucero, ambos fueron alumnos, fueron dirigidos en posgrado y posteriormente colegas en el Departamento de Ingeniería en Pesquerías.

Erika, vamos a iniciar contigo: ¿cómo fue el proceso para acercarte a él y que fuera tu asesor? ¿Y qué fue lo primero que te enseñó sobre la investigación en pesquerías?

Erika Torres Ochoa (ETO): Yo conocí al Dr. Marco Cadena en 2014, estaba buscando apoyo en la Universidad para postularme al doctorado en Ciencias Marinas y Costeras. Mi proyecto de investigación necesitaba el desarrollo del cultivo de camarón café, una especie difícil de cultivar, la cual a principios de los años 2000 se intentó, sin ningún éxito; sin embargo, el Dr. Héctor Nolasco, investigador del CIBNOR me dijo que lo fuera a buscar, que si alguien podría apoyarme al desarrollo de ese proyecto era Marco Cadena; honestamente, yo tenía idea quién era, pero jamás

había cruzado palabra con él; pero lo fui a buscar. Me atendió en su oficina, recuerdo que me escuchó, soltó una carcajada y me dijo: “el camarón café es difícil de cultivar”. En ese momento, sentí tristeza, ya que pensé que no iba a querer; pero me miró a los ojos y me dijo: “Está bien, vamos a hacerlo, pero solo te daré dos condiciones: 1) deberás trabajar en la Unidad Académica de Pichilingue y 2) sí haremos el cultivo de camarón café, pero se hará en cultivo con biofloc, un sistema de cultivo que se había hecho popular para camarón blanco y tilapia, principalmente.

Desde ese día, él me enseñó algo muy importante para la investigación, y es el compromiso de hacer las cosas; Marco tenía esa habilidad de creer en ti y en que podías hacer lo que te propusieras; para él, nada era imposible, siempre veía la forma en la cual se podían resolver las cosas y, por supuesto, hacer investigación. Desde ese momento, me enseñó que la investigación se debe desarrollar para hacer cosas útiles que sirvan para la sociedad y, por supuesto, para la comunidad académica, pero principalmente para la estudiantil. Con Marco, no solo aprendí sobre temas de pesquerías y acuicultura, sino que aprendí sobre la investigación aplicada con beneficio para la sociedad.

AGA: En tu caso, Esteban, ¿cómo era su estilo para impartir clases y qué hacía que sus materias o seminarios sobre pesquerías se sintieran diferentes o memorables? Háblanos un poco sobre su personalidad como profesor.

Esteban Alberto Lucero Rouzaud (EALR): El Dr. Marco Antonio Cadena Roa me impartió la materia optativa de Nutrición Acuícola y también fue director de mi tesis de licenciatura. Era una persona con mucha energía y siempre con una actitud alegre; esa era una de las características que más lo distinguían.

Transmitía una enorme pasión por la materia y por los temas que abordaba, siempre aterrizando conceptos complejos mediante ejemplos prácticos relacionados con el ámbito pesquero y acuícola. Sus clases eran muy dinámicas: casi siempre permanecía de pie, en constante movimiento, recorriendo el salón y manteniendo la atención de todos. Nunca dejaba espacio para el aburrimiento o la distracción. Quienes tuvimos la oportunidad de conocerlo sabemos que le costaba quedarse quieto; esa energía era parte de su esencia como profesor.

AGA: Me imagino que ambos tienen muchas anécdotas por contar, pero para ti, Erika, ¿cuál recuerdas que haya sido su mejor consejo o corrección cuando te enfrentabas a un análisis de datos difícil o a un bloqueo en tu tesis?

ETO: Definitivamente, algo que me enseñó es que se aprende más de los errores que de los aciertos y que, si la ciencia y la investigación no se desarrollaban para hacer cosas útiles y funcionales, no eran relevantes. Para que esté claro que el desarrollo de la ciencia básica es importante, pero debe trascender para beneficio de la comunidad.

Esta visión la desarrolló de muy joven, cuando trabajó para BANPESCA; imagínate cuántos años tiene de eso. Con esa experiencia, él se fijó en que no importa que sea una tesis: tú debes desarrollar cosas útiles y solo vas a saber si son útiles hasta que intentes desarrollarlas. Cada vez que me enfrentaba a complicaciones en mi tesis, me decía: “piensa, verás que lo puedes resolver, no te enfrasques en el problema, porque si lo haces no verás la solución”.

Esto lo hacía ver tan fácil porque nunca me sentí sola; él estuvo ahí como guía; jamás me dijo cómo resolver las cosas, pero sí me dio las herramientas para hacerlo y, por supuesto, me enseñó a confiar en mí.

AGA: Erika, y en la parte profesional, ¿qué valores o hábitos de rigor científico te inculcó que hoy en día guían tu propio camino en la ciencia?

ETO: ¡Uy! Esta pregunta es complicada, porque su rigor científico era muy *sui generis*; no todos podían seguirle el ritmo, él veía más allá de los resultados que tenías en ese momento. Era muy particular en ese sentido; es más, tengo que reconocer que no siempre le aguantaba el paso. Él tenía una idea, la pensaba y la llevaba a cabo, “si sale bien, lo replicamos y lo formalizamos; si no sale bien, intentaremos otra cosa”. Honestamente, yo estaba acostumbrada a planear las cosas, diseñarlas en papel, pensarlas y, después, desarrollarlas; Marco no, él las intentaba; no le daba miedo.

Ahora, gracias a él, he aprendido que las ideas de los jóvenes que comienzan en su vida académica y de investigación vale la pena apoyarlas y, en la medida de lo posible, realizarlas, no sabes las sorpresas que puedes obtener de esos resultados.

AGA: Esteban, tú conviviste como alumno del Dr. Marco; ¿podrías compartirnos tu perspectiva de cómo motivaba a los estudiantes más jóvenes a involucrarse en la investigación pesquera y, sobre todo, te tocó estar con él en algún proyecto?

EALR: Algo que siempre destacó en él fue el trato que tenía con cualquier estudiante. Saludaba a todos y siempre encontraba tiempo para escuchar dudas o conversar fuera del

salón de clases. Lo hacía con una actitud positiva que inspiraba confianza para acercarse y pedir orientación.

Se tomaba el tiempo de presentarte con laboratoristas y profesores-investigadores que podían fortalecer la temática que te interesaba, facilitando la colaboración y motivándote a continuar desarrollando tu proyecto. Constantemente hablaba del trabajo que realizaban otros investigadores, ampliando el panorama de posibilidades y despertando el interés por nuevas líneas de investigación. Con él, uno realmente sentía que formaba parte de un equipo.

Tuve la oportunidad de participar con él en diversos proyectos relacionados con microalgas, desde la producción de biomasa a gran escala hasta la elaboración experimental de alimentos para consumo humano, como tortillas, cupcakes y diferentes tipos de panecillos. Tiempo después elaboramos nieves y bolis a partir de microalgas autóctonas, los cuales presentamos durante una Semana de Ciencia y Tecnología en la UABCS, donde muchas personas pudieron degustarlos.

En octubre de este año se celebrará la XL Semana Académica de Ingeniería en Pesquerías, conmemorando cuarenta años de la tradicional muestra gastronómica. Ahí volveremos a presentar esos productos elaborados con microalgas que desarrollamos junto al Dr. Marco hace tantos años. Será una manera muy especial de rendirle homenaje, porque el conocimiento, las enseñanzas y los buenos recuerdos nunca tienen fecha de caducidad.

AGA: Esta la pueden contestar, si gustan, ambos. ¿Qué significó para ustedes personalmente y profesionalmente contar con su respaldo y mentoría durante su etapa de formación? ¿Recuerdan alguna frase, pregunta o comentario que te haya dicho en clase o en una charla de pasillo que te haya marcado o cambiado tu perspectiva sobre la ciencia o la docencia?

ETO: Definitivamente para mí Marco no solo fue un asesor de tesis o jefe, sino que fue un amigo y un gran apoyo. Me siento muy honrada de haber sido su alumna porque me enseñó a soñar y a ver más allá de lo que puedes poner en un papel. Las buenas ideas se desarrollan haciéndolas. Nunca me dejó sola, si bien, cuando se tuvo que ausentar, sabía que él estaba a mi lado y que estábamos en este proyecto juntos.

Para mí, si bien, él nos dejó una semana antes de mi examen de grado, el estar parada frente a mi comité fue una experiencia inolvidable, porque los dos sabíamos que lo habíamos logrado. Marco me enseñó a motivar a las personas a desarrollar sus habilidades y sus sueños, sobre todo a pensar en el futuro de los estudiantes y de las personas que se desarrollan a tu alrededor.

No tengo palabras para agradecer a la vida por haberme cruzado con una persona como él, ya que ha sido uno de los mejores maestros y amigos que he tenido en la vida tanto personal como académica.

EALR: Hubo muchas frases e historias que aún recuerdo. Entre ellas, una de las primeras que viene a mi mente es la palabra “¡Jefe!”, así me saludaba a mí y a muchos estudiantes cuando nos encontrábamos en los pasillos o fuera del aula. Era su manera tan característica y cercana de dirigirse a nosotros.

También recuerdo que, en más de una ocasión, bromeaba diciendo que no podía dejar el refresco, justo cuando daba un trago después de largas jornadas de trabajo en la Unidad Académica de Pichilingue, extensión de la UABCS.

Pero, sin duda, el momento que más marcó mi vida profesional ocurrió cuando estaba por concluir mi etapa como ayudante académico. En ese entonces, el Dr. Marco Cadena era jefe del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías y me ofreció impartir la materia optativa de “Nutrición Acuícola”, la misma que él me había enseñado años atrás. Recuerdo perfectamente sus palabras: “yo te impartí esta materia y sé de tu capacidad. Quiero que tú la impartas, ¿te animarías?”. Acepté el reto y me preparé con mucho compromiso, sin imaginar que ese sería el inicio de mi historia como docente de asignatura en la UABCS. Hoy, después de más de once años de servicio, puedo decir que aquella confianza que depositó en mí cambió por completo el rumbo de mi vida profesional.

AGA: En esta entrevista falta alguna anécdota. ¿A alguno de ustedes le gustaría contar? ¿Alguna anécdota o viaje de investigación que nos puedas compartir que muestre tu sentido del humor, resiliencia o calidad humana?

EALR: Recuerdo especialmente el viaje que realizamos a la Universidad Autónoma de Nayarit, a la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, para participar en un simposio. Ahí tuve la oportunidad de conocer un poco más de su personalidad fuera del ámbito académico, ya que normalmente no hablaba mucho de sí mismo.

Durante ese viaje confirmé el buen ánimo y la calidad humana que siempre lo caracterizaron. Sin embargo, había algo que nunca cambiaba: tarde o temprano las conversaciones regresaban a los proyectos de investigación. Era común escucharlo hablar sobre el material que hacía falta conseguir o lo que necesitaban sus estudiantes para desarrollar sus experimentos.

De hecho, fuera de la universidad llegué a encontrarlo varias veces en Home Depot, comprando justamente esos materiales. Era una muestra de que su compromiso con la investigación y con sus estudiantes no terminaba al salir del salón de clases.

AGA: Para finalizar su participación, Esteban, ¿qué mensaje o ejemplo crees que deja su partida para los estudiantes que hoy están comenzando su formación en esta área y para ti como docente en el mismo departamento que él coordinó por tantos años?

EALR: Quiero destacar que, cuando fui ayudante académico entre 2014 y 2016, trabajé en la Unidad Académica de Pichilingue y tuve la oportunidad de presenciar el entusiasmo y el esfuerzo que el Dr. Marco Antonio Cadena Roa, junto con el Dr. Carlos Rangel, dedicaban a ese espacio. Eran quienes impulsaban gran parte de las actividades que ahí se desarrollaban. Iban prácticamente todos los días, llevaban estudiantes y trabajaban con la firme convicción de fortalecer la investigación en recursos marinos y consolidar ese sitio como un espacio académico de referencia.

Hoy la Unidad Académica de Pichilingue es muy diferente. Hay más investigadores, más estudiantes y más proyectos; sin embargo, estoy convencido de que gran parte de lo que hoy representa también es resultado del trabajo, la visión y el esfuerzo que personas como el Dr. Marco sembraron durante muchos años.

Será recordado por todos aquellos que coincidimos con él en los pasillos, salones y laboratorios donde dedicó incontables horas de trabajo, entusiasmo y energía. Su legado no solo está en los proyectos o publicaciones que realizó, sino también en las personas que formó.

En lo personal, me deja una enorme lección de entrega, compromiso y pasión por esta profesión y por la universidad. Procuro transmitir ese mismo entusiasmo a mis estudiantes y seguir preparándome para ofrecerles siempre lo mejor de mí, con la esperanza de que algún día ellos también recuerden a sus profesores con el mismo cariño y gratitud con que hoy recordamos al Dr. Marco.

¿Qué deja alguien cuando parte? Los recuerdos. Porque, al final, pocas cosas perduran tanto como el conocimiento compartido, los valores sembrados y la actitud positiva con la que se vivió y se inspiró a los demás.

Hoy entiendo que el verdadero legado de un profesor no solo está en lo que enseña, sino en las personas que inspira. El Dr. Marco creyó en mí cuando me invitó a impartir la materia que él mismo me enseñó. Gracias a esa oportunidad

descubrí mi vocación por la docencia. Si hoy soy profesor-investigador en el mismo departamento donde él dejó una huella tan profunda, es, en buena medida, porque un día él decidió confiar en mí.

Trascendencia Universitaria: Impacto de el Dr. Marco Cadena Roa en la Unidad Académica de Pichilingue (Entrevista con Elizabeth Bravo y Javier Arce)

AGA: Como colaboradores del Dr. Cadena y además amigos cercanos, saben que su partida en enero de 2020 es algo irreparable para la Unidad Académica de Pichilingue; sin embargo, me gustaría que nos compartieran un poco más de su experiencia de convivencia. Elizabeth, tú estuviste y aún estás como colaboradora en el Laboratorio de microalgas, y eso te hizo trabajar codo a codo con el Dr. Marco. Con tu experiencia, ¿cómo describirías a Marco Cadena y cuál consideras que fue su mayor aportación al estudio y manejo de las pesquerías?

Elizabeth Pérez Bravo (EPB): Como un investigador apasionado, paciente e innovador que dedicó parte de su vida a estudiar los recursos marinos sostenibles. Su curiosidad, pasión, entrega, entusiasmo, motivación, persistencia, disciplina, ética, honestidad, pero sobre todo ambición y liderazgo lo caracterizaban.

AGA: Javier, tú como responsable de la Unidad Académica de Pichilingue, imagino que entablabas reuniones interminables de trabajo, pero, más allá de los artículos y congresos o proyectos, ¿cómo era trabajar con él en el día a día o durante las duras campañas de campo?

Javier Alberto Arce M. (JAAM): Durante las duras campañas de campo, la verdad era muy divertido, pero a la vez muy, muy demandante. Porque siempre se le andaban ocurriendo cosas. Y algo bien importante: que nunca dejaba de atender cada uno de sus proyectos, experimentos, tesis, o alumnos que tenía a su cargo. Todos los días. Y si era posible, hasta pasaba por ellos a su casa. Muy comprometido con la institución, con su trabajo y muy comprometido con el desarrollo profesional de los estudiantes.

AGA: Eli, a lo largo de los años trabajando con él, ¿qué método o enfoque de investigación consideras que caracterizaba su forma de hacer ciencia y relacionarse con las personas?

EPB: Más que transmitir conocimientos, inspiró a formar científicos capaces de enfrentar los desafíos con resiliencia y de trabajar siempre por el uso responsable y la conservación de los recursos pesqueros.

AGA: Eli, ¿recuerdas cuál es el momento o proyecto de investigación compartido que más recuerdas y que refleje mejor su pasión por el mar y los recursos pesqueros?

EPB: Los momentos fueron variados en su enfoque y entrega a la curiosidad, reflejados en la diversidad de proyectos que arrojaban respuestas para el mejoramiento aplicados en la ingeniería para los recursos marinos sustentables.

AGA: Javier, recuerdas que Marco siempre andaba de un lado para otro, pero no dejaba de ser el jefe. ¿Cómo era Marco Cadena como investigador en Pichilingue y qué destacaba más en su cadena de mando? Se sabe que él siempre tenía ideas y que andaba con diversos proyectos.

JAAM: En su cadena de mando destacaba mucho que era un líder nato y que tenía la capacidad de poder manejar diferentes proyectos, actividades o propuestas. Algo que lo caracterizaba era que nada lo detenía. Podía equivocarse mil veces, pero la tenacidad, las ganas o el ímpetu de volver a intentarlo, nadie se lo quitaba.

AGA: Para ir finalizando la entrevista, Eli, si pudieras resumir su legado para las futuras generaciones de científicos pesqueros en una sola enseñanza, ¿cuál sería?

EPB: Su mayor legado fue enseñar que la ciencia debe realizarse con integridad, pasión y compromiso con la sociedad. Nos mostró que buscar la verdad requiere perseverancia, pensamiento crítico y una auténtica ocasión de servicio.

AGA: Creo que vale la pena cerrar esta entrevista recordando alguna vivencia con el Dr. Marco. Javier, ¿qué anécdota tienes más presente si hablamos de Marco Cadena y Pichilingue? Por supuesto, hablando también desde los aportes que él realizó para que la Unidad Académica de Pichilingue creciera.

JAAM: Híjole, pues hay miles de anécdotas. Pero por contar una: era muy común en él que todas las mañanas llegara, pasara a la oficina conmigo, hiciéramos el plan de trabajo, hiciéramos los recorridos. Y siempre, cuando había algo que estaba en proceso de construcción, instalación, prueba, o lo que sea, siempre andaba pensando en cómo solucionarlo.

A las nueve, nueve y media, diez de la mañana a más tardar, se venía a La Paz, porque él era el jefe de Departamento. Y pasaba mucho que se iba con una consulta, una

duda de cómo, por ejemplo, hacer un aireador para que se distribuyera de manera ágil, de manera homogénea, el aire, ¿no? En el tanque de geomembrana. Y se iba, y de repente lo mirábamos como a los diez, quince minutos, ¿no? Cinco minutos. Que ahí venía de regreso, ¿no? Y la cara... ya se le olvidó todo.

O que bajaba y decía: “Óscar, ya sé cómo le vas a hacer. Tienes que hacer esto, quítale aquí, súbele allá, mira este...”. Y cuando iba manejando ya veía cómo le iba a solucionar. Y otra vez ahí. Entonces eran cosas como... cosas que hacía él que, la verdad, pues nadie me ha tocado que tenga, no sé, esa chispa. Por supuesto, hablando también de los aportes que realizó con la Unidad de Calidad de Pichilingue.

AGA: Dejando de lado la parte laboral, ¿cómo persona qué destacaba más en Marco?

JAAM: Que era una persona muy sensible, muy comprometida con su trabajo. Y como lo dije anteriormente, se preocupaba muchísimo por el desarrollo profesional de las personas. Y valoraba bastante a las personas que trabajaban por el desarrollo tecnológico o de proyectos que realmente, pues, generaran un cambio en nuestra sociedad.

Eso obviamente lo llevaba a veces a descuidar cosas que tenían que ver más con él mismo como persona. Pero esa era una de sus características: que era una persona muy comprometida. Y que nada lo detenía en las ideas y proyectos que planteaba o proponía hacer.



Marco Antonio Cadena Roa (*). Fotografía tomada de:
<https://oem.com.mx/elsudcaliforniano/local/comunidad-universitaria-lamenta-fallecimiento-del-catedratico-marco-cadena-roa-19745188>

rápido crecimiento,
nas décadas, ha sido
generando empleo y
z et al., 2020). La
) recopila información
de arribo, cosecha y

stros para evaluar la
ta y demanda. Este
el camarón blanco en

Los estados de Sinaloa, Sonora y Nayarit concentran la
mayor parte de la producción nacional



Exposiciones orales de los trabajos de investigación en temas de acuacultura, las
cuales fueron presentadas por los estudiantes en el 1er. Congreso Internacional de
Acuacultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad

CORONDEL

Selección poética

Luis Jesús González Nagaya¹

I
Mi cabeza está llena de peces
por allí circundan
viven
nadan
beben
y se contaminan
mi vida está llena de peces
de pesadillas
picotean entre burbujas

¹ LJGN. Egresado de Bioingeniería en Acuacultura (UABCS) y acreedor al segundo lugar en el certamen "El libro en mi vida" en el marco del IX Coloquio del Libro Sudcaliforniano, correo: lgonzalez_21@alu.uabcs.mx

le hacen remolinillos al agua
y nunca cierran los ojos

El mar

Sendero de frescor perpetuo
Ancha respiración de la tierra
Nadie te conoce, por más que te quiera
Aquí, frente a ti, grande, oblicuo, majestuoso
Galopante, intempestivo, estruendoso
Nadie te puede conocer
No se te puede averiguar
Los naufragios, la deriva, la marea
Todo eso existe porque existes tú
Se arremolinan en tus muescas las ideas

Eres azul, eso no importa, eres grande
No importa, depende de quién te vea
Yo te he escuchado hablar
¡Oh mar! Que alguien me crea
Nunca contestas igual

Te miro a los ojos y por eso sé que parpadeas

Querido mar, eres un cuenco
Acumulación en un charco
Te miro, yo, a los ojos
Te vuelco y te volteas

Universitarios

¿Podemos jugar?
entregando la vida por turnos
somos de la Tierra la faz
somos la tarde, somos diurnos
revoloteamos entre sentires
impetuosos
hacemos de las reglas un hilo
hacemos ruedas con la seda
alguien está aquí, alguien se ríe
tejemos, tejemos, tejemos
le hacemos bordados al mundo
un aula no nos contiene
nos endulza, nos extiende

tan pronto se acaba
el instante es eterno

los árboles agitan, desprenden sus hojas
son los neem, es el pasillo
en su dirección nos movemos

este lugar es grande
no le tememos a nada
hay lechuzas por la noche

te veo pasar por la ventana
salgo en cinco minutos
vamos a la playa
caminas y sonríes
me esperas afuera
vas a la tienda
me traes algo, lo que sea
limonada, naranjada
todo esto se acaba
tan pronto del camión te bajas
otro se sube
no deja nada

hoy es sábado, no te asustes
se te hace tarde
mejor salúdame, voltea
se te hace tarde

pero ya saliste de clases

AD-20

Biblioteca, déjame dormir
yo estuve en tu sala
está repleta
aquí donde me seduces
me conduces
hay una esquina más discreta

Biblioteca, me debes una siesta
una página extraviada
un paisaje de enamorados
un cuento de bicicletas
manejaban enmielados
ahora acostados
y yo en esa hoja
me quedé
jazmín perfumado
bajo la sombra de un pirul

Biblioteca, un favor enorme
acércame a la ventana
llévame a mi casa
paséame en Malasia
Zacatecas o Cancún
yo sé que siempre te pido
nunca te doy nada

pero aquí te cuido tus cielos
ocaso juguetero, trovador descalzo
día de nubes apareadas
marea de amores olvidados
jardín lleno de flores
rosas, lirios, colores
el pasado, un desierto
crisantemos
arbusto mal podado

Aquí me quedo merodeando
Aquí me quedo despierto

Pichilingue

Ocaso sincero, tú, me has despertado
Esta fantasía estos colores anaranjados
Juventud eterna, mar celoso que brama
Somos hoy lo que no seremos mañana

Castillos de cristal separados
Temblando ahora las córneas
El aire nuevo celebrando
El sol un solo sonido
Despidiendo la tarde

La tierra no se hunde
Es el mar el que sube

Que nunca se va nunca se hiere
Nunca se agota

Un pelícano, ahí, aleteando
El desierto descarapelado
Los pasos secos en la grava

Nube silenciosa, todo lo extrañas
Vienes aquí nos das un brillo, una sombra
Volteamos al mar y volvemos descalzos
nos acercamos a mirar, regresamos mojados

Lo que el día luminoso atril deslumbra
La noche viene y lo esconde
Lo encuentra silueta y lo oculta

Se acabó
El tierno sueño se rezaga
Se aleja flotando solemne
Entre la neblina desgastada
El infortunio reservado

¡Hemos crecido!
Me queda decirles a ustedes

La tierra no se hunde
Es el mar el que sube

En la orilla de la bahía
Siempre habrán nadado peces

Concurso de Fotografía "EL QUEHACER EN LA ACUACULTURA"



¡PARTICIPA Y MUESTRA TU TALENTO CAPTURANDO EL QUEHACER EN LA ACUACULTURA!

11 DE NOV, 2025

12:00-14:00 y 16:00 a 18:00 hrs
DURACIÓN 4 HORAS



Bases de la convocatoria:

- Participan mayores de 18 años.
- Foto original en JPEG o PNG.
- Incluir título y breve descripción.
- Una foto por participante.
- Derechos cedidos para galería (con nombre del autor).
- Jurado: Comité de Cultura UABCS.
- Premio único: tarjeta digital \$5,000 MXN.
- Decisión del jurado inapelable.



REGISTRATE
AQUÍ

 **BIOINGENIERÍA EN ACUACULTURA**

Ilustración creada con IA y originales

Resultados del Concurso de Fotografía “El quehacer en la Acuacultura”

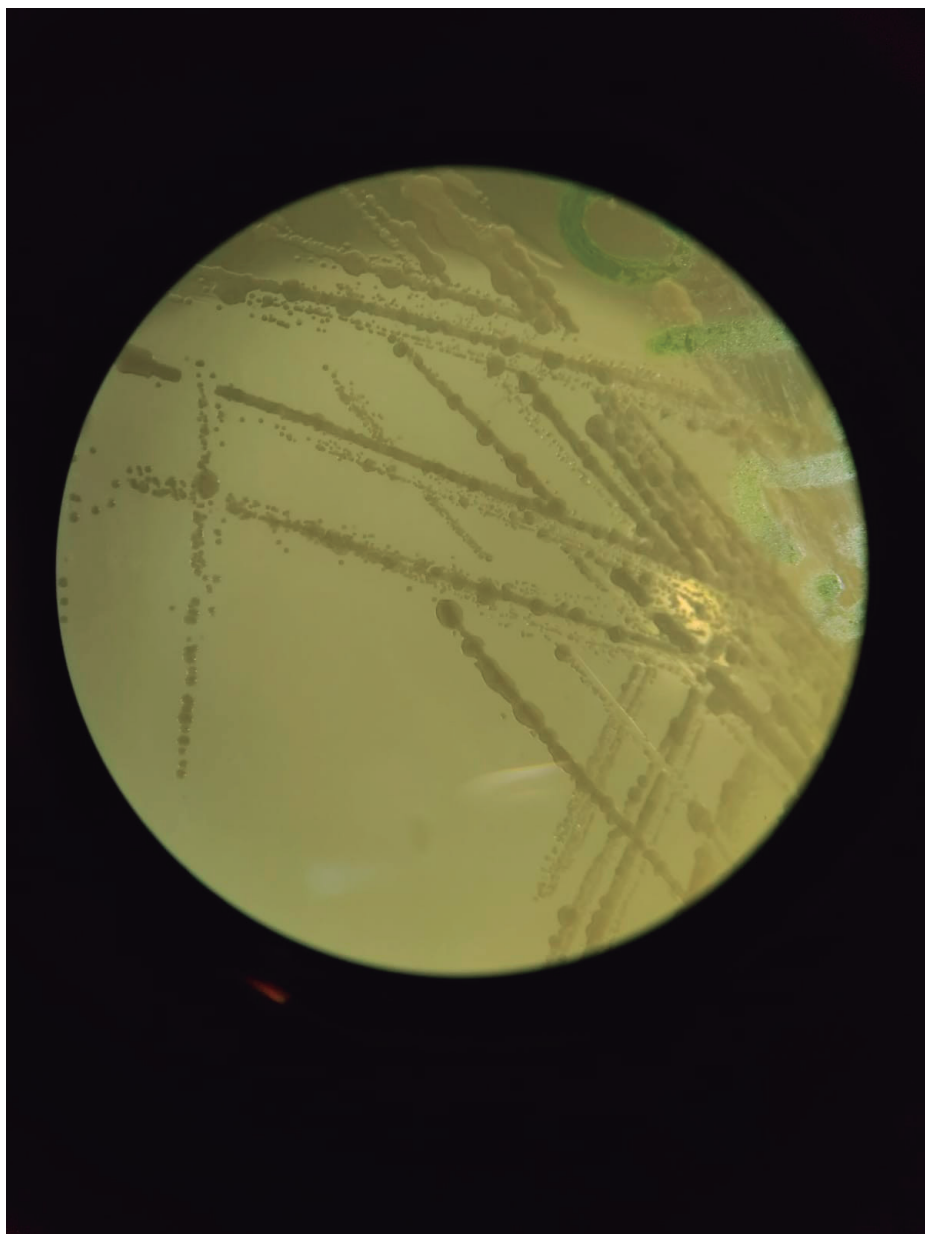


Donde el mar cultiva la paciencia (2023)
America Dayan Munguía Téllez Girón

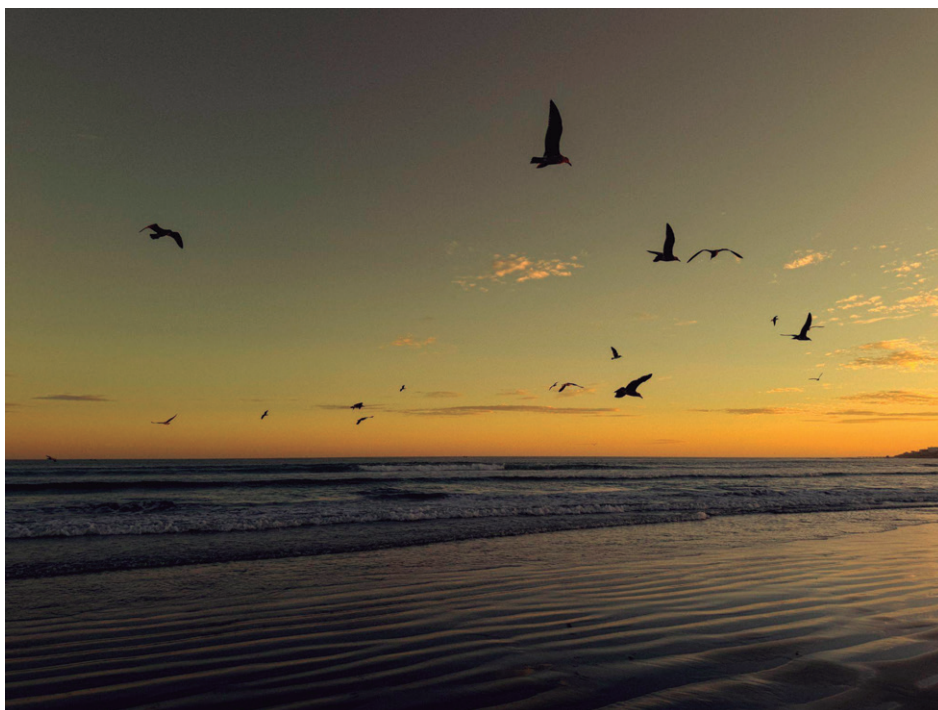


— FICHA TÉCNICA —
Título: Gorditos y Bonitos Muchachos
Autor: Diego Castro
Correo: dtec_21@alu.uabcs.mx
Arte de cultivo: Estanques
UPA: Earth Ocean Farms
Año: 2024

Gorditos y bonitos muchachos (2024)
Diego Alfredo Tec Castro



Bajo el microscopio (2026)
Evan Jesus Montiel Rivas



El dorado de la faena (2025)
Juan José Murillo Rodríguez



El arte de la diafanización: anatomía luminosa del Jurel (2024)
Karla Sabine Rodríguez Muñoz



Ver sin dañar: distinguir machos y hembras (2022)
Marco Antonio Hernández de Dios



El sabor del mar cultivado (2025)
Milagros Guadalupe Hiraes Romero



La vida detrás del cultivo (2025)
Paola María Escobedo Beltrán



El arte de sembrar mares (2024)
Ramona Leonor Lucero Flores



Luz y Diego, estudiantes del 9no. Semestre de Bioingeniería en Acuacultura asistiendo al 1er. Congreso Internacional de Acuacultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad

SEPARATA

Reseña del documental *Océanos infinitos, un viaje por los océanos del mundo*

Luz Mariel Hernández Álvarez¹ y Diego
Alejandro Cosío Rodríguez²

1 LMHA. Estudiante de noveno semestre de la carrera de Bioingeniería en Acuacultura en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, luh2_22@alu.uabcs.mx

2 DACR. Estudiante de noveno semestre de la carrera de Bioingeniería en Acuacultura en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, dcosio_22@alu.uabcs.mx

Ver este documental fue como abrir una ventana hacia un mundo que está sumergido en las profundidades, oculto a simple vista. Desde el primer minuto, las imágenes te envuelven en la inmensidad de los mares y la diversidad de criaturas que habitan en ellos.

Nos sumerge en los cinco océanos del mundo para mostrarnos algunas de las especies más características de cada uno de ellos. El Pacífico, para ver ballenas emergiendo en sus grandes migraciones, delfines y peces payaso desafiando las reglas de supervivencia. En el Antártico con los pingüinos. El Atlántico, un puente que conecta continentes y criaturas. Un viaje al Ártico con poderosos osos polares y orcas. Y, por último, el Índico, con un gigante que se desliza bajo las olas, el tiburón ballena.

Cada uno de estos océanos tiene características geográficas y ecosistemas únicos. Al enseñar que cada especie tiene su propio papel en este gran escenario natural,

nos muestra que todos los océanos forman un sistema interconectado, infinito en belleza, pero frágil en equilibrio.

Lo que más nos atrapó fue la manera en la que el documental alterna entre momentos de acción y calma. En un instante estás siguiendo la velocidad de un tiburón cazando y al siguiente te encuentras contemplando la serenidad de un arrecife lleno de colores. Esa combinación crea un ritmo que refleja la respiración misma del océano: dinámico, pero también profundamente pacífico.

Además de las imágenes, la narración tiene un tono contemplativo que invita a detenerse y pensar. No se trata de un documental cargado de datos científicos, sino de una experiencia sensorial que busca despertar admiración y respeto. Es como si cada escena quisiera recordarnos que los océanos son infinitos en belleza, pero también frágiles en su equilibrio.

Al terminar, nos quedó una idea muy clara: los océanos no son solo paisajes, son parte de todo lo que hay en el planeta. Nos regalan vida, pero necesitan que los cuidemos.

La majestuosidad que vemos en este documental no es eterna, depende de nuestras acciones. El mensaje central es que la salud de cualquier océano afecta al conjunto global, porque todos están conectados.

Proteger estas aguas, hará que las imágenes que hoy nos maravillan no se queden algún día en solo recuerdos de lo que alguna vez existió.



Alastair Fothergill (director) NatureVista - Español. (2025). *Océanos infinitos, un viaje por los océanos del mundo* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wCHI8B2WK-8>

74

Reseña a la serie *Secretos de los pulpos* de James Cameron

Jafet Abraham Badillo Loya¹

La serie documental *Secretos de los pulpos* es una producción centrada en mostrar la vida, el comportamiento y la inteligencia de los pulpos desde una perspectiva accesible al público en general. A lo largo de sus episodios, el documental explora diferentes especies de pulpos y muestra cómo estos animales han desarrollado adaptaciones extraordinarias que les permiten sobrevivir en ambientes marinos muy diversos. Desde arrecifes poco profundos hasta zonas más oscuras y profundas del océano. La serie presenta a los pulpos como organismos complejos, inteligentes y altamente especializados.

Uno de los principales enfoques del documental es demostrar que los pulpos son mucho más sofisticados de lo que comúnmente se piensa. Durante años, muchas personas han visto a los pulpos únicamente como animales extraños o curiosos, pero la serie intenta cambiar esa percepción mostrando su capacidad para resolver problemas, escapar de depredadores y adaptarse rápidamente a situaciones difíciles. En varios episodios se observan conductas relacionadas con el aprendizaje, la memoria y el uso de estrategias para conseguir alimento o protegerse, lo que hace evidente el nivel de inteligencia que poseen estos “cefalópodos”.

Uno de los aspectos más interesantes que se presentan es el camuflaje. El documental muestra cómo los pulpos

¹ JABL. Estudiante de séptimo semestre de Bioingeniería en Acuicultura en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, jab2_22@alu.uabcs.mx

pueden modificar el color, patrón e incluso la textura de su piel en cuestión de segundos gracias a células especializadas llamadas “cromatóforos”. Esto les permite mezclarse perfectamente con rocas, corales o arena para evitar ser detectados por depredadores o acercarse a sus presas sin ser vistos. Algunas escenas son realmente impresionantes porque es posible observar cambios de color extremadamente rápidos y precisos, lo que demuestra el alto nivel de control que tienen sobre su cuerpo.

Además del camuflaje, la serie aborda otras habilidades sorprendentes de los pulpos, como su flexibilidad corporal. Debido a que no poseen huesos, pueden entrar en espacios extremadamente pequeños para esconderse o escapar. También se muestran comportamientos donde utilizan objetos como herramientas o refugios improvisados, lo cual es considerado una conducta avanzada en el reino animal. El documental intenta constantemente destacar la idea de que los pulpos poseen capacidades que normalmente se asocian con animales vertebrados más complejos.

Otro tema importante que se desarrolla en la serie es el ciclo de vida de los pulpos. Se explica cómo muchas especies tienen vidas relativamente cortas y cómo la reproducción representa una etapa muy importante y desgastante para ellos. En particular, el documental muestra el comportamiento de las hembras durante el cuidado de los huevos. Algunas dejan de alimentarse durante semanas o meses mientras protegen a sus crías hasta que nacen, sacrificando prácticamente toda su energía para asegurar la supervivencia de la siguiente generación. Estas escenas ayudan a crear empatía hacia los animales, y muestran un lado más sensible y complejo de su comportamiento.

Además, en el documental la dimensión visual destaca como uno de los aspectos más fuertes de la producción. La calidad de las imágenes submarinas es impresionante y permite observar detalles muy difíciles de captar en condiciones normales. Muchas tomas muestran movimientos, cambios de color y comportamientos que probablemente pasarían desapercibidos para la mayoría de las personas. La cinematografía logra transmitir la sensación de estar explorando un mundo completamente diferente, haciendo que el océano se vea misterioso e incluso fuera de nuestro mundo. La música y la narración también ayudan mucho a crear una atmósfera envolvente y emocionante.

Otro punto positivo es que la serie funciona muy bien como divulgación científica. La información está explicada

de manera sencilla y fácil de entender, lo que permite que personas sin conocimientos previos sobre biología marina puedan disfrutar del documental sin dificultad. Esto hace que la producción sea accesible para diferentes edades y tipos de público. Además, logra despertar curiosidad e interés por la vida marina y por la importancia de conservar los ecosistemas oceánicos.

Sin embargo, desde mi perspectiva personal, tengo sentimientos encontrados sobre la forma en que se aborda el tema. Actualmente estoy estudiando pulpos de manera académica y realizando algunos trabajos relacionados con ellos, por lo que mientras veía la serie esperaba encontrar un enfoque más profundo y técnico en ciertos aspectos. Aunque el documental presenta información interesante y científicamente válida, siento que en muchos momentos maneja el tema de manera demasiado general y simplificada. Se enfoca principalmente en sorprender y emocionar al espectador, dejando un poco de lado explicaciones más detalladas sobre la fisiología, la neurología, el comportamiento y la ecología de los pulpos.

Por ejemplo, me hubiera gustado que profundizara más en temas relacionados con el sistema nervioso de los cefalópodos, la distribución de neuronas en sus brazos, las diferencias entre especies o incluso aspectos etológicos más específicos. También considero que faltan más tecnicismos o referencias científicas que ayuden a darle una sensación más formal y académica. En ocasiones parece que el documental busca humanizar demasiado a los animales para conectar emocionalmente con la audiencia, lo cual funciona para el entretenimiento, pero puede hacer que algunas explicaciones pierdan profundidad científica.

Aun así, entiendo que el objetivo principal de la serie no es ser un documental especializado para investigadores o estudiantes avanzados, sino una producción de divulgación dirigida al público general. Bajo esa intención, considero que cumple perfectamente su propósito. Logra captar la atención del espectador, mostrar datos sorprendentes y generar admiración hacia los pulpos y los ecosistemas marinos. De hecho, creo que puede ser una excelente introducción para personas que quieran comenzar a interesarse en la biología marina. En mi caso, me habría gustado ver este tipo de producciones cuando estaba ingresando a la carrera de Bioingeniería en Acuicultura o cualquier carrera afín al estudio de los cefalópodos.



Cameron, J. (productor ejecutivo). (2024). *Secretos de los pulpos*
[Serie documental]. National Geographic; Disney+

Reseña a *Mi maestro el pulpo* de Pippa Ehrlich y James Reed

Yosef Paul Martínez Lara¹

Vivimos en una época donde la sobreestimulación que nos provocan las redes sociales parece habernos vuelto inmunes al asombro, particularmente cuando se trata de la naturaleza, que solemos observar como un contenido más en nuestras pantallas. Sin embargo, *Mi maestro el pulpo* logra algo poco común en la industria audiovisual contemporánea, ya que nos obliga a reflexionar. No es solo un documental más sobre la biodiversidad marina de Sudáfrica; en realidad es un diario sobre la vulnerabilidad de los seres humanos. A través de una historia que se siente casi como una confesión, la producción audiovisual nos muestra que el vínculo con los animales no surge de la superioridad del observador, sino de una curiosidad real que es capaz de romper la barrera del “yo” para poder entender a otro ser vivo. Sirve como un recordatorio urgente para nuestra generación, de que el ecosistema no es algo que está allá afuera esperando ser estudiado, sino un espacio que hemos olvidado habitar.

¹ YPML. Estudiante de noveno semestre de Bioingeniería en Acuacultura en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, yosefpaulm_22@alu.uabcs.mx

Craig Foster, el protagonista y cineasta de esta obra, es quien nos introduce en su narrativa desde un estado de quiebre personal. Después de años de agotamiento profesional, Foster se refugia en el gran bosque de algas marinas, siendo un entorno hostil para el cuerpo, pero seguro para la reconstrucción del ser. El documental no pretende ser tratado como cualquier otro documental de biología marina purista, sino que busca ser una crónica de una conexión y observación que se convierte en un aprendizaje existencial.

La aparición de la hembra de pulpo actúa como el detonante de una larga investigación que dura 364 días. Es fascinante ver la forma en la que Foster desarrolla un vínculo de confianza con la hembra de pulpo. La inteligencia del pulpo le permite reconocer al buzo, jugar y desarrollar estrategias de camuflaje sofisticadas para lograr evadir a sus depredadores, presentándose como una evidencia de una conciencia animal compleja.

A diferencia de la literatura científica tradicional que suele evitar el antropomorfismo a como dé lugar, esta obra se sumerge en él para poder generar empatía con el espectador. Algunas personas podrían afirmar que Foster proyecta sus propios traumas en el pulpo; sin embargo, es justamente esa vulnerabilidad la que permite que los espectadores podamos encontrar un significado más profundo en esta maravillosa historia. La relación que se establece entre Foster y el pulpo puede ser vista como una metáfora de la fragilidad de los ecosistemas y de nuestra propia condición humana frente a la naturaleza.

Técnicamente, el documental es una joya de cinematografía submarina, el uso de la luz natural y la macrofotografía permiten capturar colores y texturas que son bastante satisfactorias de observar. A su vez, la edición logra mantener una tensión dramática de forma constante, transformando la vida diaria del pulpo en una aventura de supervivencia. Cada encuentro con los tiburones pijama te hace sentir la tensión como si lo estuvieras presenciando en persona, pero los momentos de calma, donde el pulpo simplemente está explorando o descansando, son los que te permiten reflexionar a profundidad.

Sin embargo, es necesario señalar una cuestión ética importante: la regla de no interferir, debido a que durante el metraje, Foster se enfrenta al dilema moral de ayudar al animal cuando es atacado por depredadores o permitir que la naturaleza haga lo suyo. Su decisión de permanecer como un simple observador ante una situación donde el pulpo con el que ha formado un vínculo emocional puede ser depredado es bastante interesante y hace reflexionar sobre cómo la

interferencia humana en los ecosistemas afecta a este tipo de interacciones entre presas y depredadores.

El título de este documental tiene una razón, el pulpo actúa como un “maestro” que enseña tanto a Foster como al público, a mirar con paciencia y atención su entorno. En una sociedad tan conectada y saturada de estímulos digitales, la disciplina de Foster de bucear diariamente en el mar, sin traje de neopreno y limitándose a la capacidad de sus pulmones, representa un acto de disciplina y resistencia.

El final de la obra, que muestra el ciclo de vida completo del animal, sirve como un recordatorio sobre el destino de los seres vivos. La muerte del pulpo tras su reproducción y el cuidado de sus huevos no se muestra como una tragedia, sino como un proceso biológico totalmente necesario y maravilloso. En este punto de la historia, Foster logra sanar su propia desconexión, al entender que él también es parte de este mismo sistema, donde todos los seres vivos tienen un propósito y un final.



Ehrlich, P., & Reed, J. (Directores). (2020). *Mi maestro el pulpo*. Netflix; Sea Change Project

Curso

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE OSTIÓN *Magallana* *gigas* Y MANEJO DE SIEMBRA EN CAMPO

CUPO: 30 LUGARES

MODALIDAD: PRESENCIAL

11 DE NOV, 2025

12:00-14:00 y 16:00 a 18:00 hrs
DURACIÓN 4 HORAS



CAPACITADOR:
Dr Andrés Granados Amores

COLABORADORES:
Ing. Jesús Guadalupe Soto Romo, Ing. Juan Manuel García Mendoza, Jorge Alfonso Geraldo Rangel, Brayan Acosta Mendoza, Raul Velazquez García.

CONTENIDO GENERAL:

- Desove de reproductores
- Fecundación de gametos
- Cultivo larvario
- Fijación y preengorda
- Alimento vivo
- Transporte, aclimatación y siembra en campo (artes de cultivo)



**REGISTRATE
AQUÍ**

 **BIOINGENIERÍA EN ACUACULTURA**

Ilustración tomada de internet

Curso de Producción de Semilla de Ostión (*Magallanas gigas*)
y manejo de siembra en campo



Acerca de los autores y autoras



Margarita Mendoza Cruz

Es maestra en Ciencias, licenciada en Biología Marina y médico veterinario zootecnista, con tesis de licenciatura y maestría distinguidas con mención honorífica. Actualmente es profesora-investigadora adscrita al Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras y estudiante del Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO–CIBNOR). Sus líneas de investigación incluyen parásitos marinos y salud de peces. Es coautora del libro *Producción de caprinos*. Un enfoque técnico y social y del manual *Evaluación y muestreo de tortugas marinas*.

Valentín Xolaltenco Pérez

Es egresado de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Actualmente está adscrito al Laboratorio de Manejo y Conservación del Territorio de la misma institución, donde se desempeña como tesista en el estudio de parásitos de peces erizo. Es ayudante académico en la asignatura de Embriología Animal y ha participado como expositor en el congreso internacional Neotropical Parasitology

Research Network 2025. En el mismo año obtuvo el segundo lugar en el Encuentro Estatal de Jóvenes Investigadores de Baja California Sur.

Georgina Brabata Domínguez

Es doctora por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Su trayectoria se ha centrado en el estudio de la ecología de aves marinas y acuáticas. Desde 2024 se desempeña como jefa del Departamento de Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Entre sus publicaciones recientes destacan trabajos sobre contaminación por metales pesados en aves rapaces y estudios sobre el estado de las poblaciones de aves en humedales del Golfo de California.

Carlos Castellanos Ochoa

Es biólogo marino egresado de la UABCS. En julio de 2025 finalizó su maestría en Ciencias en el posgrado de Ciencias Marinas y Costeras. Actualmente es estudiante de doctorado en el mismo posgrado, ambos con orientación en acuicultura.

Erika Torres Ochoa

Profesora-investigadora adscrita al Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías. Responsable del Grupo Interno de Investigación Manejo y Tecnología de Recursos Marinos, así como del Programa Educativo de Bioingeniería en Acuicultura.

Luis Daniel Espinosa Chaurand

Es investigador en la Unidad Nayarit del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Es responsable del Laboratorio de Ecofisiología y Biotecnología de Organismos Acuáticos y colaborador en el Grupo Interno de Investigación Manejo y Tecnología de Recursos Marinos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Mariela Ramos Sánchez

Es bióloga marina, maestra en Ciencias en Ecología Marina y estudiante de doctorado en la Universidad Autónoma de Nayarit. Ha publicado trece trabajos científicos y descrito

diez nuevas especies de gusanos planos marinos policládidos para el Pacífico mexicano. Su investigación se enfoca en comprender la diversidad global de este grupo.

Andrés Granados Amores

Es licenciado en Ecología Marina por la Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Ecología Marina, maestro en Ciencias por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas Instituto Politécnico Nacional y doctor en Ciencias, egresado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR). Actualmente, se desempeña como profesor de tiempo completo en el Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías en la carrera de Bioingeniería en Acuacultura de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Mariana Díaz Santana Iturrios

Es bióloga marina, maestra en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos y doctora en Ciencias Pesqueras. Cuenta con experiencia posdoctoral. Investigadora del SNII. Especialista en pesquerías, ecología, taxonomía, biogeografía y evolución de animales acuáticos. Autora de artículos y capítulos de corte científico. Actualmente realiza investigación en el IMIPAS y Cientinela del Mar A.C. Coordinadora de la Región I de la RNIIPA. Editora técnica y revisora en revistas científicas. Promotora de la divulgación científica.

Marcela Isabel González Valdovinos

(Chiapas, México; 1985). Estudiante del programa de Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras, por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Su investigación se centra en el cultivo de ostión japonés en la región de BCS, considerando aspectos de fisiología, reproducción y genética.

Laura Teresa Guzmán Villanueva

Es doctora en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de Recursos Naturales, especialidad en Acuicultura por el CIBNOR. Miembro del SNII nivel I. Su investigación aborda protocolos acuícolas, alimentación funcional y sus efectos sobre la modulación inmune y el transcriptoma, además de la vinculación con el sector social. Es mentora certificada por British Council y actualmente investigadora por México de

Secihti, comisionada al Programa de Acuicultura del CIBNOR, Guerrero Negro.

Jorge Alfonso Geraldo Rangel

Originario de La Paz, BCS. Egresado de la carrera de Bioingeniería de Acuicultura por la UABCS. Técnico auxiliar del Laboratorio de Microalgas en la Unidad Académica de Pichilingue.

Milagros Guadalupe Hirales Romero

(La Paz, Baja California Sur; 2001). Egresada de Bioingeniería en Acuicultura por la UABCS. Productora acuícola de la especie *Magallana gigas*. Toma capacitación continua en reproducción de la misma especie, así como de otros moluscos bivalvos.

Esteban Alberto Lucero Rouzaud

Es profesor-investigador del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías de la UABCS. Agradece al Dr. Marco Antonio Cadena Roa haber confiado en él al inicio de su carrera docente, una oportunidad que definió su vocación profesional.

Javier Arce Meza

Es originario de San Isidro, Baja California Sur. Licenciado en Turismo Alternativo por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, con Maestría en Administración Estratégica por la misma universidad. Cuenta con un Diplomado en Turismo Alternativo por la UABCS, una certificación como educador en Kayak de Mar y No Deje Rastro por la National Outdoor Leadership School, así como también en Wilderness First Aid por Wilderness Medicine Institute y en los estándares de competencia EC0217 y EC0301.

Luis Jesús González Nagaya

(Tehuacán, México; 2003). Egresado de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS). Creador multidisciplinario, integrante del Grupo Representativo de Teatro UABCS (2022-2025). Fue acreedor al segundo lugar en el certamen «El libro en mi vida» en el marco del IX Coloquio del Libro Sudcaliforniano. Publica

regularmente su obra en la plataforma Substack. Ha acudido como escritor invitado a diversas lecturas públicas en La Paz, BCS, donde reside desde el año 2022.

América Dayan Munguía Téllez Girón

(La Paz, BCS, 2004). Estudiante de noveno semestre de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS).

Diego Alfredo Tec Castro

(La Paz, México; 2003). Ingeniero en Pesquerías por la UABCS. Se desempeña en el área productiva de la acuicultura, con experiencia en el cultivo de jurel, totoaba y huachinango. Ha participado además en proyectos de investigación sobre reproducción y cultivo de especies marinas.

Karla Sabine Rodríguez

Es estudiante del Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Participó en el Encuentro Estatal de Jóvenes Investigadores 2025, donde obtuvo el primer lugar en el área de Ciencias de Agricultura, Agropecuarias, Forestales y de Ecosistemas por la destacada exposición de su proyecto.

Ramona Leonor Lucero Flores

(La Paz, BCS; 2001). Estudiante de noveno semestre de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS).

Luz Mariel Hernández Álvarez

Estudiante de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS). Su enfoque académico integra la biotecnología en el manejo de residuos pesqueros para el desarrollo de insumos acuícolas. Reside y se desempeña académicamente en La Paz, B.C.S.

Diego Alejandro Cosío Rodríguez

(La Paz, México; 2001). Estudiante de Bioingeniería en Acuicultura (UABCS). Su enfoque académico integra la biotecnología en el manejo de residuos pesqueros para el desarrollo de insumos acuícolas. Reside y se desempeña académicamente en La Paz, BCS.

Jafet Abraham Badillo Loya

(Baja California Sur, México; 2004). Estudiante de séptimo semestre de Bioingeniería en Acuacultura por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Fue parte del staff y apoyo logístico en el 1er. Congreso Internacional de Acuacultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad de la UABCS.

Yosef Paul Martínez Lara

(Guadalajara, México; 2005). Estudiante de sexto semestre de Bioingeniería en Acuacultura por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Fue parte del staff y apoyo logístico en el 1er. Congreso Internacional de Acuacultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad.

Paola María Escobedo Beltrán

Es estudiante del noveno semestre del programa de Bioingeniería en Acuacultura de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Está interesada en el cultivo de los invertebrados marinos. Le gustan mucho las medusas, pero también se preocupa por el bienestar de la población humana. Se ha enfocado en la sanidad e inocuidad alimentaria de los productos marinos de cultivo como el pescado y el ostión.

Marco Antonio Hernández de Dios

Es profesor-investigador de asignatura adscrito al Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías. Es biólogo marino con Maestría en Ecología Marina y Doctorado en Manejo y Preservación de Recursos con Orientación en Acuacultura. Originario de Oaxaca, se ha especializado en el cultivo y reproducción de peces marinos como el robalo (*Centropomus viridis*) y el jurel (*Seriola rivoliana*).

Evan Jesús Montiel Rivas

Es estudiante de primer semestre en el programa educativo Innovación y Negocios Económicos en la UABCS. Se considera una persona que se siente más cómoda fuera de su zona de confort, incluso si eso implica participar en un concurso de ciencia siendo economista.

Juan José Murillo Rodríguez

Originario de La Paz, Baja California Sur; es egresado de la Licenciatura en Lenguas Modernas por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Actualmente es profesor de idiomas (inglés y francés), tiene una pasión por la cinematografía, la música y los videojuegos. Participó como miembro del público durante el 1er. Congreso Internacional de Acuicultura, Sustentabilidad, Ecosistemas y Comunidad.



PANORAMA

Edición digital del número 85 impreso
de la Universidad Autónoma
de Baja California Sur,
se terminó el 18 de septiembre de 2026.