

DIVULGACIÓN ACUÍCOLA

Año 9 No.56 Revista Enero 2022



Harinas de subproductos marinos
en la alimentación del jurel



La acuacultura está en Divulgación

Noticiero

www.divulgacionacuicola.com.mx



La acuicultura está en Divulgación

Año 9 Número 56, Enero 2022

Fabían García V.

Coordinación Editorial:

Guillermo Ávila.

Consejo asesor:

Ing. Pesq. Antonio Avila O.

MVZ. Yoshio Ivan Macswiney R.

Ocean. Martín Bustillos R.

MVZ. Ángel García H

Biol. Roberto Carlos Domínguez G.

Diseño y formación:

Martha García.

Comercialización:

Ulises Alcántara

Tecnología de cómputo

M en T.C. J. Jesús Contreras V.

Divulgación Acuicola

Publicación mensual de Fabían García Rodríguez, responsable de edición y distribución. Oficinas: Paseo de la Reforma N° 195 Despacho 602 Colonia Cuauhtémoc México D.F. Fecha de impresión: Enero 2022

Tel: (01 55) 12856221

revistadivulgacionacuicola@gmail.com

Certificado de Reserva de derechos al uso exclusivo núm.

04-2016-050313082200-102 Número de

Certificado de Licitud de Título y

contenido No. 16487 Domicilio Impren-

ta: Puente de la Morena No. 63B Oficina

101 Col. tacubaya Del. Miguel Hidalgo

C.P. 11870 México D.F.

Cada artículo es responsabilidad del autor.

Fotografía de Portada

Foto: SEPESCA BC

Edición **número 56**

Índice



Pág. 4. Fecundidad, Condición y estado reproductivo de Anchoa (*Anchoa mitchilli*, Linnaeus; 1758) de Playa Navarro, Veracruz



Pág. 8. Inicia Conapesca primera fase del Plan Nacional de Acciones Preventivas sobre la Interacción de Tortugas Marinas con Embarcaciones Menores



Pág. 14. Los metales y su efecto sobre la susceptibilidad a enfermedades del camarón blanco *Penaeus vannamei*



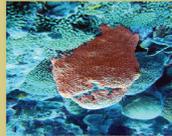
Pág. 17. Destaca Canainpesca el compromiso de la industria mexicana con la pesca responsable



Pág. 18. Harinas de subproductos marinos en la utilización de alimentos para el desarrollo del jurel



Pág. 32. Establece Agricultura los volúmenes de captura de pelágicos menores en el océano Pacífico y Golfo de California



Pág. 34. Los maravillosos corales, constructores de arrecifes



Feliz año 2022

les desea

el equipo de

Divulgación Acuicola

Fecundidad, Condición y estado reproductivo de Anchoa (*Anchoa mitchilli*, Linnaeus; 1758) de Playa Navarro, Veracruz

Introducción

Los peces constituyen 9.8% de toda la fauna conocida, se estima que se consume a nivel mundial 100 millones de toneladas, la mayoría se conoce como pescado azul de gran aprovechamiento nutricional. (Espinoza-Pérez, 2014).

La FAO en 2018, mencionó que las pequeñas especies pelágicas, grupo que abarca a las anchoas y otros grupos, se encuentran explotados a un nivel de sostenibilidad máximo. Las anchoas son peces del orden clupeiformes (Eschmeyer, et al., 2017), en donde una de las especies más representativas es *Anchoa mitchilli* de la familia engraulidae, esta familia forma parte de los “pescados azules” por lo que es de interés para el consumo humano.

Anchoa mitchilli presenta una amplia distribución en el territorio mexicano desde el Golfo de México hasta Yucatán (Ocaña-Luna, et al., 2016). Esta es una especie pelágica encontrada en aguas costeras, poco profundas con fondos fangosos y aguas salobres, tolera una amplia variación de temperatura y salinidad. Tiene una talla pequeña de alrededor de 11 cm y una vida corta de 3 años en promedio llegando a ser una especie dominante en las comunidades de peces, tanto en estuarios templados fríos y cálidos del Atlántico Norte, como en el norte del Golfo de México (Hartman, et al., 1995).

Antecedentes

Díaz-Avalos, et al., 2003, realizó una evaluación de fecundidad de *Anchoa mitchilli* de la Laguna Tamiahua durante 3 ciclos anuales para determinar si las variables ambientales (Salinidad, temperatura, transparencia, humedad, localización y época del año) afectaron de alguna manera. Obteniendo que la mayor abundancia de huevos se encontraba en la temporada de verano, asociado a la temperatura y la salinidad.

Castillo, et al., 2011, realizó un estudio sobre la biología reproductiva de *Anchoa mitchilli* en Laguna de Veracruz, Pueblo Viejo donde se midió el tamaño

de las gónadas y el número aproximado de huevos por cada una de las mismas. Como resultado obtuvieron que, de los 3,385 individuos, de los cuales 1,530 fueron machos y 1,855 hembras.

Área de Estudio

Vega de Alatorre se encuentra ubicado en las coordenadas 20° 02' latitud norte y 96° 57' longitud oeste a 10 metros del nivel del mar. Limita al norte con Nautla, al este con el Golfo de México, al sur con Juchique de Ferrer y Alto Lucero, al oeste con Misantla. (SECTUR, 2020)

En esta zona se encuentra playa Navarro, la cual presenta una altitud de 1 metro, un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano con un rango de temperatura de 24 a 26° C, con una temperatura media anual de 23.9°C y su precipitación pluvial media anual es de 1368.7 mm. (Figura 1)

Metodología

Para este estudio fueron utilizados 113 ejemplares de *Anchoa mitchilli* capturados en Playa Navarro, localidad de Vega de Alatorre, Ver.

Los organismos fueron procesados mediante medición de longitud patrón con Vernier y pesadas pre y post extracción gonadal utilizando báscula digital.

Se realizó un corte a cada ejemplar iniciando en el ano hasta el opérculo, se determinó el sexo y los estadios de madurez sexual con la clave Nikolsky (1963) posteriormente se hizo la observación de las gónadas extraídas a microscopio estereoscópico y en las hembras se hizo el conteo total de huevos de

Navarrete Salgado Norma Angélica y Acevedo Hernández Manuel

Facultad de Estudios Superiores Iztacala
UNAM
momita25@gmail.com



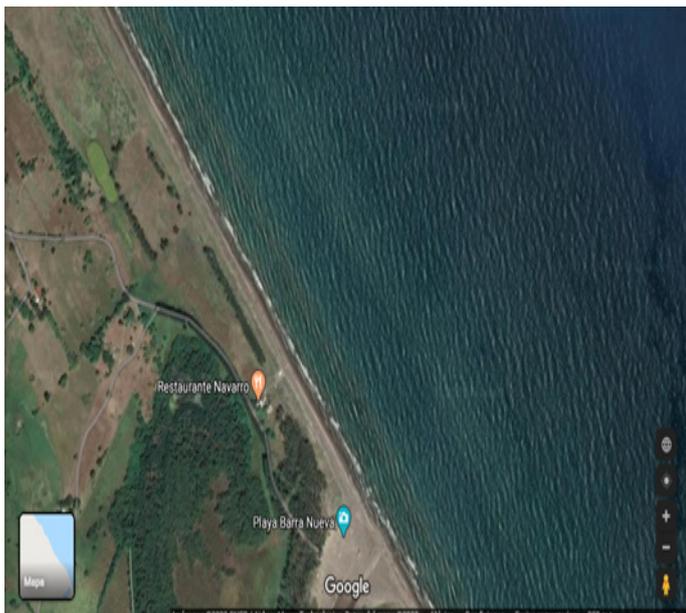


Figura 1. Fotografía satelital Playa Navarro, Veracruz (500mt) 20.056857N,-96.6295037,2945E

Costa de Playa Navarro en municipio Vega de Alatorre Fuente:Google

ambas gónadas.

Una vez realizado el vaciado de datos se procesaron estadísticamente los resultados empleando el modelo potencial al igual que el factor de condición (K) para conseguir la relación peso-longitud la cual se obtuvo con la siguiente fórmula $K=(100)(P)/(L)^3$ donde P es el peso promedio y L la longitud promedio.

Resultados

De los conteos realizados se obtuvo un total de 113 organismos de *Anchoa mitchilli*, entre ellos 77 machos y 36 hembras mostrando un mayor número los machos con una diferencia de 39 sobre las hembras y con una proporción de 2.1 machos por 1 hembra (Figura 2).

Los organismos en estadios reproductivos (IV, V y VI) fueron 73, corresponden al inicio del periodo reproductivo, esto se asume debido a que los estadios de madurez constituyen el 64%.

En cuanto a la relación longitud-peso, tanto machos como hembras (Figura 4 y Figura 5) no presentan una relación directa entre peso y talla por lo cual es un crecimiento alométrico, con valores menores a 3 (Delgadillo, et al., 1995)

En cuanto al factor de condición (K) de relación longitud- peso, el cual se obtuvo $K=(100)(P)/(L)^3$ donde P es el peso promedio y L la longitud promedio, nos indica si hay condiciones óptimas para el desarrollo de la *Anchoa*. En machos observamos una $K= 1.68$ (Figura 4) y en hembras una $K= 1.88$ (Figura 5). Además de presentar valores de a y b para machos de $a=1.92$ y $b=0.2891$ y para hembras de $a=1.5075$ y $b=0.1189$

La relación longitud-fecundidad se ajustó a un modelo potencial de la forma: $Y = 1.8341(X)^{4.04}$.

El menor número de huevos fue de 480 presentes en una hembra de 4.1 cm; por el contrario el mayor número de huevos fue de 2010 presentes en una hembra de 5.2 cm. El promedio de huevos que se obtuvo es 1173

Discusión

En el presente estudio se obtuvo un total de 113 organismos de *Anchoa mitchilli* colectados en Playa Navarro, Veracruz de Marzo a Abril, de los cuales 77 fueron machos y 36 hembras, siendo la proporción, 2.1 machos :1 hembra. El número de machos es igual al de hembras en etapa reproductiva según Ayala et al. (1997), siendo que en nuestro estudio aún no se iniciaba la etapa reproductiva.

Por otro lado la madurez gonadal de los organismos evaluados en este estudio mostró en la mayoría de ellos características típicas de condición reproductiva (Estadios IV, V y VI según la clave Nikolsky), que de acuerdo a las fechas de colecta y resultados obtenidos por otros investigadores corresponden al periodo de reproducción de los meses de Mayo a Septiembre, como obtuvieron Ayala-Pérez y colaboradores (1997) y lo refuerza Sánchez-Ramírez et al. en 2015 mencionando que Mayo (periodo cálido) es el mes en que *A. mitchilli* presenta su principal época de desove.

En cuanto al tipo de crecimiento se obtuvo un crecimiento de tipo alométrico tanto para hembras como machos, mostrando similitud con los resultados obtenidos por Ayala- Pérez y colaboradores en (1997) en el cual de igual manera se obtuvo un crecimiento de tipo alométrico en *Anchoa mitchilli*,

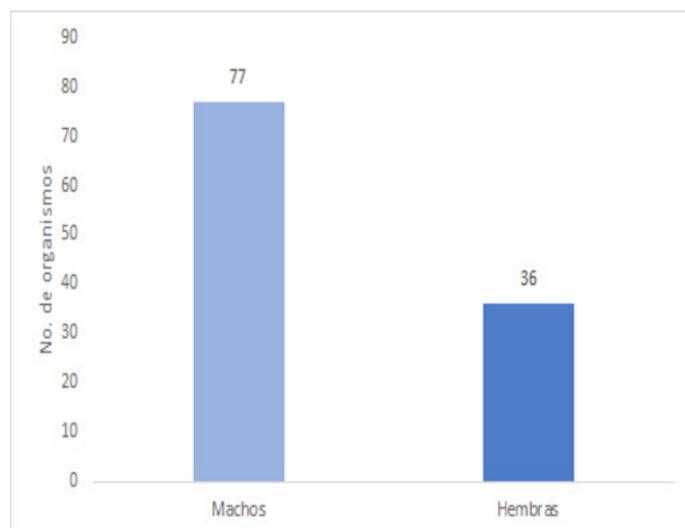


Figura 2. Relación del número total de individuos de la especie de *Anchoa mitchilli* de Playa Navarro, Veracruz México.

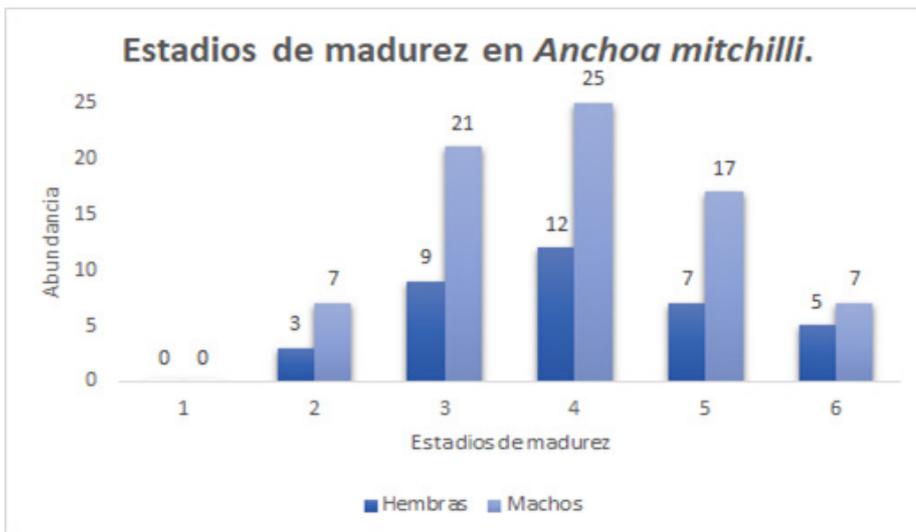


Figura 3. Relación de abundancia con el estadio de madurez en machos y hembras de *Anchoa mitchilli* en Playa Navarro, Veracruz México.

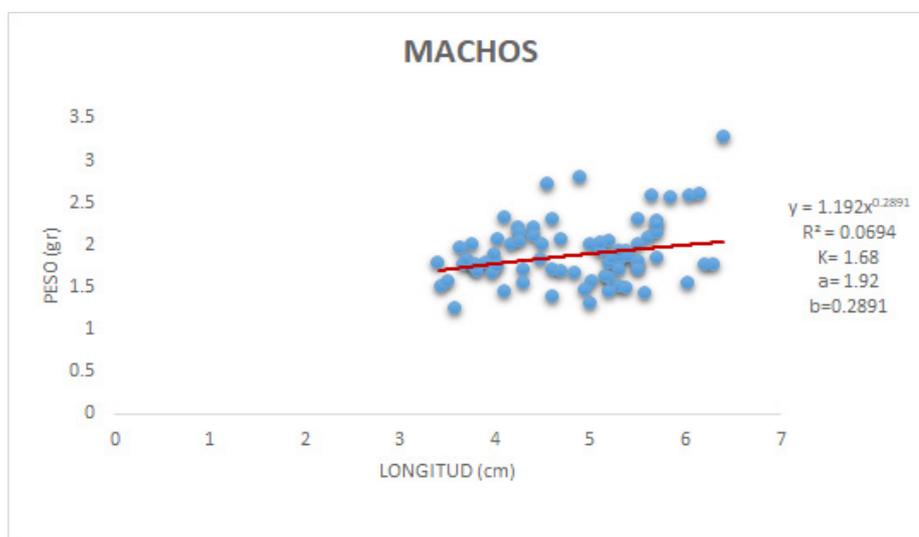


Figura 4. Relación de longitud- peso en machos de *Anchoa mitchilli* en Playa Navarro, Veracruz México.

esto se puede deber a que las condiciones donde se llevaron a cabo los estudios son muy parecidas.

Respecto al factor de condición (K) en este trabajo, observamos que el valor para hembras es de 1.88 y para machos es de 1.68; en ambos casos el valor de K es mayor a 1 ($K > 1$), lo cual de acuerdo con Pineda (2018), nos indica que cuando los valores son más bajos, es posible interpretarlos como los momentos más altos de reproducción. Por lo tanto nuestros ejemplares aún no se reproducían. El número promedio de ovocitos fue 1173, mayor al reportado por Sánchez y Ocaña 2002.

Literatura citada

Arismendi, I., Penaluna, B. & Soto, D. (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management* 27:61-69.

Ayala-Pérez, L., Rojas-Galaviz, J., Avilés-Alatraste, O. (1997). Crecimiento, reproducción y dinámica poblacional de *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en el sistema Palizada-Del Este, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3).

Castillo-Rivera, M., Moreno, G., &

¡Estamos haciendo historia!

Por primera vez Conapesca involucra a pescadores artesanales de embarcaciones menores en acciones preventivas para proteger las tortugas marinas.

En el campo pesquero más grande del país, La Reforma, Sinaloa, el Gobierno de México puso en marcha a nivel nacional cursos talleres de capacitación

y concientización de productores ribereños, con el fin de garantizar el empleo adecuado y eficiente de los sistemas de pesca utilizados, reforzar la protección de las tortugas marinas, aprovechar mejor la producción de camarón y sostener la apertura comercial internacional del crustáceo mexicano.

Datos:

En coordinación y con el apoyo de la Semar, Semarnat, Profepa, Inapesca y Conanp se capacitará a alrededor de 5 mil pescadores artesanales o ribereños de la pesca del camarón de los puertos de Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Campeche.

Fuente: Conapesca

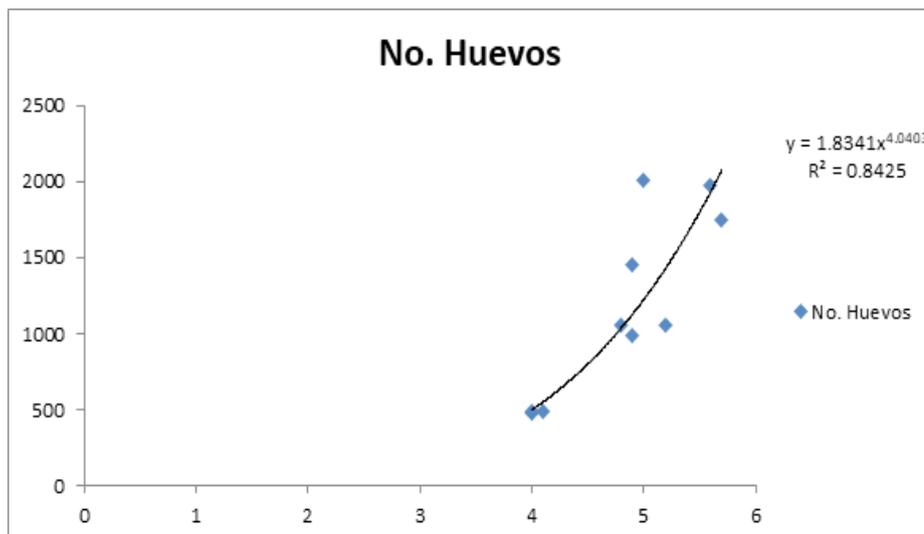


Figura 6. Relación Fecundidad (# de huevos)-Longitud de Anchoa mitchilli en Playa Navarro, Veracruz México.

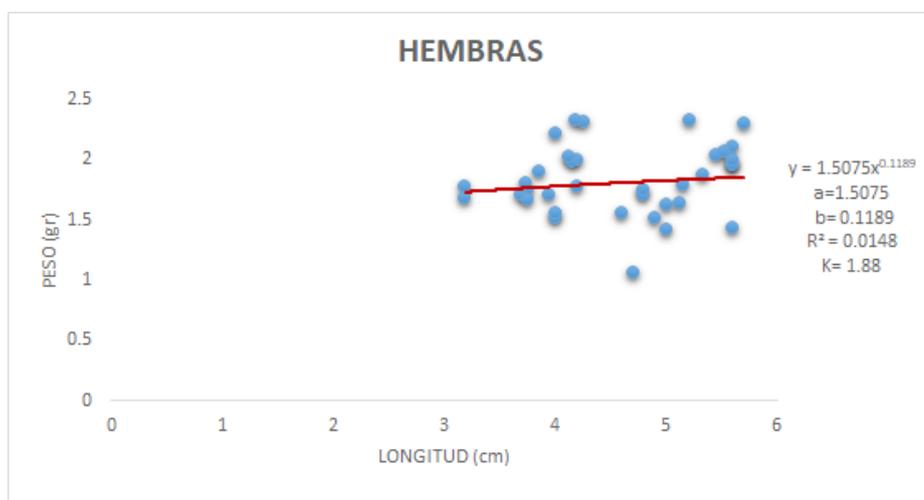


Figura 5. Relación de longitud-peso en hembras de Anchoa mitchilli en Playa Navarro, Veracruz México.

Iniestra, R. (1994). Spatial, Seasonal, and Diel Variation in Abundance of the Bay Anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a Tropical Coastal Lagoon of Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 39(3), 263-268. doi:10.2307/3671591

Eschmeyer, W., Fong, J. (2017). *Especies por familia / subfamilia*, [consultado el 12 de Febrero, 2020]. Disponible en: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>

Leonarduzzi E., Pájaro, M., Hansen, J., Macchi, G. (2011). Análisis del potencial reproductivo de dos poblaciones de *Engraulis anchoita*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic. Londres. 352p.

Pineda, M. (2018). Cómo calcular e interpretar el factor k para definir el estrés en tilapias. *Piscicultura Global*. <https://www.pisciculturaglobal.com/como-calculer-e-interpretar-el-factor-k-de-fulton-para-saber-si-tus-tilapias-sufren-estres/>

Sánchez-Ramírez, M., Ocaña-Luna, A. (2002). Temporal variability in the abundance of the bay anchovy *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848) eggs and spawning biomass in Pueblo



Canasta australiana, es una tecnología buena da una producción con mucha calidad, resulta cara para la economía de los ostricultores, pero nos da un estándar de calidad al diseñar un arte de cultivo más adaptado a nuestros lugares.

Foto: Nautilus

Inicia Conapesca primera fase del Plan Nacional de Acciones Preventivas sobre la Interacción de Tortugas Marinas con Embarcaciones Menores

En coordinación y con el apoyo de la Secretaría de Marina, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), del Instituto Nacional de Pesca (Inapesca) y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), se capacitará a alrededor de cinco mil pescadores artesanales o ribereños de camarón de Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Campeche.

Se realizarán cursos talleres en cuatro periodos y distintas sedes, todos programados con las organizaciones pesqueras, y tendrán lugar del 6 al 10 y del 13 al 17 de diciembre de 2021 y del 10 al 14 y del 17 al 21 de enero de 2022.

En el campo pesquero La Reforma, ubicado en el estado de Sinaloa, el Gobierno de México, a través de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca), inauguró el primer curso de capacitación en el marco del nuevo Plan Nacional de Acciones Preventivas sobre la Interacción de Tortugas Marinas con Embarcaciones Menores, con el fin de garantizar el empleo adecuado y eficiente de los sistemas de pesca utilizados por las embarcaciones menores camaroneras de ribera y/o artesanal y la concientización de los pescadores en el cuidado y protección de estas especies.

El comisionado nacional de Acuicultura y Pesca, Octavio Almada Palafox, informó que este plan es un hecho sin precedente, ya que no se había implementado un plan en específico enfocado a la pesca ribereña y/o artesanal, lo cual resulta fundamental, ya que con estas acciones preventivas se coadyuva en el cumplimiento del marco normativo vigente. Además de que se seleccionó como punto de partida al campo pesquero La Reforma, por ser el sitio pesquero más grande del país en pesca ribereña.

Resaltó que el apoyo del secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos Arámbula, siempre ha sido fundamental y prioritario para que la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca) siga

brindando resultados en beneficio de las familias mexicanas.

Agregó que se cuenta con el apoyo de personal de la Secretaría de Marina (Semar), de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), así como del Instituto Nacional de Pesca (Inapesca) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). Lo anterior, debido a que todas estas dependencias cuentan con atribuciones en esta labor y con ello se refrenda el compromiso del gobierno federal por el bienestar de los pescadores y sus familias, mediante una pesca sustentable y responsable.

El titular de la Conapesca detalló que los cursos talleres se llevarán a cabo con una visión y cobertura integral y para ello se han seleccionado cuatro periodos en distintas sedes programadas en coordinación con las organizaciones pesqueras, desde este 6 al 10 de diciembre y del 13 al 17 de diciembre de este 2021, del 10 al 14 de enero, y del 17 al 21 de enero de 2022.

Este Plan de Acciones, enfatizó, tiene el objetivo de seguir fomentando la sustentabilidad de las pesquerías y mantener la apertura del mercado internacional del camarón mexicano y del cuidado y



Foto: Conapesca





protección de las especies de tortugas marinas.

Resaltó que la pesquería de camarón tiene un gran impacto económico y social por la generación de empleos y divisas, aportación a la autosuficiencia alimentación y, sobre todo, porque de la misma viven y dependen decenas de familias.

Almada Palafox recordó que con pasos firmes y con esta manera de trabajar en unidad, buscando siempre el cómo sí ante las problemáticas con todo el sector y la industria pesquera, se logró la recertificación de exportación del crustáceo a Estados Unidos en esta temporada de capturas y con todo ello también se busca mantener esa apertura de mercados.

Dijo que las autoridades así garantizan la aplicación de la ley y vigilancia en el empleo adecuado y eficiente de los sistemas de pesca en aguas marinas de jurisdicción federal de México, además la concientización de los pescadores en el cuidado y protección de las tortugas marinas.

Con los cursos talleres, subrayó el funcionario federal, se reforzarán las capacidades y habilidades de los pescadores, cumpliendo la normatividad nacional vigente.

En Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Campeche se estima un impacto económico y social en el bienestar de más de 20 mil pescadores y mil pescadoras y sus familias, así como para más de 85 mil personas que dependen de esta actividad.

El contenido de la capacitación consiste en la concientización en el cuidado y protección de las tortugas marinas, así como medidas de seguridad en las embarcaciones menores.

La capacitación es impartida por oficiales federales de Pesca de la Dirección General de Inspección y Vigilancia de la Conapesca, con la participación incluyente de las direcciones de Prevención, la General de Organización y Fomento y la General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, así como de las Unidades de Asuntos Jurídicos y de Administración. A lo que se suma el apoyo de personal Semar, Profepa, Inapesca y Conanp.

En el encuentro estuvieron presentes el comandante de la Cuarta Zona Naval Militar, José Cupertino Valles Marchet; el encargado del Despacho de la Profepa en Sinaloa, Pedro Luis León Rubio, y la directora del Plantel Conalep La Reforma, María Eunice Campos Gasca.

También, el presidente de la Confederación Nacional de Cooperativas Pesqueras (Conacoop), Aureliano Aldama Rivera; el representante de la Confederación Mexicana de Cooperativas Pesqueras y Acuícolas (Conmecoop), Alfonso Chaparro Bojórquez; el titular del Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán, Darío Chávez Herrera, y el representante del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en Sinaloa, Ivette Astorga Montoya.

Fuente: Conapesca

Participa Inapesca en la primera fase del proyecto de retiro de artes de pesca fantasma en el Estado de Nayarit

Según datos de WWF, las artes de pesca abandonadas representan el 10% de los desechos que terminan en los Océanos de todo el mundo

En el marco de la adhesión del Gobierno de México a la Iniciativa Global contra Redes de Pesca Fantasma (GGGI, por sus siglas en inglés), el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (Inapesca) participó esta semana en diversas actividades correspondientes a la Fase 1 del Proyecto de Retiro de redes fantasma en Bahía de Banderas, Nayarit.

Personal del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Bahía de Banderas (CRIAP- Bahía de Banderas), en coordinación con representantes de WWF (World Wildlife Fund), CI (Conservation International), COBI (Comunidad y Biodiversidad, A.C.), del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas (TNM-ITBB), y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), participaron en los eventos de capacitación, certificación y finalmente retiro de redes fantasma con el apoyo decidido del sector pesquero y turístico nayarita, así como de residentes de la comunidad de Punta de Mita.

Entre el 27 de noviembre y el 01 de diciembre se llevaron a cabo cuatro eventos de capacitación y la entrega de 35 Certificaciones PADI de distintos niveles (Open Water Diver, Advanced Open Water Diver y Ghost Fishing Gear Removal).

Además, ya en actividad sustantiva y objetivo del

programa, las actividades de focalización y marcado se realizaron en diferentes puntos en aguas abiertas de las costas de Bahía de Banderas, a fin de retirar artes de pesca fantasma en aguas adyacentes al Parque Nacional Islas Marietas, la zona conocida como El Morro, la zona de la Corbeteña, y la zona frente a Punta Mita y Corral del Risco, donde la hidrodinámica y condiciones que imperaron permitieron a los buzos poner en práctica lo aprendido en la capacitación, llevando a cabo 98 inmersiones de 40 minutos, con un acumulado de 65.3 horas de buceo, para lograr retirar en total 80 metros de red tipo enmalle, con un peso aproximado de 71.4 kg, además de 49 metros de cabo con plomos, de un peso total aproximado de 28.7 kg.

En el corto y mediano plazo se llevarán a cabo más acciones dentro de este proyecto, cuyo objetivo es retirar artes de pesca abandonadas o perdidas las cuales, según datos de WWF, representan el 10% de los desechos que terminan en los Océanos de todo el mundo, y se convierten en un peligro para los hábitats marinos y son responsables de la pérdida de poblaciones de peces con valor comercial, lo que socava tanto la sostenibilidad general de la pesca como a las personas que dependen de la actividad para su alimentación y sustento.

Es previsible que más personas, representantes de los sectores pesquero, turístico y organizaciones ambientalistas en Nayarit y Jalisco, se sumen a este esfuerzo de conservación y protección del medio ambiente.

Fuente: Inapesca

Asegura Profepa barco camaronero que incumplía con el uso de los dispositivos excluidos tortugas

En la ejecución del Programa Operativo Nacional de Inspección a Dispositivos Excluidores de Tortugas realizado en muelle y altamar, la Procuraduría Federal de protección al Ambiente (PROFEPA) en Mazatlán, Sinaloa, detectó un barco camaronero realizando faena de arrastre de camarón sin llevar instalados los Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas (DET) en las redes de arrastre. Derivado de ello, impuso como medida de seguridad el aseguramiento precautorio del barco camaronero, 4 redes de arrastre y 471 kg de camarón por incumplimiento a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y a la NOM-061-SAG-PESC/SEMARNAT-2016, lo que conlleva una sanción administrativa con multa hasta por el equivalente de treinta a cincuenta mil días de unidades de medida y actualización vigentes al momento de imponer la sanción, de \$ 2,688 a \$ 4'481,000 pesos.

La PROFEPA ha aplicado el Programa Operativo Nacional de Inspección y Vigilancia de Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas (DET), 2021-2022, el cual comprende dos etapas:

1. La primera involucró la certificación de barcos camaroneros por la instalación de los DET

en las redes de arrastre. En esta etapa fueron certificados 822 barcos camaroneros con un total de 4597 DET que dieron cumplimiento a las especificaciones técnicas. Adicionalmente, se impartieron cursos de capacitación en los estados de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Campeche, sensibilizando al sector pesquero en el uso de los DET.

2. En su segunda etapa del Programa Operativo Nacional y una vez que se notificó oficialmente el levantamiento de la veda del camarón, la PROFEPA inició el desarrollo de operativos de inspección, vigilancia y verificación en muelle y altamar, a fin de garantizar la instalación y uso correcto de los DET en las redes de arrastre de la flota camaronera.

3. Con base en la NOM-061-SAG-PESC/SEMARNAT-2016, y debido a que las tortugas marinas son especies que están en la categoría de "peligro de extinción", la PROFEPA tiene la responsabilidad de certificar que las embarcaciones camaroneras tengan instalado en sus redes de arrastre un Dispositivo Excluidor de Tortugas Marinas (DET) de tipo rígido que permita escapar a las tortugas marinas durante las capturas incidentales.

Fuente: Profepa



Foto: Profepa

PROGRAMA DE
ACCIÓN PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA
ESPECIE



TIBURÓN BLANCO

Carcharodon carcharias

Se actualizan los Programas de Acción para la Conservación de las Especies (PACE) de Tiburón Blanco y Tortuga Carey.

- Se registra más del 70% de las anidaciones de tortuga carey en las playas Las Coloradas y Chenkán, en Yucatán y Campeche.
- Se avista tiburón blanco en zonas del sureste de México.
- Se estima un total de 1,025,828 crías de tortuga

carey liberadas al medio marino de 2009 a la fecha.

Con base en el seguimiento acústico de 13 subadultos de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en la costa occidental de Baja California, la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) determinó que no puede haber más de siete embarcaciones realizando la actividad turística de buceo en jaula de manera simultánea.

El seguimiento de estos ejemplares por más de 300 horas en la Reserva de la Biósfera Isla Guadalupe, permitió estimar el tiempo de interacción que tienen los tiburones con una embarcación turística y determinar el gasto energético para su organismo.

De acuerdo con información contenida en el recientemente actualizado [Programa de Acción para la Conservación de la Especie \(PACE\) Tiburón Blanco](#), se identificó que las

zonas de gran importancia para este pez son las Reserva de la Biósfera Bahía Vizcaíno e Isla Guadalupe, ambas frente a la Península de Baja California. La primera funciona como área de crianza para tiburones nacidos ahí y para los que nacen en California y Estados Unidos, mientras en la segunda es posible realizar un monitoreo cercano de la especie. En el PACE se indica que de acuerdo a los reportes confirmados por pescadores y por medio de fotografías, se han registrado tiburones blancos adultos (con dientes y mandíbulas) de ambos sexos en otras Áreas Naturales Protegidas de la Conanp, como la Reserva de la Biósfera Islas del Pacífico; el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California; el Parque Nacional Revillagigedo; y desde Río Lagartos, Yucatán, hasta Cozumel, Quintana Roo.

Por otra parte, en la actualización del **PACE Tortuga Carey** (*Eretmochelys imbricata*), se menciona que las playas de mayor anidación de dicha especie en las costas mexicanas incluyen a Las Coloradas, Yucatán con 6,312 nidos totales, y a Chenkán, Campeche, en la que se reportan 5,944 nidos totales.

Ambas albergan más del 70% de las anidaciones de esta especie en México, con 1,025,828 crías liberadas al medio marino de 2009 a 2021, siendo 2014, 2018 y 2020 los años más exitosos.

Estos resultados son el reflejo de las acciones realizadas en sinergia con distintos actores que han participado en la protección y conservación de ambas especies, a partir de las actividades plasmadas en los PACE Tiburón Blanco y Tortuga Carey, publicados en 2014 y 2009 respectivamente.

Los **PACE** son los documentos que albergan las acciones específicas de conservación que se deben de realizar para una

especie determinada.

Recientemente, estos documentos fueron actualizado por la Conanp en colaboración con la Alianza WWF-Fundación TELMEX Telcel, PRONATURA Península de Yucatán, ECOCIMATIA.C. y Pelagios Kakunjá A.C., a través de un proceso participativo con 132 expertos y especialistas: integrantes de Organizaciones de la Sociedad Civil, instituciones académicas, sector gubernamental de los tres niveles, prestadores de servicios turísticos y el sector pesquero, mediante talleres, reuniones y encuestas.

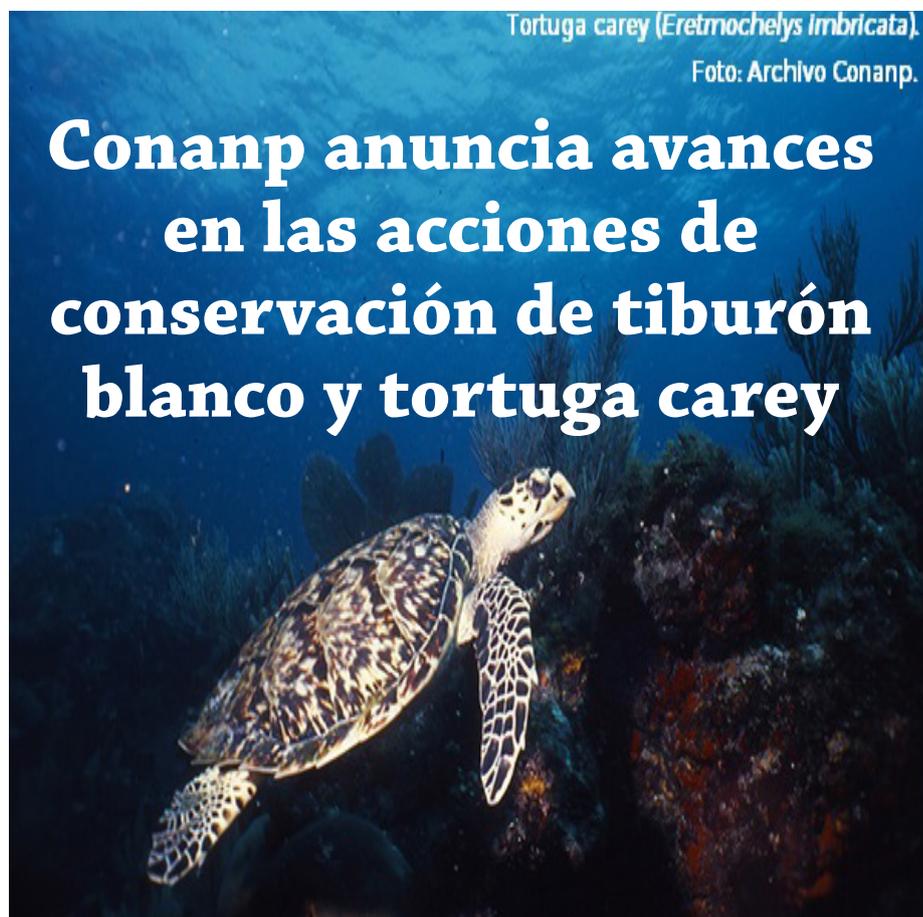
Como resultado, ambos documentos contienen información relevante sobre el tiburón blanco y la tortuga carey, misma que permitirá tomar las mejores decisiones en la conservación y restauración de los hábitats que aprovechan durante su ciclo de vida.

Dentro de este proceso de actualización se realizó un

análisis sobre la implementación de las estrategias contenidas en el documento de tortuga carey publicado en 2009, mostrando que en el periodo de 2013 a 2020 el Gobierno Federal, a través de la ejecución de los Programas para la Recuperación de Especies en Riesgo (PROCER) y para la Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST) desarrolló proyectos de conservación y recuperación de tortugas marinas y sus hábitats, lo que sumado a las inversiones de otras agencias y fundaciones nacionales e internacionales, favoreció la implementación del 97% de las actividades especificadas en el PACE de la especie.

De esta manera, la Conanp y sus aliados avanzan en la recuperación y conservación del tiburón blanco y la tortuga carey y de sus hábitats, y fomentan el fortalecimiento a largo plazo de los esfuerzos realizados, en estrecha colaboración con la sociedad.

Fuente: Conanp.





Los metales y su efecto sobre la susceptibilidad a enfermedades del camarón blanco *Penaeus vannamei*

Desde sus inicios en México, la acuicultura ha logrado cada vez más importancia por los niveles de producción alcanzados en los últimos años (CONAPESCA, 2020). Esta importante fuente de alimento de origen animal, al igual que cualquier producto de cultivo, se ha visto afectado por brotes de enfermedades, siendo los de mayor impacto económico las provocadas por virus y bacterias (OIE, 2010).

La presencia de metales en los ambientes naturales tiene efectos altamente negativos ya que pueden cambiar la alcalinidad del suelo, contaminar el agua y los cultivos, producir alteraciones en las plantas, provocar la degradación del suelo afectando su productividad y, si las concentraciones son altas, llegar a causar desertificación. La contaminación por metales tiene un efecto silencioso, y con consecuencias que sólo se detectan cuando ya es tarde. Son difíciles de eliminar y tienen un efecto acumulativo, por lo que tienden a bioacumularse en el organismo y el lugar donde se encuentren estarán teniendo efectos negativos. La única

manera de evitar la presencia de metales pesados en el agua de cultivo, es la prevención, es decir, evitar que los metales lleguen al agua y al suelo. Para esto es necesario identificar la fuente de contaminación y prevenir que los metales se difundan al ambiente. Si ya existen suelos y aguas contaminadas, la alternativa es aplicar medidas de remediación (Romero-Ledezma, 2009).

Aunque es difícil identificar las causas de los brotes, las evidencias indican que la susceptibilidad de los organismos de cultivo juega un papel muy importante ante cualquier agente dañino. Los metales son factores con impacto en la acuicultura por su efecto sobre la susceptibilidad de los organismos de cultivo (Abad-Rosales, et al., 2011). Existen estudios que demuestran la alteración de su equilibrio interno (homeostasis) de los camarones cuando son expuestos a metales pesados, por ejemplo algunos investigadores observaron el decremento progresivo del peso de postlarvas de camarón blanco de cultivo expuestas a una mezcla de cadmio-mercurio, mercurio-zinc, y mercurio-plomo (Frias-Espericueta et al., 2009). En otro estudio se observaron daños a nivel microanatómico en los organismos juveniles de *P. vannamei* expuestos a una mezcla de metales (Frias-Espericueta et al., 2008). En otro trabajo de investigación con juveniles de camarón blanco expuestos a cobre, se observó un incremento los tiempos de coagulación de la hemolinfa y se redujo la respuesta del sistema profenoloxidasa, el cual tiene un rol importante en el sistema de defensa los camarones (Bautista-Covarrubias et al., 2015).

Aún en concentraciones

Elaborado por:

Abad-Rosales S.M.¹, Lozano-Olvera R.¹,
Chávez-Sánchez M.C.¹ Frías-Espericueta
M.G.²

¹ Centro de Investigación en Alimentación
y Desarrollo, A.C Unidad Mazatlán. Av.
Sábalo Cerritos S/N Mazatlán, Sinaloa,
México CP 82112

² Laboratorio de Estudios Ambientales,
Facultad de Ciencias del Mar, Universidad
Autónoma de Sinaloa, Paseo Clausen
S/N Col. Los Pinos, Mazatlán, Sinaloa,
México C.P. 82000.

selene@ciad.mx

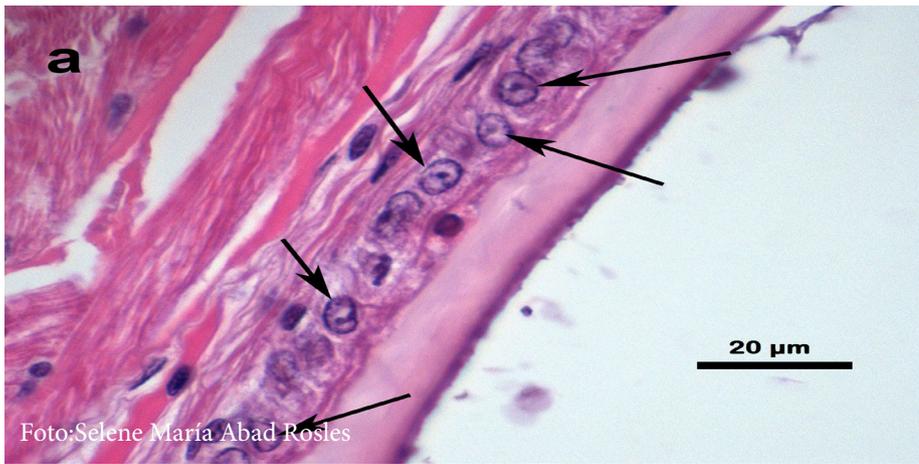


Figura de tejido de camarón blanco normal (a). Las flechas muestran las características de núcleos normales. Tinción H-E-F.

subletales, los metales pueden provocar un incremento en la susceptibilidad de los organismos, lo que puede influir negativamente en la capacidad de respuesta del organismo frente a un proceso infeccioso. Lo anterior se demostró en un trabajo con juveniles de camarón blanco que fueron expuestos a una mezcla subletal de metales pesados para luego dar de comer tejido infectado con el virus de la mancha blanca (WSSV) a los organismos. Los resultados del estudio muestran una afectación mas severa en los camarones infectados con el virus previamente expuestos a la mezcla de metales (Abad-Rosales et al., 2019).

El éxito del crecimiento de la producción acuícola depende, en gran medida de la aplicación de buenas prácticas de manejo en el cultivo para apostar por el mantenimiento de una homeostasis en los camarones. Si además se toma en cuenta los efectos potenciales que el cambio climático global puede traer tanto en los ecosistemas como en las sociedades y en la economía en general, la acuicultura tiene un alto potencial para satisfacer la creciente demanda al suministro de alimentos que provienen del sector acuícola (GSI s.f.). La

acuicultura aún tiene grandes retos por delante, sin embargo el manejo inteligente y ordenado de la actividad, además del desarrollo de investigaciones con miras en los cambios venideros, permite visualizar un futuro exitoso para esta actividad en nuestro país.

Referencias

Abad-Rosales, S.M., Betancourt-Lozano, M., Vargas-Albores, F., & Roque, A. 2011. Interacción de factores físicos, químicos y biológicos en el cultivo del camarón. *Avances en Acuicultura y Manejo Ambiental*. Mazatlán. Trillas, p 151-164.

Abad-Rosales, S.M., Frías-Espericueta, M.G., Romero-Bernal, O.G., Lozano-Olvera, R., García-Gasca, S.A., Montoya-Rodríguez, L., Voltolina, D., 2019. White spot syndrome virus (WSSV) infection and immunity responses in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) exposed to sublethal levels of metals. *Aquaculture Research*, Vol 50, p 758-764. <https://doi.org/10.1111/arc.13932>

Bautista-Covarrubias, J.C., Frías-Espericueta, M.G., Velarde-Montes, G.J., Voltolina, D., García-de la Parra, L.M., & Soto-Jiménez, M.F. 2015. Relationships between copper and stress indicators in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Marine and Freshwater Behaviour & Physiology*, Vol 48, p 193-203. <https://doi.org/10.1080/10236244.2015.1024079>

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2020. *Produjo México 47 mil 664 toneladas de camarón en la temporada de captura 2019-2020*. <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/produjo-mexico-47-mil-664-toneladas-de-camaron-en-la-temporada-de-captura-2019-2020-agricultura>

Global Salmon Initiative (GSI). El futuro de la acuicultura. <https://globalsalmoninitiative.org/es/nuestro-trabajo/el-futuro-de-la-acuicultura/>

Frías-Espericueta, M.G., Abad-Rosales, S., Nevárez-Velázquez, A.C., Osuna-López, I., Páez-Osuna, F., Lozano-Olvera, R., & Voltolina, D. 2008. Histological effects of a combination of heavy metals on Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquatic Toxicology*, Vol 89, p 152-157. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2008.06.010>

Frías-Espericueta, M.G., Voltolina, D., Osuna-López, J.I., & Izaguirre-Fierro, G. 2009. Toxicity effects of metal mixtures to shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Marine Environmental Research*, Vol 68, p 223- 226. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2009.06.011>

WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH. Código sanitario para los animales acuáticos. 78ª Sesión General. Paris. p 5-98. 2010.

Romero Ledezma, K.P. 2009. Contaminación por metales pesados. *Revista Científica Ciencia Médica.*, Vol. 12, no 1, p 45-46.

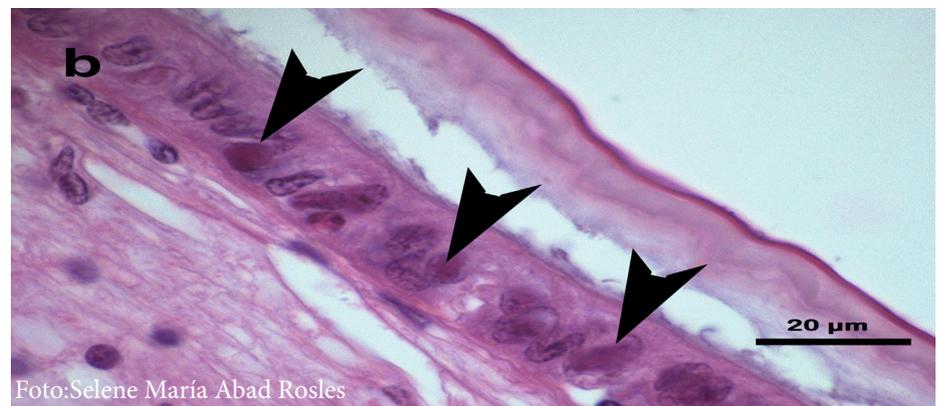


Figura de tejido de camarón blanco con WSSV (b). Las cabezas de flecha los cambios provocados en los núcleos por el virus. Tinción H-E-F.



Destaca Canainpesca el compromiso de la industria mexicana con la pesca responsable

El presidente de la Cámara Nacional de las Industrias Pesquera y Acuícola (Canainpesca), Humberto Becerra Batista, mencionó que la producción anual de 2.1 millones de toneladas de pescados y mariscos genera tres millones de empleos directos e indirectos en el territorio nacional, con alto impacto y beneficio en los 263 municipios costeros del país.

Señaló que, en materia pesquera, nuestro país no sólo tiene un potencial muy grande, y que al aprovecharse de manera responsable, constituye un sector estratégico para la seguridad alimentaria y la soberanía nacional.

Entrevistado por el programa ecuatoriano “Azul Sostenible”, Humberto Becerra refrendó que el “compromiso es ir mejorando las artes de pesca y continuar con una flota pesquera monitoreada satelitalmente, que son algunas herramientas de mucha ayuda para que se puedan regular las embarcaciones y hacer una pesca más responsable”.

Al subrayar que la investigación es la columna vertebral de la actividad pesquera y que México cuenta con un marco jurídico muy robusto, en el cual se establecen las medidas de aprovechamiento de los recursos pesqueros, dijo que existe una Carta Nacional Pesquera la cual indica el estatus de cada pesquería, y que se han realizado modificaciones a las artes de pesca, como excluidores de tortugas y el uso de aditamentos en la pesca de palangre para impedir que especies no objetivo se puedan pegar en las artes de pesca.

Señaló también que se han emprendido otras actividades en el marco de la economía circular; “ya iniciamos la recolección de artes de pesca, redes, sogas, cabos, que de alguna manera podían terminar en el mar y ya el año pasado recobramos 100 toneladas de estos plásticos, para su reciclaje”.

“Este año arrancamos un programa con la flota de

arrastre camaronera donde el compromiso es traer todos los plásticos que puedan capturar las artes de pesca en los estados costeros del país, lo que significa que hay más conciencia en el pescador y en los empresarios”.

Durante su entrevista, Humberto Becerra habló sobre “sostenibilidad e integración regional de las pesquerías industriales mexicanas”; se le preguntó, entre otros temas, sobre la intención de crear más áreas marinas protegidas.

“Es un tema que nos preocupa mucho –respondió–, sobre todo porque esa intención no está respaldada por una investigación real, o seria, para la toma de decisiones; ya vimos que sin un sustento científico, sin documentación, sin investigación y por presiones, en el pasado cerraron áreas muy importantes para la pesca.

Y remarcó: “Yo estoy en contra de que se decreten áreas marinas protegidas de una manera irracional, solamente para la foto, para la medalla política y por eso insisto que tenemos que ir de la mano con los gobiernos para que la pesca sea una actividad que esté en el interés público y en el interés de los gobiernos; de hecho, en los compromisos de Aichi, México ya tiene el 22.5 por ciento de sus mares protegidos, lo que rebasa el promedio mundial”.

Fuente: Canainpesca



Foto: Canainpesca

Harinas de subproductos marinos en la utilización de alimentos para el desarrollo del jurel

Trabajo de Investigación realizado sobre la sustitución parcial de harina de pescado por harinas de subproductos marinos en la utilización de alimentos para el desarrollo del jurel (*Seriola rivoliana*) cultivado en condiciones de laboratorio

Introducción

La acuicultura es un sector de producción de alimento que a nivel mundial tuvo una tasa media anual de crecimiento del 6.2% en el período de 2000 a 2012. (1) Esta actividad produce casi la mitad del pescado destinado a la alimentación humana. Se prevé que para el 2030 aumente a 62%, y si se practica con responsabilidad, podría generar aún más beneficios en la seguridad alimentaria mundial y el crecimiento económico(1).

De la producción mundial de pescado, ya sea por captura o acuicultura, se destina más del 87% para el consumo humano(2). En México, al cierre del tercer trimestre de 2015 la producción alcanzó 1.075 millones de toneladas(3). Con este nivel de productividad, se requieren alternativas que mejoren la alimentación de los organismos en cultivo de forma eficiente, para seguir aumentando la producción a un bajo costo, teniendo en cuenta que la mayoría de los peces con alto valor comercial son carnívoros, por ejemplo, el jurel (*Seriola rivoliana*) (Figura 1), este pez y junto con otras tres especies del mismo género (*Seriola*) tienen gran importancia comercial especialmente en Japón, debido a que genera una industria de mil millones de dólares, que comprende alrededor del 70%

del total de ese país. Actualmente esta industria se está expandiendo a Nueva Zelanda, Australia y a Estados Unidos(4). En México, la producción de jureles por captura y acuicultura alcanzó en 2014 los 23.8 miles de toneladas, siendo Baja California Sur el segundo estado productor con 3,509 t(5). El jurel *Seriola rivoliana* tiene gran potencial de producción por cultivo en nuestro país, siendo buen candidato por sus rápidas tasas de crecimiento, alta calidad de la carne, adaptabilidad al cautiverio, y por supuesto, un alto valor en el mercado(6).

El jurel *Seriola rivoliana* se encuentra distribuido en todo el Pacífico Indo-Occidental, el Pacífico Oriental, en las regiones del Atlántico Occidental, y ocasionalmente, en el Mar Mediterráneo en aguas subtropicales a mares cálidos y templados(7). Llegan a medir 1,6 m y a pesar de 6 a 14 kg(8). Se alimentan principalmente de peces pequeños y calamares. Se sabe que las especies del género *Seriola* necesitan niveles altos de proteína (45-55%) en su alimentación para alcanzar un máximo crecimiento, pues son altamente dependientes de las proteínas para crecer y obtener energía(9-11).

Los requerimientos nutricionales y las fuentes de proteína son los temas más investigados

en acuicultura, debido a que los ingredientes proteínicos representan el mayor costo de la formulación. El uso de alimentos balanceados en acuicultura es de aproximadamente 20 millones de t(12). Además, la harina y aceite de pescado son considerados ingredientes clave en las formulaciones de alimentos. De hecho, la harina de pescado es utilizada por su alto contenido proteico, que oscila de 65 a 72%, y contiene un adecuado balance de aminoácidos, ácidos grasos esenciales, carbohidratos y

Elaborado por:

*MVZ. Sandra Patricia Libertad Jiménez Bárcenas, Departamento de Producción Animal: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos, Jefa del Departamento, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior, Colonia Copilco.

*DR. Roberto Civera Cerecedo, Laboratorio Húmedo de Nutrición Acuícola del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), La Paz, Baja California Sur.

*MVZ. García Hernández Angel, Departamento de Producción Animal: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos, Área de Organismos Acuáticos, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior, Colonia Copilco.

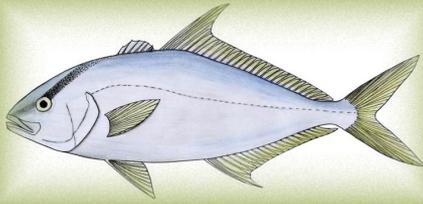


Figura 1. Jurel (*Seriola rivoliana*). © Kare Kare / CC-BY-SA-3.0

vitaminas, haciendo un ingrediente por excelencia demandado en acuicultura⁽¹³⁾.

Cabe considerar que solo 15.8 millones de t de la producción mundial por captura se transformaron en harina y aceite de pescado durante el 2014⁽²⁾, ocasionando cada vez, una mayor presión en la extracción de especies pelágicas como anchovetas⁽¹⁴⁾. Sin embargo, a causa del fenómeno El Niño que sucedió en el sector pesquero de América del Sur, la producción de harina de pescado ha disminuido gradualmente desde 2005, mientras que la demanda global ha aumentado, provocando un incremento en su precio, hasta el doble de su costo original, alcanzando los 25 mil pesos/t. (Figura 2). Se espera que los precios de la harina de pescado sigan siendo elevados a largo plazo debido a una demanda sostenida^(2,15).

Por otra parte, los alimentos con un alto contenido de harina de pescado de baja calidad repercuten en la cantidad, composición y calidad de la proteína del alimento generando contaminación, pues al no ser bien digerida y asimilada, produce desechos que contaminan el agua de los estanques y el medio ambiente^(16, 17, 18, 19).

Con estos problemas, se impone una presión en la industria a reducir los niveles de la harina de pescado en los alimentos de acuicultura. Sin embargo, el crecimiento

óptimo de esta industria se puede lograr utilizando alimentos apropiados, lo que lleva a un camino en la investigación a nivel mundial, en busca de ingredientes alternos o no convencionales que permitan sustituir, ya sea parcialmente o totalmente la harina de pescado^(17, 18, 20, 21). No obstante, algunos, ingredientes no son buenos candidatos para ser usados en alimentos comerciales, ya sea por su elevado precio o porque algunos presentan agentes antinutricionales o tienen desbalances de nutrientes, como deficiencias en aminoácidos y ácidos grasos poli-insaturados esenciales, o también por una baja o nula disponibilidad en el mercado o porque compiten con el consumo humano.

Una buena opción son los subproductos marinos, ya que, después de la elaboración industrial se desperdicia el 70% de pescado y marisco como cabezas, colas, espinas, vísceras, entre otros⁽²⁾. Por ejemplo, se podría sustituir utilizando subproductos de camarón, o vísceras de bivalvos como de Hacha o de almeja Catarina.

México ocupa el cuarto lugar en la producción de moluscos

bivalvos en América Latina, entre los estados que producen se encuentra Baja California Sur, el cual produce la almeja Catarina (*Argopecten ventricosus*) y el Hacha (*Atrina maura*). Las últimas cifras reportadas oficialmente de producción de Hacha fueron en el 2010 con más de 150 t de callo, pero durante los años de 2004 y 2008 se obtuvo el mayor volumen de captura de Hacha con 280 t^(22, 23) y en cuanto a la almeja Catarina el último reporte oficial fue en 2008 con más de 1,500 t de callo, y alcanzó su máximo en 1990 con más de 3,000 t de callo^(23, 24). Éstas estadísticas de captura son muy variables en la distribución y abundancia de la especie⁽²³⁾.

Por otra parte, la producción de camarón fue de 211 mil 96 en 2016 de los cuales 6 mil 278 t provienen del estado de Baja California Sur⁽²⁵⁾. Es importante mencionar que es la segunda especie más cultivada en el país y que México se posicionó en el séptimo lugar de producción a nivel mundial⁽²⁶⁾.

El aprovechamiento de estos subproductos podría generar beneficios importantes al reducir la contaminación ambiental, pues se calcula que todo el desperdicio marino alcanza cifras de más de



Figura 2. Precio de la harina de pescado durante el período enero 1983 a enero 2015 (FAO, 2016).

32 millones de toneladas al año en todo el mundo⁽²⁷⁾. Otra ventaja que puede ser de gran importancia es en la economía de las poblaciones ribereñas y en la economía nacional, pues se le daría un valor agregado para venderse, cuando actualmente no se les da uso. Incluso si se elaboran harinas de estos subproductos, pueden ser una opción económicamente recomendable en alimentos formulados para organismos acuáticos en cultivo, ya que ofrecen ventajas como: a) costos bajos para su obtención y transformación a harina, b) no son fuente directa de alimento para el hombre, pueden hidrolizarse para ser utilizados como ingredientes en los alimentos. Además, la harina de camarón tiene un perfil de aminoácidos comparable con la harina de soya o de pescado, contiene una amplia variedad de estimulantes de alimentación o quimio-atractivos y es fuente natural de pigmentos carotenoides y quitina^(2, 28).

Algunos de los usos que tienen los subproductos marinos son la obtención de biodiesel o biogas, productos dietéticos (quitosano), productos farmacéuticos (incluidos los aceites), pigmentos naturales (tras la extracción) y cosméticos (colágeno). También se usan en la alimentación acuícola, ganadera, en animales de compañía, en ensilados y fertilizantes⁽²⁾.

Ahora bien, tomando en cuenta la necesidad de encontrar ingredientes alternativos a la harina de pescado en alimentos acuícolas, y la disponibilidad de subproductos pesqueros y acuícolas en nuestro país, en el presente trabajo se planteó hacer una evaluación de calidad nutricional de harinas de subproductos marinos, como harina de cabezas de camarón, harina de víscera de almeja Catarina y harina

de vísceras de Hacha, como sustitutos parciales de la harina de pescado en alimentos para el jurel *Seriola rivoliana* cultivado en condiciones de laboratorio, para lo cual se realizó un bioensayo de crecimiento donde se midieron parámetros productivos, hematológicos e histológicos de los organismos.

ANTECEDENTES

Para sustituir la harina de pescado (HP) en la alimentación de organismos acuáticos, se han evaluado una gran cantidad de ingredientes proteicos de diferentes orígenes, algunos ejemplos se muestran en la Figura 3.

Dentro de los ingredientes de origen vegetal terrestre, los más estudiados son los productos a base de soya, Wang *et al.*⁽²⁹⁾ evaluó la harina de soya en el pez gato Ussuri (*Pseudobagrus ussuriensis*), y no observó un efecto negativo en el crecimiento al sustituir el 40% de la harina de

pescado, pero en niveles altos como 60%, sí redujo el desarrollo del pez. Una combinación de krill y soya en una proporción de 1:2.5 fue evaluada por Sánchez⁽³⁰⁾ en el pargo (*Lutjanus guttatus*) sustituyendo 21, 45 y 71% de la HP. El crecimiento no se vio afectado, aunque en los resultados de los análisis histológicos en todos los niveles de sustitución, mostraron inflamación en el intestino. Una combinación de harina de soya con espirulina fue estudiada en Tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters) y Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), y aunque se sustituyó el 100% de la HP no hubo reducción del crecimiento, ni en los parámetros de respuesta inmune⁽³¹⁾. Utilizando concentrado proteico de soya suplementado con taurina en alimentos para totoaba (*Totoaba macdonaldi*) con 30 y 60% de sustitución de HP, no hubo diferencias con respecto a un alimento comercial en términos de crecimiento ponderal; la suplementación de taurina previno

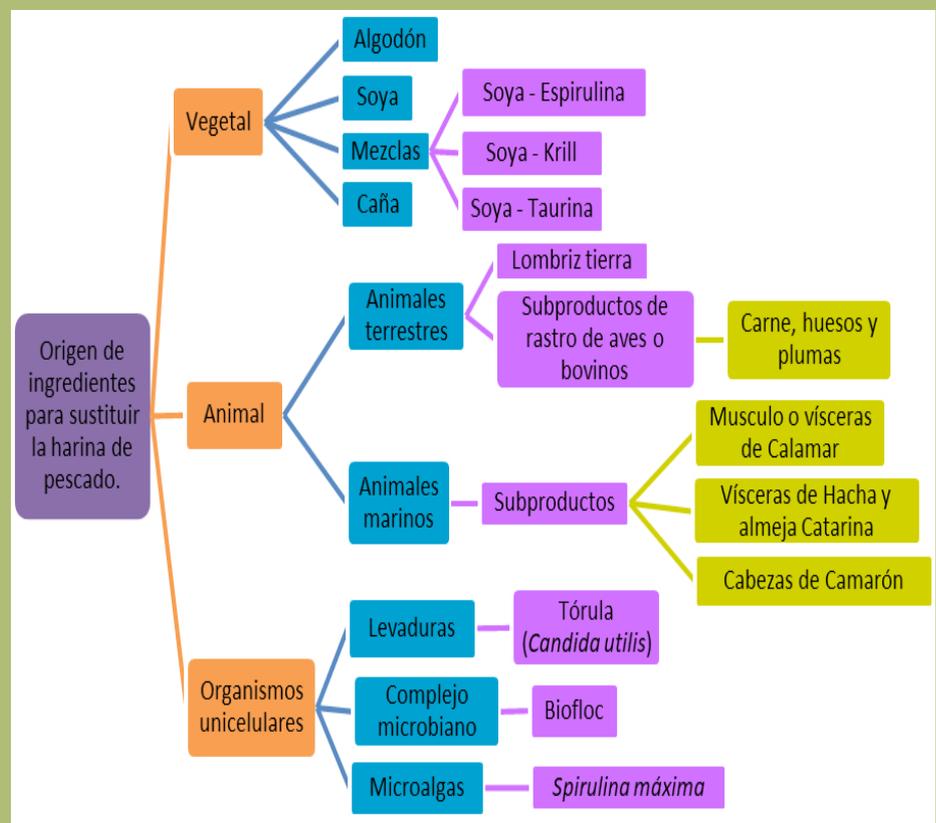


Figura 3. Ejemplos de ingredientes utilizados para sustituir la harina de pescado.

una anemia hipocrómica, pero no un proceso inflamatorio⁽³²⁾.

La harina de algodón se ha estudiado en la lubina negra (*Centropristis striata*) con sustituciones de 50, 75 y 100% de la HP, y no se detectaron diferencias significativas en el crecimiento de los organismos. Sin embargo, se observó baja palatabilidad de los alimentos, presumiblemente debida a la presencia del antinutriente gossypol en la harina de algodón⁽³³⁾. También la harina de caña se ha evaluado en tilapia roja (*Oreochromis spp.*), y se puede incluir hasta un 14% en el alimento para no afectar los parámetros productivos⁽³⁴⁾.

El origen del ingrediente proteico puede ser de organismos unicelulares, como las levaduras. Se ha estudiado la tórula (*Candida utilis*) en tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters), pudiéndose emplear para sustituir hasta un máximo de 65% de la HP en el alimento para no afectar el crecimiento de los peces⁽³⁵⁾. Se han evaluado complejos microbianos (biofloc) a un nivel de sustitución del 37% en alimentos para camarón (*Litopenaeus vannamei*), y se ha observado que superan al Control en términos de ganancia de peso⁽³⁶⁾. También se han utilizado microalgas como la *Spirulina máxima* en tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters) y se ha observado que al 20 y 40% de sustitución de la HP, disminuye el crecimiento⁽³⁵⁾.

Otro tipo de ingredientes proteicos son los de origen animal terrestre como la harina de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), Torres⁽³⁷⁾ la evaluó en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), con sustituciones de 25, 50 y 75% de la HP sin afectar el crecimiento de los peces. Los ingredientes de origen animal más utilizados en los alimentos

son los subproductos de rastro, derivados del procesamiento de carne de aves (carne y hueso, plumas) o carne y hueso de vacas y otros organismos. Sealey *et al.*⁽³⁸⁾ evaluaron la sustitución total de la HP con concentrado de pollo, mezcla de proteína de subproductos avícolas y concentrado de pollo y huevo, en alimentos para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), y no detectaron disminución en el crecimiento, además observaron una mejor resistencia a la septicemia por *Flavobacterium psychrophilum*; en cambio, la sustitución del 100% de la HP con harinas de subproductos avícolas en alimentos para totoaba (*Totoaba macdonaldi*) produjo un bajo crecimiento e incluso mortalidad, debido a un bajo nivel de ácidos grasos esenciales, por lo que se sugiere un máximo de sustitución de 67%⁽³⁹⁾. Jamil *et al.*⁽⁴⁰⁾ evaluaron una mezcla de subproductos de aves y bovinos en el pargo rojo de mangle (*Lutjanus argentimaculatus*), donde sustituciones de 50, 75 y 100% mostraron un rendimiento menor de crecimiento comparadas con el tratamiento Control, y solo la sustitución del 23% de la HP fue óptima debido a que aumentó el peso de los organismos.

Existen productos y subproductos de origen marino como la harina de músculo o vísceras de Calamar, que han dado buenos resultados como fuentes proteicas; Martínez⁽⁴¹⁾ sugiere una sustitución máxima de 50% de la HP en alimentos para el bagre (*Ictalurus punctatus*) para evitar mortalidad. Toyas *et al.*⁽⁴²⁾ evaluaron la sustitución total de la HP con harina de vísceras de Calamar y de Hacha en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) obteniendo buenos resultados en cuanto al crecimiento, ingesta de alimento y composición de los

ácidos grasos altos insaturados en músculo. También Licona⁽⁴³⁾ evaluó la harina de vísceras de Hacha con una sustitución del 100% en la alimentación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) obteniendo resultados superiores en cuanto a los parámetros productivos. Aparte de la harina de Hacha se ha estudiado la harina de cabezas de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en la alimentación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en cultivo, como sustitutos totales de la HP, obteniéndose resultados favorables en cuanto a supervivencia y crecimiento⁽⁴⁴⁾. También ha sido evaluada por Espinosa⁽²⁸⁾ la harina de cabezas de camarón en la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), donde la sustitución de 30% de la HP mejoró los parámetros productivos.

Se ha utilizado harina de vísceras de almeja Catarina y harina de cabezas de camarón en la alimentación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), con una inclusión del 30%, y los resultados mostraron una alta digestibilidad de proteína que podría ser considerada para la sustitución total de la harina de pescado⁽¹⁷⁾.

En cuanto a estudios nutricionales en especies del género *Seriola*, se han evaluado las harinas de concentrado proteico de soya, calamar y alga desgrasada de *Haematococcus pluvialis* en el jurel (*Seriola rivoliana*), donde se observó que sustituciones de 20, 40, 60 y 80% de la HP en el alimento no afectan de manera significativa el crecimiento, ni alteran la integridad del intestino⁽⁴⁵⁾. Un estudio en *Seriola dumerili*, con una sustitución del 66% de la HP utilizando una mezcla vegetal y animal (gluten de trigo, gluten de maíz, krill desengrasado y harina de carne) no afectó el crecimiento, pero sí tuvo efecto

negativo en la supervivencia y eficiencia alimentaria⁽⁴⁶⁾. En cambio, Gallardo⁽⁴⁷⁾ utilizando las mismas mezclas en la misma especie, con una sustitución del 100%, no tuvo éxito, debido a un perfil aminoacídico subóptimo y una menor digestibilidad, que provocaron mortalidad elevada a largo plazo. Sin embargo, al 66% de sustitución, se obtuvieron buenos resultados de crecimiento, de supervivencia y un perfil de aminoácidos adecuado. También se ha evaluado el uso de pasta de soya (no modificada genéticamente) en sustituciones de 40, 50 y 60% en alimentos para el jurel (*Seriola lalandi*), demostrando un mejor rendimiento de los peces sin ocasionar enteritis⁽²¹⁾.

Las harinas de vísceras de almeja Catarina, vísceras de Hacha y cabezas de camarón azul, han demostrado tener composición química adecuada para nutrir a organismos acuáticos, y si bien su valor nutricional para camarón ya ha sido evaluado, hasta donde sabemos no se conoce su valor nutricional como sustitutos parciales de la harina de pescado en alimentos para peces marinos, y en particular para el jurel (*Seriola rivoliana*), mismo que es objeto del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en el laboratorio Húmedo de Nutrición Acuática del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), La Paz, Baja California Sur.

Obtención de materia prima y procesamiento de harinas

Las vísceras de almeja Catarina (*Argopecten ventricosus*), de Hacha (*Atrina maura*) y cabezas de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), se obtuvieron gracias a pescadores locales en el Puerto

San Carlos y Puerto Cancún, B.C.S. México. Las materias primas obtenidas fueron colocadas en bolsas de plástico con hielo para transportarlas al CIBNOR, donde fueron almacenadas en un congelador a -18°C hasta su procesamiento.

Las harinas de subproductos se elaboraron en la Planta de Alimentos del CIBNOR siguiendo el método descrito en 2016 por Toyos *et al.*⁽⁴²⁾, mismo que consistió en descongelar las materias primas a temperatura ambiente durante 12 h. Posteriormente, se hicieron lotes de 2 kg, y se sumergieron en agua hirviendo durante 10 minutos dentro de una olla de acero inoxidable con capacidad de 80 L. Los subproductos cocidos se escurrieron, se dejaron enfriar a temperatura ambiente, y se molieron en un molino de carne de ¾ HP (TOR-REY®, Monterrey, NL, México), para luego colocarlos (extenderlos) en bandejas de plástico con tapetes de silicón, y secaron a 60°C durante 24 h en un horno con ventilación de flujo horizontal (VWR International®, modelo 1680, Cornelius, Oregón, EUA). Una vez ya secos los productos, se molieron en un molino de café, se tamizaron a 500 µm, y se almacenaron en bolsas de plástico bajo refrigeración (4°C) hasta su utilización.

Formulación y fabricación de los alimentos experimentales

Los alimentos fueron formulados usando el Programa Nutrión^{MR} (Chapala, Jalisco, México) basándose en la composición química proximal y energía bruta de los ingredientes experimentales procurando cubrir los requerimientos nutricionales conocidos del jurel.

Los alimentos se elaboraron en la Planta de Alimentos del CIBNOR

siguiendo el método propuesto en 1989 por Civera y Guillaume⁽⁴⁸⁾. Los macro-ingredientes secos (harina de pescado, concentrado proteico de soya y harina de trigo) se molieron en un pulverizador (PULVEX, CD. MX, México.) y después fueron tamizados a través de un tamiz con malla de 0.5 mm. Paralelamente, los micro-ingredientes (ácido alginico, premezclas vitamínicas y minerales, fosfato sódico dibásico, cloruro de colina, vitamina C y BHT) se mezclaron primeramente de manera manual en un recipiente de plástico, y posteriormente en una mezcladora vertical con capacidad de 1.5 L (Kitche-Aid, CD. MX, México.) durante 5 min, y luego se añadieron a los macro-ingredientes. Los ingredientes secos se mezclaron durante 10 min en una mezcladora vertical con capacidad de 20 L (Hobart, CD. MX, México.), y a la mezcla obtenida se le añadió lecitina de soja líquida. Una vez que la lecitina quedó bien homogeneizada, se añadió agua a la mezcla (aproximadamente 40% del peso total del alimento) y se volvió a mezclar una última vez. La mezcla resultante se pasó dos veces por un molino de carne de 3 HP (Hobart, CD. MX, México) equipado con un dado de 3 mm de diámetro y los espaguetis formados se cortaron con la ayuda de una espátula para obtener pellets de aproximadamente 1 cm de longitud. Los pellets se secaron en el horno con ventilación de flujo horizontal a 45°C durante aproximadamente 12 h, hasta que el contenido de humedad fuera de 8-10%, y posteriormente se almacenaron a 4°C hasta su uso. Se fabricaron 5 alimentos balanceados experimentales isocalóricos e isoproteicos (Cuadro I): un alimento control (50% de proteína) que incluía harina de pescado; tres alimentos conteniendo

12.5% de harina de cabezas de camarón azul, vísceras de almeja Catarina y vísceras de Hacha, respectivamente (sustituyendo el 25% de la harina de pescado), y un alimento que contenía los tres ingredientes experimentales al 12.5% (sustituyendo el 56% de la harina de pescado).

Composición química proximal y de energía

La composición química proximal y de energía de las harinas de las materias primas y de los alimentos se determinó por triplicado, siguiendo las metodologías de la AOAC⁽⁴⁹⁾. La humedad se determinó en una estufa de secado (Terlab®, Zapopan, Jalisco, México) a 105°C durante 4 h. La cuantificación de cenizas fue por incineración de las muestras en una mufla (Thermolyne 6000®, Waltham, Massachusetts, EUA) a 550°C durante 6 h. El análisis de proteína cruda se realizó por el método de DUMAS, con un equipo analizador de Nitrógeno/Proteína (Leco FP-528®, St. Joseph, Michigan, EUA).

La cuantificación de extracto etéreo se realizó usando un sistema de auto extracción (Soxtec AVANTI 2050®, Hilleroed, Dinamarca) usando éter de petróleo como solvente extractor. Para determinar la fibra cruda, se realizó una hidrólisis ácido-básica con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en un digestor (Fiber Tec M6 Tecator®, Hilleroed, Dinamarca) equipado con una unidad de extracción caliente y una unidad de extracción fría. Se calculó el extracto libre de nitrógeno (ELN) a partir de la diferencia entre 100% y la suma de las determinaciones de cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda. La determinación de energía bruta se hizo usando un calorímetro adiabático (PARR1261®, Moline,

Illinois, EUA).

Sistema experimental

Se utilizaron 15 estanques redondos de fibra de vidrio con capacidad de 600 L c/u, abastecidos de agua de mar filtrada a través de filtros de arena (70 µm), de cartucho (10 y 5 µm) y luz ultravioleta. Cada estanque estaba equipado con 2 piedras difusoras de aire, alimentadas por un soplador de 5 HP, dos calentadores sumergibles de 250 W y malla tipo mosquitero para evitar la fuga de organismos. Durante todo el experimento se mantuvo flujo de agua continuo (5 L/min) y un fotoperiodo de 12 h luz: 12 h oscuridad (fotofase 6:00-18:00 h) el cual se mantuvo, por medio de tubos de neón de 28 W, para una intensidad de ~490 Lux en la superficie del agua de los estanques.

Diseño experimental Organismos

Se utilizaron 150 juveniles de jurel (*Seriola rivoliana*) producidos en el CIBNOR. Los huevos fertilizados se obtuvieron mediante el desove espontáneo de esta especie mantenida bajo condiciones controladas en las instalaciones de la empresa Kampachi Farms, en el campus La Paz del CIBNOR. Los juveniles con peso promedio inicial de 48 ± 0.6 g fueron distribuidos al azar en 15 estanques a una densidad de siembra de 10 peces/estanque.

Parámetros productivos

Se determinaron parámetros productivos como supervivencia, ganancia de peso, tasa de crecimiento, tasa de crecimiento específica, alimento consumido, factor de conversión alimenticia y tasa de eficiencia proteica, mismos que se calcularon usando las siguientes fórmulas: Supervivencia (%)

$$S = \frac{\text{número final de peces}}{\text{número inicial de peces}} \times 100$$

Ganancia de peso:

$$GP = \text{peso promedio final (g)} - \text{peso promedio inicial (g)}$$

Tasa de crecimiento específica (%/día):

$$TCE = \frac{\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}}{\text{número de días}} \times 100$$

Alimento Consumido:

$$Ac = \frac{\text{Total de alimento consumido (g)}}{\text{número de peces}} \times \text{número de días}$$

Factor de conversión alimenticia:

$$FCA = \frac{\text{alimento consumido (g)}}{\text{peso ganado (g)}}$$

Tasa de eficiencia proteica:

$$EP = \frac{\text{incremento en peso (g)}}{\text{proteína consumida (g)}}$$

Factor de condición (al iniciar y finalizar el experimento)

$$FC = \frac{\text{Peso total del cuerpo (g)}}{(\text{Longitud total el cuerpo (cm)})^3} \times 100$$

RESULTADOS

Composición química proximal y de energía de las harinas de subproductos marinos

La composición química proximal de los ingredientes se muestra en el cuadro II. El contenido de proteína más alto fue el de la harina de pescado (69.93%) y el más bajo el de la harina de subproductos de Hacha (51.96%). El extracto etéreo fue alto en la harina de Catarina (14.46%) y bajo en Hacha (13.81%). El contenido de fibra cruda fue mayor en la harina de cabezas de camarón (7.54%), mientras que en las harinas de subproductos no superaron 2%. El mayor contenido de cenizas se encontró en la harina de cabezas de camarón (18.65%), y el menor

en la harina de vísceras de Hacha (7.65%). El extracto libre de nitrógeno de la harina de vísceras de Hacha fue el mayor (17.12%), mientras que el de la harina de cabezas de camarón fue el menor (4.53%).

Composición química proximal y de energía de los alimentos

La composición química proximal y de energía de los alimentos experimentales se muestra en el cuadro III. Los alimentos que se elaboraron presentaron un contenido proteico muy similar de 48.9 a 50.5%. De igual forma en el contenido de energía tuvieron valores muy similares de 4,609 a 4,833 cal/g. El contenido de extracto etéreo fue similar entre los alimentos, con valores de 12.2 a 13.7%.

Parámetros productivos

En el cuadro IV se muestran los resultados productivos a los 60 días de experimentación. La supervivencia de los juveniles de jurel con los diferentes tratamientos fue de 97-100%, a excepción de los peces del tratamiento Catarina que tuvo una supervivencia promedio de 90%. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los alimentos con Camarón y Hacha hicieron que incrementara de manera significativa el crecimiento de los jureles con respecto a los demás tratamientos, obteniéndose los mayores pesos promedio (328.9 g y 365.1 g), así como longitud total final (26.7 cm y 28.3 cm), mayores ganancias en peso (4.7 g y 5.3 g) y tasas de crecimiento específico (3.2%/d y 3.4%/d), mientras que los alimentos Catarina y Triple produjeron los menores pesos, alcanzando solo 95.2g y 117.1g, así como la longitud total final (18.9 cm y 21 cm), menores ganancias en peso (0.8 g y 1.2 g) y tasas de crecimiento específico (1.1%/d y 1.5%/d). El consumo de alimento fue significativamente mayor con los alimentos Camarón

y Hacha (6.8 y 7.0 g/pez/día) que con el Control 5.1 g/pez/día) y los alimentos Catarina y Triple (1.6 y 2.0 g/pez/día). El factor de conversión alimenticia fue mayor en los peces alimentados con Catarina (2.1), seguido por Triple (1.8), después Camarón (1.5), Control (1.4) y Hacha (1.3). Los FCA de los tratamientos Catarina y Triple no difirieron significativamente entre sí, mientras que el de Catarina fue significativamente mayor al de Hacha, Camarón y Control, sin que estos últimos difirieran del Triple. Las tasas de eficiencia proteica en los peces alimentados con los tratamientos Hacha (1.5), Control (1.4) y Camarón (1.4), fueron significativamente mayores a los de los tratamientos Triple (1.1) y Catarina (1.0), que no difirieron entre sí. También con el factor de condición final en los peces alimentados con los tratamientos Control (1.82%), Camarón (1.76%) y Hacha (1.65%) fueron significativamente mayores a Catarina y Triple pero no fueron significativamente diferentes al factor de condición inicial (1.58%), pero sí lo fueron para Catarina (1.26%) y Triple (1.25%).

DISCUSIÓN

Valor nutrimental de harinas de subproductos marinos (cabezas de camarón azul, vísceras de almeja Catarina y vísceras de Hacha)

Toyes *et al.* en el 2016⁽⁴²⁾ y Licon en el 2015⁽⁴³⁾ trabajaron con harina de Hacha en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), Espinosa en el 2015⁽²⁸⁾ utilizó harina de cabezas de camarón en la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y Terrazas en el 2010⁽¹⁷⁾ utilizó también harina de cabezas de camarón y harina de vísceras de Catarina en camarón blanco, en todos los trabajos se obtuvieron buenos resultados en los parámetros productivos inclusive algunas mostraron una alta digestibilidad

de la proteína sugiriendo una opción para la sustitución de la HP, sin embargo solo se probaron éstas harinas en camarón blanco y en totoaba, nunca en el jurel (*Seriola rivoliana*).

En el presente trabajo se encontró que utilizar subproductos marinos como cabezas de Camarón y vísceras de Hacha son una buena alternativa nutricional para sustituir la harina de sardina al 25% en los alimentos para juveniles del jurel (*Seriola rivoliana*).

Parámetros productivos.

Las harinas de subproductos marinos (cabezas de Camarón y vísceras de Hacha) mostraron que son una buena opción para sustituir la harina de sardina al 25% en los alimentos del jurel, pues no se detectaron efectos negativos en los parámetros productivos, incluso con la longitud y el factor de condición muestran el crecimiento, estado nutricional y por ello su condición, bienestar o estado de salud del pez, pues a mayor peso y longitud, mejor es su estado de salud^(52, 53). Con excepción de los peces de los tratamientos Catarina y Triple, se obtuvieron tasas de crecimiento muy elevadas, lo que pone en evidencia que el jurel *S. rivoliana* es una especie con gran potencial para la acuicultura de nuestro país, así como que las formulaciones de los alimentos, aunque siempre perfectibles, fueron adecuadas para el buen crecimiento y salud de la especie.

Hasta donde se sabe, el presente estudio es el primero donde se reporta el uso de la harina de vísceras de Hacha en la alimentación de peces carnívoros como el jurel, y los resultados fueron muy favorables, similares a los trabajos hechos en camarón, donde la supervivencia y el

crecimiento no se ven afectados, e incluso mejora el crecimiento con respecto a un alimento Control con harina de pescado^(17, 43, 44). No obstante, con el alimento de vísceras de almeja Catarina y el alimento Triple (mezcla de las tres harinas experimentales) se obtuvieron resultados desfavorables en cuanto a los parámetros productivos como ganancia de peso, longitud total final, tasa de crecimiento específica, alimento consumido, factor de conversión alimenticia, eficiencia proteica, factor de condición, que incluso estuvieron por debajo de los obtenidos con el alimento Control en la mayoría de los parámetros. El bajo consumo de estos alimentos se le podría adjudicar a una baja palatabilidad del alimento, repercutiendo en los demás parámetros, sin embargo, durante los primeros días del bioensayo, se registró que todos los peces de los diferentes tratamientos consumieron cantidades similares, mientras que después de los primeros 15 días, los peces alimentados con Catarina y Triple bajaron notablemente su consumo. Se observó que los peces ya no ingerían completamente la ración del alimento; sólo mordían pequeñas cantidades y las escupían, dejando que los pellets se hundieran al fondo del estanque. Aunque la supervivencia fue similar y no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, algunos peces alimentados con Catarina murieron cerca del final del bioensayo. Se puede descartar la idea de que hubiera alguna variación en la composición química de macronutrientes de los diferentes alimentos, pues los valores obtenidos en los análisis proximales son muy similares entre sí. No obstante, no se descarta el que en algunos de los alimentos se pudieran encontrar factores antinutricionales, los cuales se

han definido como sustancias que por sí mismas, o a través de sus productos metabólicos que surgen de los sistemas vivos, interfieren con la utilización de los alimentos, y afectan la salud y la producción de los animales⁽⁵⁴⁾. De manera *a posteriori* al presente estudio, se hizo un análisis toxicológico de las harinas, lográndose detectar una toxina marina, el ácido okadaico (com. pers. Civera, 2017). Se sabe que el ácido okadaico es responsable de la intoxicación diarreaica por mariscos (DSP, por sus siglas en inglés), un fenómeno tóxico en humanos por el consumo de mariscos contaminados. Esta toxina es generada por dos especies de dinoflagelados marinos del género *Dinophysis* y *Prorocentrum* los cuales son los causantes de los florecimientos algales nocivos o mareas rojas, de modo que llegan a perjudicar a diferentes organismos, siendo los moluscos bivalvos como ostiones, mejillones y almejas los más vulnerables por tener una alimentación por medio de filtración de microalgas, dinoflagelados, material particulado, etc., que los lleva eventualmente a acumular altas concentraciones de toxinas en sus tejidos⁽⁵⁵⁾.

Las partes que se utilizaron para hacer la harina de almeja Catarina fueron las vísceras que quedan después de extraer el músculo, y se sabe que la mayor concentración de las toxinas como el ácido okadaico se encuentra en la glándula digestiva (76%) después de la gónada (12%), branquias y manto (<12%)^(55, 56, 57, 58).

Se ha investigado al ácido okadaico en bivalvos, y no se han reportado alteraciones físicas que se puedan detectar como olor, sabor, color, tamaño, forma o movimiento por lo cual su presencia pasa desapercibida⁽⁵⁹⁾. Además, la

eliminación de la toxina es muy lenta; puede ir de días a meses⁽⁵⁸⁾, e incluso la cocción tampoco altera la toxicidad de los mariscos contaminados^(60, 61), a menos que sea una ebullición estricta a 100°C por 163 min, donde la toxina sí se desnaturaliza^(61, 62).

Es plausible pensar que la almeja Catarina utilizada en nuestro estudio haya estado en contacto con una marea roja, y que haya concentrado el ácido okadaico en sus tejidos, lo cual podría ser una explicación del por qué los tratamientos conteniendo vísceras de almeja Catarina produjeron los pobres resultados obtenidos. En el caso del Hacha, aunque los especímenes fueron obtenidos de la misma zona que los de almeja Catarina, su captura no fue en el mismo período de tiempo, y muy probablemente no hayan estado en contacto con alguna floración de algas nocivas al momento de su captura, por lo que la harina de Hacha no solo no tuvo un efecto nocivo, sino que permitió obtener un crecimiento muy elevado en los peces de ese tratamiento.

CONCLUSIÓN

Valor nutricional de las harinas experimentales

La utilización de harinas de subproductos marinos como sustitutos parciales de la harina de pescado en el alimento tuvo efectos nutricionales diferentes que repercutieron sobre los parámetros productivos, hematológicos e histológicos de los juveniles de jurel (*S. rivoliana*), en función del tipo de harina empleada.

Parámetros productivos.

La sustitución del 25% de la harina de sardina por harina de cabezas de camarón y vísceras de Hacha mejoró de manera significativa el crecimiento y otros parámetros

productivos, de los juveniles de jurel, por lo que pueden considerarse como ingredientes útiles para la formulación de alimentos para esta especie y reducir el uso de la harina de pescado.

En contraste, la sustitución del 25% de la harina de sardina por harina de vísceras de almeja Catarina, y la sustitución del 56% en el alimento Triple, que contenía los tres ingredientes experimentales (harina de cabezas de camarón, vísceras de almeja Catarina y vísceras de Hacha), tuvo efectos negativos muy marcados en los parámetros productivos, debido a que se descubrió, a posteriori, que la harina de vísceras de almeja Catarina contenía una toxina marina, identificada como ácido okadaico, que repercutió en la salud de los organismos.

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oportunidades y desafíos. En: El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, Italia; 2014.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. En: El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, Italia; 2016.
3. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Registra producción pesquera acuícola nacional avance de un millón 075 mil tons a septiembre de 2015. Consulta de Boletines [Internet]. 2016; Disponible en: <http://www.gob.mx/sagarpa/prensa/registra-produccion-pesquera-y-acuicola-nacional-avance-de-un-millon-075-mil-tons-a-septiembre-de-2015>
4. Nakada M. Capture-based aquaculture of yellowtail. Capture-Based Aquac Glob Overview FAO Fish Tech Pap. 2008;No. 508:199–215.
5. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Base de Datos de Producción Anuario 2014 [Internet]. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. 2014. Disponible en: [pesca](https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-</div><div data-bbox=)

6. Kolkovski S, Sakakura Y. Yellowtail kingfish, from larvae to mature fish-problems and opportunities. En: Cruz Suarez LE, D. Ricque Marie MG, Nieto Lopez D, Villarreal US and MG, editores. Advances in aquaculture nutrition. Hermosillo, Sonora, México: Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.; 2004.
7. Roo J, Fernández-Palacios H, Hernández-Cruz CM, Mesa-Rodriguez A, Schuchardt D, Izquierdo M. First results of spawning and larval rearing of longfin yellowtail *Seriola rivoliana* as a fast-growing candidate for European marine finfish aquaculture diversification. Aquac Res [Internet]. marzo de 2014;45(4):689–700. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/are.12007>
8. Nakada M koto. Yellowtail Culture Development and Solutions for the Future. Rev Fish Sci. 2002;10(3–4):559–75.
9. Takakuwa F, Fukada H, Hosokawa H, Masumoto T. Optimum digestible protein and energy levels and ratio for greater amberjack *Seriola dumerili* (Risso) fingerling. Aquac Res. 2006;37(15):1532–9.
10. Vidal AT, De la Gándara García F, Gómez AG, Cerdá MJ. Effect of the protein/energy ratio on the growth of Mediterranean yellowtail (*Seriola dumerili*). Aquac Res. 2008;39(11):1141–8.
11. Jover M, García-Gómez A, Tomás A, De la Gándara F, Pérez L. Growth of mediterranean yellowtail (*Seriola dumerili*) fed extruded diets containing different levels of protein and lipid. Aquaculture. 1999;179(1–4):25–33.
12. Tacon AGJ, Hasan MR, Subasinghe RP. Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fisheries Circular. Roma, Italia; 2006.
13. Hertrampf JW, Piedad-Pascual F. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2000. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-94-011-4018-8>
14. Cruz-Castellón CA. Sustitución del aceite de pescado en piensos para *Seriola dumerili* (Pisces: Carangidae): Efectos en el crecimiento, parámetros nutritivos, composición corporal y calidad del filete. [tesis de maestría]. Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia; 2015.

15. Paz S. Alimento para animales a partir de desechos marinos: Elena Palacios Mechetnov. Agencia informativa CONACYT [Internet]. 2015; Disponible en: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/centros-conacyt/1910-produccion-alimento-animal-a-partir-de-desechos-marinos>
16. Primavera J. Quest for Sustainability. Glob Voices Sci. 2005;310:57–9.
17. Terrazas-Fierro MM. Digestibilidad aparente in vivo de materia seca, proteína y aminoácidos de ingredientes de origen marino y terrestre. y su aplicación para el estudio de requerimientos nutricionales en juveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. [tesis de doctorado]. La Paz, B.C.S. (México): Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; 2010.
18. Civera-Cerecedo R, Goytortúa-Bores E, Rocha-Meza S, Nolasco-Soria H, Vega-Villasante F, Balart EF, et al. Uso de la Langostilla Roja *Pleuroncodes planipes* en la Nutrición de Organismos Acuáticos. Av en Nutr Acuícola IV. 2000;69:349–65.
19. Uyan O, Koshio S, Teshima S ichi, Ishikawa M, Thu M, Alam MS, et al. Growth and phosphorus loading by partially replacing fishmeal with tuna muscle by-product powder in the diet of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture. 2006;257(1–4):437–45.
20. Ilham I, Siddik MAB, Fotedar R. Effects of Organic Selenium Supplementation on Growth, Accumulation, Haematology and Histopathology of Juvenile Barramundi (*Lates calcarifer*) Fed High Soybean Meal Diets. Biol Trace Elem Res. 2016;174(2):436–47.
21. Buentello A, Jirsa D, Barrows FT, Drawbridge M. Minimizing fishmeal use in juvenile California yellowtail, *Seriola lalandi*, diets using non-GM soybeans selectively bred for aquafeeds. Aquaculture. 2015;435:403–11.
22. Escamilla-Montes R, Diarte-Plata G, Luna-González A, Fierro-Coronado JA, Esparza-Leal HM, Granados-Alcantar S, et al. Ecology, Fishery and Aquaculture in Gulf of California, Mexico: Pen Shell *Atrina maura* (Sowerby, 1835). En: Organismal and Molecular Malacology [Internet]. InTech; 2017. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/organismal-and-molecular-malacology/ecology-fishery-and-aquaculture-in-gulf-of-california-mexico-pen-shell-atrina-maura->

sowerby-1835-

23. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. 24 de agosto de 2012;38-85.

24. Soria G, Lavín MF, Martínez-Tovar I, Macías-Duarte A. Recruitment of catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) larvae on artificial collectors off the NE coast of the Gulf of California. *Aquac Res*. 2013;44(9):1383-98.

25. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Aumenta Producción de Camarón 65.5 por ciento en cuatro años. [Internet]. Boletines SAGARPA. 2017. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sonora/boletines/Paginas/2017B00046.aspx>

26. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación. Boletín Pesquero y Acuícola de Mayo 2017 [Internet]. Conapescacomunica. 2017. Disponible en: https://issuu.com/conapescacomunica/docs/mayo_2017

27. Arvanitoyannis IS, Kassaveti A. Fish industry waste: Treatments, environmental impacts, current and potential uses. *Int J Food Sci Technol*. 2008;43(4):726-45.

28. Espinosa-Chaurand LD., Silva-Loera A, García-Esquivel Z, López-Acuña LM. Uso de harina de cabeza de camarón como reemplazo proteico de harina de pescado en dietas balanceadas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890). *Lat Am J Aquat Res*. 2015;43(3):457-65.

29. Wang Y, Yu S, Wang Y, Che J, Zhao L, Bu X, et al. Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and nitrogen and phosphorus excretion of juvenile *Pseudobagrus ussuriensis*. *Aquac Res*. 2015;47(10):3145-55.

30. Sánchez-Rodríguez JE. Efecto de la sustitución parcial de la harina de pescado por una mezcla de krill-soya en la dieta de juveniles de pargo *Lutjanus guttatus* (Steindacher, 1869). [tesis de maestría]. D.F (México): Universidad Nacional Autónoma de México; 2013.

31. Hernández-Flores G. Efectos de la sustitución total de harina de pescado con harina de soya (*Glycine maxima*) y polvo de Spirulina en juveniles de especies acuícolas de importancia comercial. [tesis de maestría]. D.F. (México): Universidad Nacional Autónoma de México; 2014.

32. López, Lus M. Flores-Ibarra, Maricela. Bañuelos-Vargas, Isaura. Galaviz, Mario A. True CD. Effect of fishmeal replacement by soy protein concentrate with taurine supplementation on growth performance, hematological and biochemical status, and liver histology of totoaba juveniles (*Totoaba macdonaldi*). *Fish Physiol Biochem*. 2015;41(4):921-36.

33. Anderson AD, Alam MS, Watanabe WO, Carroll PM, Wedegaertner TC, Dowd MK. Full replacement of menhaden fish meal protein by low-gossypol cottonseed flour protein in the diet of juvenile black sea bass *Centropristis striata*. *Aquaculture* [Internet]. 2016;464:618-28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.006>

34. Botello-León A, Viana MT, Téllez-Girón E, Pullés-Ariza E, Cisneros-López M, Solano-Silveira G, et al. Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para la engorda de tilapia roja. *Agrociencia*. 2011;45(1):23-31.

35. Olvera-Novoa MA, Martínez-Palacios CA, Olivera-Castillo L. Utilization of torula yeast (*Candida utilis*) as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus Peters*) fry. *Aquac Nutr*. 2002;8(4):257-64.

36. Kuhn DD, Boardman GD, Lawrence AL, Marsh L, Flick GJ. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*. 2009;296(1-2):51-7.

37. Torres-Ocampo SY. Sustitución de harina de pescado con harina de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) en dietas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). [tesis de licenciatura]. Edo de México. (México): Universidad Nacional Autónoma de México; 2012.

38. Sealey WM, Hardy RW, Barrows FT, Pan Q, Stone DAJ. Evaluation of 100% Fish Meal Substitution with Chicken Concentrate, Protein Poultry By-Product Blend, and Chicken and Egg Concentrate on Growth and Disease Resistance of Juvenile Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J World Aquac Soc*. 2011;42(1):46-55.

39. Zapata DB, Lazo JP, Herzka SZ, Viana MT. The effect of substituting fishmeal with poultry by-product meal in diets for *Totoaba macdonaldi* juveniles. *Aquac Res*. 2014;47(6):1778-89.

40. Jamil K, Abbas G, Akhtar R, Lin H, Li Z. Effects of replacing fishmeal with animal by-products meal supplementation in diets on the growth

and nutrient utilization of mangrove red snapper. *J Ocean Univ China*. 2007;6(3):292-8.

41. Martínez-Contreras TM. Evaluación del crecimiento de juveniles del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) alimentado con desechos del procesamiento del calamar. [tesis de maestría]. Manzanillo, Colima. (México): Universidad de Colima; 1999.

42. Teyes-Vargas E, Calderón-de la Barca AM, Duran-Encinas Y, Palacios E, Civera-Cerecedo R. Marine co-product meals as a substitute of fishmeal in diets for white shrimp *Litopenaeus vannamei* improve growth, feed intake and muscle HUFA composition. *Aquac Res*. 2016;48(7):3782-800.

43. Licona-Jain AB. Respuesta al estrés y calidad bioquímica post-mortem del camarón en relación a la inclusión de subproductos pesqueros en el alimento. [tesis de maestría] La Paz B.C.S. (México): Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; 2015.

44. Teyes-Vargas EA. Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras. [tesis de doctorado] La Paz B.C.S. (México): Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; 2016.

45. Kissinger KR, García-Ortega A, Trushenski JT. Partial fish meal replacement by soy protein concentrate, squid and algal meals in low fish-oil diets containing *Schizochytrium limacinum* for longfin yellowtail *Seriola rivoliana*. *Aquaculture* [Internet]. 2016;452:37-44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.022>

46. Herrera-Castillo NM. Efecto de la sustitución de la harina de pescado por una mezcla vegetal y animal en piensos, en el crecimiento y composición nutricional de *Seriola dumerili*. [tesis de maestría]. Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia; 2015.

47. Gallardo-Álvarez FJ. Partial and total replacement of fishmeal by a blend of animal and plant proteins in diets for *Seriola dumerili*: Effects on performance and nutrient efficiency [Internet]. [tesis de maestría]. Valencia (España): Universidad Politécnica de Valencia; 2015. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/anu.12655>

48. Civera R, Guillaume J. Effect of sodium phytate on growth and tissue mineralization of *Penaeus japonicus* and *Penaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*. 1989;77(2-3):145-56.

49. Horwitz W, Latimer GW,

- editores. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18a ed. GAITHERSBURG, MARY LAND, USA: AOAC International; 2005.
50. Rodak BF, Carr JH. Atlas de Hematología Clínica [Internet]. 4a ed. Editorial Médica Panamericana, editor. Atlas de Hematología Clínica. 2014. 1-10 p. Disponible en: <http://www.herrerobooks.com/pdf/PAN/9786079356156.pdf>
51. OIE. Aspectos relativos al bienestar en el aturdimiento y la matanza de peces de cultivo para consumo humano. En: OIE, editor. Código sanitario para los animales acuáticos. 20a ed. 2017. p. 1-4.
52. Cifuentes Roberto, González Jorge, Montoya Germán, Jara Alfonso, Ortíz Néstor, Piedra Priscila HE. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia , Chile). Gayana Espec. 2012;101-10.
53. Froese BR. Cube law , condition factor and weight - length relationships : history , meta-analysis and recommendations. J Appl Ichthyol. 2006;22:241-53.
54. Makkar HPS. Antinutritional factors in foods for livestock. Occasional. Gill M, Owen E, Pollot GE, Lawrence TLJ, editores. Animal Production in Developing Countries. British Society of Animal Production; 1993. 69-85 p.
55. Romero-Geraldo R de J. Estudio de la expresión diferencial de genes en el ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), como respuesta a la exposición a un dinoflagelado productor de toxinas marinas de tipo diarreico. [tesis de doctorado]. La Paz, B.C.S. (México): Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; 2013.
56. Bardouil M, Bohec M, Cormerais M, Bougrier S, Lassus P. Experimental study of the effects of a toxic microalgal diet on feeding of the oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. J Shellfish Res. 1993;12(January):417-22.
57. Bauder AG, Cembella A. Viability of the toxic dinoflagellate *Prorocentrum lima* following ingestion and gut passage in the bay scallop *Argopecten irradians*. Vol. 19, Journal of Shellfish Research. 2000. 321-324 p.
58. Bauder AG, Cembella AD, Bricelj VM, Quilliam MA. Uptake and fate of diarrhetic shellfish poisoning toxins from the dinoflagellate *Prorocentrum lima* in the bay scallop *Argopecten irradians*. Mar Ecol Prog Ser. 2001;213(May 2014):39-52.
59. Shumway SE, Cucci TL. The effects of the toxic dinoflagellate *Protogonyaulax tamarensis* on the feeding and behaviour of bivalve molluscs. Aquat Toxicol. 1987;10(1):9-27.
60. Viviani R. Eutrophication, marine biotoxins, human health. En: Marine Coastal Eutrophication. Bologna, Italy: Elsevier; 1992. p. 631-62.
61. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Biotoxinas marinas. Vol. 2, Food Science and Technology International. Roma, Italia; 2005.
62. Scoging AC. Illnes asociated with seafood. Londres England; 1991.
63. Larsson Å, Fänge R. Cholesterol and free fatty acids (FFA) in the blood of marine fish. Comp Biochem Physiol -- Part B Biochem. 1977;57(3):191-6.
64. Maita M, Aoki H, Yamagata Y, Satoh S, Okamoto N, Watanabe T. Plasma Biochemistry and Disease Resistance in Yellowtail Fed a Non-Fish Meal Diet. Fish Pathol. 1998;33(2):59-63.
65. Maita M, Maekawa J, Satoh KI, Futami K, Satoh S. Disease resistance and hypocholesterolemia in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed a non-fishmeal diet. Fish Sci. 2006;72(3):513-9.
66. Wedemeyer GA, McLeay D. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. G.A. Wedemeyer DM, editor. Academic Press; 1981.
67. Cunningham JG, Klein BG. Fisiología Veterinaria. 4a ed. España: Elsevier; 2009.
68. Fernandez J, Candenias M, Souto M, Trujillo M, Norte M. Okadaic Acid, Useful Tool for Studying Cellular Processes. Curr Med Chem [Internet]. el 1 de enero de 2002;9(2):229-62. Disponible en: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=0929-8673&volume=9&issue=2&spage=229>
69. Clauss TM, Dove ADM, Arnold JE. Hematologic Disorders of Fish. Vet Clin North Am Exot Anim Pract [Internet]. septiembre de 2008;11(3):445-62. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1094919408000212>
70. Hlavová V. Reference values of the haematological indices in grayling (*Thymallus thymallus linnaeus*). Comp Biochem Physiol -- Part A Physiol. 1993;105(3):525-32.
71. Núñez-Ochoa L, Bouda J. Patología clínica veterinaria. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2007.
72. Trejo-Escamilla I, Galaviz MA, Flores-Ibarra M, Álvarez González CA, López LM. Replacement of fishmeal by soya protein concentrate in the diets of *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890) juveniles: effect on the growth performance, invitro digestibility, digestive enzymes and the haematological and biochemistry parameters. Aquac Res. 2017;48(8):4038-57.
73. Falaye AE, Emikpe BO, Ogundipe ET, Oyebanji VO. Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus Plantarum* on survival, hematological profile and histopathology of selected organs of *Clarias gariepinus fingerlings*. Comp Clin Path [Internet]. 2017;26(1):61-9. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00580-016-2346-6>
74. Campbell TW. Hematology of fish. En: DB T, editor. Veterinary hematology and clinical chemistry. 2a ed. Baltimore; 2004. p. 277.
75. Ainsworth AJ. Fish granulocytes: Morphology, distribution, and function. Annu Rev Fish Dis [Internet]. enero de 1992;2:123-48. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/095980309290060B>
76. Atencio-García V, Genes López F, en Acuicultura P, Madariaga Mendoza D, Pardo Carrasco S. Hematology and Blood Chemistry of Juveniles Rubio (*Salminus affinis* Pisces: Characidae) Captured in the River Sinú. Acta biol Colomb. 2007;12:27-40.
77. Hörmannspurger G, Haller D. Molecular crosstalk of probiotic bacteria with the intestinal immune system: Clinical relevance in the context of inflammatory bowel disease. Int J Med Microbiol. 2010;300(1):63-73.
78. Austin B. The Bacterial Microflora of Fish, Revised. Sci World J [Internet]. 2006;6:931-45. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2006/325830/abs/>
79. Johansson ME V, Sjövall H, Hansson GC. The gastrointestinal mucus system in health and disease. Nat Rev Gastroenterol & Hepatol [Internet]. el 12 de marzo de 2013;10:352. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2013.35>
80. Van der Marel M, Pröpsting MJ, Battermann F, Jung-Schroers V, Hübner A, Rombout JHWM, et al. Differences between intestinal segments and soybean meal-induced changes in intestinal mucus composition of common carp *Cyprinus carpio* L. Aquac Nutr. 2014;20(1):12-24.
81. Pullan RD, Thomas GA,

- Rhodes M, Newcombe RG, Williams GT, Allen A, et al. Thickness of adherent mucus gel on colonic mucosa in humans and its relevance to colitis. Gut [Internet]. el 1 de marzo de 1994;35(3):353 LP-359. Disponible en: <http://gut.bmj.com/content/35/3/353.abstract>
82. Bosi G, Shinn AP, Giari L, Simoni E, Pironi F, Dezfali BS. Changes in the neuromodulators of the diffuse endocrine system of the alimentary canal of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), naturally infected with *Eubothrium crassum* (Cestoda). J Fish Dis. 2005;28(12):703–11.
83. Van Der Marel M, Schroers V, Neuhaus H, Steinhagen D. Chemotaxis towards, adhesion to, and growth in carp gut mucus of two *Aeromonas hydrophila* strains with different pathogenicity for common carp, *Cyprinus carpio* L. J Fish Dis. 2008;31(5):321–30.
84. Zhang J, Yang R, Yang X, Fan Q, Wei K, Wang W. Ontogeny of the digestive tract in mud loach *Misgurnus anguillicaudatus* larvae. Aquac Res. 2016;47(4):1180–90.
85. Bansemer MS, Forder REA, Howarth GS, Suitor GM, Bowyer J, Stone DAJ. The effect of dietary soybean meal and soy protein concentrate on the intestinal mucus layer and development of subacute enteritis in Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) at suboptimal water temperature. Aquac Nutr. 2015;21(3):300–10.
86. Hamlin HJ, Von Herbing IH, Kling LJ. Histological and morphological evaluations of the digestive tract and associated organs of haddock throughout post-hatching ontogeny. J Fish Biol. 2000;57(3):716–32.
87. Marchetti L, Capacchietti M, Sabbieti MG, Accili D, Materazzi G, Menghi G. Histology and carbohydrate histochemistry of the alimentary canal in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. J Fish Biol. 2006;68(6):1808–21.
88. Urán PA, Schrama JW, Rombout JHWM, Taverne-Thiele JJ, Obach A, Koppe W, et al. Time-related changes of the intestinal morphology of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., at two different soybean meal inclusion levels. J Fish Dis. 2009;32(9):733–44.
89. Chen Y, Zhu X, Yang Y, Han D, Jin J, Xie S. Effect of dietary chitosan on growth performance, haematology, immune response, intestine morphology, intestine microbiota and disease resistance in gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquac Nutr. 2014;20(5):532–46.
90. Yan, J., Guo, C., Dawood, M.A.O., Gao J. Effects of dietary chitosan on growth, lipid metabolism, immune response and antioxidant-related gene expression in *Misgurnus anguillicaudatus*. Benef Microbes. 2017;8(3):439–49.
91. Reifel CW, Travill AA. Structure and carbohydrate histochemistry of the intestine in ten teleostean species. J Morphol [Internet]. 1979;162(3):343–59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/jmor.1051620305>
92. Theilacker GH, Watanabe Y. Midgut Cell Height Defines Nutritional Status of Laboratory Raised Larval Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull. 1989;87:457–69.
93. Chen BN, Qin JG, Carragher JF, Clarke SM, Kumar MS, Hutchinson WG. Deleterious effects of food restrictions in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* during early development. Aquaculture. 2007;271(1–4):326–35.
94. Merrifield DL, Dimitroglou A, Bradley G, Baker RTM, Davies SJ. Soybean meal alters autochthonous microbial populations, microvilli morphology and compromises intestinal enterocyte integrity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J Fish Dis. 2009;32(9):755–66.
95. van den Ingh TSGAM, Krogdahl Å, Olli JJ, Hendriks HGCJM, Koninkx JGJF. Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon (*Salmo salar*): a morphological study. Aquaculture. 1991;94(4):297–305.
96. Sheppard M. A Photographic Guide to Diseases of Yellowtail (*Seriola*) Fish. Nanaimo, British Columbia, Canada: Quadra Printers Ltd; 2004.
97. Gallardo MÁ, Sala-Rabanal M, Ibarz A, Padrós F, Blasco J, Fernández-Borràs J, et al. Functional alterations associated with “winter syndrome” in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 2003;223(1):15–27.
98. Sala-Rabanal M, Sanchez J, Ibarz A, Fernandez-Borràs J, Blasco J, Gallardo MA. Effects of low temperatures and fasting on hematology and plasma composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Fish Physiol Biochem. 2003;29(2):105–15.
99. Bowyer JN, Qin JG, Adams LR, Thomson MJS, Stone DAJ. The response of digestive enzyme activities and gut histology in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) to dietary fish oil substitution at different temperatures. Aquaculture [Internet]. 2012;368–369:19–28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.09.012>
100. Van Apeldoorn ME. Diarrhoeic shellfish poisoning. RIVM/CSR Report. Agosto; 1998.
101. Núñez-Vázquez EJ, Cordero-Tapia A, Ochoa JL, Bustillos J. Histopatología por exposición aguda a las biotoxinas marinas de importancia en la salud pública en México. En: Congreso Nacional de Patología Veterinaria. Veracruz; 2008.
102. Valdíglesias V, Prego-Faraldo MV, Paşaro E, Meñdez J, Laffon B. Okadaic Acid: More than a diarrhetic toxin. Mar Drugs. 2013;11(11):4328–49.
103. Mello H de., Moraes JRE, Garcia-Niza I, de Moraes FR, Ozório ROA, Tie Shimada M, et al. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. Pesq Vet Bras [Internet]. 2013;33(6):724–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600006>.
104. Spisni E, Tugnoli M, Ponticelli A, Mordenti T, Tomasi V. Hepatic steatosis in artificially fed marine teleosts. J Fish Dis. 1998;21(3):177–84.
105. Caballero MJ, Socorro J, Roo FJ, Izquierdo MS, Fernandez AJ. Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 1999;179:277–90.
106. Rodríguez-Barreto D, Jerez S, Cejas JR, Martín M V., Acosta NG, Bolaños A, et al. Comparative study of lipid and fatty acid composition in different tissues of wild and cultured female broodstock of greater amberjack (*Seriola dumerili*). Aquaculture. 2012;360–361:1–9.
107. Hu L, Yun B, Xue M, Wang J, Wu X, Zheng Y, et al. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture. 2013;372–375:52–61.
108. Siwicki AK, Anderson DP, Rumsey GL. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. Vet Immunol Immunopathol. 1994;41(1–2):125–39.
109. Serrano E, Storebakken T, Borquez A, Penn M, Shearer KD, Dantagnan P, et al. Histology and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to increasing dietary concentration of sparteine, a common alkaloid in lupins. Aquac Nutr. 2012;18(3):313–20.



Esta parte es solo para la engorda del producto y almacenamiento de ostión terminado en inventario, se conoce como bicentinas, requiere de bolsa más fuerte para que funcione mejor. Aquí el fundador y líder de la empresa Nautilus Sr. Vicente Guerrero Herrera (epd)

Establece Agricultura los volúmenes de captura de pelágicos menores en el océano Pacífico y Golfo de California

La pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México es una actividad de gran importancia económica y social para el país, la cual ha llegado a contribuir entre el 35 por ciento y hasta el 50 por ciento de las capturas totales del país.

- En la temporada que inicia se establecen la pesca de sardina monterrey de la costa occidental de la península de Baja California: 140 mil 975 toneladas; crinuda del sur del Golfo de California: 71 mil 313 toneladas; monterrey del Golfo de California: 209 mil toneladas; crinuda del centro-norte del Golfo de California: 349 mil 600 toneladas; macarela del Golfo de California: 66 mil 986 toneladas; anchoveta del Golfo de California: 164 mil 890 toneladas, y bocona del centro-norte del Golfo de California: 197 mil 608 toneladas.
- La vigilancia del cumplimiento del Acuerdo, publicado este día en el Diario Oficial de la Federación (DOF), estará a cargo de la Secretaría de Agricultura, por conducto de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca), y de la Secretaría de Marina, en el ámbito de sus respectivas competencias.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural dio a conocer hoy los volúmenes de captura permisibles para la pesquería de pelágicos menores en el océano Pacífico y Golfo de California como parte de la temporada de pesca 2021.

Con la publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la dependencia federal, a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca), con base en la opinión técnica del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (Inapesca) número RJL/INAPESCA/DIPP/1042/2021, del 20 de septiembre del 2021, establecen los siguientes volúmenes de captura permisibles y sostenibles para la pesquería de pelágicos menores, por población.

En el DOF se precisa que las personas que incumplan o contravengan el Acuerdo se harán acreedoras a las

sanciones que para el caso establece la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y demás disposiciones legales aplicables.

Establece también que la vigilancia del cumplimiento de este Acuerdo, estará a cargo de la Secretaría, por conducto de la Conapesca, y de la Secretaría de Marina, en el ámbito de sus respectivas competencias.

La Secretaría de Agricultura destacó que la pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México es una actividad de gran importancia económica y social para el país, la cual ha llegado a contribuir con el 35 por ciento y hasta el 50 por ciento de las capturas totales del país.

Abundó que los empleos directos que genera esta pesquería se estima en alrededor de cinco mil, en tanto que los indirectos se ubican entre 20 mil y 25 mil.

Precisó que el aprovechamiento de pelágicos menores en la región está sustentado en ocho especies: sardina monterrey (*Sardinops sagax*), sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*), macarela (*Scomber japonicus*), sardina japonesa (*Etremeus teres*), anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), sardina piña (*Oligoplites spp*) y charrito (*Trachurus symmetricus*).

Las poblaciones de sardina monterrey, sardina crinuda, anchoveta norteña, macarela y bocona para el océano Pacífico y Golfo de California en la temporada 2020-2021 se han mantenido en niveles de aprovechamiento sostenibles, y se encuentran en una condición saludable y la mortalidad de pesca ha estado por debajo del máximo recomendado, apuntó.

Fuente: Conapesca



Foto: Conapesca

Participa Canainpesca en 7° Encuentro Internacional de ALPESCAS, en Brasil

El Presidente de la Cámara Nacional de las Industrias Pesquera y Acuicola, (CANAINPESCA) Humberto Becerra Batista participará en el 7° Encuentro Ordinario de la Alianza Latinoamericana de Pesca Sostenible (ALPESCAS) que tendrá lugar los días 2 y 3 de diciembre, en la ciudad de Fortaleza, en Brasil. Lo hará también en su carácter de Primer Vicepresidente de esa organización que agrupa a diez países de América Latina.

El encuentro será encabezado por el presidente de ALPESCAS, Osziel Velásquez Hernández, quien a su vez es presidente de la federación gremial denominada Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA), de Chile. Tendrá lugar en formato híbrido (presencial y virtual), y estarán presentes líderes del sector pesquero de Brasil, El Salvador y Ecuador, además de Chile y México entre otros que estarían por confirmar su asistencia. En forma virtual, por videoconferencia, estarán participando Perú, Colombia, Argentina, Costa Rica y Uruguay, así como Panamá, de reciente incorporación, sumando más países a esta alianza que está reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Tanto los participantes presenciales como los que asisten por videoconferencia presentarán sus presentaciones sobre la problemática y realidad actual de

sus respectivas regiones, en un evento que incluirá diálogos e interacción de representantes de los países miembros, además de representantes de Europa y otras naciones, con la participación del presidente de Europêche, que es el cuerpo representativo de los pescadores de la Unión Europea, que agrupa a alrededor de 45 mil barcos y 80 mil pecadores tanto de pesca artesanal como de gran escala, dirigido por Javier Garat, recientemente reelegido de forma unánime para su séptimo mandato en la presidencia de la Coalición Internacional de Asociaciones Pesqueras - ICFA.

ALPESCAS es una alianza estratégica entre entidades representantes de países latinoamericanos, en torno a temas relacionados con la Pesca y Acuicultura Sostenible. Brasil está representado por CONEPE, que tiene entre sus miembros la Unión de Industrias Frías y Pesqueras del Estado de Ceará (Sindifrio), en representación de las Industrias Pesquera y Fría, asociada a la Federación de Industrias del Estado de Ceará (FIEC) y la Sindipesca CE-PI, que representa a los armadores o propietarios de embarcaciones pesqueras.

El evento tendrá un primer día abierto al público y contará con la presencia de la Secretaría de Acuicultura y Pesca del Ministerio de Agricultura - MAPA, la autoridad pesquera brasileña y altos representantes del Gobierno del Estado.

Se trata de un evento técnico / sectorial, con cobertura regional alineado con el enfoque de Sostenibilidad, sobre la importancia de la actividad pesquera a nivel global, sobre la generación de empleo, ingresos, sobre la seguridad alimentaria y su inserción en la Economía del Mar. Implicaciones de Gestión Espacio Marino, en Tecnologías de Monitoreo y generación de datos ambientales, sociales y económicos, desarrollo y aplicación de tecnologías y materiales con menor impacto ambiental, adopción de principios de reciclaje y economía circular.

Se espera que a partir de compromisos que se suscriban en Fortaleza, quedará legalmente constituida ALPESCAS, y como tal exigirá una voz en los foros internacionales y una participación más formal y estatutaria. Mandato para la toma de decisiones que afecten directa o indirectamente al sector pesquero, siempre basado en la ciencia, los derechos y la diplomacia.

La CANAINPESCA, es la organización más importante de industriales pesqueros y acuícolas de México, constituida hace más de 70 años; cuenta con 350 empresas afiliadas y el 50% de la flota mayor del país, generando aproximadamente el 60% de la producción pesquera y acuícola.

Fuente: Canainpesca

Foto: Canainpesca

1

Los maravillosos corales, constructores de arrecifes

1. Corales y alienígenas

Cuando tenemos la fortuna de sumergirnos en aguas tropicales con fondos rocosos es probable que veamos una gran cantidad de organismos que nadan y otros que están sujetos al fondo, entre estos últimos algunos parecen plantas de un jardín. Pero no son plantas, sino corales, unos animales que son capaces de construir estructuras submarinas gigantes: los arrecifes. Un arrecife de coral es una estructura sumergida que puede elevarse casi hasta la superficie marina y que está constituida de material calcáreo (literalmente, que tiene cal) proveniente de los mismos corales, pero también de algas marinas y otros organismos³. Estos organismos toman la materia prima del agua y por medio de una serie de reacciones químicas depositan carbonato de calcio que les sirve como esqueleto.

Los corales denominados duros o hermatípicos son clave en el proceso de construcción, de ahí que el ecosistema lleve el nombre de arrecife de coral. Pero la formación del arrecife no sería estable sin la acción cementante de algas coralinas que evitan que la estructura se colapse¹. Podríamos decir que los esqueletos

Elaborado por: Jordán-Garza1 A.G.; Cuervo-González1 R., Salas-Pérez1 J.J., Rodríguez-Villalobos2 y J.C., Rojas3 A.





Figura 1: Imagen de satélite que muestra parte de la Barrera Arrecifal Australiana. Foto de SeaWiFS Project, NASA/Goddard Space Flight Center (imagen libre para uso educativo). <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>.

de coral son los bloques o ladrillos y las algas coralinas el cemento que los mantiene pegados. Estos pueden alcanzar tamaños increíbles, por ejemplo, el arrecife de la Gran Barrera en Australia es la única construcción, no humana, que puede vislumbrarse desde el espacio (Figura 1).

Imaginemos unos extraterrestres acercándose a la Tierra desde la profundidad del espacio exterior, los telescopios de sus naves buscando a los habitantes más conspicuos (aquellos que son visibles o sobresalientes) del planeta azul. Sus instrumentos descubren entonces la barrera de coral y miden que en ella hay una gran diversidad de especies viviendo e interactuando entre ellas. Se dan cuenta que la estructura no podría existir sin los corales constructores, por lo que, ¡deciden contactarlos! Es una broma claro, los corales no podrían ser los embajadores intergalácticos de la

Tierra, pero ellos y los arrecifes que forman son muy importantes para el planeta y en particular para México pues tenemos arrecifes en las costas del golfo de México, el Caribe y el Pacífico⁵.

2. Bienes y servicios de los arrecifes

A pesar de cubrir solamente entre un 0.1 y 0.5 % del suelo marino¹⁰, los arrecifes son uno de los ecosistemas más diversos. Más de 100 países poseen costas con arrecifes por lo que, en el mundo, mucha gente depende de los bienes y servicios que se derivan de ellos. Por ejemplo, los arrecifes forman una barrera que protege a la costa de la erosión y del efecto de tormentas y huracanes. Hay familias que comen casi exclusivamente de la pesca arrecifal, una parte importante de la industria turística debe su atractivo a las bellas playas y zonas de recreo asociadas a los arrecifes, y hasta los científicos que los estudiamos vivimos de ellos. Se

ha estimado que 1 km² de arrecife puede sostener a 300 personas o más, como fuente principal de proteínas⁸.

3. ¿Qué es un coral?

En la Grecia antigua, Aristóteles los consideraba “zoofitas”, tanto animales como plantas, y además los consideraba como seres “sin sangre”. Pero los corales son cnidarios, parientes muy cercanos de las anémonas y de las medusas. De hecho, la unidad básica del coral, conocida como pólipo, es muy parecida a una anémona pequeñita. Un pólipo de coral es básicamente un pequeño saco, con tres capas de tejido, que tiene en su parte oral, una corona de tentáculos urticantes (producen cierta comezón al contacto).

Los pólipos por lo general no viven solos, sino que forman colonias de cientos a miles de ellos creciendo en distintas y caprichosas formas⁹. La forma de crecimiento ramificada de algunos corales asemeja una planta y esto engañó el ojo de los primeros naturalistas. Por ejemplo, el Conde Luigi Ferdinando Marsili⁷, soldado y naturalista italiano del siglo XVII describía a los corales como plantas y a sus pólipos como sus flores. Pasaron veinte años después de que el Conde Marsili publicara estas ideas, para que Jean André Peyssonnel, médico y naturalista francés, trabajando en el mar Mediterráneo, se diera cuenta que, a

diferencia de las flores que aparecen durante cierta época, los pólipos de los corales siempre estaban ahí, se movían y tenían una boca.

Además, al morir los corales despiden el olor característico de la descomposición de un animal. Por fin, en 1726, escribe un artículo dónde describe a los corales como animales. Su idea no es bien recibida hasta que John Ellis, naturalista irlandés confirma estas observaciones y convence a los naturalistas de la época, alrededor del año de 1753.

En los años 40's, John Wells, biólogo y paleontólogo norteamericano se dedicó a describir en detalle la taxonomía de los corales lo que permitió tener una terminología clara y sin ambigüedades para describir la biología de estos animales, incluyendo sus ciclos de vida. Ahora sabemos que cada pólipo de la colonia coralina es capaz de todas las funciones básicas de cualquier animal independiente (crecer, alimentarse y reproducirse). Pero al mismo tiempo, todos los pólipos de un coral viven coordinados en lo que se conoce como forma de vida modular. Otro ejemplo de organismos modulares son las plantas (Figura 2). Cuando un módulo de un organismo modular se separa de su colonia madre es capaz de seguir creciendo y formar una nueva colonia.

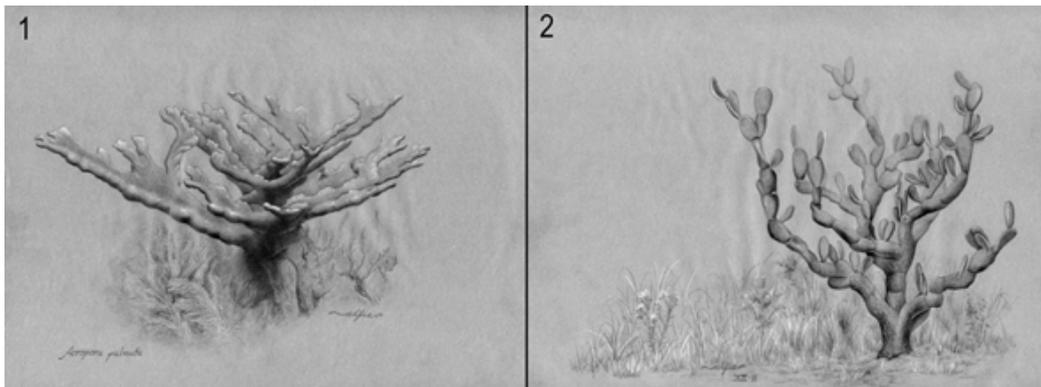


Figura 2: El coral *Acropora palmata* (1) y la planta del nopal (genero *Opuntia*) (2), ambos son organismos modulares, ¿les encuentran parecido? Ilustración por Alifíe Rojas.

Igual que si arrancamos una penca de nopal, la plantamos y de este pedazo obtenemos una nueva planta.

Siendo organismos sésiles (es decir que viven fijos en el substrato), los corales no tienen muchas oportunidades para el romance. En vez de cortejarse, lo que hacen es liberar sus gametos sexuales (huevos y esperma) en el agua. Algunas especies de coral tienen colonias macho y hembra, otros son hermafroditas (es decir que una misma colonia es hembra y macho). En algunas especies la colonia hembra es fecundada por los gametos macho que llegan por el agua, en otras, ambos gametos, macho y hembra, se fecundan en la superficie del agua. El resultado final es una larva que tendrá que sobrevivir un tiempo flotando en el mar. Si

tiene suerte encontrará un lugar adecuado en el fondo para fijarse y transformarse en un pólipo que dará lugar a una nueva colonia (Figura 3).

3. Simbiosis

La mayoría de los corales formadores de arrecifes tienen dentro de sus pólipos pequeñas algas microscópicas viviendo en una simbiosis mutualista (relación entre especies distintas en la que ambas salen beneficiadas). Estas algas fueron observadas por primera vez por Andreas Heinrich Karl Brandt, biólogo marino alemán, en 1881 y las llamó *Zooxanthella* nutricula. Ahora, su nombre ha cambiado siendo su nuevo género *Symbiodinium*, pero muchos aún las llamamos zooxantelas². Estas zooxantelas hacen fotosíntesis. ¡Igual que una planta! Lo que nos hace pensar que aquellos primeros naturalistas no estaban

tan errados después de todo. Pero los corales formadores de arrecifes son aún más extraños, sus esqueletos externos, crecen como lo haría un cristal: depositándose el carbonato de calcio en la base de los pólipos. Las pequeñas algas de las que hablábamos aceleran la deposición del mineral de calcio. Así el coral se ve beneficiado

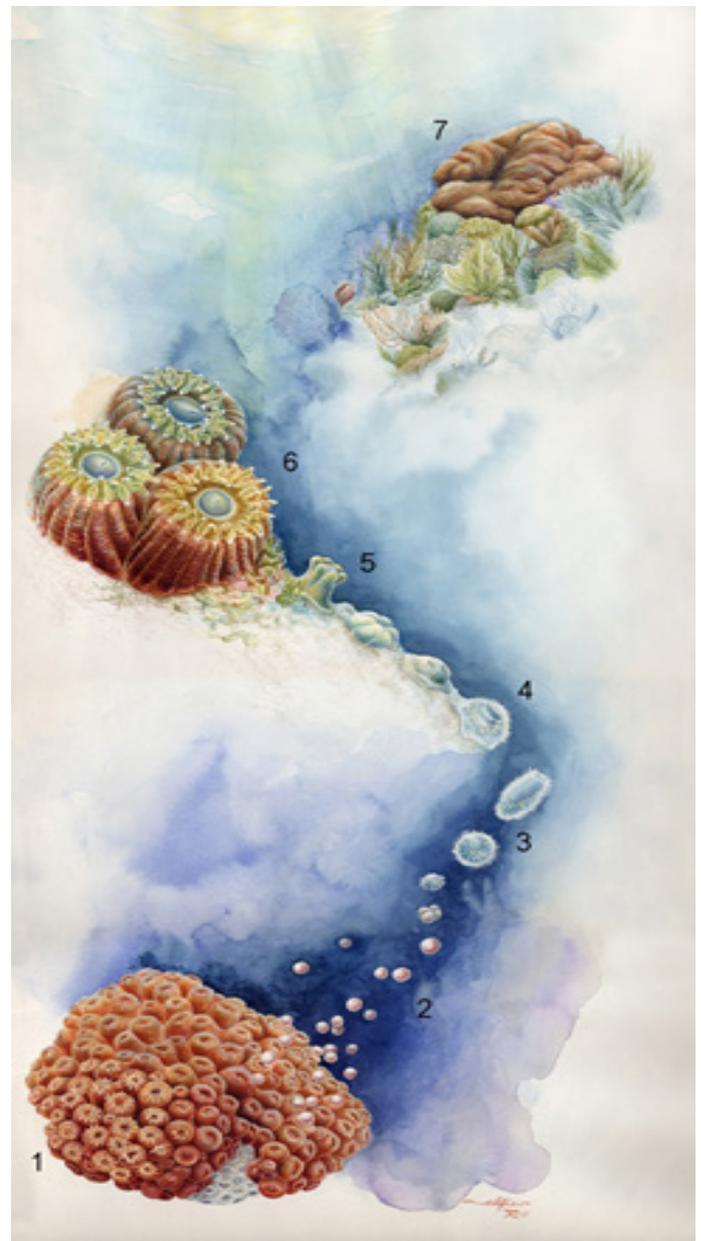


Figura 3. Ciclo de vida generalizado de un coral. Existen especies hermafroditas (los dos sexos en una sola colonia de coral) y también especies gonocóricas (colonias de coral de sexos distintos). Una colonia adulta (1) libera paquetes de gametos (2) que se fecundan y forman una larva planctónica (3); algunas especies tienen fecundación interna y liberan las larvas directamente. La larva puede pasar algún tiempo en el plancton antes de fijarse en un substrato duro a algunos metros o varios kilómetros de su origen (4). Una vez asentada y si las condiciones son propicias, la larva empezará un proceso de metamorfosis convirtiéndose en el primer pólipo (5). Este pólipo crece y se divide formando los siguientes pólipos de la colonia (6) que al crecer y madurar recomenzará a su vez el ciclo (7). Ilustración por Alifíe Rojas.





Figura 4. Unos ejemplos de simbiosis en corales. 1. Coral *Montastraea cavernosa* de un color rojo producido por la asociación con cianobacterias. 2. Algas endolíticas (que viven en rocas) verdes (flechas) dentro del esqueleto de un coral. 3. Coral *Mycetophyllia daniana* cuya parte superior presenta una coloración blanca causada por la presencia de protistas simbiotes. Fotos por Adán Guillermo Jordán Garza, excepto imagen 2 por el Dr. Ove Hoegh-Guldberg y usada con su permiso.

por la simbiosis con estas algas, y a cambio ellas consiguen un lugar seguro donde vivir y un ambiente adecuado para realizar fotosíntesis, pues el blanco esqueleto coralino es un gran dispersor de los rayos solares. Los pólipos de los corales producen un mucus denso y rico en dónde vive toda una comunidad de bacterias y otros microorganismos, en una segunda relación simbiótica. Estas bacterias se alimentan de los ricos azúcares del mucus y a su vez mantienen en jaque a microorganismos

potencialmente patógenos. Existen todavía más relaciones simbióticas que han sido poco estudiadas^{4,6} (Figura 4). Por razón de todas estas relaciones simbióticas a veces nos referimos de los corales como holobiontes, queriendo resaltar el hecho de que el coral es más que la suma de sus partes.

Referencias

1. Bjork, M., Mohammed, S. M., Bjorklund, M., Semesi, A., 1995. Coralline algae, important coral-reef builders threatened by pollution. *Ambio* 24: 502-505.
2. Blank, R. J., Trench, R. K. 1986. Nomenclature of

- endosymbiotic dinoflagellates. *Taxon* 35: 286-294.
3. Coates, A. G., Jackson, J. B. 1987. Clonal growth, algal symbiosis, and reef formation by corals. *Paleobiology*: 363-378.
4. Hester, E. R., Barott, K. L., Nulton, J., Vermeij, M. J., & Rohwer, F. L. 2016. Stable and sporadic symbiotic communities of coral and algal holobionts. *The ISME journal* 10: 1157-1169.
5. Lara-Lara, J.R., Arreola-Lizárraga, J.A., Calderón-Aguilera, L.E., Camacho-Ibar, V.F., De la Lanza-Espino, G., Escofet-Giansone, A., Espejel-Carbajal, M.I., Guzmán-Arroyo, M., Ladah, L.B., López-Hernández, M. and Meling-López, E.A. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. *Capital natural de México* 1: 109-134.
6. Lesser, M. P., Mazel, C. H., Gorbunov, M. Y., Falkowski, P. G. 2004. Discovery of symbiotic

- nitrogen-fixing cyanobacteria in corals. *Science* 305: 997-1000.
7. McConnell, A. 1990. *The Flowers of Coral-Some Unpublished Conflicts from Montpellier and Paris During the Early 18th Century. History and Philosophy of the Life Sciences*: 51-66.
8. Moberg, F., Folke, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological economics* 29: 215-233.
9. Redacción BBC Mundo (2009). Arrecifes de coral: en grave peligro. http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7776000/7776251.stm
10. Spalding, M.D., Grenfell, A.M. 1997. New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral Reefs* 16: 225-230.

Autores

Adán Guillermo Jordán Garza
Cel: 7831469318
ajordan@uv.mx
Carretera Tuxpan-Tampico s/n
Colonia Universitaria CP 92895.
Tuxpan, Veracruz.

Especialista en ecología de corales escleractinios. Se ha especializado en el efecto de las enfermedades de coral en las colonias, poblaciones y comunidades coralinas del Atlántico. Actualmente es investigador en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana en Tuxpan, Veracruz. SNI 1 y perfil deseable.

Rodrigo Cuervo González
Doctor en Ciencias Bioquímicas, IBT, UNAM.

Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Tuxpan Ver.
Laboratorio de Evolución y Embriología
rodcuervo@uv.mx

He trabajado con diversas técnicas histológicas y de cultivo in vitro, manejo de animales de laboratorio como ratones, peces y anfibios, técnicas de biología molecular y celular como extracción y manipulación de material genético, centrifugación, tinciones de estructuras celulares y manejo de microscopio confocal.

José de Jesús Salas Pérez
jsalasp39@yahoo.es
Licenciado en Oceanología por la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas

Maestría en Oceanografía física por el CICESE
Doctorado en Ciencias del Mar por la Universidad Politécnica de Catalunya

Profesor de Tiempo Completo "C" Universidad Veracruzana (a partir de 2004)
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1999 (SIN 1) y Perfil Deseable (SEP).

Jenny Carolina Rodríguez Villalobos
52 646 1443227
jennica13@hotmail.com
Calle Héroes de Independencia No. 2440, C.P. 23000, La Paz, BCS

Jenny Carolina Rodríguez-Villalobos es especialista en patología de corales y otros organismos arrecifales. Actualmente es profesor

de Asignatura de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, donde imparte asignaturas relacionadas con la Ecología de Arrecifes coralinos en nivel licenciatura y posgrado. Fue becaria CONACyT durante sus estudios de maestría y doctorado en CICESE (CVU 339868) y es SNI 1.

Alifé Rojas (Ilustraciones).
Telefono: (415) 109-90-41
alyfyb@yahoo.com.mx
Ilustradora mexicana de formación autodidacta; se ha asesorado con diversos instructores en México y en el Jardín Botánico de Denver, y ha participado en proyectos de botánica, entomología, zoología, entre otros. Cuenta con varias publicaciones y exposiciones colectivas e individuales. Las técnicas que maneja son el grafito, tinta china y acuarela.

Presenta México a Estados Unidos plan de acciones preventivas en la pesca ribereña

El comisionado nacional de Acuacultura y Pesca, Octavio Almada Palafox, destacó que existe el compromiso del Gobierno de México de trabajar coordinadamente al interior y exterior para fortalecer y promover la sustentabilidad de las pesquerías.

- El Gobierno de Estados Unidos y el director en funciones de la Oficina de Conservación del Mar del Departamento de Estado, David Hogan, destacó la disposición y compromiso de México en la conformación del Plan de Acciones y lo consideró como un trabajo que muestra la nueva visión en la atención de estos temas.

Autoridades de México y Estados Unidos sostuvieron una reunión bilateral en Washington, DC, para presentar el “Plan de acciones de concientización sobre la interacción de tortugas marinas con artes de pesca empleadas en embarcaciones menores”, con el objetivo preventivo de garantizar su cuidado y protección, así como seguir fomentando la sustentabilidad en las pesquerías y mantener la apertura del mercado destino.

En el encuentro, la delegación mexicana fue encabezada por el embajador de México en Estados Unidos, Esteban Moctezuma Barragán, en compañía del titular de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca), Octavio Almada Palafox, y el director general del Instituto

Nacional de Pesca y Acuacultura (Inapesca), Pablo Arenas Fuentes.

Por el Gobierno de Estados Unidos intervinieron el director en funciones de la Oficina de Conservación del Mar del Departamento de Estado, David Hogan, y funcionarios del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS, por sus siglas en inglés).

El Gobierno de México expresó que este documento forma parte de una estrategia preventiva integral para respaldar las acciones implementadas por el sector ribereño o artesanal de camarón, que tiene un gran impacto económico y social para el bienestar de más de 20 mil pescadores mexicanos y sus familias y para más de 87 mil personas que dependen de esta actividad.

El pasado 12 de agosto del presente año, en reunión realizada en la Embajada de México en Estados Unidos, en la que participaron autoridades de la Secretaría de Relaciones Exteriores y estuvo presente el secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos Arámbula, se acordó un proceso expedito para recuperar la certificación del camarón mexicano y se tocó el tema de la pesca ribereña de camarón.

El Gobierno de México, a través del titular de Agricultura, Víctor Villalobos, reconoció los avances de esta reunión, los cuales se han llevado a cabo mediante una comunicación permanente

y que han contribuido a que la Conapesca impulse la actividad productiva, de manera sustentable e incluyente, con nueva política de acciones preventivas.

El embajador Esteban Moctezuma destacó el trabajo y liderazgo de la Conapesca y su titular para recuperar la certificación de camarón con el compromiso, no sólo en las exportaciones, sino también en mejorar el bienestar de miles de familias que dependen de esta actividad, mediante un trabajo coordinado.

Por su parte, David Hogan dio la bienvenida a esta cooperación, además del proceso de visitas extenso. Reconoció que ambos países tienen los mismos objetivos, lo cual es consistente con los compromisos en el marco de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT).

Asimismo, destacó que México es un ejemplo de compromiso e involucramiento a largo plazo en este tema. Agradeció el apoyo del Gobierno de México en la pasada visita, así como la disposición y cooperación para la que tendrá lugar en febrero de 2022. Además, reconoció el involucramiento de todos, industria y gobierno, que va más allá de la visita de verificación y también comprende los esfuerzos por la recuperación de las tortugas marinas.

El comisionado Almada Palafox precisó que la Conapesca actualmente trabaja en el cómo sí aplicar acciones preventivas



que contribuyan sustantivamente en el sector y que favorezcan el bienestar de los pescadores ribereños.

Manifestó que este Plan de acciones complementa al “Plan de acciones emergentes implementadas por el Gobierno de México para la conservación de las tortugas marinas”, publicado el 9 de junio de 2021 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y que contiene acciones preventivas y correctivas enfocadas a los Dispositivos Excluidores de Tortugas marinas (DET) utilizados por la flota camaronera de arrastre. La medida garantiza una producción sustentable de camarón mexicano y mantiene

la apertura en mercados internacionales.

Indicó que la protección y conservación de tortugas marinas es un compromiso asumido por ambos países, que son aliados en diversos foros internacionales.

Resaltó la disposición del Gobierno de Estados Unidos y resaltó que las puertas siempre están abiertas para un diálogo permanente para que se transite de la mejor manera y, sobre todo, exista un beneficio social con el cuidado de las tortugas marinas y el medio ambiente.

Destacó que la certificación al camarón mexicano, que nuestro país recuperó el 19 de octubre

de 2021, es una muestra clara de que cuando se trabaja coordinadamente entre el sector productivo pesquero y el gobierno se obtienen rápidos y efectivos resultados en beneficio directo del bienestar de los pescadores y sus familias.

En su intervención, el director general del Inapesca, Pablo Arenas, enfatizó que se cubren dos frentes con una visión global: pesca con embarcaciones mayores y también menores. Esto, dijo, con el fin de que una no certificación no vuelva a suceder, por lo que las acciones preventivas son fundamentales en este propósito.

Fuente: Conapesca



Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica-Tuxpan



Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras

El Doctorado en Ciencias Marinas y Costeras pertenece al Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) del Conacyt. Su objetivo es formar doctores con habilidades para realizar investigación que genere conocimientos básicos y aplicados a partir de estudios del mar y la zona costera.

Duración 8 semestres

Admisión 2022-2026 abre en Febrero 2022. Consulta las bases en: <https://www.uv.mx/pozarica/dcmc>

Coordinador Dr. Adán Guillermo Jordán Garza: ajordan@uv.mx

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Universidad Veracruzana

Km. 7.5 Carretera Tuxpan – Tampico

Col. Universitaria, C.P. 92850

Tuxpan, Veracruz, México

Tel.: (783) 834 8979 y (783) 834 4350



El Centro de Estudios Tecnológicos del Mar 42 y sus Desarrollos Tecnológicos e Innovaciones Incrementales, todo un logro para la Región Rural de San Quintín.

Elaborado por: Pacheco-Ruiz, Isaí, Escobar-Pérez, Lenin, Geraldo-Aguilar, Ezequiel

El CETMAR 42 aparece ante la comunidad Sanquintinense a finales del invierno de 2015, con poca infraestructura, pero con un gran deseo de dejar huella en la educación media superior, en la región rural de San Quintín. Objetivo, formación de estudiantes con capacidades técnicas, que les permitan integrarse a centros de trabajo como “traje a la medida” en la industria local, iniciativa privada, o cualquier sector social que requiera de sus habilidades y saberes.

La consolidación de acciones de “triple o cuádruple hélice”, donde el gobierno [La Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM; SEP)], la iniciativa privada, la academia-estudiantes de la EMS, y la incorporación de la Sociedad Sanquintinense, definitivamente es la base en esta estrategia de enseñanza.

Cabe destacar, que la mayoría de las actividades prácticas se realizan en instalaciones de las empresas locales relacionadas con las Ciencias del Mar, donde los estudiantes adquieren experiencia, capacitación, haberes técnicos-científicos, pero sobre todo, su participación, contribuyen en la generación de Desarrollos Tecnológicos e Innovaciones incrementales para la región.

Así, se cumple con su espíritu de creación “Generar Tecnológicas Aplicadas a las Ciencias del MAR”. En este sentido, la primera y exitosa experiencia se dirigió hacia el desarrollo de una tecnología innovadora y aplicada a la actividad principal de la zona, el cultivo de ostión en bolsas y líneas largas, desarrollo hecho entre la Iniciativa Privada-Academia-Estudiantes-Gobierno Federal (CONAPESCA).

Su impacto, trascendencia nacional y local, promovió vinculaciones con empresas dedicadas a la comercialización de productos del mar, lo que llevó a la generación de Innovaciones Incrementales. Entre ellas destacan, la machaca y crema de ostión y el “chorizo de pescado”, en realidad, este último producto era una carne no tenía valor en el mercado local, por su sabor desagradable, aunque nutricionalmente es un excelente alimento para consumo humano. Hoy, el “chorizo de pescado” está en

el mercado local y es un éxito de venta por su sabor y valor nutritivo.

Seis años pasaron desde la primera contribución tecnológica, y el CETMAR 42 continúa con este mismo empuje, “Generar Tecnológicas Aplicadas a las Ciencias del MAR”. Por esta razón, hoy se da a conocer que después de cuatro años de arduo trabajo, se tienen los resultados que prueban el desarrollo de una Nueva Tecnología aplicada a una especie que fue diezmada en sus praderas naturales, la Almeja generosa o *Panopea generosa*, especie con distribución en las costas del Pacífico de Baja California. Un desarrollo tecnológico aplicados a zonas como la bahía de San Quintín.

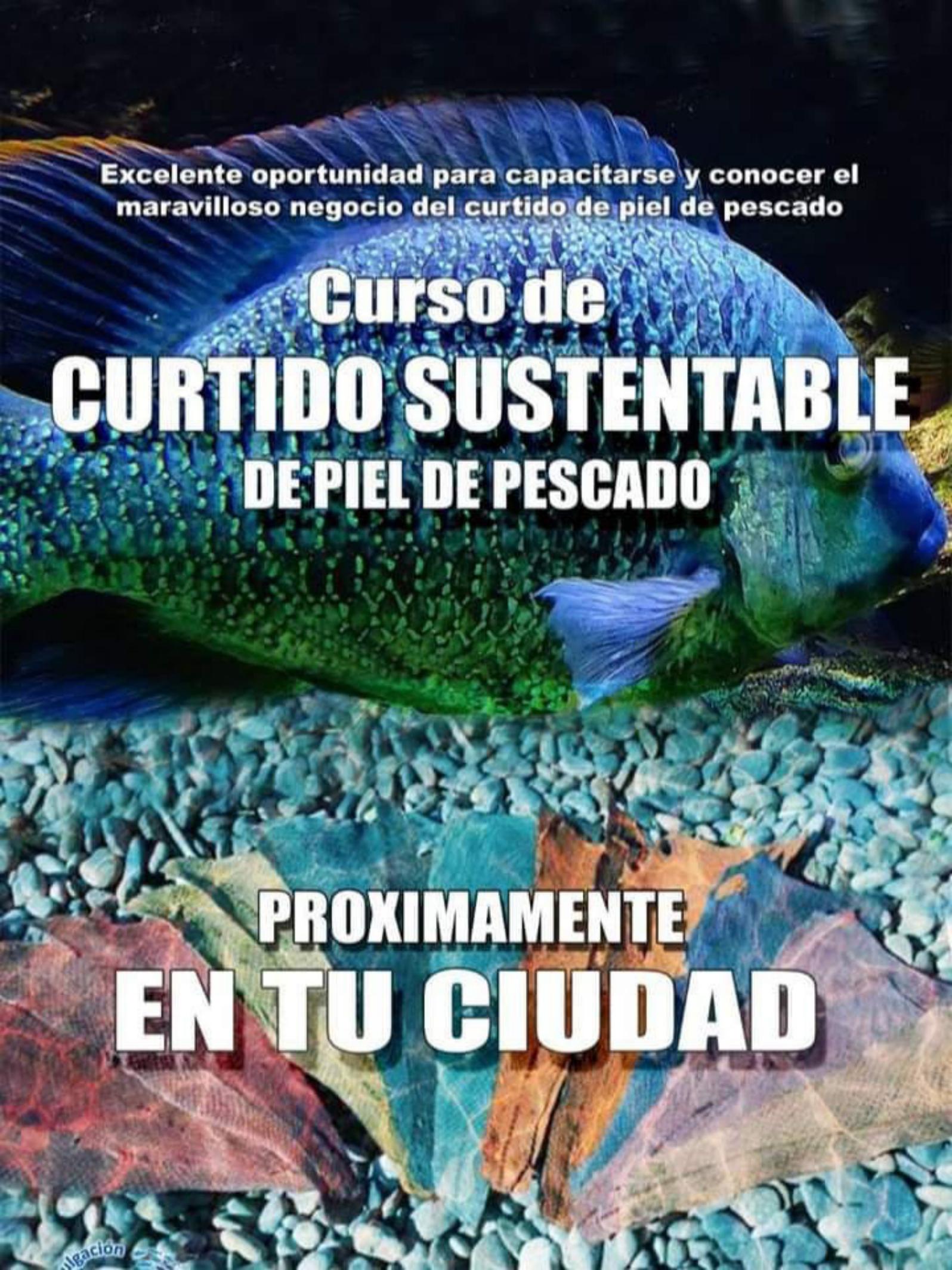
Haciendo una breve relatoría, en noviembre de 2018 inició el proyecto, donde se sembraron semillas en bahía Falsa, en San Quintín, juveniles de Almeja generosa (*P. generosa*) con talla promedio de 7 mm de longitud. Cuatro años más tarde, noviembre de 2021, las almejas alcanzan 55 mm de longitud en promedio. Los resultados satisfactorios evidencian que el arte de cultivo es exitoso, con una supervivencia de acuerdo a lo esperado (30%), para una especie longeva y de muy lento crecimiento. Por lo que esta tecnología está disponible para ser aplicada en la zona.

Breve descripción de este desarrollo tecnológico o reingeniería:

Para el cultivo se utiliza una Cubeta 19 Litros C/tapa Lisa Hdpe de plástico de 36 cm de alto por 20.5 cm de diámetro. La cubeta se prepara quitando su fondo, se sumerge en la arena 26 cm, los restantes 10 cm quedan fuera del sedimento. A la tapadera de la cubeta se le quita el centro de plástico, y el anillo se utiliza para detener la malla que cubre al cultivo de depredadores. La malla es de tipo velaria reforzada, a la que se le hacen perforaciones homogéneas de 5 mm de diámetro con un punzón caliente, para incrementar la circulación de agua en el interior de la cubeta y mantener al cultivo libre de depredadores. Más detalles sobre el desarrollo, densidades de siembra, periodos de monitoreo, mantenimiento del sistema, método de cosecha, etc., se publicarán en un manual dirigido a productores que apliquen la tecnología.

Finalmente se destaca, que a lo largo de esta investigación y desarrollo tecnológico, varios estudiantes de este centro de estudios participaron. Así, que generaron habilidades técnicas relacionadas con el cultivo, académicas que les permitieron hacer presentaciones y ponencias a nivel nacional y generaron artículos de divulgación. Su experiencia los hace candidatos a aplicar estas habilidades adquiridas en alguna empresa local, que esperamos incursione en el cultivo de la almeja *Panopea generosa*. De esta manera el CETMAR 42 de San Quintín, sigue como un baluarte de la acuicultura en esta zona rural.





Excelente oportunidad para capacitarse y conocer el maravilloso negocio del curtido de piel de pescado

**Curso de
CURTIDO SUSTENTABLE
DE PIEL DE PESCADO**

**PROXIMAMENTE
EN TU CIUDAD**

**Excelente oportunidad para capacitarse y
conocer el maravilloso negocio del
cultivo de la tilapia**

**Curso Intensivo
de
Acuacultura
y Cultivo de Tilapia**

**Instalación de Granjas
Alimentación
Reproducción
Reversión Sexual
Sanidad Acuícola
Fuentes de Financiamiento
Anatomía Externa de la
Tilapia**

**Práctica de Sexado
Engorda Crías
Ciclo de Vida de la Tilapia
Mercado de la Tilapia
Biologías de la SP
Infraestructura
Prácticas de Biometrías,
anatomía y sexado**

**Impartido por instructor con gran experiencia y
Con Especialidad en Acuacultura con más de 20 años de Experiencia**

**Informes: Correo: capacitacionacuacultura@gmail.com
Atención: Guillermo Avila movil:5529211291**

**Próximamente en tu
ciudad**