

# ACTA PESQUERA



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

# Universidad Autónoma de Nayarit

## *Directorio*

**Mtro. Jorge Ignacio Peña González**  
*Rector*

**Mtro. José Ángel González Rodríguez**  
*Secretario de Rectoría*

**Lic. Magaly Sánchez Medina**  
*Dirección Editorial*

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

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

---

**ACTA PESQUERA**, Año 6, No. 11, Enero – Junio de 2020. Publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic, Nayarit, México. C. P. 63155. Correo electrónico: actapesquera@gmail.com, Director/ Editor Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra. Número de reserva de derechos al uso exclusivo 04 - 215 - 012609390000 - 102 otorgada por el INDAUTOR. ISSN: 2395-8944. Impresa en el Taller de Artes Gráficas de la UAN. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo” C. P. 63190. Tepic, Nayarit, México.

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

---

## *Acta Pesquera*

### *Comité Editorial*

- Dr. Guillermo Compean. Director del CIAT Comisión Interamericana del atún tropical.  
Dr. Luis Galán Wong. Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Dra. Mariana Fernández Facultad de ciencias de la UNAM  
Dr. Javier de la Garza. CIEES  
Dr. Fabio Germán Cupul Magaña. CUC U de G  
Dr. Libertad Leal Lozano. Facultad de Ciencias Biológicas UANL.  
Dra. Gilda Velásquez Portillo SAGARPA CONAPESCA  
Dra. Guadalupe de la Lanza Espino Instituto de Biología UNAM  
Dra. Teresa Rayno Trujillo Instituto de Geografía de la UNAM  
Dra. Fernando Jiménez Guzmán Facultad de Ciencias Biológicas UANL  
Dr. Mario Oliva S. Universidad de la Habana Cuba  
Dr. Arturo Ruiz Luna. CIAD  
Dr. Adrián Arredondo Álvarez. Secretario de Medio Ambiente del C.E.N. del P.R.I.  
Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus. CUC. U de G.

### *Directorio de la Revista*

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra  
*Director / Editor*

Dr. Javier Marcial de Jesús Ruíz Velazco Arce  
*Subdirector*

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus  
*Coeditor*

Dr. Oscar Iram Zavala Leal  
*Coordinador Científico*

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca  
*Coordinador de Contenido*

M. en C. Aurelio Benítez Valle  
*Editor Ejecutivo*

M. en C. Elsa García de Dios  
*Coordinadora de Edición*

LDI Gabriela Ulloa García  
Lic. Francisco Rafael Martínez nosense  
*Coordinador de Diseño Grafico*

---



Contenido

		Pág.
1	Editorial	0
2	Análisis bibliométrico acerca de la inversiones de capacidad de carga de playa	Emma Lizeth Noriega Garza, Stella Maris Arnaiz Burne 1 – 20
3	El Océano y sus Recurso: Actualización del volumen I	Fabio G. Cupul-Magaña 21 - 29
4	La nueva realidad	María Teresa Morfín Garcinava 30 – 33
5	Primer registro de un macho de la quimera <i>Harriota raleighana</i> ( <i>Chondrichthyes Holocephalic: Rhinochimaeridae</i> ) en el Pacífico Mexicano	Pedro Medina-Rosas y Alma Rosa Raymundo-Huizar 34 – 39
6	Modelos asociados al dorado <i>Coryphaenidae: Coryphaena hippurus</i> L. (GibbsyCollette,1959) en la etapa de comercialización	José Trinidad Ulloa Ibarra, Vicente Gómez Castillo, Juan Felipe Flores Robles, Nidia D. Uribe Olivares 40- 56
7	Tiempo en que muere el camarón ( <i>Penaeus vannamei</i> ) fuera del agua y concentración de hemocianina, posterior a la exposición a concentraciones subletales de plaguicidas	Juan Carlos Bautista Covarrubias, Martín Gabriel Frías Espericueta, Yadira Romero Arzate, Marisela Aguilar Juárez, Jonathan Omar Arreola Hernández 57 – 66
8	Pesca deportiva en humedales urbanos	Edgar G. Hernández Mendoza, Juan Carlos Bautista Covarrubias 67 – 73
9	Proceso de obtención de <i>conchocelis de Pyropia sp.</i> en laboratorio	Verónica Hernández Carrizales, Elizabeth Pérez Bravo, Marco A. Cadena Roa, Juan Manuel Pacheco 74 – 80
10	Crecimiento y supervivencia del ostión ( <i>Crassostrea Cortezensis</i> , Hertlein 1951) con respecto a la distribución vertical y longitudinal en los cultivos del estero “los Corchos (pozo chino)” en Nayarit	José Armando López Sánchez, Sergio Guadalupe Alcaraz Corona, José de Jesús Alcaraz López, Juan Carlos Bautista Covarrubias, Juan Pablo González Hermoso 81 – 89
11	Análisis del estadio de madurez sexual en <i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810) mediante un estudio histológico	Teresita del Carmen Guarneros Martínez Rodrigo Cuervo González. Eduardo Alfredo Zarza Meza 90 – 97
12	A los autores	Comité Editorial 98 – 99

### ACTA PESQUERA

En estos tiempos de pandemia por covid-19, en México las personas fuimos aconsejadas de permanecer en casa, lo que nos obligó a quienes tenemos la doble función de docencia e investigación de transitar a lo que llamamos educación no presencial, o educación a distancia, ¿pero la investigación?

Cualquier cosa que signifique la “*nueva normalidad*” para quienes tenemos además de atender a estudiantes de manera virtual en las diferentes modalidades, el compromiso de dar a conocer lo que realizamos como investigadores es que no tenemos certezas en los aspectos de investigación y docencia; no obstante, lo anterior y gracias a las aportaciones de docentes - investigadores comprometidos es que podemos presentar este número de la revista.

El crecimiento de la producción científica en las últimas décadas, así como su recopilación en bases de datos bibliográficas automatizadas han potenciado el uso de la “*bibliometría*”, en este sentido se presenta el trabajo desarrollado por investigadoras del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara con su trabajo sobre capacidad de carga de playas.

La revisión y actualización de material bibliográfico es en estos tiempos de gran importancia si se desea seguir contando con material de consulta confiable por es y sobre todo por el compromiso de la mejora, Fabio Cupul nos brinda los cambios de un libro clásico de la comunidad. “*El Océano y sus Recursos*”

En párrafos anteriores se habla de la pandemia, esta afecta a muchos sectores, por lo que el pesquero no es la excepción, vender el producto sigue siendo un desafío para el sector. La FAO señala que el problema es mundial pues toda la cadena es afectada por las restricciones. El covid-19 ha

provocado un “*shock sin precedentes*” en la actividad pesquera a nivel global pues, aunque el virus no afecte las especies marinas, las restricciones que cada país ha implementado a nivel de economía y movilidad, limitan las operaciones en toda la cadena, desde la pesca y la producción acuícola hasta el procesamiento, transporte y la comercialización, María Teresa Morfín nos brinda un panorama de esta situación en nuestro país.

Según la mitología griega, Quimera (Chimaera en latín) era un horroroso monstruo hijo de Equidna y Tifón que vagaba por el Asia Menor devorando los rebaños y aterrorizando a las poblaciones no solo por su agresividad, sino también por su aspecto. Según algunas descripciones, el cuerpo de esta criatura tenía partes de cabra, de dragón y de león, y además vomitaba fuego. Pero si dejamos a un lado la mitología, en la naturaleza, más específicamente en las profundidades y abismos oceánicos, encontramos también un extraño animal de aspecto poco agraciado al cual se ha llamado como aquella horrenda criatura de la antigüedad: la Quimera. Este curioso y raro animal es nada más y nada menos que un pez cartilaginoso, pariente cercano de los tiburones, aunque se calcula que se separaron y aislaron de estos hace cerca de 400 millones de años atrás, del primer registro en el Pacífico Mexicano nos dan cuenta Pedro Medina y Alma Rosa Raymundo.

Deseo cerrar estas palabras de presentación del número enero - junio de la Acta Pesquera comentando el estrecho vínculo que hay entre la sustentabilidad, la investigación, el desarrollo tecnológico y la educación como función social para la comunidad.

*Editor*



Directory of  
Research Journal  
Indexing



Scientific Indexing Services

---

## ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO ACERCA DE LAS INVESTIGACIONES DE CAPACIDAD DE CARGA DE PLAYA

### BIBLIOMETRIC ANALYSIS IF BEACH LOAD CAPACITY INVESTIGATIONS

Mtra. Emma Lizeth Noriega Garza, Dra. Stella Maris Arnaiz Burne  
Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara

Recibido: 21 de marzo de 2020

Aceptado: 16 de junio de 2020

#### Resumen

Para complementar la revisión tradicional de literatura científica se están utilizando varias herramientas bibliométricas que permiten relacionar autores, trabajos, instituciones de investigación, países, entre otros criterios, así como considerar extensos períodos de tiempo. Sin embargo, son escasas las publicaciones que difundan los resultados obtenidos a partir de la utilización de estas herramientas tecnológicas. El objetivo de este trabajo es presentar a través de un enfoque descriptivo un estudio bibliométrico utilizando el *software VOSviewer* y la base de datos Scopus, para conocer qué autores están trabajando en: capacidad de carga de playa, así como las revistas más relevantes, qué universidades están estudiando este tema y de qué países se han publicado la mayoría artículos científicos. A pesar de las limitaciones que pueda tener este método de análisis bibliográfico y el *software VOSviewer* fue posible representar en mapas de redes y densidad la evolución e interrelación entre autores, disciplinas, autores relevantes, grupos de co-citación, grado de relación entre autores, grupos de autores y publicaciones relevantes.

**Palabras clave:** Gestión de playa, desarrollo sustentable, turismo, zona costera, usuarios de playa.

#### Abstract

To complement the traditional review of the scientific literature, various bibliometric tools are being used to relate authors, articles, research institutions, countries, among other criteria, as well as to consider prolonged periods. However, few publications disseminate the results obtained from the use of these technological tools. The objective of this work is to present, through a descriptive approach, a bibliometric study using the VOSviewer software and the Scopus database, to find out which authors are working: carrying capacity on the beach, as well as the most relevant magazines, in which universities are studying this topic and from which countries have most scientific articles been published. Despite the limitations that this method of bibliographic analysis and the VOSviewer software may have, it was possible to represent in networks and density maps the evolution and interrelation between authors, disciplines, relevant authors, co-citations groups, degree of relationship between authors, groups, relevant authors and publications.

**Key words:** Beach management, sustainable development, tourism, coastal zone, beachgoers.

#### Introducción

La bibliometría, la cienciometría y la infometría, como disciplinas de la información, han permitido el desarrollo de indicadores, los cuales presentan tanto ventajas como limitaciones, ambos aspectos constantemente abordados. En general, estos indicadores han representado la medición agregada y compleja que permite describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, su estado y su evolución (Arencibia, Félix de Moya, & Li, 2008).

Las investigaciones bibliométricas pretenden ser un complemento y aliado para los expertos, ya que parten de los datos bibliográficos para crear tablas y mapas de redes o densidades en los que se muestren las relaciones entre

autores, documentos, fuentes (principalmente revistas indexadas o libros), referencias, instituciones, organizaciones y países (Van Eck & Waltman, 2014).

La motivación del presente trabajo proviene del interés en la búsqueda del conocimiento científico publicado en revistas indexadas, relacionado con el tema de “capacidad de carga de playas”. El objetivo de la investigación es identificar a través de la herramienta bibliométrica y tecnológica *VOSviewer*, los autores que más han influido en la investigación científica que aborda el cálculo de la capacidad de carga de playa, las relaciones de citación, co-citación, co-autoría, co-ocurrencia y acoplamiento bibliográfico entre ellos, así como la identificación de las principales fuentes y países relacionados con el tema.

Para procesar la información obtenida del buscador científico Scopus se utilizó el software *VOSviewer*: que es una herramienta de análisis bibliométrico gratuito y disponible en el sitio de internet del mismo nombre. Se utilizó la versión: 1.6.10, la más actualizada al 19 de noviembre de 2019, la cual incluyó las opciones de búsqueda por citas y de co-ocurrencia de palabras clave, además dicha versión puede ser compatible con los archivos de las bases de datos PubMed y Science.

*VOSviewer* es un software que se utiliza para construir y visualizar redes bibliométricas, las cuales, pueden incluir revistas, investigadores o publicaciones individuales. Además pueden construirse redes a partir de citas, acoplamiento bibliográfico, co-citas o relaciones de coautoría; también ofrece funciones de filtrar texto para construir y visualizar redes de co-ocurrencia de términos importantes extraídos del contenido de un texto científico (Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, 2019).

En la versión 1.6.10 del software *VOSviewer* se

agregó soporte para OpenCitations Corpus (OCC), OpenCitations Index of Crossref open DOI-to-DOI (COCI) y Wikidata. Asimismo, *VOSviewer* esta versión admite los formatos de archivo de EndNote y RefWorksgestores de referencia (Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, 2019). Sin embargo, en esta misma versión se presentó un error de compatibilidad con los archivos bajados de Scopus que contenían la fuente de financiamiento.

### **Metodología**

La metodología utilizada posee un enfoque cuantitativo para un análisis bibliométrico realizado con una herramienta informática actualizada con la finalidad de contribuir con la revisión de la información científica existente en el campo de la capacidad de carga de playa.

El trabajo consistió en la obtención de datos de la base de datos Scopus, publicados en revistas revisadas por pares, en el tema de capacidad de carga de playa. El periodo que comprende este trabajo es del año de 1988 al 25 de noviembre del 2019; se enlistaron 81 documentos de cuatro áreas científicas: Ciencia medioambiental, Ciencias de la tierra y planetarias, Ciencias agrícolas y biológicas y Ciencias sociales.

Se seleccionó la base de datos Scopus porque contiene resúmenes y citas compatibles con *VOSviewer*, además de ofrecer un amplio campo de producción mundial de investigación en ramas como ciencias sociales, artes y humanidades, medicina y tecnología, entre otras. La elección de esta base de datos se justifica porque es una fuente referencial de revistas indexadas y con registros que se remontan a 1788, cuenta con más de 22,800 series de títulos y 150,000 libros de 5,000 editoriales (Elsevier, 2019).

El método de la presente investigación bibliométrica se dividió en dos etapas. La primera se desarrolló en el sitio web de la base



de datos Scopus y la segunda en la máquina del usuario. En el sitio web de Scopus se realizó una búsqueda compuesta por tres palabras clave: “capacidad”, “carga” y “playa”, vinculadas por el operador booleano “y”, presentes en los apartados del título, las palabras clave o el resumen. Como resultado se obtuvieron 124 documentos de las 16 ramas de la investigación publicados en revistas indexadas del período comprendido de 1988 al 25 de noviembre del 2019. Posteriormente se aplicó el filtro por áreas de interés seleccionando: Ciencia medioambiental, Ciencias de la tierra y planetarias, Ciencias agrícolas y biológicas y Ciencias sociales, obteniendo como resultado el listado de 81 artículos publicados.

El período de publicación de los 81 documentos obtenidos comprende de 1988 al 25 de noviembre del 2019. Posteriormente se realizó una revisión detallada de los resúmenes de cada artículo para descartar los documentos duplicados o los que no tuvieran como propósito la determinación de capacidad de carga de playa. Fue así que se obtuvo un archivo con 48 documentos generado de la base de datos Scopus, el cual fue exportado con el formato CSV a una carpeta creada en la máquina del investigador, este archivo excluyó las fuentes de financiamiento de las investigaciones para evitar errores de compatibilidad con la versión que se utilizaría del software *VOSviewer*.

La segunda etapa consistió en descargar la versión 1.6.10 del software *VOSviewer* en un equipo con las siguientes características: procesador Intel i5, 6 GB de memoria RAM, 500 GB de disco duro y con el sistema operativo Windows 10 Pro. Después de instalado el software *VOSviewer* se inició la importación del archivo extensión CSV generado desde la base de datos Scopus.

### Resultados y discusión

De acuerdo con Zupic & Čater (2015) se creó

un árbol de palabras con una búsqueda compuesta por tres palabras clave: capacidad, carga y playa, vinculadas por el operador booleano “y”, las cuales podrían aparecer en los apartados del título, palabras clave o resumen. Como resultado se obtuvieron 124 documentos de las 16 ramas de la investigación científica de período de 1988 al 25 de noviembre del 2019 publicados en revistas indexadas. Posteriormente se aplicó el filtro por áreas de interés seleccionando: Ciencia medioambiental, Ciencias de la tierra y planetarias, Ciencias agrícolas y biológicas y Ciencias sociales, obteniendo como resultado el listado de 81 artículos publicados en el período de tiempo del año 1988 hasta la fecha del 25 de noviembre del 2019. Realizada la revisión detallada de cada resumen de cada artículo, se obtuvieron 48 documentos enlistados por la base de datos Scopus.

Luego de la instalación de la herramienta de análisis bibliométrico *VOSviewer*, se procedió a ejecutar el programa, el cual abre una ventana inicial con tres áreas de trabajo. Para importar el archivo tipo CSV generado y exportado de la base de datos Scopus, en la ventana principal de *VOSviewer* se seleccionó la opción Create del menú File. En la elección para crear el mapa se optó por generar uno basado en datos bibliográficos, ya que permite crear mapas relacionados con la co-autoría, la co-ocurrencia de palabras clave, las citas, el acoplamiento bibliográfico o la co-citación.

El primer parámetro seleccionado en la herramienta *VOSviewer* por el tipo de análisis fue la “co-citación”, la unidad de análisis fue “referencias citadas” y el método de conteo fue “conteo total”, todos seleccionados en las ventanas de dialogo del software. En la siguiente pantalla desplegada por *VOSviewer* se tuvo que elegir el límite mínimo de citas de una referencia citada, por lo que se eligió: “2. Así pues, de las 1,999 referencias citadas sólo 27 cumplieron con el número mínimo de citas, se eligieron para finalizar el mapa

las 16 referencias con más co-citaciones. El software desplegó la vista del mapa en forma de red y el mapa de densidad en ambas áreas de trabajo permitió la personalización de los mismos. Las

figuras 1, 2 y 3 muestran los mapas creados. La figura 1 (“Vista de la red tipo de análisis: Co-citación!”), muestra la fuerza de los grupos, su cercanía y la relevancia de las publicaciones.

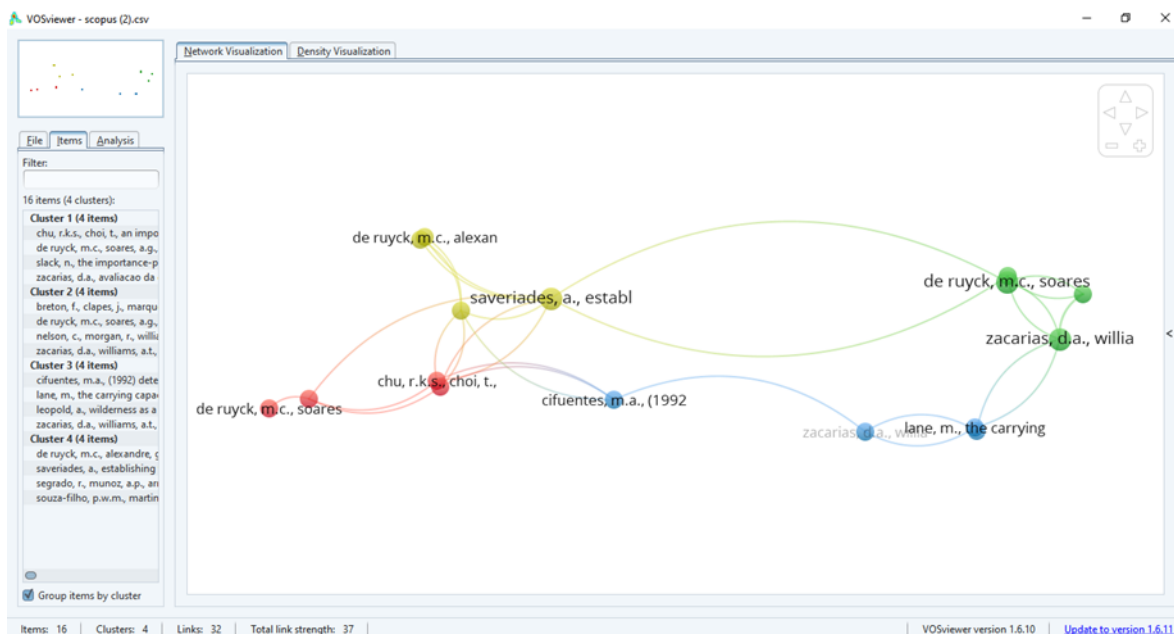


Figura 1. Vista de la red tipo de análisis: Co-citación (Fuente: Elaboración propia basada en VOSviewer versión 1.6.10)

En la figura 2 (“Vista de densidad”) muestra las zonas calientes, la fuerza de las conexiones y la representación de la concentración a partir del color. A mayor número de citas, más alta es la densidad de las relacio-

nes, por lo cual los colores se intensifican gradualmente hasta el color rojo del nodo y se observa la cercanía entre los grupos.

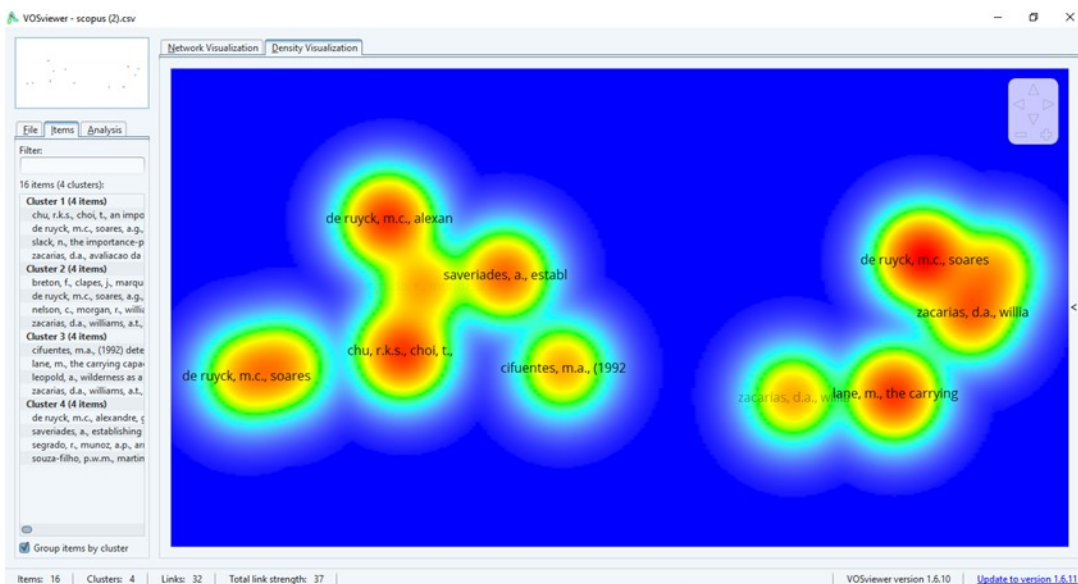


Figura 2. Vista de densidad (Fuente: Elaboración propia basada en VOSviewer versión 1.6.10)

En la figura 3 (“Vista de densidad por grupos”) se visualizan las referencias bibliográficas pertenecientes a cada grupo (*cluster*) y también se identifica la cercanía o

lejanía con los demás autores pertenecientes al grupo, así como la cercanía con otros autores de otros grupos en términos de co-citación.

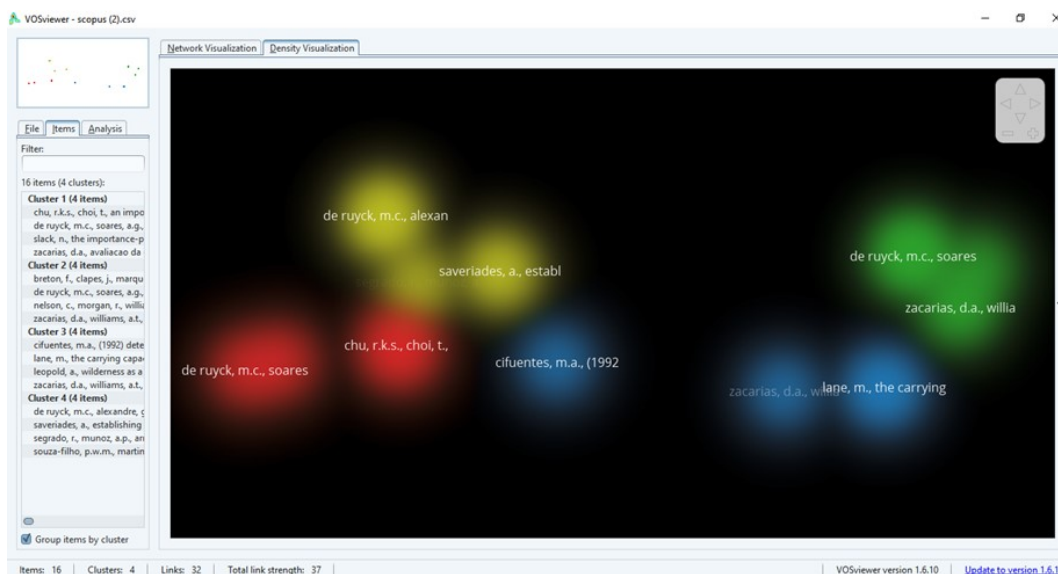


Figura 3. Vista de densidad y grupos (Fuente: Elaboración propia basada en VOSviewer versión 1.6.10)

Con respecto a los autores más citados, se optó por crear dos mapas: figuras 4 y 5, a partir del tipo de análisis de: Citación, con la unidad de análisis: Autores, con un número mínimo de documentos por autor de: “2” y con un número mínimo de citaciones por autor de: “2”. De los 151 autores, 14 reunieron las características seleccionadas. La fi-

gura 4 (“Densidad de la red por autores”) evidenció que Jiménez J.A., McLachlan A., Williams A.T., Costa M. F. y Valdemoro H. I. son los autores que más han influido en la investigación relacionada con el árbol de palabras clave creado, y se dividen básicamente en cuatro grupos.

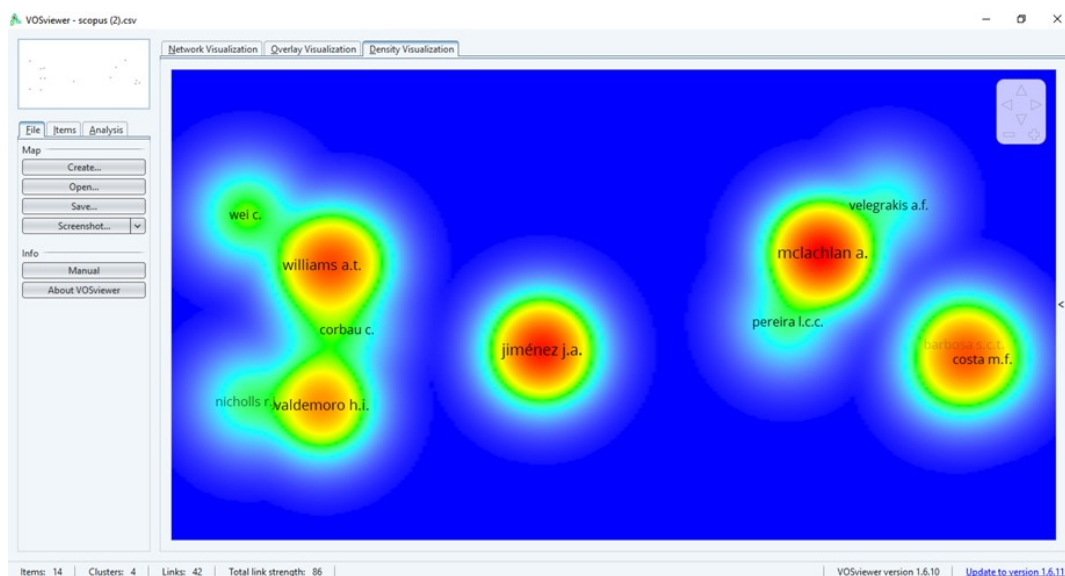


Figura 4. Densidad de la red por autores (Fuente: Elaboración propia basada en VOSviewer versión 1.6.10)

En la figura 5 (“Vista de la red por autores y año del artículo publicado”) se muestra la red de autores, sus citaciones y la temporalidad de sus trabajos con más influencia entre el 2008 y

el 2018. El autor que más ha influido es Jiménez J.A., con su trabajo publicado en el 2014.

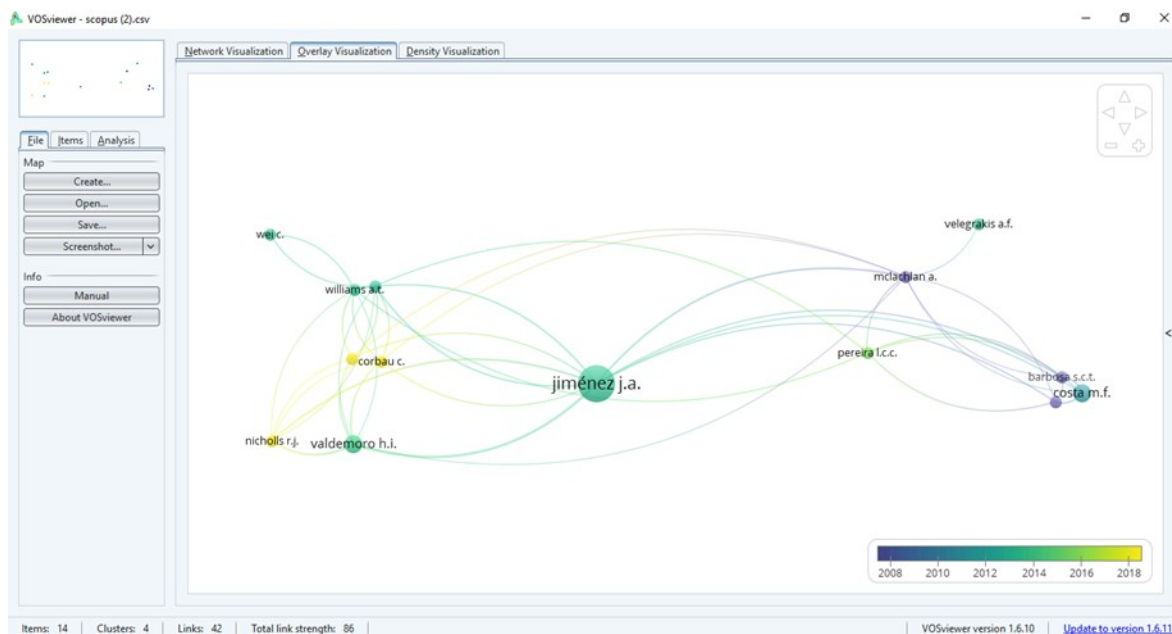


Figura 5. Vista de la red por autores y año del artículo publicado (Fuente: Elaboración propia basada en VOSviewer versión 1.6.10)

Asimismo, el software permitió hacer el análisis de: Citación, con la unidad de análisis: Fuente, con un número mínimo de documentos por fuente de: “3” y con un número mínimo de citaciones por fuente: “0”.

De las 26 fuentes, cuatro reunieron las características seleccionadas. Los resultados fueron: *Ocean and Coastal Management* (nueve documentos y 189 citaciones), *Journal of Coastal Research* (ocho documentos y 153 citaciones), *Coastal Management* (tres documentos y 56 citaciones) y *Tourism Management* (tres documentos y 24 citaciones).

En la figura 5 (“Vista de la red por autores y año del artículo publicado”) se puede observar la relación entre los autores, por lo que de la observación y análisis de la red se concluye que:

- a, Jiménez J.A., Valdemoro H.I. y Costa M.F. ocupan los nodos con mayores grados de fuerza, aunque sólo Jiménez se relaciona de forma directa con Valdemoro H.I. y Costa M.F.; Valdemoro H.I. y Costa M.F. se relacionan de for-

ma indirecta sólo a través de McLachlan A.

- b. Se puede considerar que una lectura esencial para el tema capacidad de carga de playa es: “Capacidad de carga turística en playas de estuarios en la región amazónica brasileña”. De: De Sousa R.C., Pereira L.C.C., Da Costa R.M. y Jiménez J.A., publicado en 2014 por el *Journal of Coastal Research*, volumen: 70, de la página 545 a la 550. Lo anterior de acuerdo con el grado de fuerza de enlace de Jiménez J. A.

En relación con el análisis de: Citación con la unidad de análisis: Organizaciones, se eligieron sólo aquellas organizaciones con un número mínimo de: “2” documentos publicados. De las 105 organizaciones sólo tres coincidieron con los requerimientos, los resultados de forma descendente fueron: *East China Sea Center of Environment Monitoring*, *Key Laboratory of Marine Integrated Monitoring and Applied Technologies of Harmful Algal Blooms* y *Faculty of Engineerin and the Enviroment de la University of Southampton*.

El análisis de: Citación con la unidad de análisis: Países, con el número mínimo de documentos publicados por país de: "4", permitió obtener los siguientes resultados: España (10), Italia (9), Reino Unido (7), Brasil (7), Portugal (4), Grecia (4) y Estados Unidos (4).

Con respecto al análisis de: Co-autoría, se reconfiguró el software *VOSviewer*, seleccionando la unidad de análisis: Autores, con un número mínimo de documentos por autor de: "3". Resultando que de los 151 autores sólo los siguientes tres cumplieron el parámetro: Jiménez J.A. (6), Valdemoro H.I. (3) y Costa M.F. (3). Jiménez J.A. y Valdemoro H.I. tienen tres co-autorías en los años: 2006, 2017 y 2019. Y los países que más citas tienen por sus documentos en co-autoría, con el mínimo de: "4" documentos publicados son: España (260 citas), Reino Unido (191 citas), Italia (97 citas), Portugal (90 citas) y Grecia (64 citas).

En la consulta realizada en *VOSviewer* a través del análisis de acoplamiento bibliográfico se identificó que 48 documentos estaban relacionados con esta opción, es decir, más de la mitad de las publicaciones pueden relacionarse con esta técnica de análisis. Los principales autores que la utilizaron fueron: Priestley G., McLachlan A., De Rucky M.C., Mazaris A.D., Wei C., Silva J.S., Valdemoro H.I. y Jiménez J.A. En el mapa de la red sobresalen las relaciones de los siguientes acoplamientos bibliográficos de los principales nodos:

- a. Relaciones de nivel fuerte: Wei C., Ye S.F., Guo Z.Y., Liu H.Q., Deng B.P., Liu X. y Wei C., Guo Z., Wu J., Ye S. (grado de fuerza 28), Jiménez J.A. y López-Doriga U. (grado de fuerza 18), Silva J.S., Barbosa S.C.T., Costa M.F. y Silva J.S., Leal M.M.V., Araújo M.C.B., Barbosa S.C.T., Costa M.F. (grado de fuerza 8), Mazaris A.D. y Tiwari M. (grado de fuerza 7), López-Doriga U. y Bon de Sousa I. (grado de fuerza 6), López-Doriga U. y Rodella I. (grado de fuerza 5),
- b. Relaciones de nivel medio: McLachlan A. y Morales G.G. (grado de fuerza 4), Jiménez J.A. y Valdemoro H.I. (grado de fuerza 4), López-Doriga U. y Serrano Gine (grado de

fuerza 4), Zacarias D.A. y Morales G.G. (grado de fuerza 4), Serrano Giné D. y Simeone S. (grado de fuerza 4), Silva J.S. y Valdemoro H.I. (grado de fuerza 3), Silva J.S. y De Sousa R.C. (grado de fuerza 3), Zacarias D.A. y Chen C.-I. (grado de fuerza 3), Zacarias D.A. y Huamantincos Cisneros M.A. (grado de fuerza 3), Silva J.S. y De Sousa R.C. (grado de fuerza 3), Silva J.S. y De Sousa R.C. (grado de fuerza 3), Sousa R.C.D. y Valdemoro H.I. (grado de fuerza 3), López-Doriga U. y Chen C.-I. (grado de fuerza 3),

- c. Relaciones de nivel débil: Silva J.S. y Sousa R.C.D. (grado de fuerza 2), Silva J.S. y Rodella I. (grado de fuerza 2), Serrano Giné D. y Silva J.S. y Göktu T.H. (grado de fuerza 2), Silva J.S. y Corbau C. (grado de fuerza 2), Valdemoro H.I. y Voutsoukas M.I. (grado de fuerza 2), McLachlan A. y Manno G. (grado de fuerza 2), Priestley G. y Valdemoro H.I. (grado de fuerza 2), Jiménez J.A. y Rodella I. (grado de fuerza 2), Jiménez J.A. y Tzorakio (grado de fuerza 2), Jiménez J.A. y Bon de Sousa I. (grado de fuerza 2), López-Doriga U. y Tzorakio (grado de fuerza 2), López-Doriga U. y Corbau C. (grado de fuerza 2), López-Doriga U. y Morales G. G. (grado de fuerza 2), Zacarias D. A. y Rodella I. (grado de fuerza 2), Zacarias D. A. y Serrano Giné D. (grado de fuerza 2),
- d. Relaciones de nivel muy débil: Son las que tuvieron un grado de fuerza 1, representan el 87% de las relaciones en la red y se consideraron irrelevantes para el análisis de acoplamiento bibliográfico.

En el mapeo con el tipo de análisis de: co-citación, se comprobó que, de las 1,999 referencias citadas, y teniendo en cuenta el límite mínimo de tres citas por autor, de los 2,896 autores sobresalen: Williams A.T., Pereira L.C.C. y Balazs G.H. En este mapa se observaron dos redes, Williams A.T. y Pereira L.C.C. se ubican en la misma red y Balazs forma parte de otra red que no se vincula con la primera, asimismo, se observaron otros autores que no están vinculados con estas dos redes ni forman otra red y son:

Yu D.L., Ye S.F. y Maq H.Y. En el mapa de densidad de la primera red se perciben como autores centrales a Williams A.T., McLachlan A. Silva C.P. y Anfuso G. y como dos autores periféricos a Jones A. y Bruun P.

En el análisis de: co-ocurrencia con la unidad de análisis: Todas las palabras clave con el número mínimo de ocurrencia de una palabra clave de: "5". Resultó que de las 508 palabras clave, 14 fueron las que tuvieron el mínimo de co-ocurrencia: Capacidad de carga (grado total de fuerza: 78), manejo de zonas costeras (grado total de fuerza: 74), playa (grado total de fuerza: 65), playas (grado total de fuerza: 45), gestión de la playa (grado total de fuerza: 44), desarrollo sustentable (grado total de fuerza: 35), turismo (grado total de fuerza: 31), ecoturismo (grado total de fuerza: 26), actividad recreacional (grado total de fuerza: 24), manejo costero (grado total de fuerza: 18), erosión (grado total de fuerza: 17), Brasil (grado total de fuerza: 15), morfología costera (grado total de fuerza: 14), percepción (grado total de fuerza: 14). Independientemente del grado total de fuerza de cada palabra clave, las cinco con mayor número de

ocurrencia son: "capacidad de carga" (28 ocurrencias), "manejo de zonas costeras" (19 ocurrencias), "playa" (18 ocurrencias), "playas" (13 ocurrencias) y "desarrollo sustentable" (10 ocurrencias).

En cuanto a la fuerza de las relaciones de las primeras tres palabras clave con mayor grado total de fuerza, resultó que "capacidad de carga" y "playa" tienen un factor de fuerza de 14; "capacidad de carga" y "manejo de zonas costeras" tienen el factor de fuerza de 13; "capacidad de carga" y "turismo" tienen el factor de fuerza de 6; "capacidad de carga" y "desarrollo sustentable" tienen el factor de fuerza de 7, y "capacidad de carga" y "ecoturismo" tienen el factor de fuerza de 7. Entre "playa" y "manejo de zonas costeras" tienen el factor de fuerza de 13; entre "playa" y "turismo" tienen el factor de fuerza de 5. Entre "manejo de zonas costeras" y "playas" tienen el factor de fuerza de 9, entre "manejo de zonas costeras" y "gestión de la playa" tienen el factor de fuerza de 9, y entre "manejo de zonas costeras" y "desarrollo sustentable" tienen factor de fuerza de 5.

Palabras clave con mayor grado de fuerza:	Relacionada con:	Factor de Fuerza:
Capacidad de carga	Playa	14
	Manejo de zonas costeras	13
	Desarrollo sustentable	7
	Ecoturismo	7
	Turismo	6
Playa	Manejo de zonas costeras	13
	Turismo	5
Manejo de zonas costeras	Playas	9
	Gestión de playa	9
	Desarrollo sustentable	5

Tabla 1: Relación de fuerzas entre las primeras tres palabras clave con mayor número de co-ocurrencia y con mayor grado de fuerza

Respecto al análisis de: Co-ocurrencia con la unidad de análisis: Palabras clave del índice con el número mínimo de ocurrencia de una palabra clave de: "4". De las 405 palabras clave, 23 reunieron el parámetro y en orden descendente de acuerdo con su grado de fuerza total fueron las siguientes: capacidad de carga, manejo de zonas costeras, playa, playas, desarrollo sustentable, ecoturismo, turismo, Italia, actividad recreacional, erosión de playa, morfología costera, conservación, erosión, percepción, cambio del nivel del mar, España, Grecia, actividad humana, alimentación de playa, efecto antropogénico, perfil de playa, Brasil y área protegida.

En el mapa de la red se puede visualizar la centralidad de las palabras: capacidad de carga (con un grado de fuerza total de 75 y 19 ocurrencias) y manejo de zonas costeras (con un grado de fuerza total de 73 y 19 ocurrencias). En cuanto a la fuerza de las relaciones de las dos palabras centrales de la red, "capacidad de carga" tiene relaciones fuertes con: playa (grado de fuerza 9), manejo de zonas costeras (grado de fuerza 9), ecoturismo (grado de fuerza 6), desarrollo sustentable (grado de fuerza 6); y "manejo de zonas costeras" tiene relaciones fuertes con: playa (grado de fuerza 12), playas (grado de fuerza 9) y desarrollo sustentable (grado de fuerza 5). En la vista de densidad del mapa fue posible observar la cercanía entre las palabras "playas", "actividad recreacional" y "España", entre las palabras "desarrollo sustentable", "conservación", "ecoturismo" y "percepción", y entre "turismo" y "alimentación de playa".

### Conclusiones

En la construcción del marco teórico de una investigación el punto medular es seleccionar los artículos o los autores más importantes, influyentes y pertinentes, pero debido a la gran cantidad de publicaciones y bases de datos tal decisión puede demandar demasiado tiempo. Por lo que programas como el *VOSviewer*, a través de algoritmos, permiten análisis

bibliográficos en menor tiempo y con la facilidad de instalación de uso libre. Para el caso particular del *VOSviewer*, versión 1.6.10, los tipos de análisis que permitió realizar fueron: co-autoría, co-ocurrencia, citación, acoplamiento bibliográfico y co-citación. La versión del software se instaló sin problemas, con un excelente rendimiento, pero presentó un error de incompatibilidad con el archivo CSV exportado de Scopus cuando incluía las fuentes de financiamiento, por lo que fueron omitidas para la realización de la investigación.

Con respecto al objetivo del presente trabajo de investigación, los resultados obtenidos señalan que de 1988 al 2019, 151 autores presentaron 48 documentos de investigación relacionados con la capacidad de carga de playa, los cuales co-citaron a 2,896 autores relacionados con el tema. Los autores: Jiménez J.A., Mclachlan A., Williams A.T., Costa M.F. y Valdemoro H.I. son los que más influyen en las investigaciones: el autor Jiménez J.A. se ubica en el centro de la red, con 10 de los 42 enlaces de la red y con el mayor grado de fuerza total: 31.

Las revistas con mayor número de documentos publicados y mayor número de citaciones son: *Ocean and Coastal Management* (nueve documentos y 189 citaciones), *Journal of Coastal Research* (ocho documentos y 153 citaciones), *Coastal Management* (tres documentos y 56 citaciones) y *Tourism Management* (tres documentos y 24 citaciones).

España (260 citaciones), Reino Unido (191 citaciones), Italia (97 citaciones), Portugal (90 citaciones) y Grecia (64 citaciones) son los países con mayor número de citaciones, por sus documentos en co-autoría.

La publicación de De Sousa R.C., Pereira L. C. C., Da Costa R.M., Jiménez J. A. titulada: "Capacidad de carga turística en playas de estuarios en la región amazónica brasileña", publicada en 2014 por el *Journal of Coastal Research*, volumen:

70, de la página 545 a la 550, se recomienda como una lectura primordial relacionada con el tema de capacidad de carga de playa.

Cabe hacer mención que los resultados presentados se deben abordar como un complemento a los métodos tradicionales de revisión bibliográfica y no deberán ser considerados como una sustitución de éstos. Así también considerarse que el trabajo tiene limitaciones como: el método utilizado de la bibliometría (*VOSviewer*) que es un análisis amplio que no requiere un análisis exhaustivo del contenido de los documentos; los tipos de análisis del listado de documentos: co-autoría, co-ocurrencia, citación, acoplamiento bibliográfico y co-citación así como sus unidades de análisis de

cada tipo limitativas preestablecidas por el software utilizado; considérese que específicamente se consultó la base de datos Scopus, que, aunque es una base de datos multidisciplinaria, no ofrece posiblemente el grado de interdisciplinariedad intrínseca del tema de investigación. Asimismo, es posible que existan sinónimos de alguna de las palabras que formaron parte de la búsqueda, especialmente en la traducción de la palabra "carga". Por lo anterior se sugiere que en el futuro se realicen estudios con el mismo árbol de palabras, en las mismas áreas científicas, en la misma base de datos y/o en otras bases de datos, con el mismo software o con otros, en cualquiera de los casos podrían existir comparaciones de los resultados obtenidos.

#### Bibliografía utilizada para el análisis bibliométrico

Autores:	Título:	Año:	Revista:	No.	Página de inicio:	Página final:	DOI:
López-Dóriga U., Jiménez J.A., Valdemoro H.I., Nicholls R.J.	Impact of sea-level rise on the tourist-carrying capacity of Catalan beaches	2019	Ocean and Coastal Management	170	40	50	10.1016/j.ocecoaman.2018.12.028
Corbau C., Benedetto G., Congiatu P.P., Simeoni U., Carboni D.	Tourism analysis at Asinara Island (Italy): Carrying capacity and web evaluations in two pocket beaches	2019	Ocean and Coastal Management	169	27	36	10.1016/j.ocecoaman.2018.12.004
Bon de Sousa L., Loureiro C., Ferreira O.	Morphological and economic impacts of rising sea levels on cliff-backed platform beaches in southern Portugal	2018	Applied Geography	99	31	43	10.1016/j.apgeog.2018.07.023
Pennetta M., Corbelli V., Gattullo V., Nappi R., Brancato V.M., Gioia D.	Beach vulnerability assessment of a protected area of the Northern Campania coast (Southern Italy)	2018	Journal of Coastal Conservation	22	1017	1029	10.1007/s11852-017-0572-y



Morales G.G., Arreola- Lizárraga J.A., Grano P.R.	Integrated Assessment of Recreational Quality and Carrying Capacity of an Urban Beach	2018	Coastal Management	46	316	333	10.1080/08920753.2018.1474070
Serrano Giné D., Jurado Rota J., Pérez Albert M.Y., Bonfill Cerveró C.	The Beach Crowding Index: A Tool for Assessing Social Carrying Capacity of Vulnerable Beaches	2018	Professional Geographer	70	412	422	10.1080/00330124.2017.1416300
Udiyana I.B.G., Suastama I.B.R., Astini N.N.S., Mahanavami G.A., Karwini N.K., Maretta Y.A.	Innovation strategy the development of competitiveness of eco-based coastal tourism destination, management organization and quality of services	2018	Journal of Environmental Management and Tourism	9	851	860	10.14505/jemt.9.4(28).19
López-del-Pino F., Grisolia J.M.	Pricing Beach Congestion: An analysis of the introduction of an access fee to the protected island of Lobos (Canary Islands)	2018	Tourism Economics	24	449	472	10.1177/1354816617740065
Silva-Cavalcanti J.S., Costa M.F., Pereira P.S.	Rip currents signaling and users behavior at an overcrowded urban beach	2018	Ocean and Coastal Management	155	90	97	10.1016/j.ocecoaman.2018.01.031
Tzoraki O., Monioudi I.N., Velegarakis A.F., Moutafis N., Pavlogeorgatos G., Kitsiou D.	Resilience of Touristic Island Beaches Under Sea Level Rise: A Methodological Framework	2018	Coastal Management	46	78	102	10.1080/08920753.2018.1426376

Hallo J.C., Brownlee M.T.J., Hughes M.D., Fefer J.P., Manning R.E.	The experiential carrying capacity of a barrier island: A norm-based approach at Cumberland Island National Seashore	2018	Tourism in Marine Environments	13	121	140	10.3727/154427318X152766990959
Sousa R.C.D., Pereira L.C.C., Costa R.M.D., Jiménez J.A.	Management of estuarine beaches on the Amazon coast through the application of recreational carrying capacity indices	2017	Tourism Management	59	216	225	10.1016/j.tourman.2016.07.006
Rodella I., Corbau C., Simeoni U., Utizi K.	Assessment of the relationship between geomorphological evolution, carrying capacity and users' perception: Case studies in Emilia-Romagna (Italy)	2017	Tourism Management	59	7	22	10.1016/j.tourman.2016.07.009
Dvarskas A.	Dynamically linking economic models to ecological condition for coastal zone management: Application to sustainable tourism planning	2017	Journal of Environmental Management	188	163	172	10.1016/j.jenvman.2016.12.014
Jiménez J.A., Valdemoro H.I., Bosom E., Sánchez- Arcilla A., Nicholls R.J.	Impacts of sea-level rise-induced erosion on the Catalan coast	2017	Regional Environmental Change	17	593	603	10.1007/s10113-016-1052-x

Chen C.-L., Teng N.	Management priorities and carrying capacity at a high-use beach from tourists' perspectives: A way towards sustainable beach tourism	2016	Marine Policy	74	213	219	10.1016/j.marpol.2016.09.030
Huamantínco Cisneros M.A., Revollo Sarmiento N.V., Delrieux C.A., Piccolo M.C., Perillo G.M.E.	Beach carrying capacity assessment through image processing tools for coastal management	2016	Ocean and Coastal Management	130	138	147	10.1016/j.ocecoaman.2016.06.010
Manno G., Anfuso G., Messina E., Williams A.T., Suffo M., Liguori V.	Decadal evolution of coastline armoring along the Mediterranean Andalusia littoral (South of Spain)	2016	Ocean and Coastal Management	124	84	99	10.1016/j.ocecoaman.2016.02.007
Morkunaite R., Radžiuniene J., Navickas K., Gudyniene V., Bautrenas A.	Assessment of degradation of white and grey dune habitats in the Curonian Spit: A case study of Parnidis Dune (Nida environs, Lithuania)	2016	Zeitschrift für Geomorphologie	60	75	87	10.1127/zfg/2016/0294

De Souza Medeiros E.C., Maia L.P., Pereira De Araújo R.C.	Carrying capacity of a beach under the impact of the coastal erosion process (Icaraí Beach). Subsidies for the coastal management in the state of Ceará, Brazil [Capacidade de carga de uma praia sob o impacto do processo de erosao costeira (praia do Icaraí). Subsídios para o gerenciamento costeiro do estado do Ceará, Brasil]	2016	Journal of Integrated Coastal Zone Management	16	185	193	10.5894/rgci592
Zacarias D.A.	Tourism in bathing areas: Analysis of the interaction between residents and visitors at Praia do Tofo, Mozambique [Turismo em áreas balneares: uma análise da interação entre residentes e visitantes na Praia do Tofo, Moçambique]	2015	Journal of Integrated Coastal Zone Management	15	179	181	10.5894/rgci537

De Souza Filho J.R., Santos R.C., Silva I.R., Elliff C.I.	Evaluation of recreational quality, carrying capacity and ecosystem services supplied by sandy beaches of the municipality of Camaçari, northern coast of Bahia, Brazil	2014	Journal of Coastal Research	70	527	532	10.2112/SI70-089.1
De Sousa R.C., Pereira L.C.C., Da Costa R.M., Jiménez J.A.	Tourism carrying capacity on estuarine beaches in the Brazilian Amazon region	2014	Journal of Coastal Research	70	545	550	10.2112/SI70-092.1
Wei C., Guo Z., Wu J., Ye S.	Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones - A case in Nantong	2014	Ocean and Coastal Management	93	51	59	10.1016/j.ocecoaman.2014.02.009
Wei C., Ye S.F., Guo Z.Y., Liu H.Q., Deng B.P., Liu X.	Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: A case in Nantong	2013	Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica	33	5893	5904	10.5846/stxb201304090649
Göktuğ T.H., Bulut Y., Demir M., Yildiz N.D.	Estimating carrying capacity of olympos bey mountains coastal national park	2013	Fresenius Environmental Bulletin	22	3730	3738	

McLachlan A., Defeo O., Jaramillo E., Short A.D.	Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimizing management strategies for multi-purpose use	2013	Ocean and Coastal Management	71	256	268	10.1016/j.ocecoaman.2012.10.005
Simeone S., Palombo A.G.L., Guala I.	Impact of frequentation on a Mediterranean embayed beach: Implication on carrying capacity	2012	Ocean and Coastal Management	62	9	14	10.1016/j.ocecoaman.2012.02.011
Pennetta M., Corbelli V., Gattullo V., Nappi R.	Contribution of morphosedimentary studies to territorial planning: Dune vulnerability index and carrying capacity of the SIC area in the subaerial beach to the left of the Garigliano River mouth (southern Italy) [Contributo degli studi morfosedimentari alla pianificazione territoriale: indice di vulnerabilità del sistema dunare e carrying capacity della spiaggia emersa nell'area SIC in sinistra foce del F. Garigliano (Campania, Italia)]	2011	Rendiconti Online Societa Geologica Italiana	17	145	151	10.3301/ROL.2011.43

Zacarias D.A., Williams A.T., Newton A.	Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal	2011	Applied Geography	31	1075	1081	10.1016/j.apgeog.2011.01.020
Tselentis B.S., Prokopiou D.G., Gyalirakis Em., Bouga D.	Tourism carrying capacity assessment and environment: The case of Crete	2011	WIT Transactions on Ecology and the Environment	144	177	189	10.2495/ECO110161
Tiwari M., Balazs G.H., Hargrove S.	Estimating carrying capacity at the green turtle nesting beach of East Island, French frigate shoals	2010	Marine Ecology Progress Series	419	289	294	10.3354/meps08833
Vousdoukas M.I., Velegrakis A.F., Kontogianni A., Makrykosta E.-N.	Implications of the cementation of beach sediments for the recreational use of the beach	2009	Tourism Management	30	544	552	10.1016/j.tourman.2008.09.007
Mazaris A.D., Matsinos G., Pantis J.D.	Evaluating the impacts of coastal squeeze on sea turtle nesting	2009	Ocean and Coastal Management	52	139	145	10.1016/j.ocecoaman.2008.10.005
Silva J.S., Barbosa S.C.T., Costa M.F.	Flag items as a tool for monitoring solid wastes from users on urban beaches	2008	Journal of Coastal Research	24	890	898	10.2112/06-0695.1
Silva J.S., Leal M.M.V., Araújo M.C.B., Barbosa S.C.T., Costa M.F.	Spatial and temporal patterns of use of Boa Viagem Beach, north-east Brazil	2008	Journal of Coastal Research	24	79	86	10.2112/05-0527.1
Williams P., Lemckert C.	Beach carrying capacity: Has it been exceeded on the Gold Coast?	2007	Journal of Coastal Research		21	24	

*Análisis bibliométrico acerca de las investigaciones de capacidad de carga de playa*

Silva C.P., Alves F.L., Rocha R.	The management of beach carrying capacity: The case of northern Portugal	2007	Journal of Coastal Research		135	139	
Jiménez J.A., Osorio A., Marino-Tapia I., Davidson M., Medina R., Kroon A., Archetti R., Ciavola P., Aarnikhof S.G.J.	Beach recreation planning using video-derived coastal state indicators	2007	Coastal Engineering	54	507	521	10.1016/j.coastaleng.2007.01.012
Leujak W., Ormond R.F.G.	Visitor perceptions and the shifting social carrying capacity of South Sinai's coral reefs	2007	Environmental Management	39	472	489	10.1007/s00267-006-0040-1
Alipour H., Altinay M., Hussain K., Sheikhani N.	Perceptions of the beach users: A case study of the coastal areas of North Cyprus towards establishment of a "carrying capacity"	2007	Tourism Analysis	12	175	190	10.3727/108354207781626785
Valdemoro H.I., Jiménez J.A.	The influence of shoreline dynamics on the use and exploitation of Mediterranean tourist beaches	2006	Coastal Management	34	405	423	10.1080/08920750600860324
Arisci A., De Waele J., Di Gregorio F., Ferrucci I., Follesa R.	Geoenvironmental Analysis in Coastal Zone Management: A Case Study in South-west-Sardinia (Italy)	2003	Journal of Coastal Research	19	963	970	



Arisci A., De Waele J., Di Gregorio F.	Natural and scientific valence of the Gulf of Orosei coast (central-east Sardinia) and its carrying capacity with particular regard to the pocket-beaches	2000	Periodicum Biologorum	102	595	603	
Priestley G., Mundet L.	The post-stagnation phase of the resort cycle	1998	Annals of Tourism Research	25	85	111	
De Ruyck M.C., Soares A.G., McLachlan A.	Social carrying capacity as a management tool for sandy beaches	1997	Journal of Coastal Research	13	822	830	
Kocasoy G.	A method for prediction of extent of microbial pollution of seawater and carrying capacity of beaches	1989	Environmental Management	13	469	475	10.1007/BF01867680
Smardon R.C.	Water recreation in North America	1988	Landscape and Urban Planning	16	127	143	10.1016/0169-2046(88)90039-4

### Agradecimientos

Las autoras reconocen y agradecen el apoyo del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (UDG) y en especial al Programa de Posgrado en Ciencias para el Desarrollo, la Sustentabilidad y el Turismo. Asimismo, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) del Gobierno de México.

### Referencias:

- Arencibia, R., Félix De Moya, J. I., & Ii, A. (2008). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la ciencimetría. *ACIMED*, 17(1024-9435). Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v17n4/aci04408.pdf>
- Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, T. N. (2019). VOSviewer : visualizing scientific landscapes. Retrieved May 25, 2019, from <http://www.vosviewer.com/>
- Elsevier. (2019). Scopus - | Elsevier solutions. Retrieved November 25, 2019, from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>

- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014).  
Visualizing Bibliometric Networks. In  
*Measuring Scholarly Impact* (pp. 285–320).  
Cham: Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13)
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric  
Methods in Management and  
Organization. *Organizational Research  
Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>



## EL OCÉANO Y SUS RECURSOS: ACTUALIZACIÓN DEL VOLUMEN I

Fabio G. Cupul-Magaña  
Centro Universitario de la Costa, Universidad de  
Guadalajara.  
fabiocupul@gmail.com

Recibido: 03 de marzo de 2020

Aceptado: 16 de junio de 2020

### RESUMEN

En 1986, el primer libro (Panorama oceánico) de la colección "El océano y sus recursos" fue publicado por el Fondo de Cultura Económica, México. Esta colección de divulgación científica comprende 12 libros sobre temas de ciencias marinas. Treinta y cuatro años después de la publicación de Panorama oceánico, se presenta una actualización de su contenido.

**Palabras clave:** ciencias del mar, divulgación científica, Fondo de Cultura Económica, La Ciencia para Todos, libros.

### ABSTRACT

In 1986, the first book (Panorama oceánico) in the collection "El océano y sus recursos" was published by Fondo de Cultura Económica, Mexico. These popular science collection, includes 12 books on marine science topics. Thirty four years after Panorama oceánico publication, an update of its content is presented.

**Key words:** books, Fondo de Cultura Económica, La Ciencia para Todos, marine sciences, popular science.

### LA CIENCIA PARA TODOS

En septiembre de 1986, hace 34 años, apareció el primer número de la Colección La Ciencia desde México; proyecto editorial de divulgación científica, e impulsor de vocaciones e intereses científicos entre los niños y jóvenes, encabezado por el Fondo de Cultura Económica en colaboración con la Secretaría de Educación Pública y el Con-

sejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Hasta el año 2020, la serie ha publicado 253 números y, a partir del número 157, cambio su nombre a La Ciencia para Todos por su impacto más allá de las fronteras mexicanas (FCE, 2010; Cifuentes-Lemus y Cupul-Magaña, 2016; Flores-Valdés, 2017).

Precisamente, en 1986, se publicó El océano y sus recursos, el segundo número de la colección y el primero de 12 volúmenes de la exitosa serie creada por el Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus, la Mtra. María del Pilar Torres García y la Biol. Marcela Frías Mondragón. En el prólogo de este volumen I, el Dr. Enrique Beltrán (1903-1994), primer biólogo mexicano y fundador del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, comenta que es el primer libro de su índole en el país al ofrecer una visión panorámica, con solidez y autoridad, de la materia (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1986).

En su momento, el Dr. Enrique Beltrán calificó de "fecunda idea" la publicación de El océano y sus recursos. ¡Cuánta razón tenía el Dr. Beltrán!, pues hasta el año 2018, se han vendido 433,000 ejemplares de la serie (Cifuentes-Lemus, com. pers.). Pero, aunque la obra en su conjunto es una fuente confiable de información, requiere mantenerse vigente por los avances científicos y tecnológicos ocurridos durante este lapso dentro del campo de las ciencias del mar. Así, a partir de la revisión del primer volumen de la serie, en este trabajo se proponen algunas actualizaciones de su contenido.

### ACTUALIZACIÓN

Para cumplir con el objetivo anterior, se realizó la lectura crítica del volumen I. Panorama oceánico (Cifuentes-Lemus *et al.*, 1986). A la par de su lectura, se actualizó la información no vigente con el apoyo de fuentes bibliográficas. Las actualizaciones propuestas para el volumen I se presentan en forma de lista. Así, el apartado DICE señala la información original, mientras que el DEBE DECIR, indica la actualización propuesta. También, se cita la página y párrafo de donde se tomó la información, así como la cita de la fuente bibliográfica que respalda el ajuste.

A continuación, se detallan las modificaciones para el volumen I de la obra de divulgación científica *El océano y sus recursos* (algunos errores tipográficos son señalados en esta revisión):

### **I. Panorama oceánico**

1ª ed. (*La Ciencia desde México*), 1986, ISBN: 968-16-2689-4 / 2ª ed. (*La Ciencia para Todos*), 1997 / 3ª ed., 2003 (Fig. 1).

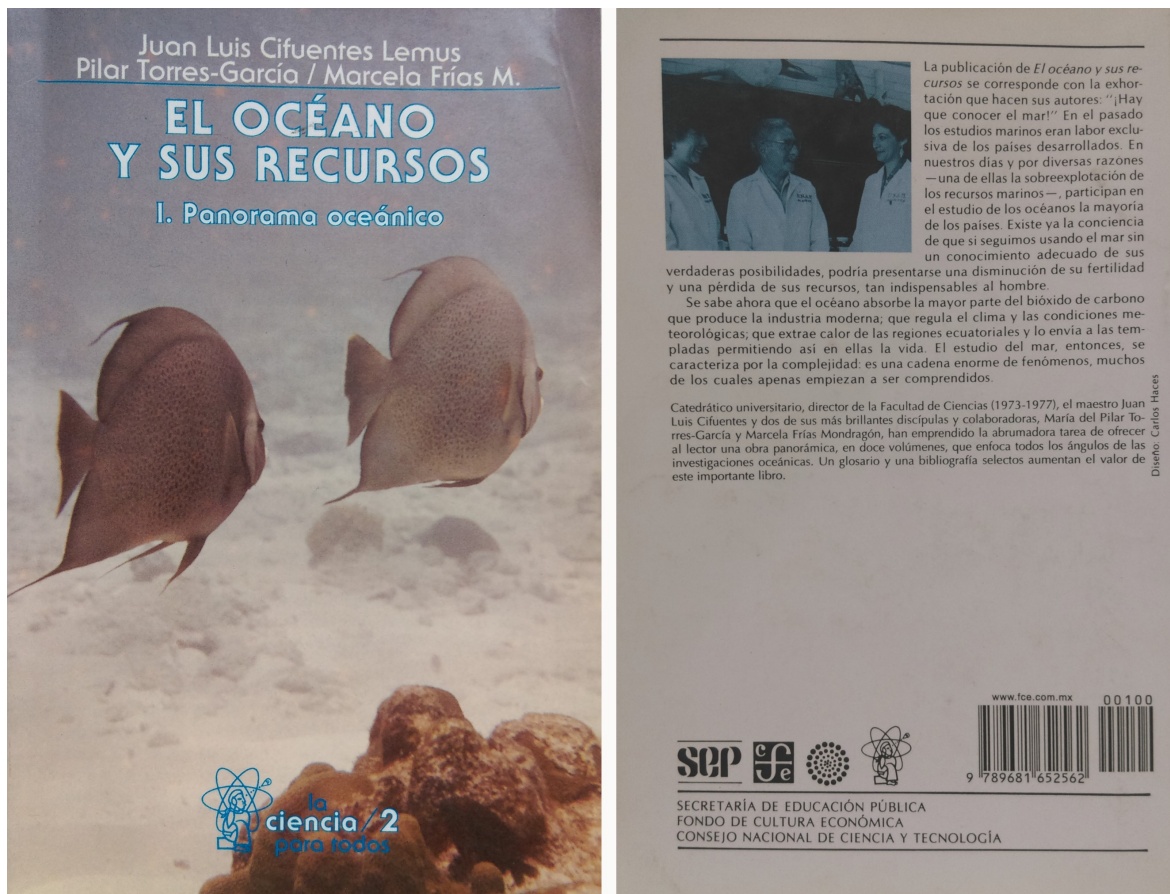


Figura 1. Portada y contraportada del volumen I. Panorama oceánico (1986) de la colección *El océano y sus recursos* del Fondo de Cultura Económica.

Primer volumen de esta colección sobre los recursos del mar en el que se ofrece un panorama del estado actual de la oceanología y la oceanografía con los antecedentes históricos de su evolución. El lenguaje y la metodología utilizados han sido pensados para una mejor comprensión por parte de estudiantes y público en general (FCE, 2010).

-Página 24, párrafo tercero (Orheim, 2011):

DICE: Los océanos han sido divididos –de manera convencional y utilizando un criterio geográfico que en realidad no existe– en Océano Glacial Ártico,

Océano Atlántico, Océano Pacífico, Océano Índico y Océano Glacial Antártico.

DEBE DECIR: Los océanos han sido divididos –de manera convencional y utilizando un criterio geográfico que en realidad no existe– en Océano Glacial Ártico, Océano Atlántico, Océano Pacífico, Océano Índico y Océano Glacial Antártico (a partir del año 2000, este último también es conocido como Océano Meridional o Austral; Southern Ocean en inglés).

-Página 47, párrafo segundo (NOAA, 2020):

DICE: ...Se dice que en una milla cúbica de agua de mar puede haber 25 toneladas de este metal. Incluso, se afirma que hay tal cantidad de oro en el océano que, si se repartiera entre los habitantes del planeta, a cada uno le correspondería una proporción equivalente a más de 30 millones de pesos...

DEBE DECIR: ...Se dice que en una milla cúbica de agua de mar puede haber 25 toneladas de este metal (se ha estimado un gramo de oro por cada 100 millones de toneladas métricas de agua oceánica en el Atlántico y el Pacífico norte). Incluso, se afirma que hay tal cantidad de oro en el océano que, si se repartiera entre los habitantes del planeta, a cada uno le correspondería una proporción equivalente a más de 30 millones de pesos (volumen aproximado del océano de 321,000,000 millas cúbicas y con potencial de 8,025,000,000 toneladas de oro que, repartidas entre 7,700,000,000 habitantes, corresponde a poco más de una tonelada de oro o \$1,329.250.000 pesos por persona al 2020)...

-Página 58, párrafo quinto (Census of Marine Life, 2010; Smithsonian, 2018):

DICE: ...en la Fosa de las Filipinas, donde, a 11 000 metros, la vida está representada por bacterias.

DEBE DECIR: ...en la Fosa de las Filipinas, donde, a 11 000 metros, la vida está representada por bacterias.

Asimismo, durante los diez años de trabajo del “Censo de la Diversidad de la Vida Marina Abisal”, donde participaron 56 instituciones de 17 países, se han publicado descripciones de más de 500 especies que habitan en las grandes profundidades, desde pequeños invertebrados hasta peces.

Por su parte, en un proyecto sin precedentes, llamado “Censo de la Vida Marina”, que inició en el año 2000, se logró reunir a más de 2,700 científicos de 80 naciones, que censaron 250,000 especies (con aproximadamente 6,000

nuevas para la ciencia) de los millones que se estima que existen en los océanos. A finales de la década del 2000, una expedición a las aguas del Océano Meridional, encontró 700 nuevas especies y estimó que un litro de agua de mar llega a albergar 20,000 diferentes especies de microbios.

-Página 60, párrafo tercero:

DICE: ...océasno...

DEBE DECIR: ...océano...

-Página 60, párrafos sexto y séptimo (Scott y Rines, 1975):

DICE: Quizá la leyenda contemporánea más famosa sea la del monstruo de Loch Ness, [...]. El Primer reporte sobre su supuesta existencia data del año 565, y hasta 1969 fue observado 251 veces, habiéndose hecho descripciones detalladas de él, pero siempre con base en fotografías muy borrosas, que bien podrían ser algún otro animal. A la fecha...

DEBE DECIR: Quizá la leyenda contemporánea más famosa sea la del monstruo de Loch Ness, [...]. El Primer reporte sobre su supuesta existencia data del año 565, y hasta 1969 fue observado 251 veces, habiéndose hecho descripciones detalladas de él, pero siempre con base en fotografías muy borrosas, que bien podrían ser algún otro animal. En 1975, la prestigiosa revista científica Nature publicó un artículo de Sir Peter Scott y Robert Rines sobre la posible existencia de la bestia. Tiempo después publicaron, en la misma revista, que el animal recibiera el nombre científico de *Nessiteras rhombopteryx* (el monstruo de Ness con aleta en forma de diamante). A la fecha...

-Página 73, párrafo cuarto:

DICE: ...mediados del presente siglo...

DEBE DECIR: ...mediados del siglo XX...

-Página 77, párrafos quinto y sexto; página 79, párrafo segundo y tercero (Woods Hole Oceanographic Institution, 1981; Brett, 2014):

DICE: El Triángulo de las Bermudas es una delimitación imaginaria situada frente a la costa atlántica suroriental de los Estados Unidos. [...]. En esta zona han ocurrido hechos inquietantes y casi increíbles que, por lo tanto, entraron al catálogo de los misterios no resueltos del mundo. [...]. Este enigma despertó la curiosidad e interés de los científicos de varias partes del mundo, quienes iniciaron una serie de estudios [...].

En 1978 se organizó un grupo internacional de expertos encabezado por científicos soviéticos y norteamericanos para trabajar en el área, con base en un ambicioso programa conjunto llamado Polymode. Sin embargo, hasta la fecha sólo han logrado elaborar hipótesis, que a veces resultan contradictorias entre sí.

DEBE DECIR: El Triángulo de las Bermudas es una delimitación imaginaria situada frente a la costa atlántica suroriental de los Estados Unidos. [...]. En esta zona han ocurrido hechos inquietantes y casi increíbles que, por lo tanto, entraron al catálogo de los misterios no resueltos del mundo. [...]. Este enigma despertó la curiosidad e interés de los científicos de varias partes del mundo, quienes iniciaron una serie de estudios [...].

Entre 1974 y 1981 se organizó un grupo internacional de expertos, encabezado por científicos de la antigua Unión Soviética y norteamericanos para trabajar en el área, con base en un ambicioso programa conjunto llamado Polymode, para llevar a cabo un experimento a gran escala sobre la dinámica del océano medio. Entre sus conclusiones más importantes sobresale la comprensión del proceso “eddy” o de giros anticiclónicos; el cual consiste en una corriente de aire, agua o cualquier fluido que se mueva en círculos a escalas de 50 a 500 kilómetros.

*-Página 80, párrafo segundo:*

DICE: Este conjunto de hipótesis llevará posiblemente a establecer algún día la explicación científica del misterio que rodea al Triángulo de las Bermudas.

DEBE DECIR: Este conjunto de hipótesis llevará

posiblemente a establecer algún día la explicación científica del misterio que rodea al Triángulo de las Bermudas y sus tragedias humanas: la cual, seguramente, incluirá y relacionará fenómenos climáticos, fallas en instrumentos de navegación y errores humanos.

*-Página 97, párrafo segundo (gCaptain, 2011; Fairhall, 2015; Oliveira, 2017; The Maritime Executive, 2017; Nuwer, 2018; World Nuclear Association, 2020):*

DICE: La construcción de barcos de propulsión atómica aún se encuentra en estudios. Apenas tres buques y unos 50 submarinos son impulsados ya por esta energía, que ofrece mayores ventajas: por ejemplo, estos submarinos pueden permanecer sumergidos durante varios meses, siempre y cuando la tripulación disponga de suficiente aire. Por otra parte, el hecho de que sólo existan tres barcos de este tipo –el *Savannah*, mercante de los Estados Unidos; el *Lenin*, rompehielos soviético, y el *Otto Hahn*, minero alemán– se debe al alto costo que representa construirlos y operarlos.

DEBE DECIR: La construcción de barcos de propulsión atómica es una realidad (entre los primeros construidos sobresalen el *Savannah*, mercante de los Estados Unidos; el *Lenin*, rompehielos de la antigua Unión Soviética, y el *Otto Hahn*, minero alemán), ya que actualmente existen cerca de 160; sin embargo, no han resultado rentables ni exitosos comercialmente por su alto costo. Actualmente, se han diseñado barcos que utilizan otras energías menos cuestionables, como aquellos que son impulsados por la energía solar o del oleaje.

*-Página 118, párrafo primero (The Cousteau Society, 2020):*

DICE: ...*Denise*, uno de los batiscafos más fáciles de maniobrar. Su primera inmersión fue en el golfo de Lyon, en 1957, y desde entonces ha cumplido varias misiones de exploración que han aportado importantes datos para las ciencias del mar.

DEBE DECIR: ...*Denise*, uno de los batiscafos más fáciles de maniobrar. Su primera inmersión fue en el golfo de Lyon, en 1957, y desde entonces ha cumplido más de 1,500 misiones de exploración

que han aportado importantes datos para las ciencias del mar. En 1965, los avances tecnológicos permitieron construir dos sumergibles más avanzados: los *Sea Fleas*, que pueden descender hasta 500 metros.

-Página 104, párrafo tercero:

DICE: ...1942...

DEBE DECIR: ...1492...

-Página 108, párrafo tercero:

DICE: ...motor.

DEBE DECIR: ...vapor.

-Página 115, párrafo tercero:

DICE: En los últimos años, los científicos marinos han considerado que...

DEBE DECIR: En los últimos años del siglo XX, los científicos marinos consideraron que...

-Página 115, párrafo tercero:

DICE: ...en el fondo es una forma anticuada de efectuar investigaciones. Ahora prefieren descender en persona a las diferentes profundidades, e incluso han podido llegar hasta las trincheras...

DEBE DECIR: ...en el fondo era una forma anticuada de efectuar investigaciones. Por lo que prefirieron descender en persona a las diferentes profundidades, e incluso, hasta llegar a las trincheras...

-Página 116, párrafo segundo:

DICE: El hombre de nuestro siglo, protegido por corazas de ese metal, ha conquistado el fondo...

DEBE DECIR: Fue el hombre del siglo XX, protegido por corazas de ese metal, quien conquistó el fondo...

-Página 118, párrafo segundo (Woods Hole Oceanographic Institution, 2020):

DICE: El Departamento de Marina de los Esta-

dos Unidos creó en 1965 el submarino autónomo *Alvin*, que puede permanecer sumergido a más de 1800 metros durante 24 horas y es capaz de explorar una extensión de 25 kilómetros en el fondo. Con este vehículo se han estudiado las chimeneas del Océano Pacífico Mexicano.

DEBE DECIR: El Departamento de Marina de los Estados Unidos creó en 1965 el submarino autónomo *Alvin*, que puede permanecer sumergido a más de 1800 metros (promedio de profundidad 2,073 metros) durante 24 horas (tiempo promedio de inmersión siete horas) y es capaz de explorar una extensión de 25 kilómetros en el fondo. Con este vehículo se han estudiado las chimeneas del Océano Pacífico Mexicano. Hasta la fecha, ha transportado 15,141 personas en 5,050 inmersiones, y con él se tiene acceso al 63% del fondo oceánico mundial.

-Página 118, párrafo tercero (Buell, 2018):

DICE: Posteriormente, la tecnología estadounidense perfeccionó y creó otro sumergible, el *Aluminaut*, que ya utiliza el sistema de navegación de un submarino tradicional, ya que fue construido para cumplir principalmente misiones científicas. Puede descender hasta 4 570 metros, y ha sido empleado para buscar valiosos depósitos de metal en el océano.

DEBE DECIR: Posteriormente, la tecnología estadounidense perfeccionó y creó otro sumergible, el *Aluminaut*, que utiliza el sistema de navegación de un submarino tradicional, y que fue construido de aluminio para cumplir principalmente misiones científicas. Podía descender hasta 4,570 metros, y fue empleado para buscar valiosos depósitos de metal en el océano. Se retiró de servicio en 1970 para exhibirse actualmente en el Museo de Ciencias de Virginia.

-Página 118, párrafo cuarto (Bellingham, 2008; RoboNation, 2020):

DICE: ...en el mar funcionan ya laboratorios tripulados que pueden fijarse en el fondo por periodos de varias semanas a profundidades de entre 100 y 500 metros .

DEBE DECIR: ...en el mar han funcionado laboratorios tripulados que se fijaron en el fondo por periodos de varias semanas a profundidades de entre 100 y 500 metros. Actualmente, gran cantidad de países invierten en el desarrollo de sumergibles autónomos con fines comerciales, militares, de investigación y hasta como pasatiempo.

-Página 120, párrafo primero (Florida International University, 2020):

DICE: ...fue el doctor George Bond, de la marina de los Estados Unidos, quien diseñó los laboratorios llamados *Sealab*, [...]. Este laboratorio puede posarse durante una semana en el fondo del océano a una profundidad de 600 metros.

DEBE DECIR: ...fue el doctor George Bond, de la marina de los Estados Unidos, quien diseñó los laboratorios llamados *Sealab*, [...]. Este laboratorio puede posarse durante una semana en el fondo del océano a una profundidad de 600 metros. Actualmente, *Aquarius* es el único laboratorio submarino en activo dedicado a la investigación. Está localizado en los Cayos de la Florida a 20 metros de profundidad y puede albergar a seis investigadores (buzos certificados) en misiones de diez días.

-Página 132, párrafo segundo:

DICE: Otros accesorios que utiliza el buzo en sus actividades son el manómetro de inmersión o profundímetro, el cuchillo de acero inoxidable...

DEBE DECIR: Otros accesorios que utiliza el buzo en sus actividades son el manómetro con la consola de instrumentos de profundidad, relojes, computador, el cuchillo de acero inoxidable,...

-Página 134, párrafo tercero (Ferguson, 2017; ADAS, 2020; PADI, 2020):

DICE: Las escafandras, herramientas de exploración y de trabajo más cómodas, tienen un límite de 90 metros, cuando se respira aire, y de 160, cuando se usan mezclas ligeras. Se es-

pera que en un futuro puedan emplearse hasta 200 metros. Para poder bajar a mayores profundidades, el hombre debe encerrarse en esferas o torretas.

DEBE DECIR: Las escafandras, herramientas de exploración y de trabajo más cómodas, tienen un límite de 90 metros, cuando se respira aire, y de 160, cuando se usan mezclas ligeras.

Durante las últimas dos décadas se desarrolló la tecnología del sistema atmosférico de buceo, el cual consiste en un traje acorazado que mantiene la presión estable en su interior y permite bajar hasta 700 metros de profundidad. Para poder bajar a mayores profundidades, el ser humano debe encerrarse en esferas o torretas. Hasta hoy, el record de profundidad en el buceo autónomo es de 332.35 metros; sin embargo, la máxima profundidad teórica a la que ha descendido una persona es de 701 metros, experimentada en 1992 dentro de una cámara con mezcla de helio, oxígeno e hidrógeno.

-Página 138, párrafo segundo (Wikipedia, 2005):

DICE: Con base en los programas de investigación científica de los norteamericanos en torno a las profundidades de la plataforma continental se construyeron los submarinos *Star-I*, el *Star-II* y, recientemente, el *Star-III*. La principal característica de éste es que resulta fácilmente maniobrable en aguas someras.

DEBE DECIR: Con base en los programas de investigación científica de los norteamericanos en torno a las profundidades de la plataforma continental se construyeron los submarinos *Star-I*, el *Star-II* y *Star-III*. La principal característica de éstos era su fácil maniobrabilidad en aguas someras.

-Página 142, párrafo primero:

DICE: ...Investigadores submarinos de otros países como Rusia, Checoslovaquia y Alemania también han realizado estudios...



DEBE DECIR: ... Investigadores submarinos de otros países como Rusia, la antigua Checoslovaquia y Alemania también realizaron estudios...

*-Página 143, párrafo segundo:*

DICE: Las estaciones submarinas han cambiado en su diseño. Las primeras fueron en forma de sombrilla, después cilíndricas y, en la actualidad, presentan el aspecto de una "vivienda moderna"...

DEBE DECIR: Las estaciones submarinas han cambiado en su diseño. Las primeras fueron en forma de sombrilla, después cilíndricas y, en la actualidad (solo en funcionamiento una: *Aquarius*), presentan el aspecto de una "vivienda moderna"...

*-Página 148, párrafo cuarto:*

DICE: ...por científicos del siglo XX".

DEBE DECIR: ...por científicos actuales".

*-Página 149, párrafo cuarto (INAH, 2019):*

DICE: Con estas técnicas se ha iniciado una nueva era de investigación submarina, pues se creía que después de los descubrimientos realizados en Creta, a principios de siglo, por Arthur John Evans, y los más modernos en Mohenjo-Daro y Yucatán, parecía ya que muy poca cosa quedaba por descubrir...

DEBE DECIR: Con estas técnicas se ha iniciado una nueva era de investigación submarina, pues se creía que después de los descubrimientos realizados en Creta, a principios del siglo XX, por Arthur John Evans, y los más modernos en los litorales de México (como el submarino estadounidense USS H-1 *Seawolf*,

ubicado a 15 metros de profundidad en las cercanías de la Isla Santa Margarita, Baja California Sur, que fue víctima de una tormenta mientras, en 1920, navegaba desde el canal de Panamá hasta California), parecía ya que muy poca cosa quedaba por descubrir...

*-Página 149, párrafo quinto:*

DICE: A principios de este siglo,...

DEBE DECIR: A principios del siglo XX,...

*-Página 153, párrafo primero:*

DICE: ...travées...

DEBE DECIR: ...través...

*-Página 156, párrafo segundo:*

DICE: ...meteorología marina, antropología submarina,...

DEBE DECIR: ...meteorología marina, sensores remotos (satélites), antropología submarina,...

*-Página 159, párrafo segundo:*

DICE: ...pueden ser terribles, ya que no sólo...

DEBE DECIR: ...pueden ser terribles (como los estragos que actualmente genera el calentamiento global), ya que no sólo...

*-Página 166, párrafo tercero:*

DICE: **braza**. Medida de longitud generalmente usada en relación con el mar, equivalente a 1.67 metros.

DEBE DECIR: **braza**. Medida de longitud generalmente usada en relación con el mar, equivalente a 1.67 metros (braza española) o 1.82 metros (braza inglesa).

## REFERENCIAS

- ADAS (2020). Atmospheric diving system. // [adas.org.au/careers/atmospheric-diving-system/](http://adas.org.au/careers/atmospheric-diving-system/)
- Bellingham, James G. (2008). Platforms: Autonomous underwater vehicles. Pp. 473-484, en Steel, John H., Thorpe, Steve A., Turekian, Karl K. (eds.). *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Academic Press, Amsterdam. Pág. 3900.
- Buell, Erica (2018). Submarine Force Library and Museum Association. // [www.ussnautilus.org/the-aluminum-submarine/](http://www.ussnautilus.org/the-aluminum-submarine/)
- Brett, Jay (2014). 12.804 Project: Ocean Rossby Waves: local dynamics experiment. // [svante.mit.edu/~jscott/12.804\\_reports\\_2014/finalWriteupBrett.pdf](http://svante.mit.edu/~jscott/12.804_reports_2014/finalWriteupBrett.pdf)
- Census of Marine Life (2010). Highlights of a decade of Discovery. [www.coml.org/highlights-2010/](http://www.coml.org/highlights-2010/)
- Cifuentes-Lemus, Juan Luis, Cupul-Magaña Fabio Germán (2016). Prólogo. Pp. 9-10, en Fondo de Cultura Económica (ed.). *La Ciencia para Todos: catálogo de obras 2016*. Fondo de Cultura Económica, México. Pág. 102.
- Cifuentes-Lemus, Juan Luis, Torres-García, Pilar, Frías M., Marcela (1986). *El océano y sus recursos. I. Panorama oceánico*. Fondo de Cultura Económica, México. Pág. 171.
- Fairhall, David (2015). From the archive, 24 June 1969: Mystery surrounds whereabouts of Russian ship. // [www.theguardian.com/world/2015/jun/24/lenin-russian-ship-missing-nuclear](http://www.theguardian.com/world/2015/jun/24/lenin-russian-ship-missing-nuclear)
- FCE (Fondo de Cultura Económica) (2010). *La Ciencia para Todos: catálogo de obras completas*. Fondo de Cultura Económica, México. Pág. 196.
- Ferguson, Sherri (2017). Buceo de saturación. ALERTDIVERONLINE. // [espanol.alertdiver.com/Buceo-de-saturacion](http://espanol.alertdiver.com/Buceo-de-saturacion)
- Flores-Valdés, Jorge (2017). Presentación. Pp. 9-10, en Sánchez, Heriberto (ed.). *El origen de la ciencia: una antología de la ciencia para todos*. Fondo de Cultura Económica, México. Pág. 469.
- Florida International University (2020). Medina Aquarius Program. // [environment.fiu.edu/coastlines-and-oceans/aquarius/index.html](http://environment.fiu.edu/coastlines-and-oceans/aquarius/index.html)
- gCaptain (2011). A story ff (irrelevant) nuclear success at sea. // [gcaptain.com/story-irrelevant-nuclear-success/](http://gcaptain.com/story-irrelevant-nuclear-success/)
- INAH (2019). En 2019, realizó INAH descubrimientos arqueológicos de relevancia mundial. // [www.inah.gob.mx/boletines/8818-en-2019-realizo-inah-descubrimientos-arqueologicos-de-relevancia-mundial](http://www.inah.gob.mx/boletines/8818-en-2019-realizo-inah-descubrimientos-arqueologicos-de-relevancia-mundial)
- NOAA (2020). National Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration: Is there gold in the ocean? // [oceanservice.noaa.gov/facts/gold.html](http://oceanservice.noaa.gov/facts/gold.html)
- Nuwer, Rachel (2018). Solar power could reinvent the shipping industry –if we let it. Nova. // [www.pbs.org/wgbh/nova/article/solar-power-could-reinvent-the-shipping-industry-if-we-let-it/](http://www.pbs.org/wgbh/nova/article/solar-power-could-reinvent-the-shipping-industry-if-we-let-it/)
- Oliveira, Juan A. (2017). Va de barcos: NS Savannah: el carguero nuclear de los Estados Unidos. // [vadebarcos.net/2017/01/21/ns-savannah-carguero-nuclear-estados-unidos/](http://vadebarcos.net/2017/01/21/ns-savannah-carguero-nuclear-estados-unidos/)
- Orheim, Olav (2011). The Polar oceans and climate change. Pp. 147-154, en Vidas, Davor, Schei, Peter Johan (eds.). *The world ocean in globalisation: Climate change, sustainable fisheries, biodiversity, shipping, regional issues*. Martinus Nijhoff Publishers, Leiden. Pág. 580.

PADI (2020). Underwater world records. // [blog.padi.com/2017/10/16/underwater-world-records/](http://blog.padi.com/2017/10/16/underwater-world-records/)

RoboNation (2020). 2020 RoboSub. // [robosub.org/programs/2020-robosub/](http://robosub.org/programs/2020-robosub/)

Scott, Peter, Rines, Robert (1975). Naming the Loch Ness monster. *Nature* 258: 466-468.

Smithsonian (2018). The census of marine life. // [ocean.si.edu/ecosystems/census-marine-life/census-marine-life-overview](http://ocean.si.edu/ecosystems/census-marine-life/census-marine-life-overview)

The Cousteau Society (2020). Cousteau's diving saucer: diving saucer. // [www.cousteau.org/legacy/technology/diving-saucer/](http://www.cousteau.org/legacy/technology/diving-saucer/)

The Maritime Executive (2017). Wave energy concept ready for ship propulsion. // [www.maritime-executive.com/article/wave-energy-concept-ready-for-ship-propulsion](http://www.maritime-executive.com/article/wave-energy-concept-ready-for-ship-propulsion)

Wikipedia (2005). Bestand: Submersible named Star III in front of Scripps Institution of Oceanography.JPG. // [nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:Submersible\\_named\\_Star\\_III\\_in\\_front\\_of\\_Scripps\\_Institution\\_of\\_Oceanography.JPG](http://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:Submersible_named_Star_III_in_front_of_Scripps_Institution_of_Oceanography.JPG)



Woods Hole Oceanographic Institution (1981). Polymode data inventory: Polygon mid-ocean dynamics experiments. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts. Pág. 178.

Woods Hole Oceanographic Institution (2020). HOV Alvin. // [www.whoi.edu/what-we-do/explore/underwater-vehicles/hov-alvin/](http://www.whoi.edu/what-we-do/explore/underwater-vehicles/hov-alvin/)

World Nuclear Association (2020). Nuclear-Powered Ship. // [www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx](http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx)

## **La nueva realidad The new reality**

María Teresa Morfín Garcinava  
mtfaro@prodigy.net.mx  
Instructora y guía profesional de buceo

Recibido: 14 de marzo de 2020  
Aceptado: 11 de junio de 2020

### **Resumen.**

Se muestran evidencias sobre los efectos que la pandemia en México en los diferentes aspectos de la vida, pero con especial énfasis en las actividades de la pesca y en la manera de como se ve afectada la economía de los pescadores que, si bien en ocasiones pueden salir al mar y traer capturas se enfrenta al problema de la comercialización, por lo que tienes que destinar el producto al consumo familiar y en algunos casos a donarlo a vecinos que no tienen alimento en su mesa.

**Palabras clave:** realidad, pandemia, pescadores, redes

### **Abstract**

Evidence is shown on the effects that the pandemic in Mexico has on different aspects of life, but with special emphasis on fishing activities and the way in which the economy of fishermen is affected, which, although sometimes Going out to sea and bringing catches faces the problem of marketing, so you have to allocate the product for family consumption and in some cases donate it to neighbors who do not have food on their table.

**Key words:** reality, pandemic, fishermen, nets

En el número anterior de Acta Pesquera presentamos nuestro proyecto Redes Al Viento, generado por Mar... Es de México, Fundación Santa Lucía A. C. y esta servidora. Hemos trabajado mucho, elaborando cursos,

programas, manuales, materiales de enseñanza y administración, pero no hemos podido iniciar los cursos por la crisis económica que enfrenta el país. Los organismos y empresas patrocinadores se detuvieron hacia el otoño de 2019, y simplemente no fue posible conseguir los recursos necesarios para echar a caminar el programa piloto. Espero que pronto podamos compartir con ustedes las noticias de las nuevas experiencias, ya que parece que la puerta se está abriendo, y pronto podremos iniciar.

Pero la dificultad nos está alcanzando a todos, en parte con el tema de la pandemia, y en parte también, con la gigantesca crisis económica que nos está castigando en este sexenio. Gran parte de la población lleva meses de encierro, algunos afortunados haciendo trabajo en casa, y otros perdiendo sus empleos o sus empresas, aparentemente quedando a la deriva en este caos que parece adivinarse como consecuencia aparente de la pandemia, y que en realidad es consecuencia de una pésima administración del país.

Hablando con muchas personas encuentro un temor generalizado ante lo que se viene. Parece como si estuviéramos a la mitad de un salto, cuando ya dejamos el piso de la etapa anterior, y todavía seguimos en el aire, sin haber tocado el otro lado. Es como si esta etapa de encierro para muchos y de poco trabajo o trabajo en casa, fuera una especie de vacación para prepararnos para la realidad que se viene. Pensando en la crisis que está por venir...

Sin embargo, tenemos que darnos cuenta de que la crisis ya llegó, y cayó sobre nosotros con toda su fuerza, aunque en este momento podamos estar guardados en casa teniendo nuestras necesidades satisfechas.

La pandemia está infectando a mucha gente, algunos de los cuales mueren, mientras que otros regresan a la vida con una cierta inmunidad. Y además del grave problema de salud que estamos afrontando, nos encontramos con que la economía del país se derrumba de manera implacable y con estruendo, no solamente por la pandemia, sino por las consecuencias de la nueva administración.

He tenido oportunidad de platicar con algunos amigos pescadores. Algunos pueden salir a pescar, a pesar de que las autoridades locales trataron de impedirselo. Otros se han tenido que quedar en casa, con la consiguiente falta de recursos para atender a sus familias. De los que pescan, especialmente en el Pacífico (referencia de pescadores de Guerrero), han tenido una etapa de bonanza, debido a que la vida marina se está acercando a la costa, ante la ausencia de la multitud de embarcaciones que no están saliendo al mar.

Pienso en mis amigos pescadores, y pienso también en todo lo que demanda de nosotros la atención de una situación difícil de esta magnitud. Y por eso trato de compartir una serie de reflexiones que han salido de mi propio manejo de la contingencia, y de lo que están logrando hacer otras personas que se mueven en mi medio.

Cuando se presenta una contingencia en el sector médico, la atención se da en tres instancias:

- La atención en primera instancia consiste en salvar la vida.
- La atención en segunda instancia nos lleva a atender las secuelas de la emergencia.
- La atención en tercera instancia se trata de llevar a los afectados a una nueva normalidad.

En este momento nos encontramos entre la primera y segunda etapa: Todavía está presente la posibilidad inminente de contagio, por lo que necesitamos mantener la precaución

en lo que se refiere a las medidas de higiene y el distanciamiento social.

### **Primera instancia**

Creo que para los pescadores que están saliendo al mar, esto implica la necesidad de asearse con más frecuencia, sobre todo la cara y las manos, utilizar gel, guantes y cubre bocas, evitar en la medida de lo posible el acercamiento a las personas con las que comercian, y exigirles también que usen las mismas medidas de higiene. No se trata solamente de no contagiarse, sino también evitar que sus productos lleven el contagio más adelante. También se requiere, pensando en el distanciamiento social, que vayan directamente a casa, se desinfecten y cambien de ropa al llegar, y que permanezcan en el hogar con la familia cuando no estén pescando.

El otro lado de la pandemia tiene que ver con la economía familiar. No todos tenemos un ahorro que nos saque de apuros, pero hay algunas cosas que podemos hacer para conseguir lo necesario para salir adelante. En muchas comunidades se está popularizando el trueque, intercambiando productos con los vecinos. También muchas personas están comerciando con los vecinos que viven cerca vendiendo comida y artículos de primera necesidad, y trayendo a su comunidad productos que no se consiguen fácilmente. Nunca falta un compañero que tenga una camioneta, y podemos hacer equipo para conseguir lo necesario.

Ante el cierre de muchos de los mercados habituales, algunos pescadores ribereños están llevando el producto directamente a las casas de los consumidores, o venden a los restauranteros que están haciendo comida para llevar. Si a los mexicanos nos faltan recursos, seguramente sabremos que nos sobra ingenio y que podemos salir adelante con un poco de esfuerzo.

El encierro es difícil para muchos, me imagino que especialmente para los pescadores que están habituados a desplazarse libremente por el océano. Pero pensemos en la vida de un guardafaro. ¿Podríamos ser guardafaros por una temporada?

El guardafaro tiene su casa, y generalmente está solo. Puede caer en la llamada “enfermedad de los guardafaros” que consiste en dormir todo lo posible, pero también puede activarse y mantenerse ocupado todo el día. Un pescador conoce bien la vida del guardafaro, y puede replicarla en cualquier momento. Hay muchas cosas que hacer en casa además de convivir pacíficamente con la familia: puede ser que una pared necesite pintura, que una puerta rechine, que una silla esté floja. También es muy entretenido cocinar. Cuando uno se levanta, se asea, toma su café y se pone a trabajar, el encierro se vuelve más amable. En lugar de dar vueltas de desesperación, hay que mantenernos ocupados como si fuéramos guardafaros activos.

Cuando estamos en condiciones de encierro se hace más difícil la convivencia. Necesitamos tener consciencia de la situación, y tratar abiertamente de convivir en paz con todos los que nos acompañan. Hay que dejar pasar las pequeñas cosas que nos molestan, y valorar a nuestros seres cercanos. También ayuda que la casa esté muy limpia y ordenada, y que la comida sea sabrosa, aunque sea sencilla.

En el caso de estar infectados tenemos dos posibilidades: Cuando los síntomas son leves nos cuidamos en casa. Podemos consultar al médico, de preferencia a distancia, para que nos dé medicamentos que eliminen o reduzcan los síntomas. Pero si aumenta la fiebre y nos cuesta trabajo respirar, puede ser necesario acudir a un centro hospitalario por atención.

Antes de contagiarnos es útil tener la estrategia preparada: a qué médico vamos a acudir, qué centro hospitalario nos queda más cerca, y tiene las condiciones indicadas para atender el contagio, quién se va a hacer cargo de nuestras obligaciones, quiénes nos pueden apoyar. Entonces estaremos listos, con la intención de no llegar a contagiarnos.

### **Segunda instancia**

Una vez salvada la vida, tenemos que atender muchas cosas pendientes. Pensemos en lo que sucede cuando nos alcanza una tormenta: Pasamos un tiempo difíciles defendiéndonos de la lluvia y de las olas, pero tarde o temprano los vientos se calman y sale el sol. ¿Entonces que sigue? Hay mucho que hacer.

Primero evaluamos los daños, ¿qué se perdió? ¿qué se rompió? ¿quiénes están lesionados? En el barco puede haber muchas cosas que necesitemos arreglar urgentemente, y tenemos que limpiar. En casa, en esta contingencia que estamos viviendo, puede haber personas enfermas, niños que no están yendo a la escuela y necesitan ayuda en sus estudios, una mujer que necesite ayuda con la casa, un negocio pendiente, o tal vez tengamos la oportunidad de salir un par de días a pescar, de vender un poco de producto... Todo con la idea de mantener una buena situación en el trabajo y en la casa. Todos tenemos muchas cosas que resolver.

En el caso de los buzos pescadores hay que saber que si alguien ha padecido coronavirus es posible que tenga secuelas pulmonares, aunque ya se haya curado. Entonces, antes de volver a bucear hay que hacerse un buen examen de los pulmones, porque puede haber fibrosis u otras secuelas, que pueden poner en peligro la vida del buzo al hacer trabajo subacuático

Algo importante que podemos hacer en este tiempo de poca actividad es prepararnos para lo que sigue. Vamos a tener que cambiar muchas cosas de nuestro actual modo de vida, y necesitamos organizar las condiciones para tener trabajo cuando se abra la cuarentena. No podemos salir mucho, pero tenemos teléfonos, algunos tienen computadoras, y eso nos permite comunicarnos con toda la gente que sea necesaria. Hay que ver qué se necesita hacer para tener trabajo en cuanto termine la contingencia, y hacer todo lo que esté en nuestras manos.

### **Tercera instancia**

El día después es algo que puede darnos miedo. Sabemos que está muriendo gente y hay muchas personas graves. No tenemos ninguna certeza de que vayamos a ser inmunes a la enfermedad... Algunos tienen la suerte de pasar el covid solamente con algunas molestias, pero hay personas que se ponen graves, y eso le puede pasar a cualquiera. El miedo no ayuda, hay que actuar.

Aunque se esté levantando la cuarentena necesitamos hacer algunos cambios en nuestra vida: Conservar el distanciamiento social y las medidas de higiene durante el tiempo que sea necesario para saber que hay una cura eficiente para la infección, o que baja verdaderamente la cantidad de contagios en el país. No debemos caer en la tentación de salir corriendo a reunirnos con los amigos cuando nos digan que comienza a bajar el número de infectados, porque es posible que este número vuelva a subir. Entonces hay que actuar de manera conservadora, saliendo lo menos que sea posible, y manteniendo las medidas de seguridad.

Y también nos damos cuenta de que la economía del país se va a afectar severamente. Muchas empresas han tenido que cerrar, los restaurantes, especialmente, están sufriendo mucho, y la gente va a tener poco dinero para comprar productos costosos como la langosta o el callo de hacha. Necesitamos encontrar nuevas formas de hacer nuestro trabajo, para tener la certeza de que nos vaya bien cuando la emergencia termine.

Tenemos que rescatarnos y rescatar a los demás. Es necesario que hagamos equipo con las personas cercanas a nosotros. Muchos pescadores están vendiendo directamente sus productos a restaurantes y familias en otras ciudades. Es el momento de dejar salir nuestra creatividad, y de buscar nuevas formas de hacer nuestro trabajo. De buscar nuevas formas de promover el cuidado del medio ambiente, y de reducir nuestra capacidad de contaminación. De utilizar artes de pesca que dañen el mínimo a otras especies no comerciales, y sí... también, de buscar otras maneras de hacer la vida en el mar.

Pienso en dos cosas que pueden reeditar un buen ingreso si tenemos el ingenio para grupos y cooperativas de pescadores que estén buscando un cambio: la maricultura, tratando de proteger especies comerciales para criarlas en mayor abundancia, y el turismo costero, en particular el turismo del buceo.

Nosotros le estamos apostando a capacitar cooperativas de pescadores que no tengan muchos recursos, para transformarlas en prestadores de servicios de buceo libre. Necesitamos que sean cooperativas que tengan un buen liderazgo y organización. El buceo libre (snorkelear) tiene muchas ventajas como posible ocupación de una cooperativa: es fácil de hacer, no tiene las complicaciones fisiológicas del buceo con tanque, no se requiere una gran inversión para realizarlo, y los turistas no necesitan una capacitación especial para hacerlo.

Si a tu cooperativa le interesa nuestra capacitación, comunícate conmigo al correo electrónico

[mtfaro@prodigy.net.mx](mailto:mtfaro@prodigy.net.mx). Si sabes de una cooperativa que pueda beneficiarse de nuestros servicios, comunícala con nosotros.

[www.maresdemexico.com](http://www.maresdemexico.com)  
[santaluciaac@hotmail.com](mailto:santaluciaac@hotmail.com)



**Primer registro de un macho de la quimera *Harriotta raleighana* (Chondrichthyes: Holocephali: Rhinochimaeridae) en el Pacífico Mexicano**

**First record of a male chimaera *Harriotta raleighana* (Chondrichthyes: Holocephali: Rhinochimaeridae) in the Mexican Pacific**

Pedro Medina-Rosas\* y Alma Rosa Raymundo-Huizar.  
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa.

Recibido: 12 de abril de 2020  
Aceptado: 18 de junio de 2020

**Resumen**

Se registra por primera vez un macho de la quimera narizona de aguas profundas *Harriotta raleighana*, para el Pacífico Mexicano. Este individuo corresponde al tercer espécimen de esta especie colectado en la parte sur de Bahía de Banderas. Bahía de Banderas se caracteriza por un cañón de más de mil metros de profundidad en la parte sur, el hábitat donde habitan especies de aguas profundas. El ejemplar se encontró muerto flotando en la superficie, a unos metros de la costa, en el mismo sitio que se localizó el primer ejemplar reportado para Jalisco en 2014. Se proporcionan medidas y datos biológicos que permiten comparar los ejemplares que se han colectado en la bahía. Jalisco es el único estado de México donde se han encontrado tres ejemplares de esta especie considerada rara, y este hallazgo corresponde al primer macho registrado de *Harriotta raleighana* en el Pacífico Mexicano.

**Palabras clave:** Quimera, Bahía de Banderas, arquibéntico, abisal.

**Abstract**

This is the first record of a male of the deep-sea fish *Harriotta raleighana*, known as longnosed

chimaera, for the Mexican Pacific. This is the third specimen of this species collected in the south of Bahía de Banderas, Jalisco. Deep waters, up to more than a thousand meters, characterize the south of this bay, which corresponds to the habitat of deep-sea species. The collected specimen was found dead floating in the surface of the water, a few meters from the beach, in the same site where the first specimen recorded in Jalisco was found in 2014. Measurements and biological data, which allow the comparison with other specimens found in the bay, are included. Jalisco becomes the only state in Mexico where three specimens of this rare species has been collected, and this last specimen represent the first male recorded for *Harriotta raleighana* in the Mexican Pacific.

**Key words:** Chimaera, Bahía de Banderas, archi-benthic and abyssal zone.

**Introducción**

Las quimeras son peces de la familia Rhinochimaeridae, en la subclase Holocephali dentro de la clase Chondrichthyes. El origen del nombre de la familia hace referencia a su nariz y su apariencia monstruosa (*rhinos* y *chimaera*), debido a que tienen apariencia poco común, además de que son poco observados en el mar, ya que habitan aguas profundas, de más de 200 m. Por lo tanto, dados su hábitat y comportamiento han sido pocas veces observados o colectados en México (Dagit *et al.*, 2016). Esta familia incluye tres géneros y ocho especies, donde el género *Harriotta* incluye dos especies, *H. haeckeli* Karrer (1972), que no se distribuye en México, y *H. raleighana* Goode y Bean, 1895, que se ha encontrado en puntos aislados de aguas templadas del Atlántico y Pacífico, tanto en el norte como en el sur, aunque hay reportes aislados en aguas

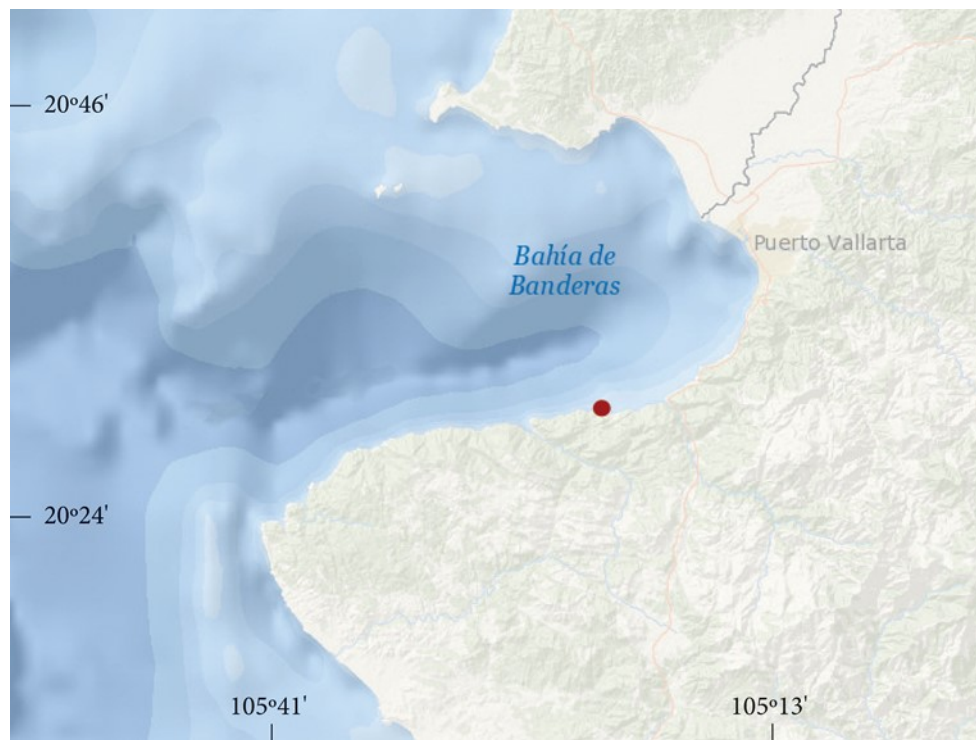


tropicales, como las de México. Debido al difícil acceso a su hábitat es poco lo que se conoce sobre la biología y ecología de esta especie, por lo que cada uno de los reportes de hallazgos de esta especie, aunque sean esporádicos y aislados, son relevantes, y de mayor importancia si son en aguas tropicales, donde casi no se distribuye (Dagit *et al.*, 2016).

La historia de los hallazgos de esta especie en México va más allá de cien años, desde principios del siglo pasado, y está relacionada con hallazgos realizados por pescadores o embarcaciones ajenas a estudios marinos. El primer ejemplar se colectó en 1911 (Townsend y Nichols, 1925), y los últimos dos ejemplares registrados han sido ambos en Bahía de Banderas (Medina-Rosas y Raymundo-Huizar, 2014 y 2019).

El objetivo de este estudio es proporcionar los datos biológicos del tercer ejemplar de la quimera *Harriotta raleighana* colectado en Jalisco, el primer macho reportado en el Pacífico Mexicano.

El 05 de febrero de 2020 se observó un espécimen de quimera narizona sin vida flotando en la superficie del agua a unos metros de la playa de Caletas, Jalisco, México (20°30'20" N, 105°22'59" O), dentro de Bahía de Banderas (Fig. 1), el mismo sitio donde se colectó el primer individuo reportado para Jalisco seis años antes (Medina-Rosas y Raymundo-Huizar 2014). Esta bahía se caracteriza por tener más de la mitad de la bahía tiene profundidades mayores a los 200 m y un cañón submarino de más de mil metros de profundidad en su parte sur, cercano a la línea de costa (Álvarez, 2007), por lo que es un hábitat con gran potencial para peces y otros organismos de aguas profundas. El lugar del hallazgo en la superficie del mar es muy cercano al cañón profundo en la bahía (Fig. 1), por lo que, al considerar sus hábitos y distribución, se puede esperar que de ahí provino este ejemplar, al igual que los otros que se han encontrado en Jalisco. Por el buen estado y la condición en que se encontraba el ejemplar al momento de la colecta se puede concluir que tenía pocas horas de haber muerto.



**Figura 1.** Mapa de Bahía de Banderas. La localidad de colecta (marcada con un círculo), frente a Caletas, Jalisco, se encuentra en la parte sur de la bahía, donde se encuentra el cañón submarino con profundidades mayores a 1000 m.

Para su preservación, el espécimen fue congelado desde que se colectó hasta que se fijó con formalina comercial al 10% por tres días y posteriormente se transfirió a alcohol etílico al

70%. La identificación y mediciones se realizaron de acuerdo con los especímenes colectados en la bahía anteriormente (Medina-Rosas y Raymundo-Huizar, 2014 y 2019. Tabla 1).

**Tabla 1.** Morfometría del ejemplar macho de *Harriotta raleighana* colectado en 2020 en la costa de Bahía de Banderas, Jalisco, Pacífico central de México (cm).

Longitud total	61.9
Longitud cefálica (incluye proboscis)	18.2
Longitud preoral	11.8
Amplitud de la boca	2.4
Longitud prenasal	11.0
Diámetro horizontal del ojo	2.3
Diámetro vertical del ojo	1.5
Anchura máxima de la cabeza	4.7
Anchura máxima del hocico	3.6
Longitud de la proboscis	10.3
Anchura de la proboscis	2.2
Longitud del orificio respiratorio	1.8
Altura máxima	7.4
Longitud de la espina dorsal	9.7
Base de la primera aleta dorsal	5.4
Base de la segunda aleta dorsal	15.9
Base del lóbulo superior de la aleta caudal	12.7
Base del lóbulo inferior de la aleta caudal	18.1
Longitud de las aletas pectorales	12.8
Base de las aletas pectorales	2.5
Longitud de las aletas pélvicas	6.8
Base de las aletas pélvicas	1.8
Distancia entre ojos	1.6
Claspers	2.0
Distancia entre claspers 1.1	

El espécimen presentó color café claro (Fig. 2) y pesó 529 g. Los machos de esta especie presentan un cláster simple y alargado con una espina al final (Last y Stevens, 2009). Debido a la pre-

sencia de claspers se identificó como macho (Fig. 3). El tracto digestivo se encontró completamente vacío.



**Figura 2.** Tercer ejemplar de *Harriotta raleighana* colectado en Jalisco. Vista lateral donde se observa el organismo completo y su coloración típica café claro.



**Figura 3.** Tercer ejemplar de *Harriotta raleighana* colectado en Jalisco. Vista ventral donde se observa el área del ano y los claspers que lo identifican como macho.

El ejemplar quedó depositado en la Colección de Vertebrados del Centro de Estudios en Zoología, con el registro CZUG10XX (pendiente), y resguardado en las instalaciones del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, en Puerto Vallarta, Jalisco, México. Al igual que los otros dos ejemplares colectados en Jalisco, y que también están depositados en esta colección, el espécimen está preservado en un contenedor de cristal que permite su observación directa.

El espécimen midió 62 cm, por lo que es el más pequeño que se ha encontrado en México, a excepción del ejemplar de Baja California Sur, que midió 15 cm (Townsend y Nichols, 1925).

Dados los pocos ejemplares colectados (menos de 10) de *Harriotta raleighana* en el Pacífico Mexicano en más de cien años, así como la frecuencia y localidades de sus registros, este reporte es relevante para la biología y ecología de la especie. Previamente solo se habían colectado ejemplares de hembras o especímenes sin sexo identificado, por lo que este es el primer registro de un macho de esta quimera para esta región. Bahía de Banderas, en la costa de Jalisco, es el sitio con mayor presencia de organismos colectados en México, con este tercer individuo (Medina-Rosas y Raymundo-Huizar, 2014 y 2019). Curiosamente, los tres ejemplares se han colectado en invierno, entre los meses de enero a marzo. Los tres ejemplares encontrados en esta costa han sido cercanos a la orilla, a unos metros de la playa, dentro de una caleta, a diferencia de los otros ejemplares del Pacífico Mexicano, que fueron capturados en mar abierto, a decenas de kilómetros del litoral (ver citas en Medina-Rosas y Raymundo-Huizar, 2014 y 2019). Cada uno de los reportes son importantes, ya que es una especie rara, que ha sido muy poco observada en el país, sus registros son esporádicos, y los ejemplares que se han colectado son todavía menos, por lo tanto, la información que proporciona cada reporte es útil para incrementar el conocimiento de su distribución, así como para entender la estructura de la población y su historia de vida (Dagit *et al.*, 2016).

Una cuestión relevante es entender el relativo in-

cremento de apariciones de ejemplares de esta quimera en Bahía de Banderas. En realidad, representa un incremento, y por lo tanto hay más individuos que están apareciendo en la superficie, o es que ahora si hay gente que las observa y que además las colecta, y además las reporta a los científicos. Es decir, es posible que anteriormente si se observaban, pero no se reportaban, o en realidad simplemente no se encontraban. También es posible que este incremento se debe a alguna situación en el ambiente de aguas profundas donde habitan esta y otras especies de esos hábitats poco estudiados que ha ocasionado que emerjan a la superficie. Estas y otras opciones se podrían considerar, y en todo caso se requieren estudios en aguas profundas de la región para tratar de entender a que se debe este incremento en los reportes de la quimera *Harriotta raleighana*.

#### **Agradecimientos**

Se agradece a Rafael Benevides de Vallarta Adventures, quien generosamente donó el ejemplar, a Abraham Reyes Juárez, por el apoyo en la preservación del organismo, y a Sergio Guerrero, por el registro de la colección CZUG.

#### **Literatura citada**

- Álvarez R. (2007). Submarine topography and faulting in Bahía de Banderas, Mexico. *Geofísica Internacional* 46: 93-116.
- Dagit D.D., Walls R.H.L., Buscher E. (2016). *Harriotta raleighana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T60140A3088899. Consultado en línea junio 1, 2020 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T60140A3088899.en>
- Goode G.B., Bean T.H. (1895). On *Harriotta*, a new type of chimaeroid fish from the deeper waters of the northwestern Atlantic. In *Scientific results of exploration by the U.S. Fish Commission Steamer Albatross*. Proceedings of the United States National Museum 17: 471-473.
- Karrer C. (1972). Die Gattung *Harriotta* Goode und Bean, 1895 (Chondrichthys, Chimaeriformes, Rhinochimaeridae). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin* 48: 203-221.

- Last P.R., Stevens J.D. (2009). *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO. Australia.
- Medina-Rosas P., Raymundo-Huizar A.R. (2014). Primer registro del pez de aguas profundas *Harriotta raleighana* (Chondrichthyes: Rhinochimaeridae) en la costa de Jalisco, Pacífico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1277-1281.
- Medina-Rosas P., Raymundo-Huizar A.R. (2019). Segundo reporte de la quimera *Harriotta raleighana* (Chondrichthyes: Rhinochimaeridae) en Bahía de Banderas, Jalisco. *Hidrobiológica* 29: 89-92.
- Townsend C.H., Nichols J.T. (1925). Deep sea fishes of the 'Albatross' Lower California Expedition. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 52: 1-20.



**Modelos asociados al dorado *Coryphaenidae: Coryphaena hippurus L.* (GibbsyCollette,1959) en la etapa de comercialización**

**Models associated with the common dolphinfish *Coryphaenidae: Coryphaena hippurus L.* (GibbsyCollette, 1959) in the commercialization stage**

José Trinidad Ulloa Ibarra<sup>1</sup>, Vicente Gómez Castillo<sup>1</sup>, Juan Felipe Flores Robles<sup>1</sup>, Nidia D. Uribe Olivares<sup>2</sup>, María Inés Ortega Arcega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>2</sup>. CBETIS 100

Recibido: 04 de marzo de 2020

Aceptado: 06 de junio de 2020

**Resumen.**

Se presentan los resultados de la modelación de datos del dorado en su etapa de comercialización realizados como parte de los trabajos realizados por miembros de la comunidad de la Unidad Académica de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit con el apoyo del CIMATE – Nayarit y donde se plantea a la modelación de los datos obtenidos como una activada apoyada en el uso de la tecnología para el procesamiento y la obtención de los resultados. Se enfatiza que el proceso de modelación es un vínculo entre la actividad escolar y la práctica profesional.

**Palabras clave:** modelos, dorado, comercialización, ajuste

**Abstract**

The results of the modeling of dorado data in its commercialization stage are presented as part of the work carried out by members of the community of the Academic Unit of Fishery Engineering of the Autonomous University of Nayarit with the support of CIMATE - Nayarit and where The model-

ing of the data obtained is proposed as an activated model supported by the use of technology for processing and obtaining the results. It is emphasized that the modeling process is a link between school activity and professional practice.

**Key words:** models, goldfish, marketing, correlation

**Introducción.**

El presente trabajo es una contribución a los desarrollados por el equipo de modelación del Cimate - Nayarit que desde hace algunos años ha venido proponiendo diferentes modelos relacionados con el área de la pesca y en los que se plantea la modelación como un vínculo entre el aula de clases y el campo de la práctica profesional (Ulloa, 2013) se ha tomado al modelo desde la perspectiva de Arrieta y Díaz, 2014 que caracteriza a la modelación como como una práctica que articula dos entidades, con la intención de intervenir en una de ellas a partir de la otra. La diversidad, tanto de las entidades que intervienen en la articulación como de la naturaleza de la intervención, hacen posible identificar a la modelación como una práctica recurrente en diferentes comunidades, en este caso la comunidad de estudio es la conformada por los profesionales de la pesca.

La búsqueda del conocimiento y las explicaciones de los fenómenos naturales, humanos y sociales, están asociadas con el deseo de predecir. La capacidad de predicción es un valor apreciado en esta ciencia, las matemáticas aparecen por tanto como un instrumento para el conocimiento del entorno y tratar de incidir de alguna manera en él. La importancia biológica, social y económica de los peces y de la pesca ha incentivado el desarrollo de las matemáticas y en especial los modelos matemáticos, este requerimiento debe de ser tomado en cuenta en la preparación de los profesionistas para los que la pesca, la acuicultura, la biología pesquera

es su área de desempeño, cuando esto no ocurre se presenta un gran problema en los que el uso de las TICs representa una muy buena opción, sin embargo desde hace bastante tiempo se ha recurrido a la simplificación de la modelación, siendo una de las primeras la Linealización de modelos mediante el uso de los logaritmos, otra alternativa utilizada lo fue la utilización de hojas de papel especial como el log - log o el semilog según fuera el fenómeno a modelar.

Los modelos matemáticos son recursos explicativos fundamentales en todas las áreas del conocimiento y particularmente en aquellas ciencias en las que es dudoso que podamos contar con leyes científicas genuinas, como es el caso de la biología (y de las ciencias sociales). Surgen entonces dos situaciones que debemos tener presentes: como llegar a obtener esos modelos partiendo de datos de observaciones y el cómo interpretarlos. Con respecto de cómo se interpretan los modelos ha despertado una gran atención en las últimas décadas y, sin embargo, sigue siendo una cuestión controvertida (Ulloa, et al, 2018). Los modelos teóricos tienen la ventaja de permitir el análisis de la influencia de algunos factores mediante el estudio de las propiedades matemáticas de los modelos, esto se refleja claramente en Ulloa y Rodríguez (2013).

No existen bases claras para la selección de cual modelo utilizar o para decir cuál es el ideal para casos particulares. Algunos de los principios que se han considerados deben cumplir dichos modelos y que permiten de algún modo seleccionarlos son principalmente su simplicidad, los modelos deben contener la mínima cantidad posible de parámetros; deben usarse parámetros con las mejores propiedades de estimación; rango de aplicabilidad, pero sobre todo el modelo debe poder ajustar todos los datos observados por lo que se prefieren parámetros en los que se pueda realizar con

facilidad su interpretación física, es decir el efecto que tienen sobre el modelo como un todo.

En este trabajo se muestra el análisis realizado para dar respuesta a la pregunta sobre la validez de los modelos tradicionales (lineal, polinomial, exponencial, potencial, logístico, etc.) para el caso de Dorado *Coryphaenidae: Coryphaena hippurus* L. (Gibbs y Collette, 1959) en su etapa de comercialización. Por lo que uno de los objetivos del presente trabajo es analizar los resultados de la medición de ejemplares de dorado en su etapa de comercialización a la luz de las herramientas matemáticas que se requieren, así como proponer alternativas para realizar interpretaciones y predicciones dejando como última opción el uso de software especializado ya que consideramos que en el campo laboral éste no está siempre presente.

Se hace una descripción de los modelos utilizados para analizar el crecimiento de especies marinas, su caracterización y la problemática que se tiene al no contar con las herramientas matemáticas necesarias, por lo que se proponen como alternativas la linealización de los modelos alométricos (que son los adecuados para modelar el crecimiento de esta especie) tomando como base la utilización de métodos analíticos y del uso del software Excel.

### **El problema**

El estudio que se realiza toma la especie en la etapa de comercialización, por lo que cualquiera de los modelos descritos anteriormente no representa forzosamente una sola etapa, es decir, si una especie se representa por el gráfico No. 1 en donde se muestra el modelo de crecimiento del dorado en toda su etapa de vida el cual se contrasta con el gráfico No. 2 que representa el modelo la región en la que se captura y comercializa a la especie en la zona del Pacífico frente a Nayarit.

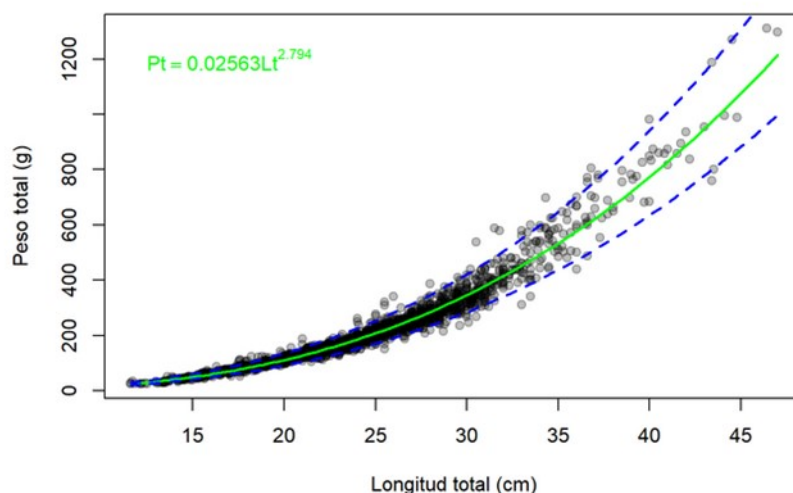


Figura 1. El modelo potencial en la toda la vida del Dorado

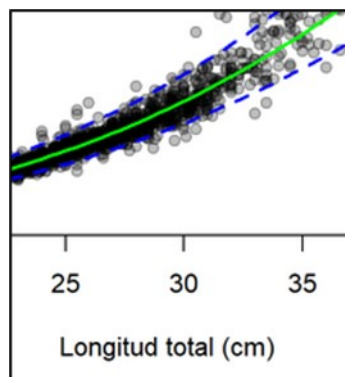


Figura 2. Modelo de una región de la curva

¿El modelo planteado para la etapa de comercialización es acorde al modelo total?

#### Antecedentes

Los antecedentes de este trabajo de investigación refieren trabajos en los que se han estudiado las actividades que realizan comunidades de profesionales de la pesca y que dan evidencias de cómo estas actividades proporcionan la base para diseños de aprendizaje, con la intención de que las prácticas sean ejercidas por estudiantes en el contexto escolar,

dando lugar así, a la emergencia de herramientas matemáticas (Ulloa, 2013).

Arrieta (2003) aporta elementos acerca de la práctica de la modelación en los sistemas escolares, específicamente aporta elementos de las construcciones de modelos lineales y cuadráticos por estudiantes de ingeniería bioquímica. Por otro lado, en Galicia y Arrieta (2005) se hizo un análisis de la interacción de estudiantes de ingeniería bioquímica en la construcción de lo exponencial a partir de la evolución de levaduras



en el laboratorio de microbiología. En lo que respecta a la modelación relacionados con el presente trabajo se tiene: Alternativas para elaboración de modelos matemáticos (Ulloa, Arrieta y Benítez 2015); Modelos matemáticos no lineales del crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*, Linnaeus 1758) (Ulloa, et al 2015); Una alternativa para el estudio del modelo de Gompertz (Ulloa, Rodríguez, Arritea, 2016); entre otros.

En esta propuesta se pretende atender la dimensión social del conocimiento no sólo a partir de las prácticas de comunidades, sino a partir de problemáticas que afecten a la comunidad en general y que precisen ser atendidas por la propia comunidad, por lo que se consideran como segunda parte que antecede a esta investigación trabajos que son gestados desde la atención de problemas sociales.

En la propuesta se explora la utilización de software de usos común para ajustar los datos de crecimiento a modelos conocidos tal como los de Malthus, Verhulst, Gompertz, Richards, etc., ya que actualmente los recursos computacionales permiten representar un modelo en computadora, con relativa facilidad. Resaltando que los modelos computarizados son causales en su construcción, ya que utilizan reglas generales que describen la forma en que cada elemento del sistema responde a cambios en otros elementos (relaciones funcionales). Cuando un modelo se representa en una computadora, cada uno de los elementos que lo conforman está especificado por sus condiciones iniciales y la computadora trabaja sobre las respuestas del sistema de acuerdo con las relaciones especificadas entre elementos. Estas condiciones iniciales se establecen con base en mediciones, información empírica o en suposiciones razonables y se utilizan para ilustrar el proceso particular, más que para probar la exactitud de la información empírica. Este tipo de modelos ayudan a entender la dinámica de los procesos del mundo real, mimetizando en la computadora las fuerzas que influyen en el comportamiento del sistema.

Esto último se justifica desde el punto de vista de

la carencia del uso de ecuaciones diferenciales, requeridas para trabajar con dichos modelos y que por desgracia el estudio de esa área matemática está ausente en los planes y programas del área biológica agropecuaria pesquera de nuestra universidad.

Por ello se toman las dos aproximaciones de la modelación. Por cuestiones prácticas, se puede hablar de dos grandes tipos de modelos y modeladores: analíticos y numéricos. Aunque ambas aproximaciones aumentan el entendimiento y predicción de los sistemas ecológicos y sus componentes, en la práctica los dos métodos utilizan aproximaciones matemáticas diferentes.

Los modelos analíticos se caracterizan por el uso de papel, lápiz y matemáticas relativamente complicadas. El modelizado numérico se caracteriza por el uso de matemáticas más simples, en conjunción con las computadoras.

### Justificación

El estudio de la desvinculación entre la escuela y su entorno social y profesional, ha sido ampliamente abordado desde diversas perspectivas. En los trabajos de Galicia et al. (2011), Ulloa y Arrieta (2010) y Landa (2008), se da cuenta de la separación entre las prácticas sociales de modelación en comunidades de las ingenierías bioquímica y pesquera, con las comunidades escolares.

Aunado a lo anterior se tiene un manejo no suficiente de la matemática que permita a estos profesionistas abordar los fenómenos que se les presentan, por ello sugerimos a la deconstrucción como una metodología que contribuya al análisis de la problemática presente, en este caso del crecimiento de poblaciones. En los programas de estudio de las carreras de ingeniería pesquera y las de los biólogos marinos, se observa que la modelación se estudia en diferentes momentos (Ulloa y Arrieta, 2009), sin embargo al igual que en la mayoría de las licenciaturas se encuentra una separación entre los conocimientos que se adquieren en el aula y los requeridos en el campo profesional. Esto conduce a pensar que la escuela ha minimizado

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

Desde nuestro punto de vista la modelación es una práctica que puede vincular la escuela con su entorno. La modelación es una práctica que articula las diferentes ciencias y la tecnología con las matemáticas. Para dar evidencias de estas afirmaciones, basta analizar el entorno laboral que tienen estas comunidades (Ulloa y Arrieta, 2011). La modelación tiene lugar en las tres etapas principales del complejo pesquero, ya que la encontramos no solamente al utilizar los Modelos de Predicción de las Capturas, sino también en el procesado de productos y al realizar estudios de consumo y demanda.

### **Marco Teórico**

En la actividad humana y científica se puede observar cómo el conocimiento tiene significados propios, contextos, historia e intención. Referente al estudio del conocimiento matemático funcional, desde una perspectiva Socioepistemológica, se asume que habrán de considerarse epistemologías de prácticas a través de la actividad humana, es decir, considerar al ser humano haciendo uso de la matemática en la realización de una actividad o en la resolución de un problema en un contexto específico, pues se reconoce a la actividad humana como una organización social y una fuente donde se construye conocimiento (Cordero, 2001).

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

práctica que en un contexto histórico y social otorga una estructura y un significado a lo que hacemos (Cordero, 2001).

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

### **La pregunta de investigación**

La presente investigación se sitúa en estudiar, analizar y proponer modelos de crecimiento y como llegar a ellos mediante el uso de la tecnología sin ser ésta la única alternativa.

La interrogante que guía la presente investigación es:

¿Cómo se construyen los modelos de crecimiento y que alternativas pueden ser accesibles a los estudiantes y profesionistas del área de la pesca y la acuicultura?

### **Metodología**

Las actividades de modelación se distinguen de quienes la usan con la finalidad de enseñar a modelar, a desarrollar teorías de modelación o hacer uso de esta. Se reproducen y analizan prácticas de modelizado con la intencionalidad explícita de desarrollar procesos de matematización en el aula (Ulloa, *et al.* 2015).

La perspectiva asume a las prácticas sociales como la base de nuestros diseños, en particular tomamos como base a las prácticas centradas bien en los modelos numéricos, bien en modelos gráficos o analíticos (Arrieta y Díaz, 2014)

Linealización de modelos no lineales.

La linealización es una técnica para calcular una

aproximación lineal de una ecuación no lineal en un punto dado. Métodos que permiten linealizar algunos modelos son:

- El uso de logaritmos y sus propiedades
- Cambio de variables

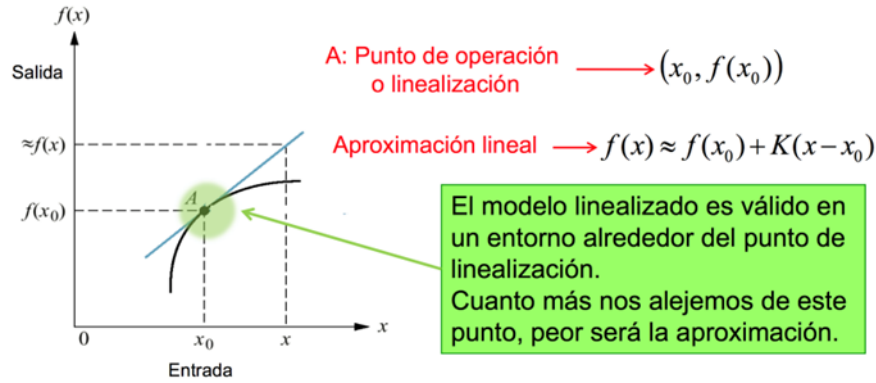


Figura 3. Aproximación de una línea a una curva

Entre los modelos que permiten linealización mediante el uso de logaritmos están:

Funciones Exponenciales:

$$y = be^{ax}$$

se linealiza a través de los logaritmos,

$$\ln y = ax + \ln b$$

Cambiando variables,

$$\ln y \equiv y' \quad \ln b \equiv b'$$

se obtiene,

$$y' = ax + b'$$

Es decir, si en la función potencial se grafica  $\ln y$  vs  $x$  se obtiene la ecuación de una línea recta.

Funciones de Potencias:

$$y = bx^a$$

se linealiza a través de los logaritmos,

$$\log y = a \log x + \log b$$

Cambiando variables,

$$\log y \equiv y' \quad \log x \equiv x' \quad \log b \equiv b'$$

se obtiene,

$$y' = ax' + b'$$

Es decir, si en la función potencial se grafica  $\log y$  vs  $\log x$ , se obtiene la ecuación de una línea recta.

### La investigación

El trabajo se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo ya que se utilizaron los datos numéricos obtenidos de observaciones de dorado descargado en el Puerto de San Blas Nayarit en los diferentes centros de acopio y a partir de ellos se hicieron generalizaciones sobre las tallas observadas discriminando el comportamiento de las variables talla - peso.

### Método de análisis de los datos

Datos de composición por talla y edad  
 Los otros datos que facilita la pesquería son la composición por tallas y, pero no siempre, por edad. Las capturas son generalmente muy grandes, por ejemplo, el número de anchovetas pescadas en un año por los barcos peruanos puede exceder de 10 000 millones.

Como es imposible medirlas todas, se tiene que idear un sistema de muestreo que, midiendo unos pocos ejemplares, dé datos fiables de la captura total. Si se emplea un buen sistema de estadísticas para el muestreo de las capturas y se obtienen las muestras de acuerdo con disposiciones prescritas (por ejemplo, la distribución por tallas de la anchoveta peruana), en ese caso pueden estimarse las características de la población con el grado de precisión que se desee.

La mensuración del pescado. Selección de las dimensiones que se van a medir. La elección de la parte de la talla se va a medir es arbitraria. Casi todos los biólogos pesqueros miden la talla hasta la horquilla caudal o la talla total, pero ninguno de los métodos tiene ventajas suficientes sobre el otro para recomendar su aceptación como norma universal. No obstante, conviene que los que miden el pescado de la misma población empleen siempre la misma medida.

Si la extremidad de la cola está estropeada, puede ser difícil medir la talla total, pero también lo será medir hasta la horquilla caudal, si esta está raída y horquilla no queda bien definida. En casi todos los casos lo más fácil es medir la talla total, pero en algunas especies grandes, con una caudal muy heterocerca, conviene más medir hasta la horquilla. En general, los investigadores del atún prefie-

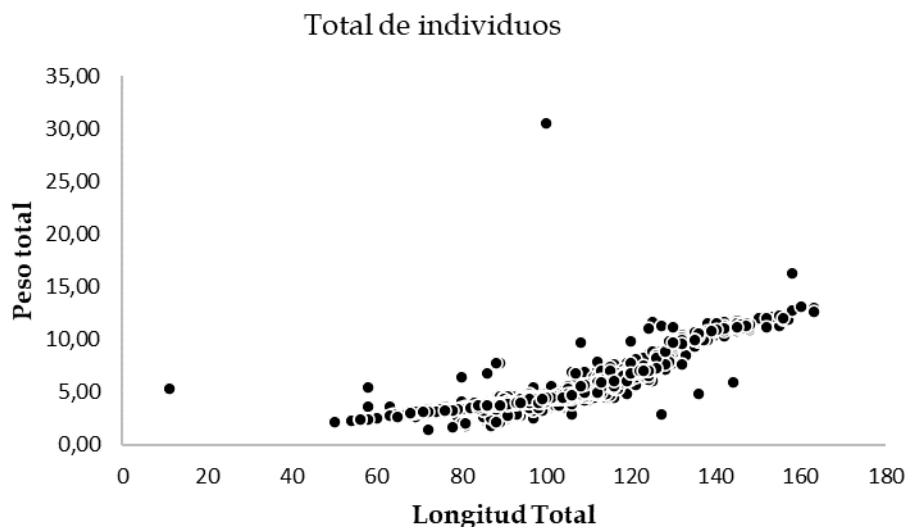
ren medir hasta la horquilla.

En los estudios de pesca raramente se emplea la talla normal, excepto por los especialistas en sistemática. Es difícil de registrar con precisión mientras se trabaja rápidamente y su uso no es recomendable en los lugares de pesca. Hay que acordarse siempre de anotar que medida se emplea y de mencionarla en todas las publicaciones, a menos que aparezca en los informes estadísticos de una comisión que tiene una norma aceptada. El no hacerlo sólo creará confusión más adelante. Por ejemplo, un investigador puede medir la talla a la caudal y otro, que estudia la misma especie, la total. El segundo puede suponer que el primero también usó la total, de no haber dicho nada en contrario, y llegar a conclusiones falsas en cuanto a los cambios en los ritmos de crecimiento y relación talla-peso. Cualquiera que sea la medida de la talla que se emplee, se expresa siempre en el sistema métrico.

### Resultados

Se analizaron los datos totales en los que se encuentran hembras y machos durante el periodo abril - junio 2014, el total de especímenes fue de 925 de los cuales 454 fueron hembras.

Al analizar el total de organismo y graficarlos se tiene el siguiente panorama:



**Figura 4.** Gráfico total de individuos

Cuando se realizan los análisis de hembras y machos se tiene:

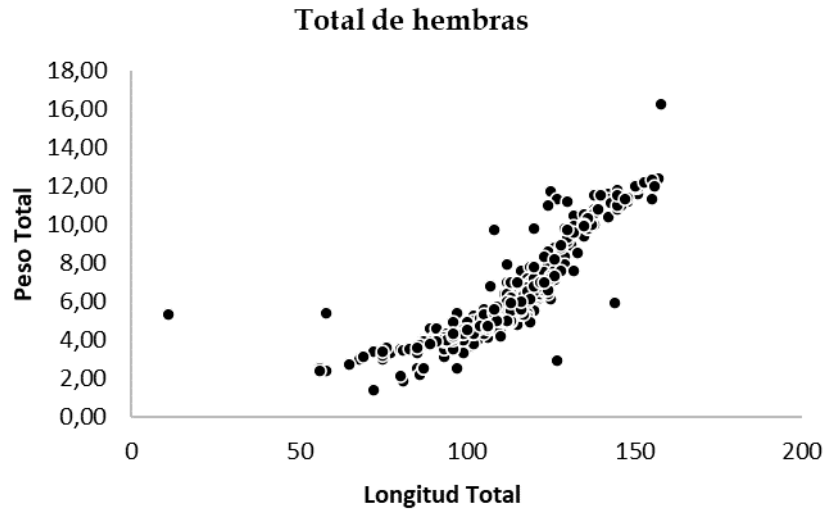


Figura5. Grafico total, Hembras

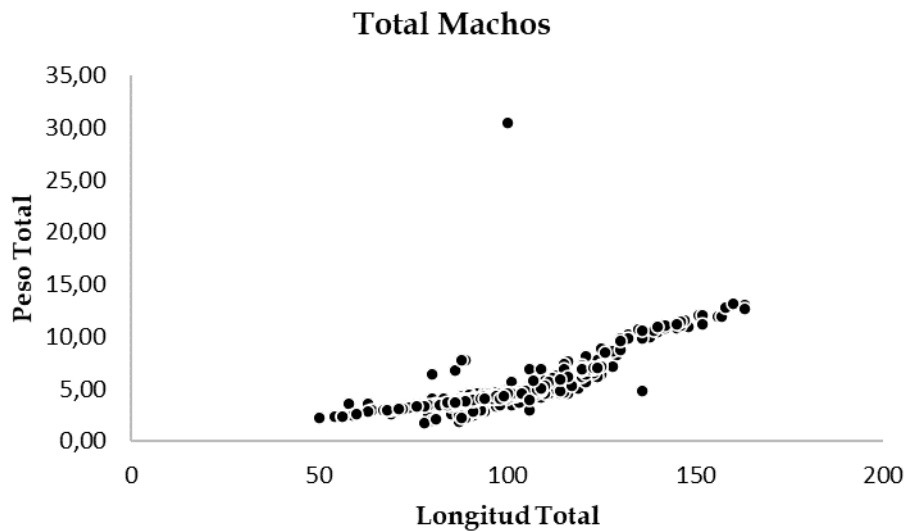


Figura 6. Grafico total, Machos

Como puede apreciarse en los tres gráficos no se aprecia un modelo específico que los pueda representar de manera analítica, para poder con base en ellos hacer inferencias.

## 7.2 Análisis

Dada la situación anterior se procedió a linealizar los modelos exponencial y potencial para poder

establecer el que mejor los represente, con base en el procedimiento descrito por Quintana, Villalobos y Cornejo (2005) y adaptado por Ulloa, Nieto, Ortega, Flores y Arrieta (2019).

El modelo exponencial se representa mediante la ecuación:

$$f(x) = y = a_0 e^{a_1 x}$$

Esta ecuación tiene un comportamiento no lineal, el cual puede ser linealizado mediante la aplicación de logaritmos naturales en ambos lados de la ecuación de lo cual resulta:

$$\ln y = \ln a_0 + a_1 x * \ln e = \ln a_0 + a_1 x$$

Esta ecuación representa la ecuación de una línea recta en la que la pendiente es  $a_1$  y la ordenada al origen es  $\ln a_0$

Al aplicar el método de mínimos cuadrados a la ecuación

$$\ln y = \ln a_0 + a_1 x * \ln e = \ln a_0 + a_1 x$$

Se obtienen las siguientes ecuaciones para calcular la pendiente y la ordenada al origen. Para la pendiente:

$$a_1 = \frac{n \sum x_i (\ln y_i) - \sum x_i \sum \ln(y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\ln(a_0) = \overline{\ln(y)} - a_1 \bar{x}$$

Se calculan las sumatorias necesarias para aplicar las ecuaciones anteriores.

Además, es posible calcular el coeficiente de correlación, para lo cual

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

$$Sr = \sum_{i=1}^n ((\ln(y_i) - \ln a_0 - a_1 x_i)^2)$$

$$St = \sum_{i=1}^n (\ln(y_i) - \overline{\ln(y)})^2$$

Para el modelo Potencial

El modelo Potencial se representa mediante:

$$y = a_0 x^{a_1}$$

Al aplicar logaritmo en base 10 en ambos lados de la ecuación se obtiene el siguiente modelo linealizado:

$$\log y = \log a_0 + a_1 \log x$$

Esta ecuación representa la ecuación de una línea recta en la que la pendiente es  $a_1$  y la ordenada al origen es  $\log a_0$

Al aplicar el método de mínimos cuadrados, se obtienen las siguientes ecuaciones para calcular la pendiente y la ordenada al origen. Para la pendiente

$$a_1 = \frac{n \sum (\log x_i)(\log y_i) - \sum \log x_i \sum \log(y_i)}{n \sum (\log x_i)^2 - (\sum \log x_i)^2}$$

Para la ordenada al origen

$$\log(a_0) = \overline{\log(y)} - a_1 \overline{(\log x)}$$

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

Para el conjunto de datos de hembras y machos se obtiene el siguiente modelo potencial

Tabla 1. Datos para linealización del modelo Potencial

Numero de organismos.	X	y	LOG x	LOG Y	LOGX*LOGY	(LOGX)^2	ST	SR
1	112	4.60	2.049218023	0.66	1.35813529	4.1992945	0.002362	0.0084607
2	90	3.10	1.954242509	0.49	0.96023991	3.81906379	0.0483983	0.0127633
3	102	4.70	2.008600172	0.67	1.34997587	4.03447465	0.0015413	0.0003356
4	97	3.80	1.986771734	0.58	1.15189766	3.94726192	0.0173118	0.0057861
5	108	4.70	2.033423755	0.67	1.36665975	4.13481217	0.0015413	0.0033212
6	112	6.20	2.049218023	0.79	1.62378333	4.1992945	0.0065665	0.0014177
7	116	5.70	2.064457989	0.76	1.56047188	4.26198679	0.0019818	0.000529
8	106	4.30	2.025305865	0.63	1.28296738	4.10186385	0.0060667	0.0069563
9	115	5.10	2.06069784	0.71	1.45808833	4.24647559	1.435E-05	0.0042705
10	103	4.50	2.012837225	0.65	1.31481046	4.05151369	0.0033809	0.0019285
922	109	5.70	2.037426498	0.76	1.54003946	4.15110673	0.0019818	0.0003924
923	113	5.90	2.053078443	0.77	1.58261965	4.2151311	0.0035396	9.997E-05
924	108	5.60	2.033423755	0.75	1.52138331	4.13481217	0.0013565	0.0003408
925	123	7.00	2.089905111	0.85	1.76617471	4.36770337	0.0178865	0.0006722
Suma	99091	5167	1870.186641	658	1341.72454	3788.35602	27.627311	9.6491369
Promedio	107.1	5.586	2.021823395	0.711	1.45051301	4.09552002		

$$a_1 = \frac{n \sum (\log x_i)(\log y_i) - \sum \log x_i \sum \log(y_i)}{n \sum (\log x_i)^2 - (\sum \log x_i)^2} =$$

$$St = (\log y - \overline{\log y})^2$$

$$Sr = (\log y - \log a_0 - a_1 \log x)^2$$

$$a_1 = 1.58360224$$

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}} = \sqrt{\frac{27.62731113 - 9.649136858}{27.62731113}}$$

$$r = 0.80668408$$

$$\log(a_0) = \overline{\log(y)} - a_1 \overline{\log(x)} = 0.711357785 - 1.58360224 * 2.021823395$$

$$\log a_0 = -2.490406272$$

$$a_0 = 0.003232911$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.00323x^{1.58}$  con un coeficiente de correlación de **0.80668408**

Para el conjunto de datos de hembras y machos se obtiene el siguiente modelo exponencial

**Tabla 2.** Datos para linealización del modelo Potencial para machos y hembras

Numero de organismos.	x	y	LN y	x*LNy	x*x		ST	SR
1	112	4.60	1.526056303	170.92	12544		0.012522847	0.039882265
2	90	3.10	1.131402111	101.83	8100		0.256602751	0.039244185
3	102	4.70	1.547562509	157.85	10404		0.008172038	3.67917E-06
4	97	3.80	1.335001067	129.50	9409		0.091785225	0.014540657
5	108	4.70	1.547562509	167.14	11664		0.008172038	0.01126831
6	112	6.20	1.824549292	204.35	12544		0.03481488	0.009758979
7	116	5.70	1.740466175	201.89	13456		0.01050714	0.003288164
8	106	4.30	1.458615023	154.61	11236		0.032165278	0.025305273
9	115	5.10	1.62924054	187.36	13225		7.60609E-05	0.022667234
924	108	5.60	1.722766598	186.06	11664		0.007191848	0.00476815
925	123	7.00	1.945910149	239.35	15129		0.094832166	0.00048485
suma	99091	5167	1515.114695	168656	1E+07		146.4771887	32.11904022
promedio	107.1	5.586	1.637961832	182.33	11857			

$$a_1 = \frac{n \sum x_i (\text{LN } y_i) - \sum x_i \sum \text{LN}(y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{925(168656.3669) - 99091(1515.114695)}{925(10967661) - (99091)^2}$$

$$a_1 = 0.01801174$$

$$St = (\text{LN}(y_i) - \overline{\text{LN}(y)})^2$$

$$Sr = (\text{LN}(y_i) - \text{LN}a_0 - a_1 x_i)^2$$

$$r = \sqrt{\frac{St - Sr}{St}} = \sqrt{\frac{146.4771887 - 32.11904022}{146.4771887}}$$

$$\text{LN}(a_0) = \overline{\text{LN}(y)} - a_1 \bar{x} = 1.637961832 - 0.01801179 * 107.125405$$

$$r = 0.883585458$$

$$\text{LN}(a_0) = -0.29$$

$$a_0 = e^{-0.29}$$

$$a_0 = 0.74710268$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.7471 * e^{0.018x}$  con un coeficiente de correlación de **0.883585458**



Para el conjunto de datos de hembras se obtiene el siguiente modelo potencial:

Tablas 3. Datos para el cálculo del coeficiente de correlación

Numero de organismos.	x	y	LOG x	LOG Y	LOGX*LOGY	(LOGX)^2	ST	SR
1	102	4.70	2.008600172	0.67	1.349975873	4.03447465	0.009056873	0.001675799
2	97	3.80	1.986771734	0.58	1.151897662	3.94726192	0.035149451	0.010524743
3	108	4.70	2.033423755	0.67	1.36665975	4.13481216	0.009056873	0.005746271
4	112	6.20	2.049218023	0.79	1.623783331	4.19929450	0.000631327	0.000497502
5	116	5.70	2.064457989	0.76	1.560471885	4.26198678	0.000129746	0.00126867
6	103	4.50	2.012837225	0.65	1.314810463	4.05151369	0.013008075	0.004326127
7	100	3.70	2	0.57	1.136403448	4	0.039626372	0.017623279
8	72	1.40	1.857332496	0.15	0.271408349	3.44968400	0.385811705	0.125622812
9	158	16.2 5	2.198657087	1.21	2.662251333	4.83409298	0.196770226	0.053297116
10	115	4.75	2.06069784	0.68	1.39446106	4.24647558	0.008203261	0.011994209
11	109	5.65	2.037426498	0.75	1.532243435	4.15110673	0.000231558	2.17827E-06
452	123	7.00	2.089905111	0.85	1.766174713	4.36770337	0.00605791	0.000319026
453	110	4.20	2.041392685	0.62	1.272296542	4.16728409	0.020740658	0.018454144
454	85	3.60	1.929418926	0.56	1.073340573	3.72265739	0.044505372	0.002071387
Suma	51400	2839	929.4330296	348.3 4	717.6708854	1905.98257 6	11.59394772	5.204312486
Promedio	113.2	6.25 4	2.047209316	0.767 3	1.580772875	4.19819950 6		

$$a_1 = \frac{n \sum(\text{Log } x_i)(\text{Log } y_i) - \sum \text{Log } x_i \sum \text{Log}(y_i)}{n \sum(\text{Log } x_i)^2 - (\sum \text{Log } x_i)^2}$$

$$a_1 = 1.404617704$$

$$\text{Log}(a_0) = \overline{\text{Log}(y)} - a_1 \overline{\text{Log } x}$$

$$\text{Log } a_0 = -2.108280985$$

$$a_0 = 0.007793257$$

$$St = (\text{Log } y - \overline{\text{Log } y})^2$$

$$Sr = (\text{Log } y - \text{Log } a_0 - a_1 \text{Log } x)^2$$

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

$$r = 0.74237334$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.007793257x^{1.40}$  Con un coeficiente de correlación de **0.74237334**

Para el conjunto de datos de hembras se obtiene el siguiente modelo exponencial:

Tabla 4. Para el conjunto de datos de hembras se obtiene el siguiente modelo exponencial:

Numero de organismos.	x	y	LN y	x*LNy	x*x	ST	SR
1	102	4.70	1.547562509	157.85	10404	0.048018619	0.0001725
2	97	3.80	1.335001067	129.50	9409	0.186358805	0.0179192
3	108	4.70	1.547562509	167.14	11664	0.048018619	0.0152112
4	112	6.20	1.824549292	204.35	12544	0.003347233	0.0064299
5	116	5.70	1.740466175	201.89	13456	0.0006879	0.005985
6	103	4.50	1.504077397	154.92	10609	0.06896749	0.0056229
7	100	3.70	1.30833282	130.83	10000	0.210094989	0.0464966
8	72	1.40	0.336472237	24.23	5184	2.045534348	0.4532334
9	158	16.25	2.788092909	440.52	24964	1.043255691	0.0395477
10	115	4.75	1.558144618	179.19	13225	0.043492853	0.0582344
451	108	5.60	1.722766598	186.06	11664	0.001929618	0.0026905
452	123	7.00	1.945910149	239.35	15129	0.032118421	2.356E-07
453	110	4.20	1.435084525	157.86	12100	0.109964857	0.0742808
454	85	3.60	1.280933845	108.88	7225	0.235962947	0.0010543
Suma	51400	2839.4	802.0790848	93412	5961052	61.46992953	13.650754
Promedio	113.22	6.2542	1.766694019	205.75	13130.07048		

$$a_1 = \frac{n \sum x_i (\text{LN } y_i) - \sum x_i \sum \text{LN}(y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$St = \frac{(\text{LN}(y_i) - \overline{\text{LN}(y)})^2}{Sr = (\text{LN}(y_i) - \text{LN}a_0 - a_1 x_i)^2}$$

$$a_1 = 0.01836661$$

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

$$\text{LN}(a_0) = \overline{\text{LN}(y)} - a_1 \bar{x}$$

$$\text{LN}(a_0) = -0.31$$

$$r = 0.882002234$$

$$a_0 = e^{-0.31}$$

$$a_0 = 0.73147108$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.73147 * e^{0.018x}$  con un coeficiente de correlación de **0.8820**

Para el conjunto de datos de machos se obtiene el siguiente modelo potencial:

**Tabla 5.** Para el conjunto de datos de machos para modelo potencial

Numero de organismos.	x	y	LOG x	LOG Y	LOGX*LOGY	(LOGX)^2	ST	SR
1	112	4.60	2.049218023	0.66	1.358135293	4.1992945	2.7982E-05	0.00644922
2	90	3.10	1.954242509	0.49	0.96023991	3.81906379	0.02759131	0.00901655
3	106	4.30	2.025305865	0.63	1.282967379	4.10186385	0.00057598	0.00491846
4	115	5.10	2.06069784	0.71	1.458088334	4.24647559	0.00251023	0.00296382
5	97	3.20	1.986771734	0.51	1.003617698	3.94726192	0.02320078	0.01818546
6	114	4.60	2.056904851	0.66	1.363229799	4.23085757	2.7982E-05	0.00864777
7	92	2.70	1.963787827	0.43	0.847106909	3.85646263	0.05112313	0.02914089
8	101	4.20	2.004321374	0.62	1.249191874	4.01730417	0.00117092	0.00209015
9	103	4.40	2.012837225	0.64	1.2951655	4.05151369	0.00019643	0.00156573
10	104	4.50	2.017033339	0.65	1.317551418	4.06842349	1.8109E-05	0.00134944
469	104	4.50	2.017033339	0.65	1.317551418	4.06842349	1.8109E-05	0.00134944
470	106	3.90	2.025305865	0.59	1.197086615	4.10186385	0.00440941	0.01266426
471	107	5.80	2.029383778	0.76	1.549288386	4.11839852	0.01122752	0.00281935
Suma	47691	2327.22	940.753611	309.67	624.0536496	1882.37344	13.2464749	4.10614529
Promedio	101.3	4.941019	1.997353739	0.6575	1.32495467	3.99654659		

$$a_1 = \frac{n \sum (\text{Log } x_i)(\text{Log } y_i) - \sum \text{Log } x_i \sum \text{Log } (y_i)}{n \sum (\text{Log } x_i)^2 - (\sum \text{Log } x_i)^2}$$

$$a_1 = 1.650400661$$

$$St = (\text{Log } y - \overline{\text{Log } y})^2$$

$$Sr = (\text{Log } y - \text{Log } a_0 - a_1 \text{Log } x)^2$$

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

$$\text{Log}(a_0) = \overline{\text{Log}(y)} - a_1 \overline{\text{Log}(x)}$$

$$\text{Log } a_0 = -2.638965924$$

$$a_0 = 0.002296329$$

$$r = 0.83067429$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.00229x^{1.65}$  con un coeficiente de correlación de 0.8306

Para el conjunto de datos de machos se obtiene el siguiente modelo exponencial:

**Tabla 6.** Conjunto de datos de machos para obtener el modelo exponencial

Numero de organismos.	x	y	LN y	x*LNy	x*x	ST	SR
1	112	4.60	1.526056303	170.92	12544	0.000148359	0.029192131
2	90	3.10	1.131402111	101.83	8100	0.146286298	0.03638812
3	106	4.30	1.458615023	154.61	11236	0.003053779	0.018521181
4	115	5.10	1.62924054	187.36	13225	0.01330897	0.014107668
5	97	3.20	1.16315081	112.83	9409	0.12300818	0.077421997
6	114	4.60	1.526056303	173.97	12996	0.000148359	0.041994519
7	92	2.70	0.993251773	91.38	8464	0.271049617	0.131751312
8	101	4.20	1.435084525	144.94	10201	0.006208101	0.005543034
9	103	4.40	1.481604541	152.61	10609	0.001041449	0.003844017
10	104	4.50	1.504077397	156.42	10816	9.60132E-05	0.003199212
469	104	4.50	1.504077397	156.42	10816	9.60132E-05	0.003199212
470	106	3.90	1.360976553	144.26	11236	0.02337825	0.054630188
471	107	5.80	1.757857918	188.09	11449	0.059527162	0.021349901
Suma	47691	2327	713.03561	75245	5006609	70.23146016	17.99681446
Promedio	101.2548	4.941	1.51387603	159.76	10629.743		

$$a_1 = \frac{n \sum x_i (\text{LN } y_i) - \sum x_i \sum \text{LN}(y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a_1 = 0.01703430$$

$$St = (\text{LN}(y_i) - \overline{\text{LN}(y_i)})^2$$

$$Sr = (\text{LN}(y_i) - \text{LNa}_0 - a_1 x_i)^2$$

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

$$\text{LN}(a_0) = \overline{\text{LN}(y)} - a_1 \bar{x}$$

$$\text{LN}(a_0) = -0.21$$

$$a_0 = e^{-0.21}$$

$$a_0 = 0.80893243$$

$$r = 0.862409392$$

Por lo que el modelo es:  $y = 0.8089 * e^{0.017x}$  con un coeficiente de correlación de 0.8624

## Conclusiones

Con base en el análisis anterior para el que como ya se estableció se utilizó la hoja de cálculo de Excel, se puede concluir:

Cuando se analizan solamente los datos de un pe-

riodo, en este caso el de comercialización, el modelo es mejor representado por una función exponencial tanto en el caso de la especie sin diferenciar su sexo, como en donde se diferencia.

**Tabla 7.** Cuadro comparativo de los modelos potencial y exponencial

Modelo	Datos totales	Hembras	Machos
Potencial	$y = 0.00323x^{1.58}$ $r = 0.806$	$y = 0.00779x^{1.4}$ $r = 0.7423$	$y = 0.00229x^{1.65}$ $r = 0.83$
Exponencial	$y = 0.747e^{0.018x}$ $r = 0.8835$	$y = 0.73147e^{0.018x}$ $r = 0.882$	$y = 0.8089e^{0.017x}$ $r = 0.862$

Como se puede apreciar el modelo que mejor ajusta a los datos es el modelo Exponencial.

Esto quizá no deba generalizarse, ya que, si se analiza otra etapa de crecimiento, estos modelos pueden ser no válidos. Se requieren por consiguiente estudios en los que se estipule la etapa.

## Referencias Bibliográficas

- Arrieta, J. (2003). Las prácticas de modelación como proceso de matemátización en el aula. Tesis doctoral, Cinvestav-IPN, México, DF., México
- Arrieta, J.; Díaz, L. (2014). Una perspectiva de la modelación desde la Socioepistemología. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (2015) 18 (1): 19-48.
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del Cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 4(1), 103-128.
- Cordero, F. (2005). La socioepistemología en la graficación del discurso matemático escolar. En J. Lezama, M. Sánchez y J. Molina (Ed.) Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 18, 477-482. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Galicia, A. y Arrieta J. (2005). Modelación de la Evolución de la Levadura: Un Estudio de las Prácticas Sociales del Ingeniero Bioquímico, En Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Vol. 18, pp. 503-509, México.
- Galicia A., Díaz L. y Arrieta J. (2011). Práctica social de modelación del ingeniero bioquímico: Análisis microbiológico. En resúmenes de la XII Conferencia Interamericana de Educación Matemática
- Gibbs, R.H and Collette, B.B. (1959). On the identification, distribution and biology of the dolphins, *Cotyphaena hrppurus* and *C. equiselis*. Gulf. Caribb. Bull. Mar. Sci., 9(2): 11 7-1 52.
- Landa, L. (2008). Diluciones seriadas y sus herramientas, una práctica de estudiantes de ingeniería bioquímica al investigar la contaminación del río de la Sabana. Tesis de Maestría no publicada. Universidad Autónoma de Guerrero. México.
- Ulloa, J. (2013). Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales: un estudio socioepistemológico. Tesis de Doctorado no publicada. Centro de Investigación y Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. México.
- Ulloa, J., Arrieta, J. (2009). Los modelos exponenciales: construcción y deconstrucción. En Lestón, L (Eds.), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 22 (pp. 479-488). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa AC.
- Ulloa, J. y Arrieta, J. (2010). La deconstrucción como estrategia de modelación. En P. Leston, (Ed), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 23, 909-917. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

- Ulloa, J.; Arrieta, J.; Benítez, A. (2015). Alternativas para la elaboración de modelos matemáticas. Acta Pesquera Vol 1, No. 1
- Ulloa, J.; Ortega, M.; Rodríguez, G.; Benítez, A. (2015) Modelos no lineales de crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758). Acta Pesquera Vol. 1, No. 2
- Ulloa, J.; Rodríguez, J.; Arrieta, J. (2016). Una alternativa para el estudio del modelo de Gompertz. Acta Pesquera Vol 2, No 4
- Ulloa, J.; Flores, J.; Ortega, M.; Arrieta, J. (2018).

Modelación Presa – Depredador basada en uso de tecnología. Acta Pesquera 8, Vol. 4.

- Ulloa, J.; Rodríguez, J. 2013. La modelación matemática como puente entre el conocimiento científico y el matemático. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®. España Veterinaria.org ® - Comunidad Virtual Veterinaria.org ® - Veterinaria Organización S.L. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020213.html>.



**Tiempo en que muere el camarón (*Penaeus vannamei*) fuera del agua y concentración de hemocianina, posterior a la exposición a concentraciones subletales de plaguicidas.**

**Time in which the shrimp (*Penaeus vannamei*) dies out of the water and concentration of hemocyanin, after exposure to sublethal concentrations of pesticides.**

Bautista-Covarrubias, Juan Carlos<sup>1</sup>, Frías-Espericueta, Martín Gabriel<sup>2</sup>, Romero Arzate, Yadir<sup>3</sup>, Aguilar-Juárez, Marisela<sup>2</sup>, Arreola-Hernández, Jonathan Omar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Indicadores Biológicos de Estrés Ambiental. Unidad Académica Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>2</sup>Laboratorio de Estudios Ambientales, Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Toluca.

**Recibido:** 04 de mayo de 2020

**Aceptado:** 25 de junio de 2020

**RESUMEN**

Los plaguicidas son sustancias químicas utilizadas para proteger los cultivos agrícolas de las plagas, pero también son tóxicas y letales para organismos sensibles como los crustáceos. En el presente trabajo se evaluó el tiempo (minutos) que demora un camarón *Penaeus vannamei* en morir fuera del agua y la concentración de hemocianina presente en la hemolinfa. Se utilizaron tres concentraciones subletales (1%, 10% y 50%) de la CL<sub>50-96</sub> horas de malatión y endosulfán, después de 48 horas, en cada camarón fueron analizadas las variables. El menor tiempo promedio de muerte (21.11±2.68 minutos) fue para los camarones expuestos a endosulfán (1%, 10% y 50%) y significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) al tiempo promedio de los camarones del grupo control (33.79±4.06 minutos). La concentración de hemocianina (HC) fue mayor en los camarones expuestos a endosulfán (tratamiento 50%) con diferencias significativas al comparar con los promedios

de hemocianina de camarones expuestos a malatión (tratamientos 10% y 50%). El plaguicida endosulfán es más tóxico que el malatión, quizás afectó en mayor medida la cámara branquial de *P. vannamei*, por eso fue menor el tiempo en morir fuera del agua, el incremento de la HC por ser una proteína respiratoria se presentó lo que podría ser una inducción de la actividad proteolítica (biosíntesis) como respuesta al estrés ocasionado por la presencia del plaguicida endosulfán.

**Palabras clave:** Tiempo de muerte, hemocianina, camarón y plaguicidas.

**ABSTRACT**

Pesticides are chemicals used to protect crops from pests, but they are also toxic and lethal to sensitive organisms such as crustaceans. In the present work, the time (minutes) that a shrimp *Penaeus vannamei* takes to die out of the water and the concentration of hemocyanin present in the hemolymph were evaluated. Three sublethal concentrations (1%, 10%, and 50%) of the LC<sub>50-96</sub> hours of malathion and endosulfan were used, after 48 hours in each shrimp the variables were analyzed. The shortest average time of death for the shrimp (21.11 ± 2.68 minutes) was for those exposed to endosulfan (1%, 10%, and 50%) and significantly different ( $p < 0.05$ ) from the average time for the shrimp in the control group (33.79 ± 4.06 minutes). Hemocyanin (HC) concentration was higher in shrimp exposed to endosulfan (50% treatment) with significant differences when compared with the hemocyanin averages of shrimp exposed to malathion (10% and 50% treatments). The pesticide endosulfan is more toxic than malathion, perhaps it affected the branchial chamber of *P. vannamei* to a greater extent, that is why the time in dying out of the water was shorter, the increase of the HC for being a respiratory protein appeared what could be an induction of proteolytic activity (biosynthesis) as a response to stress caused by the presence of the pesticide endosulfan.

**Key words:** Time of death, hemocyanin, shrimp and pesticides.

## INTRODUCCIÓN

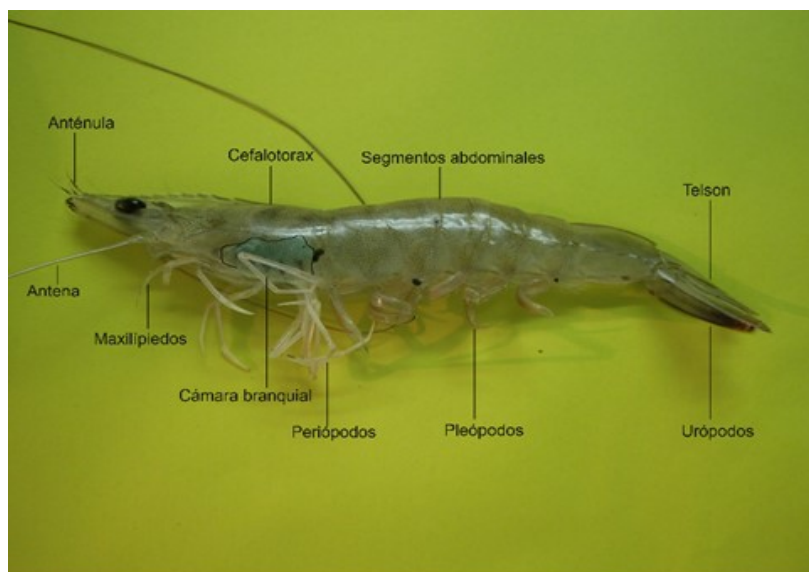
De los artrópodos; los crustáceos son considerados los más numerosos, representan al Filo (Phylum) de los artrópodos y consta de más de 38,000 especies distintas (Ruppert y Barnes, 1996), dentro de este Filo también se encuentran los arácnidos; como las arañas, los escorpiones y ácaros, además de insectos y miriápodos. El camarón *Penaeus vannamei* es un crustáceo decápodo que pertenece a la familia Penaeidae y a diferencia de otros artrópodos, la cabeza se encuentra fusionada con el tórax para formar lo que se llama cefalotórax.

A parte del cefalotórax, los camarones decápodos (diez patas), presentan dos regiones más; el abdomen y el telson, estas tres partes conforman su morfología externa. Las anténulas y antenas son apéndices situados en el cefalotórax y cumplen una función sensorial, las mandíbulas, maxilas y maxilípedos son apéndices con fines de alimentación y los cinco pares de pereiópodos (patas) llevan a cabo la locomoción en la parte funcional del cefalotórax. En el abdomen está presente otros cinco pares de patas llamados pleópodos y finalmente en el telson se encuentran los urópodos, ambos apéndices cumplen la función natatoria (Dall *et al.*, 1990).

Por otro lado, la respiración es conocida como el intercambio gaseoso necesario para adquirir oxí-

geno y que las células obtengan energía. En organismos acuáticos el oxígeno lo toman del agua donde se encuentra disuelto en menor proporción que en el aire. Con el intercambio gaseoso todo animal acuático y terrestre, incorpora oxígeno y expulsa dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Se ha observado en el crustáceo *Euphausia pacifica* que el consumo de oxígeno aumenta cuando ha mudado el exoesqueleto, además el consumo de oxígeno fue directamente proporcional al peso del cuerpo del organismo (Paranjape, 1967).

Los crustáceos son en mayoría acuáticos y un rango distintivo es la presencia de un exoesqueleto que funciona como una vestimenta (Bautista y Frías, 2013), además de branquias colocadas en ambos lados del cuerpo. Las branquias son los órganos que llevan a cabo la respiración mediante intercambio gaseoso y éstas se asocian a los apéndices situados dentro de la cámara branquial, el escafognatito genera movimiento en el agua para introducir agua y generar oxígeno, posteriormente pasa a la hemolinfa. Los pleópodos son considerados apéndices que también cumplen una función importante en la respiración del camarón *Callinassa californiensis*, que los utiliza para incorporar agua hacia el sistema branquial en ambientes acuáticos anóxicos (Torres *et al.*, 1977). En los crustáceos la sangre es nombrada hemolinfa y el escafognatito es un apéndice de forma laminar y oval, que sobresale de la segunda maxila.



**Figura 1.** Morfología externa del camarón y sistema branquial tratado con cobre para ubicar la cámara branquial. Foto: Bautista-Covarrubias, J.C.



La branquia está compuesta de un eje central con ramificaciones laterales, como si fuera un peine presente a cada lado. Por el eje de cada branquia existe un canal branquial que lleva la hemolinfa a cada filamento o lamela de la branquia, posteriormente por otro canal regresa la sangre al sistema circulatorio del camarón.

La hemocianina tiene una masa molecular de 400 kDa, está compuesta por dos polipéptidos glicosilados de 75 kDa y 82 kDa, los cuales fueron aislados del plasma de *Litopenaeus vannamei* (Figueroa-Soto *et al.*, 1997). Es una proteína plasmática que se encuentra disuelta en el plasma de la hemolinfa y es la encargada de distribuir y transportar 90 % del oxígeno a todos los tejidos, además actúa como barrera de defensa, por lo cual, cumple un papel importante en la resistencia a infecciones por virus, bacterias y hongos (Kaiyu *et al.*, 2008). La hemocianina es el principal componente de la hemolinfa, seguido de la proteína de la coagulación (Bachère *et al.*, 2004). La hemocianina como pigmento respiratorio representa 64% a 84% de la proteína total presente en la hemolinfa y su incremento está en función del tamaño del organismo (Cheng *et al.*, 2002). Algunas de las funciones de este pigmento extracelular aparte de transportar oxígeno a los tejidos, son el almacenar proteína, desempeñar función osmorregulatoria y la de transportador de metales y aminoácidos (Figueroa-Soto *et al.*, 1997; Decker y Jaenicke, 2004; Coates y Nairn, 2014), además, juega un papel importante en la defensa antiviral del síndrome de la mancha blanca (WSSV siglas en inglés), virus del síndrome del taura (TSV), bactericida y fungicida (Zhang *et al.*, 2004; Kaiyu *et al.*, 2008). Su concentración puede verse influenciada por condiciones de tipo infeccioso, ambiental o fisiológico, una disminución y la pérdida del color azul de la hemolinfa permite estimar las condiciones fisiológicas del organismo y en parte su capacidad de respuesta inmune ante la presencia de virus WSSV y TSV (Song *et al.*, 2003).

La concentración de hemocianina puede disminuir por efecto de plaguicidas y por metales pesados, de igual manera por tipo infeccioso o fisiológico. Al disminuir la concentración de esta protei-

na, el oxígeno necesario para función celular es menor y puede afectar el sistema metabólico, fisiológico y el sistema inmune del camarón. Al disminuir el sistema inmunológico, la susceptibilidad del camarón a virus, bacterias y hongos es mayor (Kaiyu *et al.*, 2008).

Los plaguicidas son sustancias que se utilizan para combatir plagas que afectan los cultivos agrícolas; el malatión ( $C_{10}H_{19}O_6PS_2$ ) y el endosulfán ( $C_9H_6Cl_6O_3S$ ) son plaguicidas con diferente estructura química. El primero se deriva del ácido fosfórico y presenta átomos de fósforo y azufre (EPA, 2006), el principal efecto es la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, lo cual, al no llevar a cabo la hidrólisis del neurotransmisor (acetilcolina), se acumula en las membranas post sinápticas y afecta el sistema nervioso (García-de la Parra, *et al.*, 2006). El segundo presenta en su mayoría átomos de cloro en su estructura química (EPA, 2002) y entre algunos de los efectos, bloquea la recepción del neurotransmisor ácido gamma-aminobutírico (GABA) y es más tóxico que otro tipo de sustancias químicas (Gant *et al.*, 1987). La exposición de *Metapenaeus monoceros* por 23 días a endosulfán, fue observado un decremento de la proteína total, carbohidratos y lípidos (Suryavanshi *et al.*, 2009). Ambos plaguicidas son tóxicos y afectan el sistema respiratorio, como resultado de efecto generalizado sobre el sistema nervioso, si la estimulación continúa por la exposición a los plaguicidas, puede ocasionar la muerte del organismo.

Una manera de evaluar el efecto de sustancias tóxicas sobre organismos no blanco (organismos a los que no se destina la sustancia tóxica), es mediante la realización de bioensayos de toxicidad. Para esto, se utilizan concentraciones de manera creciente y se exponen organismos sensibles (como los crustáceos) a un tiempo de exposición que por lo regular es a 96 horas. Posteriormente se registra la mortalidad, y mediante un modelo probabilístico (Probit), se determina la concentración letal media ( $CL_{50-96}$  horas), que en otras palabras es la concentración que ejerce mortalidad en el 50% de los organismos expuestos a la sustancia ensayada (Finney, 1971).

El objetivo del presente trabajo fue contabilizar el tiempo (minutos) que el camarón demora en morir fuera del agua, posterior a la exposición individual a concentraciones subletales de malatión y endosulfán, además por la importancia de la hemocianina (proteína) en el transporte de oxígeno, fue cuantificada la concentración en la hemolinfa de cada camarón posterior al tiempo de 48 horas de la exposición a cada plaguicida.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Dos experimentos fueron realizados con referencia al trabajo realizado por Bautista, (1996) en el que determinó la  $CL_{50-96}$  horas de 78 microgramos por litro ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) de malatión para el camarón blanco (peso y longitud promedio de 2.9 g y 7.7 cm. respectivamente). Los efectos observados por el autor fueron hiperactividad, nado errático y coloración blanquecina de los segmentos abdominales. Respecto a endosulfán, al trabajo de referencia fue el realizado por Suryavanshi *et al.* (2009) la  $CL_{50-96}$  horas determinada fue  $0.1993 \mu\text{g L}^{-1}$  para juveniles de *Metapenaeus monaceros* (1.8 g y longitud 6.2 cm). A partir de las  $CL_{50-96}$  horas, se calculó 1%, 10% y 50% de cada plaguicida para cada uno de los experimentos realizados.

Para conocer el tiempo que un camarón muere fuera del agua, se realizaron los experimentos en el Instituto de Ciencias de Mar y Limnología-UNAM, Unidad Académica Mazatlán, Sinaloa. Por cada plaguicida fueron utilizados cuatro acuarios de cristal con 40 litros de agua de mar filtrada y pasada por lámpara ultravioleta (UV), posteriormente fueron colocados ocho camarones por cada acuario y se mantuvieron por tres días en aclimatación. Las condiciones para el experimento definitivo fueron; temperatura ambiente ( $30\pm 1$  °C), temperatura en del agua en los acuarios ( $28\pm 1$  °C), oxígeno de ( $4.4\pm 1$  mg  $\text{L}^{-1}$ ), 35 unidades prácticas de sal (ups) y 7.4 de valor pH.

Se aplicaron tres concentraciones de cada plaguicida; de malatión (0.78, 7.80 y 39.0  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), el promedio de peso y talla fueron de  $9.58\pm 0.23$  gramos y  $11.86\pm 0.23$  centímetros. Para endosulfán (0.001993, 0.01993 y 0.09965  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), el promedio fue  $10.13\pm 0.43$  gramos y  $11.36\pm 0.58$  centímetros,

las concentraciones subletales de cada plaguicida fueron las correspondientes al 1%, 10% y 50% de la  $CL_{50-96}$  horas, descritas anteriormente.

Los experimentos fueron estáticos sin recambio de agua, al final del tiempo de 48 horas, los camarones fueron extraídos de cada acuario uno a uno, el tiempo individual fue contabilizado con un cronómetro estándar (modelo H5670). El tiempo inicial fue el momento de ser capturado con la ayuda de un cucharín y extraído rápidamente del agua, el tiempo final fue cuando los pereiópodos dejaron de tener movimiento y la cámara branquial dejó de contraerse, finalmente el tiempo (minutos) fue registrado.

La concentración hemocianina fue determinada de acuerdo a Pascual *et al.* (2006). La hemolinfa fue extraída individualmente de la base del primer segmento abdominal con jeringa para insulina (1 mL), solo 10  $\mu\text{L}$  por duplicado de cada organismo fueron utilizados para el análisis. Cada muestra fue colocada en un espectrofotómetro y la lectura de absorbancia fue realizada a una longitud de onda de 335 nanómetros, las unidades de hemocianina son expresadas en  $\text{mMol L}^{-1}$ .

## **Análisis estadístico**

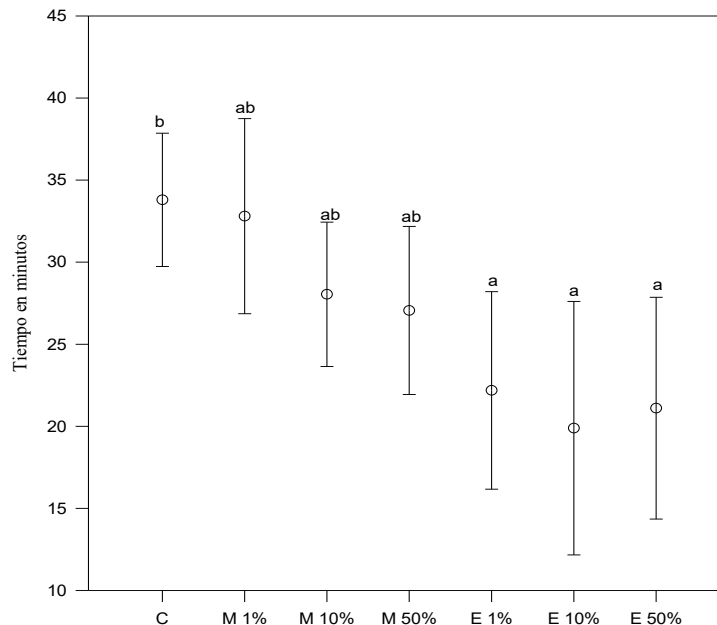
Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante prueba de normalidad y homocedasticidad, si los valores cumplieron con ambos supuestos se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Cuando se detectaron diferencias significativas se aplicarán pruebas de comparación de promedios Holm-Sidak a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ .

## **RESULTADOS**

El análisis estadístico demostró, que los camarones cuando son expuestos a los plaguicidas, el tiempo promedio en que mueren fuera del agua es significativamente diferente ( $p<0.05$ ). El efecto del endosulfán provocó que los organismos expuestos a los tres porcentajes (1%, 10% y 50%) murieran en menor tiempo que los organismos del control (Figura 2). El registro del tiempo promedio con su respectivo intervalo de confianza (95%) que demora un camarón (control) en morir fuera del agua fue de  $33.79\pm 3.56$  minutos, bajo condiciones de laboratorio, lo cual

puede llegar a variar el tiempo cuando se contabilice el tiempo en campo bajo otras condiciones diferentes a las aquí señaladas. Para los organismos expuestos a malatión el tiempo promedio fue  $29.30 \pm 3.47$  minutos, mientras que para organismos expuestos a endosulfán fue igual a  $21.11 \pm 1.30$  minutos. Es evidente que la variabilidad biológica de organismo a organismo existe, sin embargo, las desviaciones estándar no representan un valor alto, lo que demuestra que es evidente el efecto ocasionado por cada plaguicida en el tiempo que el camarón demora en morir posterior a la exposición.

Respecto a la concentración de hemocianina presente en hemolinfa, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los promedios de hemocianina de organismos al tiempo de 48 horas entre la concentración de endosulfán (50%) con respecto a los promedios de hemocianina de organismos expuestos al malatión (10% y 50%), lo que indica que la concentración de hemocianina disminuye en medida que la concentración se acerca al 50% de la  $CL_{50-96}$  horas de malatión, y la hemocianina incrementa como se acerca al 50% de la  $CL_{50-96}$  horas de endosulfán (Figura 3).



**Figura 2** Tiempo que tarda el camarón en morir fuera del agua, posterior a 48 horas de exposición a tres concentraciones distintas de dos plaguicidas. Control, mal (malatión), endo (endosulfán). Letra diferente representa diferencia estadística, comparación de promedios Holm-Sidak ( $P < 0.05$ ).

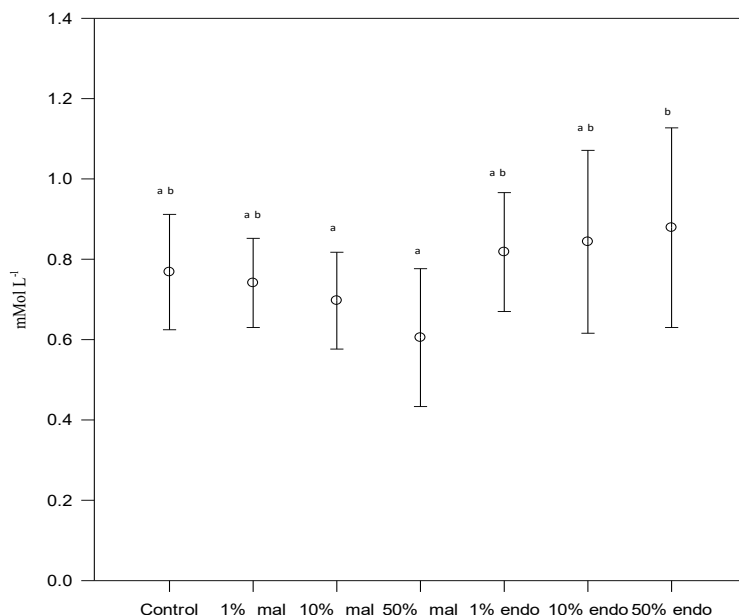
Es interesante resaltar que con el endosulfán el tiempo del camarón en morir fue menor, mientras que con las concentraciones subletales de malatión, la concentración de hemocianina fue menor que la concentración de hemocianina en organismos expuestos a endosulfán. El registro promedio de hemocianina con su respectivo intervalo de confianza (95%) para organismos (control) fue de  $0.733 \pm 0.209$  mMol L<sup>-1</sup>. La concentración promedio de hemocianina de organismos en el tratamiento malatión fue de  $0.680 \pm 0.032$  mMol L<sup>-1</sup>, mientras

que organismos expuestos a endosulfán la concentración promedio de hemocianina fue igual a  $0.846 \pm 0.052$  mMol L<sup>-1</sup>.

Por otro lado, el peso de los organismos expuestos a endosulfán presentaron en el peso promedio 0.6 más gramos, que los organismos expuestos al malatión, debido quizás a la diferencia, los camarones expuestos a endosulfán murieron en menor tiempo, por la diferencia en el peso en gramos

o por la diferente estructura molecular del plaguicida, lo cual puede también mencionarse es que los camarones de mayor tamaño requieren nadar

aún más para captar oxígeno, y por lo tanto, tuvieron un mayor contacto con el plaguicida.



**Figura 3** Concentración promedio de hemocianina ( $\pm$ DE) en hemolinfa de camarones expuestos 48 horas a dos plaguicidas. Control, mal (malatión), endo (endosulfán). Letra diferente representa diferencia estadística, comparación de promedios Holm-Sidak ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

La concentración de oxígeno representa uno de los factores ambientales más importantes para organismos acuáticos y la hipoxia puede llegar a ocasionar en *Litopenaeus vannamei* un menor crecimiento y lograr afectar la supervivencia (Li *et al.*, 2016). La inhibición de las funciones cardíacas puede interferir con la absorción de  $O_2$  y la liberación de  $CO_2$  por las branquias, lo que puede provocar hipoxia tisular (Hughes, 1976). El sistema branquial se encarga de la respiración del camarón, así como también participa en la excreción de amonio, osmorregulación y entrada de minerales. Con la exposición a plaguicidas, se ha observado en *Peneus monodon* expuesto a tres concentraciones de plaguicida sevin, que el consumo de oxígeno disminuyó en 24 horas de exposición 56.74% y el porcentaje mayor 82.95% de reducción de oxí-

geno sucedió en la concentración subletal 0.0001 mg L<sup>-1</sup>, posterior a 96 horas de exposición (Chandrasekharan y Natarajan, 1894). En el cangrejo *Paratelsonia Jacquemontii* después de 28 días de exposición a la mayor concentración 0.0374 mg L<sup>-1</sup> de la combinación de clorpirifos y cipermetrina fue observado levantamiento epitelial, además de necrosis, se observó fusión de laminillas secundarias adyacentes y hemorragia en las laminillas primarias en las branquias (Maharajan *et al.*, 2015). Frías-Espéricueta *et al.* (2008) experimentaron concentraciones subletales de cobre (3.512, 1.756 y 0.878 mg L<sup>-1</sup>) presente en agua donde quedaron expuestos juveniles de *L. vannamei* y al final del experimento observaron necrosis, infiltración hemocítica y pérdida de la arquitectura normal de las lamelas secundarias de las branquias, así como estructura tubular irregular, atrofia y necrosis del hepatopáncreas

Por otro lado, en peces (*Lepomis macrochirus*) también se ha observado degeneración masiva de los filamentos branquiales, cuando fueron expuestos 24 horas a 0.05 mg L<sup>-1</sup> de malatión (Richmonds y Dutta, 1989). En la carpa común expuesta a malatión (1.5 y 3.0 µg L<sup>-1</sup>) durante 192 horas, los autores observaron varios cambios morfológicos, como telangiectasia, congestión lamelar, hipertrofia de los filamentos, fusión lamelar severa de los peces expuestos al malatión (Sharmin *et al.*, 2016). También con *Carassius auratus* en 72 horas de exposición a malatión fue observado roturas epiteliales, fusión de lamelas secundarias, hiperplasia del epitelio branquial y congestión vascular (Staicu *et al.*, 2008). Es evidente el daño ocasionado por los plaguicidas y metales sobre la cámara branquial, debido a que es la primería vía de contacto, ocasionando daño severo necrosis y ruptura lo que por consecuencia produce insuficiencia respiratoria. Por otro lado, el endosulfán a concentraciones subletales de 0.04 y 0.06 µg L<sup>-1</sup>, afectó el nivel de proteína total en músculo de *Metapenaeus monoceros* (Suryavanshi *et al.*, 2009). Para camarones *Litopenaeus vannamei* expuestos al endosulfán, se demostró que en postmuda, fue la etapa más susceptible a la toxicidad aguda del endosulfán (Tumburu *et al.*, 2012). En cangrejos *Zilchiopsis collastinensis* expuestos a 192 and 360 µg L<sup>-1</sup> de endosulfán, presentaron lamelas afectadas a las dos horas de exposición, y a las 8 horas de exposición con 94 y 360 µg L<sup>-1</sup> de endosulfán el efecto sobre las lamelas fue mayor, además que presentaron túbulos necróticos (Negro, 2015). En *Macrobrachium rosenbergii* con longitud (7±0.06 cm) la CL<sub>50</sub>-48 horas de endosulfán fue 0.079 mg L<sup>-1</sup> con intervalo de confianza de (0.054-0.115), ocasionó un significativa inhibición en el nivel de actividad de la enzima Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPasa y también sobre la inhibición sobre la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en hepatopáncreas de *M. rosenbergii* (Dai *et al.*, 2014). Es importante mencionar que la bomba sodio-potasio participa en el desplazamiento de iones de sodio y potasio a través de la membrana celular, lo que la hidrólisis de ATP proporcionar la energía necesaria. Mientras que la AChE participa en la hidrólisis del neurotransmisor acetilcolina en colina y ácido acético, si se inhibe la enzima puede ocasionar neurotoxicidad en el organismo expuesto. La ex-

posición a concentraciones subletales de ambos plaguicidas puede ocasionar estrés fisiológico, cambio de comportamiento y cambios morfológicos (letargo, natación errática, convulsiones y disminuye la velocidad de escape) lo que representa un efecto a nivel ecológico por efecto de sustancias químicas (Rao *et al.*, 2007; Brunelli *et al.*, 2009; Dai *et al.*, 2014; Francois *et al.*, 2016). En granjas camaroneras, mediante cromatografía de gases se ha detectado residuos de malatión 0.09931 µg g<sup>-1</sup> de peso seco en sedimento y para endosulfán de 0.00803 µg g<sup>-1</sup> (González, 2008). En el presente trabajo las concentraciones subletales de malatión representaron 8, 78 y 392 veces mayores a lo reportado en sedimento, mientras que las de endosulfán corresponden 0.2, 2 y 12 veces más a lo reportado en sedimentos de granjas camaroneras, comparando con lo aquí reportado puede ser posible que se presenten efectos sobre el proceso respiratorio como lo aquí descrito. La información consultada no demostró estudios similares a lo aquí realizado, por lo que se muestra que el camarón *P. vannamei* demora 30-40 minutos en morir cuando se extrae del agua, mientras que posterior a la exposición a malatión, el tiempo en morir fueron menores, no representaron diferencias significativas. Sin embargo, al tiempo en morir fue menor en organismos expuestos a concentraciones de endosulfán, lo que su efecto es mayor sobre el sistema branquial, y de manera general es un efecto sobre el comportamiento biológico de los organismos (receptores GABA, AChE, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPasa, entre otras enzimas).

Respecto a la hemocianina (HC), es considerada una proteína respiratoria multifuncional y esencial en el mecanismo de defensa de artrópodos y moluscos (Erg y Pirow, 1997). Se ha reportado cambios en la concentración de hemocianina que han sido relacionados con el efecto de factores estresantes (Mercier *et al.*, 2009). En el presente trabajo se determinó que en organismos expuestos a endosulfán, la concentración de hemocianina fue mayor y significativamente diferente a camarones expuestos a dos concentraciones ensayadas de malatión. Sin embargo, Bautista-Covarrubias *et al.* (2020) han reportado en *Litopenaeus vannamei* expuestos al 50% de la CL<sub>50</sub>-96horas de malatión, el promedio de hemocianina fue mayor en el tiempo de 5 horas y fue significativamente diferente

a la concentración de hemocianina presente en los organismos del grupo control. La respuesta en ambos experimentos de exposición a malatión pudo ser debido a diferencias en variables biológicas como la edad, el sexo, el estado de salud y nutricional, variables ambientales como salinidad, temperatura, pH y contenido de oxígeno disuelto en el agua. Por otro lado, la exposición a la mezcla de malatión y endosulfán provocó una disminución de la concentración de hemocianina en los organismos de los mismos tratamientos 50% (Bautista-Covarrubias *et al.*, 2020). Lo cual también coincide con *Penaeus monodon* expuestos a 1, 5, 10, 20 mg L<sup>-1</sup> amonio en agua con 10 ups, que se observó que la concentración de hemocianina disminuyó significativamente respecto al grupo de organismos control (Chen *et al.*, 1994). El incremento en la concentración de hemocianina se ha observado en el cangrejo *Carcinus maenas* cuando estuvo en condiciones de estrés hipo-osmótico (Boone y Schoffeniels, 1979). De igual manera se ha reportado que no solo se ve afectada la hemocianina en la hemolinfa, sino también la concentración de proteína total en branquias y músculo de *Macrobrachium malcolmsonii*, la cual disminuyó su concentración en presencia de endosulfán (0.01, 0.016 y 0.032 µg L<sup>-1</sup>) respecto a la cuantificada de los organismos del grupo control (Bhavan y Geraldine, 1997). Finalmente, es posible que en el presente trabajo la hemocianina en hemolinfa fuera mayor en los organismos expuestos a endosulfán, posiblemente debido a la inducción de la actividad proteolítica (biosíntesis) en *P. vannamei*, por el estrés ocasionado por la presencia del plaguicida endosulfán.

## CONCLUSIÓN

El malatión y el endosulfán son plaguicidas de gran uso y de amplio espectro en el combate de plagas que afectan los cultivos agrícolas, debido a la cercanía de las tierras de cultivo con los cuerpos de agua, es posible que los residuos lleguen a los sistemas de producción de camarón y que la presencia sea en mayor medida en unos sistemas que en otros. Los plaguicidas en los sistemas de producción de camarón, puede provocar en los organismos un efecto sobre el sistema branquial y se tengan deficiencias para captar oxígeno, por consecuencia los procesos fisiológicos, inmunológicos

y metabólicos pueden ser afectados. Como sucedió en el presente trabajo en el que ambos plaguicidas influyeron en el tiempo de muerte del camarón fuera del agua y en la concentración de hemocianina de los organismos en 48 horas de exposición y es de esperarse que influyan principalmente en el mecanismo de defensa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bautista, J.C. (1996). Estudio preliminar de la toxicidad aguda del malatión sobre camarón blanco *Penaeus vannamei*. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 51p.
- Bautista-Covarrubias, J.C., Aguilar-Juárez, M., Voltolina, D., Navarro-Nava, R.G., Aranda-Morales, S.A., Arreola-Hernández, J.O., Soto-Jiménez, M.F. y Frías-Espericueta, M.G. (2020). Immunological response of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to sublethal concentrations of malathion and endosulfan, and their mixture. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 188: 109893.
- Bautista-Covarrubias, J.C. y Frías-Espericueta, M. G. (2013). La vestimenta del camarón. *Ciencia y Desarrollo. CONACYT*. 39 (263): 27-29
- Bachère E, Gueguen Y, Gonzalez M, De Lorgeril J, Garnier J y Romestand B. (2004). Insights into the anti-microbial defense of marine invertebrates: the penaeid shrimps and the oyster *Crassostrea gigas*. *Immunological Reviews*. 198: 149-168.
- Boone, W.R. y Schoffeniels, E. (1979) Hemocyanin synthesis during hypoosmotic stress in the shore crab *Carcinus maenas* (L). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*. 63 (2): 207-214.
- Bhavan, P.S y Geraldine, P. (1997). Alterations in concentrations of protein, carbohydrate, glycogen, free sugar, and lipid in the Prawn *Macrobrachium malcolmsonii* on exposure to sublethal concentrations of endosulfan. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 58: 89-101.
- Brunelli, E., Bernab, C.N.I., Berg, C., Lundstedt-Enkel, K., Bonacci, A. y Tripepi, S. (2009). Environmentally relevant concentrations of endosulfan impair development, metamorphosis and behavior in *Bufo bufo* tadpoles. *Aquatic Toxicology*. 91 (2): 135-142

- Coates, C.J. y Nairn, J. (2014). Diverse immune functions of hemocyanins. *Developmental and Comparative Immunology*. 45: 43-55.
- Chandrasekharan, V.S. y Natarajan, R. (1894). Acute toxicity of pesticide sevin (carbamate) and its effects on the oxygen consumption of juveniles of the tiger prawn *Penaeus monodon* Fabricius. *Proc Symp Phy Resp Anim, Pollutants*. 48-52.
- Chen, J.C., Chen, C.T. y Cheng, S.Y. (1994). Nitrogen excretion and changes of hemocyanin, protein and free amino acid levels in the hemolymph of *Penaeus monodon* exposed to different concentrations of ambient ammonia-N at different salinity levels. *Marine Ecology Progress Series*. 110: 85-94.
- Cheng, W., Liu, C.H., Yan, D.F. y Chen, J.C. (2002). Hemolymph oxyhemocyanin, protein, osmolality and electrolyte levels of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* in relation to size and molt stage. *Aquaculture*. 211: 325-339.
- Dai, X., Xiong, Z., Xie, J. y Ding, F. (2014). Acute toxicity of organochlorine insecticide endosulfan to the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 32 (1): 111-119. <http://dx.doi.org/10.1007/s00343-014-3081-y>.
- Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C. y Sharples, D.J. (1990). *The Biology of the Penaeidae*. London; San Diego: Academic Press, 489p.
- Decker H y Jaenicke E. (2004). Recent findings on phenoloxidase activity and antibacterial activity of hemocyanins. *Developmental and Comparative Immunology*. 28: 673-687.
- EPA (2002). United States Environmental Protection Agency. R.E.D. FACTS. Endosulfan. Prevention, Pesticides And Toxic Substances (7508C). EPA-738-F-02-012. 250p.
- EPA (2006). United States Environmental Protection Agency. R.E.D. FACTS. Endosulfan. Prevention, Pesticides And Toxic Substances (7508P). EPA 738-R-06-030. 196p.
- Erg, P.R.J. y Pirow, R. (1997). The physiological significance of respiratory proteins in invertebrates. *Zoology*. 100 (4): 298-306.
- Figuroa-Soto, C.G., de la Barca, A.M.C., Vazquez-Moreno, L., Higuera-Ciapara, I. y Yepiz-Plascencia, G. (1997). Purification of hemocyanin from white shrimp (*Penaeus vannamei* Boone) by immobilized metal affinity chromatography. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 117B: 203-208.
- Finney, D.J. (1971). *Probit analysis*. 3rd ed, Cambridge Univ. Press, New York, 668p.
- Francois, H.J., Beltran, G.K.E., Garzón G.A.J., González, S.L., Rivera, H.M.L† y Torres, C.F.A. †. (2016). Toxicidad aguda de una formulación comercial de glifosato sobre *Poecilla reticulata* (pisces: poecilidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Elementos*. 6: 91-98.
- Frías-Espericueta, M. G., R. Castro-Longoria, G. J. Barrón-Gallardo, S. Abad-Rosales, F. Páez-Osuna & D. Voltolina. (2008). Histological changes and survival of *Litopenaeus vannamei* juveniles with different copper concentrations. *Aquaculture*. 278 (1-4): 97-100.
- Gant, D.B., Eldefrawi, A.M. y Eldefraw. A.T. (1987). Cyclodiene insecticides inhibit GABA<sub>A</sub> receptor-regulated chloride transport. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 88 (3): 313-321.
- García-de la Parra, L.M., Bautista-Covarrubias, J.C., Rivera-de la Rosa, N., Betancourt-Lozano, M. y Guilhermino, L. (2006). Effects of metamidophos on acetylcholinesterase activity, behavior, and feeding rate of the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Ecotox. Environ. Safe*. 65, 372-380. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2005.09.001
- González, V.C. (2008). Niveles de plaguicidas en sedimentos de granjas camaronícolas en enseñanza de Pabellón, Sinaloa, México. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Tepic Nayarit, México.
- Hughes, G.M. (1976). Polluted fish respiratory physiology. In: Lock-wood, A.P.M. (Ed.), *Effects of Pollutants on Aquatic Organisms*. Cambridge University Press, London. 121-146 pp.
- Kaiyu, L., Fang, L., Mingchang, Z., Haijie, Y., Tian, L., Xun, X. (2008). Difference between hemocyanin subunits from shrimp *Penaeus japonicus* in anti-WSSV defense. *Developmental and Comparative Immunology*. 32: 808-813
- Li, Y., Wei, L., Cao, J., Qiu, L., Jiang, X., Li, P., Song, Q., Zhou, H., Han, Q. y Diao, X. (2016). Oxidative stress, DNA damage and antioxidant enzyme activities in the pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) when exposed to hypoxia and reoxygenation. *Chemosphere*. 144: 234-240.

- Maharajan, A., Narayanasamy, Y., Ganapiriya, V. y Shanmugavel, K. (2015). Histological alterations of a combination of Chlorpyrifos and Cypermethrin (Nurocombi) insecticide in the fresh water crab, *Paratelphusa jacquemontii* (Rathbun). *The Journal of Basic & Applied Zoology*. 72:104-112.
- Mercier, L., Racotta, I.S., Yepiz-Plascencia, G., Muhlia-Almazán, A., Civera, R., Quiñones-Arreola, M.F., Wille, M., Sorgeloos, P. y Palacios, E. (2009). Effect of diets containing different levels of highly unsaturated fatty acids on physiological and immune responses in Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) exposed to handling stress. *Aquaculture Research*. 40: 1849-1863.
- Negro, C.L. (2015). Histopathological effects of endosulfan to hepatopancreas, gills and ovary of the freshwater crab *Zilchiopsis collastinensis* (Decapoda: Trichodactylidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 113: 87-94.
- Paranjape, M.A. (1967). Molting and respiration of Euphausiids. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 24(6): 1229-1240.
- Pascual, C., Sánchez, A., Zenteno, E., Cuzon, G., Gaxiola, G., Brito, R., Gelabert, R., Hidalgo, E. y Rosas, C. (2006). Biochemical, physiological, and immunological changes during starvation in juveniles of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*. 251: 416-429.
- Rao, J.V., Kavitha, P., Jakka, N.M., Sridhar, V. y Usman, P.K. (2007). Toxicity of organophosphates on morphology and locomotor behavior in brine shrimp, *Artemia salina*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 53: 227-232.  
DOI: 10.1007/s00244-006-0226-9.
- Richmonds, C. y Dutta, H.M. (1989). Histopathological changes induced by malathion in the gills of bluegill *Lepomis macrochirus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 43:123-130. Web. doi:10.1007/BF01702248.
- Ruppert, E.E. y Barnes, R.D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A. de C.V. 1114 p.
- Ruppert, E.E. y Barnes, R.D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A. de C.V. 1114 p.
- Suryavanshi, U., Sreepada, R.A., Ansari, Z.A., Subhanchi, N. y Shahin, B. (2009). A study on biochemical changes in the Penaeid shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricus) following exposure to sublethal doses of organochlorine pesticides (endosulfan). *Chemosphere*. 77: 1540-1550.
- Song, Y.L., Yu, C.I., Lien, T.W., Huang, C.C. y Lin, M.N. (2003). Haemolymph parameters of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected with taura syndrome virus. *Fish & Shellfish Immunology*. 14: 317-331.
- Sharmin, S., Salam, A.M.D., Haque, F., Islam, S.M.D. y Shahjahan, M.D. (2016). Changes in hematological parameters and gill morphology in common carp exposed to sub-lethal concentrations of Malathion. *Asian Journal of Medical and Biological Research*. 2(3): 370-378. doi: 10.3329/ajmbr.v2i3.30106.
- Staicu, A.C., Munteanu, M.C. y Dinischiotu, A. (2008). Malathion induced histological modifications in gills and kidney of *carassius auratus* gibelio. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnoologii*. 41(1): 448-453.
- Torres, J.J., Gluck, D.L. y Childress, J.J. (1977). Activity and physiological Significance of the pleopods in the respiration of *Callinassa californiensis* (Dana) (Crustacea: Thalassinidea). *The Biological Bulletin*. 152: 134-146.
- Tumburu, L., Shepard, F.E., Strand, A.E. y Browdy, C.L. (2012). Effects of endosulfan exposure and Taura Syndrome Virus infection on the survival and molting of the marine penaeid shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Chemosphere*. 86: 912-918.
- Zhang, X., Huang, C. y Quin, Q. (2004). Anti-viral properties of hemocyanin isolated from shrimp *Penaeus monodon*. *Antiviral Research*. 61: 93-99.





## Pesca deportiva en humedales urbanos

### Sports fishing in urban wetlands

Edgar G. Hernández Mendoza<sup>1</sup>, Juan Carlos Bautista Covarrubias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Indicadores Biológicos de Estrés Ambiental. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit.

**Recibido:** 04 de mayo de 2020

**Aceptado:** 26 de junio de 2020

#### Resumen

El presente trabajo describe la clasificación e importancia de los humedales en el sentido de conservación y el uso racional del acuerdo Ramsar. Los Humedales urbanos son elemento clave en la estructura de las ciudades y en la vida de sus habitantes, en ellos se realizan actividades como; avistamiento de aves, deportes, actividades al aire libre, rutas de ciclismo, activación física y pesca deportiva. Para practicar la pesca es necesario conocer equipo básico de pesca y técnicas apropiadas para obtener buenas capturas. El practicar la pesca en familia dentro de humedales urbanos permite interactuar con la belleza de la naturaleza del parque, además disfrutar de los espacios verdes sin dañar el medio ambiente ni la fauna y asimilar experiencias de una sana diversión. Los pescadores de humedales urbanos son conscientes de capturar peces de manera selectiva y ecológica, utilizando artes de pesca reglamentarias para evitar capturar especies no objetivo, además realizan la acción de capturar y liberar los peces, ya que su objetivo es de pasatiempo y diversión.

**Palabras claves:** Humedales urbanos, pesca deportiva, peces, pescadores

#### Abstract.

This work describes the classification and importance of wetlands in the sense of conservation and rational use according to Ramsar. Urban wetlands are a key element in the structure of cities and in the lives of their inhabitants, activities such as; bird watching, sports, outdoor activities, cycling routes, physical activation, and sport fishing. To

practice fishing, it is necessary to know basic fishing equipment and appropriate techniques to obtain good catches. Practicing fishing with your family in urban wetlands allows you to interact with the beauty of the park's nature, as well as enjoying green spaces without harming the environment or fauna and assimilating experiences of healthy fun. Urban wetland fishermen are aware of catching fish selectively and ecologically, using regulatory fishing gear to avoid catching non-target species, they also perform the action of catching and releasing fish, as their goal is for hobby and fun.

**Keywords:** Urban wetlands, sport fishing, fishes, fishermen.

#### INTRODUCCIÓN

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y de la vida vegetal y animal asociada. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por agua. En la convención sobre los humedales Ramsar (2016) se menciona el criterio amplio a la hora de determinar que los humedales son *“las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”*.

Otra definición planteada en el documento de Ley de Aguas Nacionales, menciona que los ecosistemas de humedales son definidos como *“zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos”* (CONAGUA, 2014).

En general se reconocen cinco tipos de humedales principales (marinos, estuarinos, lacustres, ribere-

reños y palustres), además hay humedales artificiales, como estanques de cría de peces y camarones, estanques de granja, tierra agrícolas de regadío, depresiones inundadas salinas, embalses, estanque de grava, piletas de agua residuales y canales. El sistema Ramsar clasifica tipos de humedales” que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales. Según la estimación del PNUMA-Centro mundial de monitoreo de la conservación sería de unos 570 millones de hectáreas (5.7 millones de km<sup>2</sup> aproximadamente el 6% de la superficie de la tierra (Ramsar, 2016). La mano del hombre interviene para hacer los humedales de manera artificial, para el mejor cuidado y manejo de especies terrestres y acuáticas. En épocas prehispánicas fueron aprovechados tanto en la zona maya como en las planicies costeras del Golfo de México para cultivar mediante terrazas elevadas (Siemens *et al.*, 1988). Los ecosistemas son de gran importancia puesto que, los humedales albergan una importante biodiversidad y constituyen el hábitat de animales y de plantas (Dugan, 1990), muchas de las cuales se encuentran hoy en día amenazadas o al borde de la extinción como consecuencia de la destrucción de sus hábitats y la explotación irracional a la que se ven sometidas, especies de reptiles, mamíferos y aves (DRIA, 1998).

Los humedales tienen un gran importancia en la sociedad, son aprovechados para diferentes tipos de actividades a su alrededor tales como avistamiento de aves, deportes y actividades al aire libre, rutas de ciclismo, activación física y pesca deportiva. Los humedales de México conocidos como ciénagas y pantanos ocupan 6.5 % del territorio nacional (INEGI, 2005). También son aprovechados como es el caso del Programa de Pago de Servicios Ambientales por Desempeño Hidrológico (PSADH) que desarrolla el Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) en Quintana Roo, el cual atiende una parte de humedales, a través de la búsqueda de soluciones efectivas de orden ambiental, social y económico (CONABIO, 2009).

Gómez-Limón *et al.* (2000), menciona que lo rele-

vantes de los espacios protegidos es el facilitar y promover la visita del público a través de la creación de productos que permitan divulgar los valores ambientales del espacio. La esencia de aprovechar los espacios protegidos los hace de uso público y es una de las principales vías para avanzar en términos de desarrollo territorial.

La pesca deportiva en el mar ha sido durante muchos años una forma de recreación y además, como actividad deportiva contribuye al desarrollo socio-económico de las zonas costeras donde se realiza, ya que genera ingresos y empleos directos e indirectos. Sin embargo, la pesca deportiva en Colombia, Costa Rica y Panamá ha despertado el interés por la conservación de las especies, pues esta actividad es considerada que depende en gran medida del buen estado de los ecosistemas y recursos marinos y costeros. Actualmente pescadores de los países mencionados, consideran que si no se practica de manera responsable, puede generar presiones innecesarias sobre el ambiente marino en general (Marviva, 2011).

En México la pesca deportivo-recreativa (NOM-017-PESC-1994) modificada en 1995, menciona que *constituye una fuente importante generadora de ingresos, ya que contribuye de manera significativa a la economía nacional, entre otros aspectos por su capacidad para captar divisas, generar empleo e impulsar el desarrollo regional y cuyos beneficios se propagan a otras actividades con un efecto multiplicador en los sectores turístico, pesquero y de servicios.*

Sin embargo, no estipula en ninguna parte del texto acciones de conservación y de pesca responsable, se menciona que la pesca deportiva desde tierra no requiere permiso, mientras que la pesca deportiva a bordo de una embarcación requiere permiso contemplado en la Ley Federal de Derechos.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) es la dependencia gubernamental encargada de autorizar las actividades de pesca deportiva en México (Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2004). Los límites máximos de captura están establecidos en la (NOM-017-PESC-1994) modificada en 1995, la cual establece diez ejemplares diarios por pescador, pero no más de cinco ejemplares de la misma especie.

En el caso de especies de agua dulce, el límite máximo permisible será de cinco ejemplares por pescador por día, las tallas de las capturas serán de acuerdo a lo establecido por el Comité de Administración del Embalse.

La sobre explotación de la pesca deportiva y el no acatar las disposiciones de la NOM-017-PESC-1994, ha ocasionado que disminuya de manera notable las poblaciones de peces salvajes, por causas de pesca irresponsable, redes fantasma y por no respetar la talla mínima de captura de las especies, por lo cual la abundancia de peces es afectada y disminuye las posibilidades de capturar especies de buen tamaño.

El sistema estuarino de San Blas, junto con la Laguna Grande de Mexcaltitán y el sistema Teacapán-Agua Brava, localizados en el norte de Nayarit y sur de Sinaloa conforman el complejo Marismas Nacionales, el ecosistema de manglares más extenso del Pacífico oriental y uno de los de mayor importancia económica y ecológica del país. (Berlanga-Robles y Ruiz-Luna, 2006). Son zonas de refugio de un gran número de especies acuáticas y son fuente de actividad pesquera ya que tuvieron al manglar como zona de crianza, crecimiento y de protección entre las raíces de los manglares desde las primeras fases de su ciclo de vida (Gaxiola, 2011). Sin embargo, existe la posibilidad de afectar un humedal de manera negativa e incluso perjudicar todo el ecosistema si no se toman las medidas necesarias para el cuidado del manglar y evitar la deforestación, en México se ha perdido o degradado 62 % de sus humedales

(Landgrave y Moreno-Casasola, 2012).

En el estado de Nayarit se cuenta con importantes humedales “*Marismas Nacionales*”, es un humedal designado por la Convención de Ramsar. Este humedal proporciona valiosas funciones para los ecosistemas, incluyendo la estabilización de las costas, la captura de sedimentos, de nutrientes y la fijación de la recarga de los acuíferos. La alta productividad de los humedales ofrece importante sitio de cría, de alimentación y cría de numerosas especies de peces, invertebrados e innumerables especies de aves acuáticas y migratorias (DGDUE, 2017).

Los humedales urbanos son señalados como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los 6 metros (Longton, 2019). Los parques urbanos son elemento clave en la estructura de las ciudades y en la vida de sus habitantes. En primer lugar, porque figuran como islas de confort y medio ambiente y en segundo lugar, porque cumplen el papel de espacios de recreo y/o de interacción social (Martínez, 2010). Los humedales urbanos pueden mediante su protección y restauración, ser una solución natural ante las pruebas que el cambio climático ejercerá modificaciones en las ciudades, lo que los humedales urbanos podría tener una visión transformadora hacia una sostenibilidad económica, social y ambiental (IPCC, 2014; Rojas, 2020).



**Figura 1.** Pesca con caña en el humedal urbano del Parque Ecológico de Tepic, Nayarit, México

En la ciudad de Tepic, Nayarit, México existen parques urbanos (áreas verdes) donde la gente acude periódicamente a realizar actividades que pudieran mejorar su condición de vida (salud física y mental). Sin embargo, se desconoce si los espacios cumplen el propósito de satisfacer las necesidades ambientales, sociales y urbanas de la sociedad misma (Salazar y Álvarez, 2015).

La pesca con el paso del tiempo sigue evolucionando y adaptándose a las nuevas necesidades en la sociedad, hoy en día, la modalidad de pesca deportiva en humedales urbanos es comúnmente una actividad atractiva y frecuentemente personas la realizan con fines de recreación y distracción.

Este pasatiempo en humedales urbanos tal es el caso en el parque ecológico de Tepic, Nayarit el cual cuenta con una superficie de aproximadamente 25,2052 hectáreas, cuya ubicación se encuentra en las coordenadas extremas 21°28' 30" y 21°29'6" de latitud norte y 104°51'39" y 104°51'29" de longitud oeste (DGDUE, 2017), la pesca en este espacio es una nueva modalidad que nos permite pescar de manera consiente, dentro de la ciudad con las medidas reglamentarias del parque para realizar la pesca de manera selectiva y ecológica, utilizando la medida de las artes de pesca reglamentarias para evitar capturar especies no objetivo, y que constituya una actividad de pasatiempo y diversión.

Este tipo de pesca se implementó con la ayuda de la siembra de peces en este humedal urbano, para ser un atractivo visual y aumentar el número de especies amigables en el ecosistema y a sí completar los ciclos naturales, aunque la finalidad inicial fue sembrar peces ornamentales en los humedales urbanos, no funcionó en lo planeado, pero en más de una persona provocó la inquietud de practicar la pesca deportiva de especies sembradas (*Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Micropterus salmoides*) en el mencionado humedal urbano.

### **Pesca y libere (siglas en inglés Catch and Release)**

La pesca deportiva en humedales urbanos consiste en la extracción de peces con fines de recreación la

modalidad es "capturar y liberar" una vez capturando el pez el siguiente paso es tomar una foto con tu captura y regresarla al medio lo más rápido posible para preservar la especie, teniendo un daño mínimo en ella. La finalidad de pesca es capturar diferentes especies de peces desde la orilla del humedal y divertirse, sin la necesidad de utilizar una embarcación, en algunos humedales es permitido pescar en embarcación con las medidas de prevención adecuadas.

Los tipos de pesca permitidos son, línea de mano o caña de pesca, las especies que se adaptan mejor a estos hábitats comúnmente son (*Oreochromis niloticus*) tilapia, (*Cyprinus carpio*) carpa y (*Micropterus salmoides*) lobina. Su extracción puede lograrse con distintas técnicas, todo depende de las especies que habiten en el humedal. Se recomienda el utilizar anzuelos sin barba (barbless hooks), los cuales facilitan la liberación y disminuyen el impacto en el pez.

Las técnicas de pesca cambian conforme la especie, debido a la especie a capturar la selección del arte de pesca podría ser diferente, existen especies herbívoras y carroñeras como mojarra carpa y bagre, a excepción de las especies depredadoras como lo es la lobina que suelen alimentarse de peces y crustáceos pequeños, insectos y gusanos. La carnada para la pesca es común el uso de "señuelos artificiales", que incluyen diferentes tamaños y de diferente color, lo que garantizan horas de diversión, cabe mencionar que esta técnica de pesca es la más practicada por los pescadores urbanos.

Resulta positivo el impacto en la sociedad, un gran número de aficionados a este deporte son activos e incluso creando clubes de pesca mejorando la economía del sector pesquero y la socialización de pescadores, un cambio ecologista en su persona respetando y cuidando el hábitat para futuras generaciones.

Cuando se captura un pez, generalmente este queda tan exhausto por la necesidad de escape, que genera un stress tan grande que, si no se efectúa correctamente la tarea de liberación, es probable que el pez pueda morir en poco tiempo.

Para la liberación adecuadamente inicia mojándose las manos antes de tomar el pez, posteriormente toma al pez, en posición boca arriba y evite apretarlo demasiado. Esto podría paralizar al pez y resulta más fácil remover el anzuelo, recuerda que es conveniente quitar el anzuelo sin sacar al pez del agua. Es necesario considerar el no tocar ni lastimar las agallas, ya que son muy sensibles y puede ocasionarse un problema en la respiración del pez (Dondepescar, 2010). Una vez sin el anzuelo se debe sostener el pez dentro del agua en su posición natural y abrirle la boca y con la otra mano se sostiene al pez por la cola y de esta forma empezar un movimiento hacia adelante y hacia atrás para que con esto hacer correr el agua a través de sus agallas, de esta manera el pez se recuperará e iniciará a liberarse de las manos que lo sujetan.

### **Equipo básico de pesca**

-Caña de pescar, existen en el mercado diferentes variedades de cañas de pescar, cada una con sus propias ventajas. La elección de una caña de pescar depende de la experiencia y práctica, así como del gusto personal. Las cañas de pescar tienen guías sobre la parte superior de la caña para que la línea se deslice por las mismas. Las cañas pueden ser que presenten un carrete de aro abierto (spincast) o un carrete semiabierto (baitcast).

Las cañas de pescar tipo spincast tienen mangos rectos y pequeñas guías para las líneas, son fáciles de manipular y son utilizadas regularmente por pescadores infantiles. Las cañas tipo baitcast pueden tener una agarradera o mango en forma de pistola, o una agarradera recta. El carrete es más complejo y difícil su manejo, el uso de este equipo es para pescadores experimentados.

-Anzuelos, existen en el mercado anzuelos en variedad de tamaños y estilos, compre y utilice anzuelos sin barba (barbless hooks), los cuales facilitan la liberación, Seleccione el tamaño del anzuelo de acuerdo a las especies de pez que desee atrapar.

-El cáñamo o línea, viene en presentaciones de acuerdo con el calibre o resistencia, a mayor tama-

ño de la línea, mayor fortaleza. Una línea de resistencia de 12 libras presenta mayor resistencia que la de 6 libras que es más flexible. Es conveniente que el calibre cáñamo y la capacidad del carrete y la especie que se desea atrapar se tome en cuenta, puesto que la capacidad del carrete con un calibre mayor puede ser más visible para los peces, lo que reduce el número de peces capturados.

-Los contrapesos (plomada) se utilizan para que la carnada se deposite al fondo o para sostener la boya en un lugar específico. Las plomadas se han diseñado de diferentes formas y tamaños y son utilizados para diferentes técnicas de pesca. Los mismos varían en tamaño desde el tamaño de una munición hasta cinco libras, poco menor que una bala de cañón.

-Las boyas, se utilizan para mantener flotando la carnada en el lugar donde se desea capturar peces, que puede ser en media agua o superficie, con la boya (redondas, en forma de lápiz, pluma, u oblongas) se evita que la carnada vaya al fondo.

-Señuelos, son utilizados por pescadores en humedales urbanos, existen señuelos (Cilindros-plugs, cucharetas-spoons, jigs, spinnerbaits, plásticos blandos y moscas- poppers) de diferentes diseños, tamaños y colores. Las instrucciones de uso de los señuelos vienen dentro del paquete, la experiencia en el uso de señuelos permite seleccionar el tipo y el color para obtener una mejor pesca. También para la selección de señuelos artificiales dependerá de los peces que desea atrapar, es necesario seleccionar aquellos que están diseñados para pescar en diferente nivel de agua.

### **El estuche de pesca**

Por seguridad es necesario considerar los siguientes artículos que permitirá que tu actividad de pesca sea segura y placentera; Pinzas, cortaúñas (para cortar la línea), anzuelos (varios tamaños en función del pez a capturar), boyas, contrapesos (plomos), señuelos artificiales, eslabones de presión, cinta métrica, cáñamo, aceite para lubricar el carrete, cámara fotográfica, libreta de pesca, teléfono celular, repelente para insectos y botiquín de primeros auxilios (Vamosapescar, 2016).

## CONCLUSIÓN

Los humedales urbanos son considerados ecosistemas relevantes para el equilibrio ecológico, además son espacios para la pesca deportiva y sano esparcimiento para las personas interesadas en esta actividad. El practicar la pesca en familia en humedales urbanos permite interactuar con la belleza de la naturaleza del parque, además disfrutar de los espacios verdes sin dañar el medio ambiente ni la fauna y asimilar experiencias de una sana diversión. La pesca deportiva de capturar y liberar los peces, permite disfrutar la captura como una actividad sostenible, además de considerar el uso de anzuelos que no ocasionen daño a los peces. Finalmente los humedales urbanos representan espacios de interés social y ambiental, los cuales deben de cuidarse y reglamentarse para mantenerlos siempre en buen estado de salud, para practicar actividades como la pesca deportiva.

## REFERENCIAS

- Berlanga-Robles, C.A. y Ruiz-Luna, A. (2006). Evaluación de cambios en el paisaje y sus efectos sobre los humedales costeros del sistema estuarino de San Blas, Nayarit (México) por medio de análisis de imágenes landsat. *Ciencias Marinas*. 32 (003): 523-538.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua (2014) Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. 234p. [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/105137/Ley\\_Aguas\\_Nacionales.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/105137/Ley_Aguas_Nacionales.pdf).
- CONABIO. (2009). Manglares de México. Extensión y distribución. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México D.F. 99 p.
- Donde pescar. (2010). <http://www.dondepescar.com/dondepescar/146-tecnicas-de-liberacion>. Consultado el 25/06/2020.
- Dugan, P.J. (1990). *Wetland Conservation: A Review of Current Issues and Required Action*. IUCN. Gland, Switzerland. 96p.
- DRIA. Dirección de Recursos Ictícolas y Acuícolas. (1998). *Conservación y uso sustentable de los humedales*. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. 8 pp.
- DGDUE. (2017). Estudio previo justificativo para la declaración como área natural protegida municipal del área de protección de los recursos naturales "Parque Ecológico de Tepic". H. XL AYUNTAMIENTO DE TEPIC. Gaceta extraordinaria. 22 año3. 60p.
- Gaxiola, D.J.M. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*. 7 (3): 355-369.
- Gómez-Limón, J., de Lucio, J.V. y Múgica, M. (2000): De la declaración a la gestión activa. Los espacios naturales protegidos en el umbral del siglo XXI. Madrid. Fundación Fernando González Bernáldez.
- INEGI (2005). Humedales potenciales. Escala 1:250000. México. [www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/humedales/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/humedales/default.aspx), [www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/humedales/carta-Geologica.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/humedales/carta-Geologica.aspx).
- IPCC (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza. 157 p.
- Landgrave, R. y Moreno-Casasola, P. (2012). Cuantificación de la pérdida de humedales en México. En: *Investigación Ambiental* 4(1): 35-51.
- Longton De Urresti, A. (2019). Humedales urbanos. Historia de una ley pionera y ciudadana de protección ambiental. Ediciones Universitarias de Valparaíso Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Calle Doce de Febrero 21, Valparaíso. 75p.
- Martínez, C. (2010). Los parques urbanos y la privatización del espacio público en una ciudad del Norte de México. El Colegio de Sonora. Ponencia presentada en el XXXI Encuentro de la RNIU organizado por la Universidad del Norte, 25-27 de octubre de 2010, Barranquilla, Colombia. 1-10.
- Marviva, Fundación. (2011). *Guía de buenas prácticas para la pesca deportiva en el mar*. Bogotá.

- NOM-017-PESC-1994. Norma Oficial Mexicana (2013). MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 09 de mayo de 1995. 13p.
- Ramsar. (2016). Introducción a la Convención Sobre los Humedales. Manual de la convención Ramsar. 5ta edición. Cooperación internacional sobre los humedales. 118p. <https://www.ramsar.org/>
- Rojas, C (2020). Humedales Urbanos en Chile: Impacto en políticas públicas y el Desarrollo Sostenible. En: Alfonso De Urresti Senado de Chile. Vicepresidencia del Senado, Ediciones Centro de Extensión del Senado, Ediciones Universitarias de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Humedales Urbanos Historia de una ley pionera y ciudadana de protección ambiental. 42-50pp.
- Salazar, M.G. y Álvarez, G.R. (2015). La percepción social en los parques urbanos de la ciudad de Tepic, Nayarit, México. Revista EDUCATE-CONCIENCIA. 7 (8): 53-61.
- Siemens, A.H., Hebda, R.J., Hernández, N.M., Phippen, D.R., Stein, J.K y Báez, M.C.Z. (1988). Evidence for a cultivar and a chronology from patterned wetlands in Central Veracruz, Mexico. Science 242: 105-107. DOI: 10.1126/science.242.4875.105.
- Torreblanca-Ramírez, E., Muñoz-Ramírez, S., Danemann, G.D. y Smith-Guerra, F. (2004). Pesca deportiva. En: Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad, línea base 2007. Editores Danemann, G.D. y Ezcurra, E. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 740p.
- Vamosapescar. (2016). Una guía básica para el pescador principiante. Texas Parks and Wildlife Department. 52p. <https://www.takemefishing.org/es/>. Consultado el 26/062020



## Proceso de obtención de conchocelis de *Pyropia* sp. en laboratorio

### Process for the obtention of conchocelis of *Pyropia* sp. in laboratory

Hernández-Carrizales Verónica<sup>1</sup>, Pérez-Bravo Elizabeth<sup>2</sup>, Marco A. Cadena-Roa<sup>2</sup>, Hernández-Jaime Rito Jesús<sup>3</sup>, Pacheco-Vega Juan Manuel<sup>3\*</sup>.

<sup>1</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Biología, Puebla, México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Unidad Pichilingue, La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Programa de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP) Nayarit, México.

**Recibido:** mayo 02 de 2020

**Aceptado:** junio 28 de 2020

#### RESUMEN

Las algas rojas (Rhodophytas) presentan cada vez una mayor importancia ecológica y biotecnológica, por lo que es necesario generar las bases del conocimiento que permitan la aplicación técnica de mantenimiento y producción de la fase conchocelis en condiciones de laboratorio. El presente trabajo tuvo como objetivo la obtención de la fase conchocelis de *Pyropia* sp. en laboratorio, para ello se colectaron del medio silvestre talos de esta especie y fueron transportados al laboratorio, donde fueron separados los gametofitos masculinos de los femeninos y colocados en agua de mar enriquecida con medio Jack's Classic (J R Peters Inc.). Se mantuvieron bajo condiciones estables de incubación: 15±1°C y ciclo día: oscuridad (12:12). Una vez que los gametangios estuvieron maduros, fueron seleccionados y cortados los gametofitos para favorecer la liberación y fecundación de las esporas, dichos cortes fueron transferidos a un medio de cultivo estéril y estuvieron en observación hasta que fueron evidentes las características filamentosas distintivas de la fase de desarrollo de conchocelis. Con estos resultados, se muestra una metodología que permite generar conchocelis de *Pyropia* sp. en condiciones de laboratorio.

**PALABRAS CLAVE:** *Pyropia*, laboratorio, gametofitos, cultivo.

#### ABSTRACT

The ecological and biotechnological importance of red algae (Rhodophyta) is increasing, hence, a knowledge base is needed to allow the technological application of maintenance and production of the conchocelis phase under laboratory conditions. The objective of this study was to obtain the conchocelis phase of *Pyropia* sp. in laboratory. Thalli of *Pyropia* sp. were collected in the wild and transported to the laboratory where male and female gametophytes were separated and placed in seawater enriched with Jack's Classic medium (JR Peters Inc.). Gametophytes were maintained under stable incubation conditions as follows: 15±1°C and photoperiods of 12:12 (night:day). Once gametangia were ripe, gametophytes were selected and cut to benefit the release and fecundation of spores. Gametophyte cuts were transferred into a sterile culture medium and maintained under visual observation until the filamentous characteristics intrinsic of the development phase of conchocelis were detected. These results show a methodology that allows to generate conchocelis of *Pyropia* sp. under laboratory conditions.

**KEY WORDS:** *Pyropia*, laboratory, gametophytes, culture.

#### INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el ser humano ha tenido particular interés en las macroalgas, las cuales han sido utilizadas como fuentes de alimento directo principalmente en el continente asiático, donde estos organismos eran asociados al bienestar físico, pero en la actualidad han cobrado importancia alrededor del mundo por sus múltiples aplicaciones y beneficios (Mouritsen, 2013). Las macroalgas rojas (Rhodophytas) se han señalado por poseer diversos metabolitos biológicos activos en comparación con las algas café (Heterokontophyta) y verdes (Chlorophyta). Entre las propiedades terapéuticas destacan las actividades antivirales, antimicrobianas, antiinflamatorias, antihelmínticas, insecticidas, además de eliminar radicales libres (El Gamal, 2010).



Uno de los géneros más importantes a nivel mundial es *Pyropia* (J. Agardh, 1899) el cual es altamente valorado en la industria alimenticia presentando gran importancia gastronómica y cultural en los países como Japón, Corea y China, pues históricamente en el siglo XVII se inició con el cultivo de esta macroalga que se recolectaba en fase conchocelis del medio silvestre, ya que aún era desconocida su historia de vida (McHugh, 2002). El género *Pyropia* presenta un ciclo de vida caracterizado por alternancias de generaciones donde una fase es macroscópica foliar que se desarrolla generalmente en zonas rocosas, aunque algunas veces también es epífita, distribuyéndose desde la zona intermareal alta hasta la zona submareal (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2018). Por otra parte, también presenta una fase filamentosa microscópica denominada conchocelis, que se caracteriza por filamentos que pueden penetrar sustratos de carbonato de calcio y habita en zonas submareales (Tribollet *et al.*, 2018).

Han sido diversos los estudios realizados sobre la biología *Pyropia* spp. con aplicaciones biotecnológicas, proponiendo a esta macroalga como un alimento vivo alternativo para el cultivo de diversas especies como la almeja de cuello corto (*Ruditapes philippinarum*), salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y pepino de mar (*Apostichopus japonicus*), ya que se ha demostrado una mejora en las tasas de supervivencia, crecimiento e inmunidad, además se le ha atribuido actividades antivirales (Shahabuddin *et al.*, 2015; Lozano *et al.*, 2016; Shahabuddin *et al.*, 2017).

En México la ficología aplicada comenzó en el año de 1950, con la extracción de especies productoras de ficocoloides (*Macrocystis pyrifera*, *Gelidium robustum* y *Porphyra perforata*) en el Pacífico noroccidental mexicano (Lobato-Benítez *et al.* 2018). Actualmente se han logrado cultivos exitosos de las macroalgas marinas *Chondrus crispus* (Zertuche-González *et al.*, 2001) y *Kappaphycus alvarezii* (Muñoz *et al.*, 2004), y se están realizando cultivos piloto de *Ulva lactuca* y *Ulva fasciata* con el objetivo de usarse como alimento humano con diversas propiedades nutraceuticas (Cuesta *et al.*, 2016). De igual manera se ha integrado *Ulva clathrata* en un

co-cultivo de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) obteniendo resultados favorables en el crecimiento, supervivencia y en la relación de proteínas (Peña-Rodríguez *et al.*, 2017).

Son diversas las macroalgas existentes en el país con interés comercial y con posible utilización en la acuicultura con fines de cultivo comercial, pero se requiere investigación científica y un mayor conocimiento en la ficología nacional (Vázquez-Delfín *et al.*, 2019). El género *Pyropia* en México, aún no cuentan con la suficiente información que permita consolidar técnicas de cultivos, por lo que el presente estudio busca mostrar el proceso inicial para la obtención de cultivos monoespecíficos y axénicos de *Pyropia* sp. en la fase conchocelis, género proveniente de las costas del Golfo de California, México.

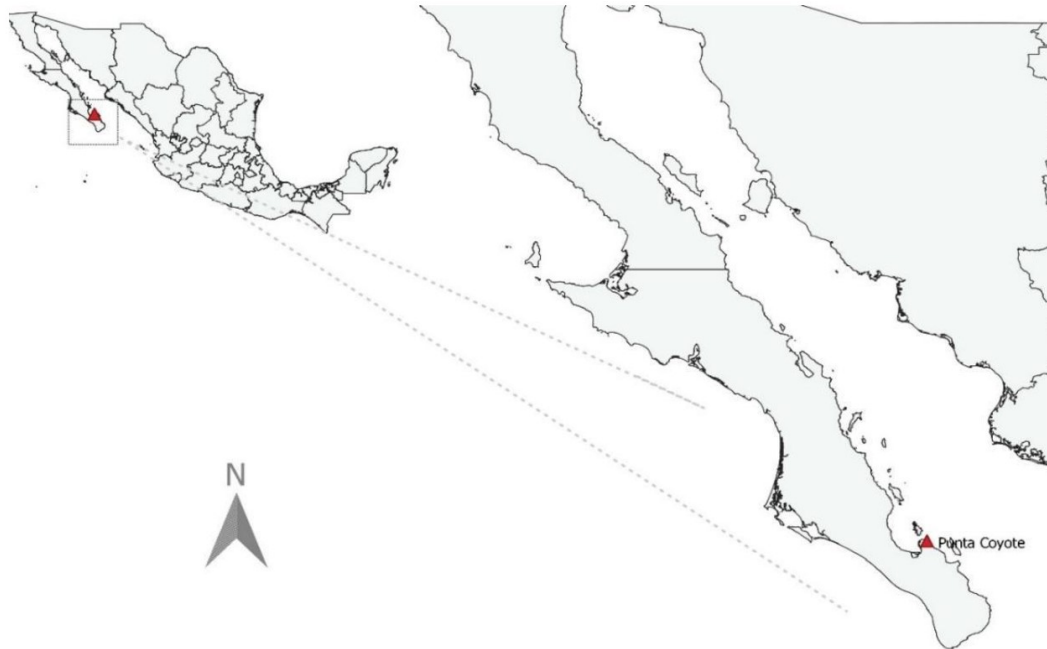
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Origen y procesado de muestras

Los talos de *Pyropia* sp. fueron colectados de medio silvestre, procedentes del Punta Coyote (24° 19' 48" Norte 110° 13' 48" Oeste), Baja California Sur, México (Figura 1). El material ficológico fue transportado en una hielera térmica por una hora en bolsas de polietileno conteniendo agua de mar. En el laboratorio de microalgas, ubicado en la Unidad Académica Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, se depositaron las muestras de macroalga en seis matraces conteniendo agua de mar filtrada a 10, 5 y 1µm e irradiada con luz ultravioleta enriquecida con fertilizante Jack's Classic (J R Peters Inc.) a una concentración de un 1mL por litro de agua previamente esterilizada en autoclave (Sterilmatic, Market Forge) a 121° C a una presión de 1.02 kg/cm<sup>2</sup> por 20 minutos. Los matraces conteniendo las muestras de *Pyropia* fueron conservados por 24 horas a una temperatura constante de 15±1°C, con un fotoperiodo 12:12 a una intensidad lumínica de 2500 lux.

### Limpieza y selección de gametofitos de *Pyropia* sp

La limpieza de los gametofitos se realizó sumergiéndolos en agua de mar previamente filtrada a 10, .5 y 1µm e irradiada con luz ultravioleta, y se removieron con un pincel las algas epífitas y epibiontes adheridos a los talos.



**Fig. 1**

Posteriormente, se lavaron las muestras con agua destilada, eliminando de esta forma los contaminantes provenientes en muestras. Este proceso se repitió dos veces. Después del proceso anterior, los talos fueron colocados en seco según su género (masculino o femenino) en dos bandejas de acero inoxidable. De esta manera, se consideraron machos maduros a aquellos gametofitos que tenían un color amarillo en los bordes, mientras que las hembras maduras poseían un borde color rojo (Holmes y Brodie, 2004). Posteriormente las bandejas fueron expuestas a radiación solar (25 000lux) por 35 minutos para eliminar organismos oportunistas. Pasado el tiempo de desecación, los talos de *Pyropia* se colocaron en los matraces conteniendo agua de mar enriquecida con medio Jack's Classic (J R Peters Inc.), adicionando cinco gametofitos femeninos y cinco gametofitos masculinos en cada matraz. Todo esto se llevó a cabo bajo una campana de flujo laminar con un mechero Bunsen. Finalizando el proceso, los matraces fue-

ron incubados a una temperatura constante de  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ , con un fotoperiodo 12:12 a una intensidad continua de 2500 lux, sin aireación y con agitación manual.

#### Obtención de gametangios

Una vez que maduraron los gametofitos *Pyropia*, se procedió a realizar cortes de los gametangios maduros para favorecer la liberación y fecundación de las esporas. No sin antes realizar un proceso de lavado con agua destilada estéril y un filtro de  $1\ \mu\text{m}$ , repitiendo este proceso dos veces y al final un lavado con agua de mar filtrada y estéril. Una vez terminado el proceso se colocaron los gametangios en matraces con agua de mar filtrada y estéril enriquecida con medio Jack's Classic (J R Peters Inc.), adicionando a cada uno de ellos 5 gametangios (masculinos y femeninos). Se incubaron por dos días bajo las condiciones anteriormente descritas y se mantuvieron en observación hasta la aparición de conchocelis. Todo lo anterior se realizó por triplicado.

### Limpieza y obtención de conchocelis

Una vez obtenidos los esporofitos (fase conchocelis), se realizó una revisión microscópica mediante el uso de un microscopio óptico (CxL, Labomed) para buscar la presencia de bacterias y protozoarios. La contaminación bacteriana fue eliminada mediante baño por 24 horas en una solución: 1 mL de solución con gentamicina ( $240 \text{ mg } 3 \text{ mL}^{-1}$ ) en 30 mL del cultivo. Una vez pasado el tiempo de acción del antibiótico, se realizó una siembra de la conchocelis en matraces preparados con agua de mar filtrada y estéril adicionada con Von Stosch (Von Stosch, 1963) como medio de cultivo, manteniéndose por una semana bajo las condiciones de incubación ya descritas. En cada cambio de estadio de desarrollo, fueron registrados los tiempos e

imágenes que evidencian el proceso para llegar a la fase conchocelis de *Pyropia* sp.

### RESULTADOS

De acuerdo con los resultados aquí obtenidos, el proceso de aislamiento de *Pyropia* sp., puede realizarse en condiciones de laboratorio siguiendo los procesos de transferencias, limpieza de la cepa, medio de cultivo adecuado y condiciones de temperatura e iluminación aquí mostradas. Se obtuvieron cultivos monoespecíficos y axénicos de la fase conchocelis del género *Pyropia* sp. colectado en la costa sureste del Golfo de California, logrando resultados favorables en un periodo de tiempo de 21 días (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tiempo transcurrido y medio de cultivo usado en los

Etapa	Tiempo transcurrido	Medio de cultivo
Colecta de talos silvestres	Día 0	-
Selección y limpieza gametofitos	Día 1	Fertilizante Jack's Classic (J R Peters INC)
Maduración de gametangios	Día 10	Fertilizante Jack's Classic (J R Peters INC)
Liberación de esporas	Día 12	Fertilizante Jack's Classic (J R Peters INC)
Obtención y primera medicación de conchocelis	Día 13	Von Stosch (Von Stosch, 1963)
Obtención y segunda medicación de conchocelis	Día 21	Von Stosch (Von Stosch, 1963)

Para obtener conchocelis de *Pyropia* sp. se requiere de un proceso y el uso de medios de cultivo bajo condiciones de esterilidad. Adicionalmente, el uso de antibióticos en éste proceso es indispensable y evita la afectación a la especie durante su desarrollo. En la figura 2-A se observa el crecimiento de *Pyropia* sp. en sustrato rocoso, del cual se extrajeron los ejemplares para realizar la reproducción en laboratorio. A partir de los talos (figura 2-B) y siguiendo el protocolo descrito, se presentó la libe-

ración de esporas que bajo un proceso de medicación con antibióticos pueden obtenerse conchocelis libres de contaminantes microbiológicos (figura 2-D). En la figura 2-E, se muestra el tamaño alcanzado (hasta 10 cm) en fase de conchocelis madura.

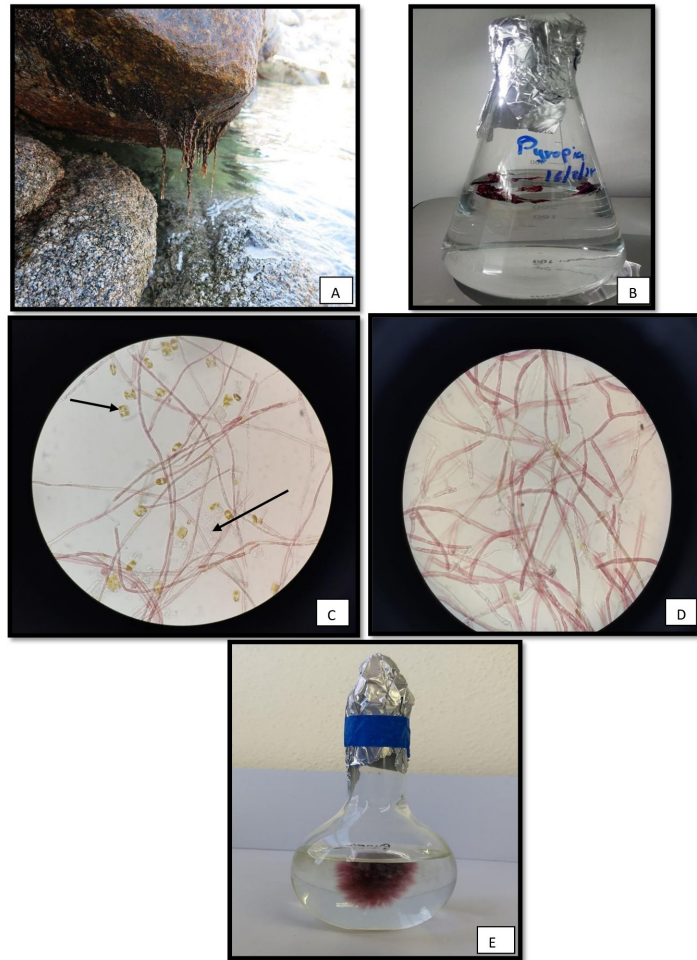


Figura 2.

Fig. 2

## DISCUSIÓN

El proceso reproductivo de macroalgas en laboratorio implica condiciones específicas para cada especie, siendo la colecta de conchocelis del medio silvestre una de las prácticas comunes para el cultivo de macroalgas marinas (Pereira y Yarish, 2008). Las especies del género *Pyropia* forman parte de un grupo de las que presentan mayor potencial biotecnológico por la alta demanda en Asia (Knoop *et al.*, 2019), por lo que se debe evaluar la producción de conchocelis en especies diferentes que

permita su cultivo masivo y el abasto de la demanda. El género *Pyropia* utilizado en el presente estudio se colectó en la costa Punta Coyote del Golfo de California, no se logró llegar a identificar la especie, sin embargo, por sus características y zona de colecta, podría tratarse de una nueva especie endémica del Golfo de California identificada como *Pyropia* GCI por López-Vivas *et al.*, (2015).

Por otra parte, han sido diversos los estudios para conocer las condiciones óptimas del cultivo de la fase conchocelis de *Pyropia* en donde según lo reportado por Ávila *et al.*, (1986) en el ciclo de vida

*Porphyra columbina* las condiciones óptimas obtenidas fue a una temperatura de 15°C con un fotoperiodo de 12:12 (luz:oscuridad) y con una irradiancia de 45  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , mientras que Allen *et al.* (1995) mostraron mejores crecimientos de la fase conchocelis de *Pyropia columbina* en temperaturas bajas (15°C) con un flujo de fotones de 0 and 50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  y altos contenidos de nitrógeno. Dichos resultados concuerdan con el presente estudio, mostrando una similitud a lo reportado en este trabajo en el fotoperiodo y la temperatura óptima obtenida. Sin embargo, discrepa del estudio realizado en la Bahía Agua Verde, Baja California Sur por López-Vivas *et al.*, (2015b) en cuyos resultados hace mención que la temperatura óptima para el desarrollo de la fase conchocelis de *Pyropia hollenbergui* es de 25°C con un fotoperiodo de 15:9 h L:D y una irradiancia de 50 y 150  $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Haciendo observación de que se necesita mayor investigación en los cultivos de esta macroalga, así como determinar las condiciones óptimas de cada especie del género. Estas diferencias pueden estar relacionadas al hábitat de las diferentes especies evaluadas, las cuales están adaptadas a esas condiciones y obedecen a su historial térmico, presencia de nutrientes y de intensidad de luz.

En este trabajo se logró el estadio de conchocelis en 21 días en medio líquido, diversos estudios se realizan en medio sólido (Guan *et al.*, 2013; López-Vivas *et al.*, 2015b) siendo este segundo medio (sólido) más lento para crecimiento de macroalgas. Un factor que incide de forma negativa en el proceso reproductivo y de desarrollo de *Pyropia* y en general en algas, es la alta presencia de contaminación microbiana (Guan *et al.*, 2013), microalgas, protozoarios y de hongos (Kerwin *et al.*, 1992), por lo que en este trabajo el proceso de medicación con antibiótico permitió un desarrollo favorable en medio líquido.

Debido al complicado ciclo de vida para *Porphyra*, el sistema de cultivo de puede dividirse en cinco fases distintas: cultivo de conchocelis; recolección de conchosporas; crecimiento en mar abierto; cosecha y procesamiento. Con estos resultados podemos se muestra una alternativa para la producción de conchocelis de *Porphyra* sp. en laboratorio.

## CONCLUSIÓN

Las macroalgas rojas del género *Pyropia* sp. representan un grupo de alta importancia biotecnológica y alimenticia, las cuales llevan a cabo diferentes etapas reproductivas que se requiere conocer para su reproducción controlada en laboratorio. Con estos resultados se muestra una metodología que comprende condiciones de temperatura, iluminación y eliminación de epibiontes presentes, que permitan generar conchocelis de *Pyropia* sp. en laboratorio y no depender del medio natural para su aprovechamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Un recuerdo a la memoria del Dr. Marco A, Cadena-Roa que debe seguir haciendo Acuicultura en donde esté. Se agradece al laboratorio de microalgas de la UABCS y a la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (ENIP-UAN) por las facilidades para el desarrollo de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Ávila, M., Santelices, B., McLachlan, J. (1986). Photoperiod and temperature regulation of the life history of *Porphyra columbina* (Rhodophyta, Bangiales) from central Chile. *Canadian Journal of Botany*, 64(9), 1867-1872.
- Cuesta, R. G., García, K. L. G., Iglesias, O. D. R. V., Rivera, Y. H., Suárez, Y. A. (2016). Algas marinas como fuente de compuestos bioactivos en beneficio de la salud humana: un artículo de revisión/seaweeds as sources of bioactive compounds in the benefit of human health: a review. *Biotecnia*, 18(3), 20-27.
- El Gamal, A. A. (2010). Biological importance of marine algae. *Saudi pharmaceutical journal*, 18 (1), 1-25.
- Guan, X., Li, J., Zhang, Z., Li, F., Yang, R., Jiang, P., Qin, S. (2013). Characterizing the microbial culprit of white spot disease of the conchocelis stage of *Porphyra yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 25(5), 1341-1348.
- Holmes, M. J., Brodie, J. (2004). Morphology, seasonal phenology and observations on some aspects of the life history in culture of *Porphyra dioica* (Bangiales, Rhodophyta) from Devon, UK. *Phycologia*, 43(2), 176-188.

- Knoop, J., Griffin, J. N., Barrento, S. (2019). Cultivation of early life history stages of *Porphyra dioica* from the British Isles. *Journal of Applied Phycology*, 1-13.
- Lobato Benítez, C., Arenas, P. M., Mateo Cid, L. E. (2018). Etnoficología Mexicana: perspectivas y desafíos.
- López-Vivas, J. M., Muñoz-Salazar, R., Riosmena-Rodríguez, R., Pacheco-Ruíz, I., Yarish, C. (2015a). Endemic *Pyropia* species (Bangiales, Rhodophyta) from the Gulf of California, Mexico. *Journal of Applied Phycology*, 27(2), 1029-1041.
- López-Vivas, J. M., Riosmena-Rodríguez, R., Pacheco-Ruíz, I., Yarish, C. (2015b). Growth and reproductive responses of the conchocelis phase of *Pyropia hollenbergii* (Bangiales, Rhodophyta) to light and temperature. *Journal of Applied Phycology*, 27(4), 1561-1570.
- Lozano, I., Wacyk, J. M., Carrasco, J., Cortez-San Martín, M. A. (2016). Red macroalgae *Pyropia columbina* and *Gracilaria chilensis*: sustainable feed additive in the *Salmo salar* diet and the evaluation of potential antiviral activity against infectious salmon anemia virus. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1343-1351.
- McHugh, D. J. (2002). Perspectivas para la producción de algas marinas en los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/y3550s/Y3550S00.htm>
- Mouritsen, O. G. (2013). The science of seaweeds: marine macroalgae benefit people culturally, industrially, nutritionally, and ecologically. *American Scientist*, 101(6), 458-466.
- Muñoz, J., Freile-Pelegrín, Y., Robledo, D. (2004). Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. *Aquaculture*, 239(1-4), 161-177.
- Peña-Rodríguez, A., Elizondo-González, R., Nieto-López, M. G., Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L. E. (2017). Practical diets for the sustainable production of brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis*, juveniles in presence of the green macroalga *Ulva clathrata* as natural food. *Journal of Applied Phycology*, 29(1), 413-421.
- Pereira, R., Yarish, C. (2008). Mass production of marine macroalgae. En: *Encyclopedia of Ecology*. 2236-2247.
- Kerwin, J. L., Johnson, L. M., Whisler, H. C., Tuininga, A. R. (1992). Infection and morphogenesis of *Pythium marinum* in species of *Porphyra* and other red algae. *Canadian Journal of Botany*, 70(5), 1017-1024.
- Rodríguez-Rodríguez, E. F., Fernández-Honores, M. A., Alvítez-Izquierdo, E., Pollack Velásquez, L. E., Luján-Bulnes, L. A., Geldres-Cruz, C. W., Paredes-Pizarro, Y. (2018). Algas marinas del litoral de la región La Libertad, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 71-81.
- Shahabuddin, A. M., Khan, M.N.D., Arisman, N., Saha D., Yoshimatsu, T., Araki T. (2015). Use of *Pyropia spheroplast* as a live food substitute for culturing Japanese short-neck clam *Ruditapes philippinarum*.
- Shahabuddin, A. M., Khan, M. N. D., Mikami, K., Araki, T., Yoshimatsu, T. (2017). Dietary supplementation of red alga *Pyropia spheroplasts* on growth, feed utilization and body composition of sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture Research*, 48(10), 5363-5372.
- Tribollet, A., Pica, D., Puce, S., Radtke, G., Campbell, S. E., Golubic, S. (2018). Euendolithic Conchocelis stage (Bangiales, Rhodophyta) in the skeletons of live stylasterid reef corals. *Marine Biodiversity*, 48(4), 1855-1862.
- Zertuche-González, J. A., García-Lepe, G., Pacheco-Ruiz, I., Chee, A., Gendrop, V., Guzmán, J. M. (2001). Open water *Chondrus crispus* Stackhouse cultivation. *Journal of Applied Phycology*, 13(3), 247-251.
- Vázquez-Delfín, E., Freile-Pelegrín, Y., Pliego-Cortés, H., Robledo, D. (2019). Seaweed resources of Mexico: current knowledge and future perspectives. *Botanica Marina*, 62(3), 275-289.
- Von Stosch, H.A. 1963. Wirkung von Jod und Arsenit auf Meeresalgen in Kultur. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 4: 142-150.



**CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DEL OSTIÓN (*CRASSOSTREA CORTEZIENSIS*, HERTLEIN 1951) CON RESPECTO A LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y LONGITUDINAL EN LOS CULTIVOS DEL ESTERO “LOS CORCHOS (POZO CHINO)” EN NAYARIT.**

**GROWTH AND SURVIVAL OF THE OSTIÓN (*CRASSOSTREA CORTEZIENSIS*, HERTLEIN 1951) WITH RESPECT TO VERTICAL AND LONGITUDINAL DISTRIBUTION IN CROPS OF THE “LOS CORCHOS (POZO CHINO)” IN NAYARIT.**

José Armando López Sánchez, Sergio Guadalupe Alcaraz Corona, José de Jesús Alcaraz López, Juan Carlos Bautista Covarrubias, Juan Pablo González Hermoso

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

**Recibido:** mayo 11 de 2020

**Aceptado:** junio 20 de 2020

**RESUMEN:** Se determinaron aspectos de crecimiento y supervivencia del ostión *Crassostrea corteziensis* con respecto a la distribución vertical (Superficie y Fondo) y longitudinal (Boca, Cuerpo Medio y Cabeza) de los organismos cultivados en el estero Los Corchos (Pozo Chino), Nayarit. Las variables fisicoquímicas del estero durante el ciclo de cultivo de octubre 2011 hasta principios de abril 2012 fueron: oxígeno disuelto de  $4.52 \pm 0.61$  mg/L, la transparencia entre 26 y 106 cm, la salinidad entre 31.0 y 35.6, temperatura entre 20.5 y 26.3 °C, la materia particulada suspendida de  $49.3 \pm 7.6$  mg/L y material orgánico particulado suspendido de  $11 \pm 4.1$  mg/L. El crecimiento final promedio de los organismos fue de  $59.04 \pm 10.45$  mm y puede ser explicado con la ecuación  $y=8007.7\ln(x) - 84994$ . La tasa de crecimiento fue mayor en los organismos cultivados en Superficie con respecto a los de Fondo, y en la distribución longitudinal la tasa fue mayor en la estación Cabeza y Cuerpo Medio durante el tiempo previo a enero, sin embargo, en febrero la tasa de crecimiento resultó mayor en los cultivos de la estación Boca. Con respecto a la supervivencia, los mayores porcentajes se registraron en la estación Cabeza y en los orga-

nismos de Fondo.

**PALABRAS CLAVE:** crecimiento, supervivencia, cultivo ostrícola, estero Los Corchos-Pozo Chino, *Crassostrea corteziensis*.

**ABSTRACT:** Growth and survival of *Crassostrea corteziensis* oyster were determined with respect to vertical (Surface and Bottom) and longitudinal (Mouth, Middle body and Head) distribution of the organisms in Los Corchos (Pozo Chino) estuary, Nayarit. Physicochemical variables of estuary during a culture cycle (from October 2011 to March 2012) were measured; the dissolved oxygen was  $4.52 \pm 0.61$  mg/L, transparency between 26 and 106 cm, salinity between 31.0 and 35.6, temperature between 20.5 and 26.3 °C, suspended particulate matter was  $49.3 \pm 7.6$  mg/L and suspended organic material was  $11 \pm 4.1$  mg/L. The final growth of the organisms was  $59.04 \pm 10.45$  mm and can be explained with the equation  $y = 8007.7\ln(x) - 84994$ . The growth rate was higher in organisms cultivated at Surface with respect to Bottom, and, in longitudinal distribution the rate was higher in Head and Middle body station during the time prior to January, however, in February the growth rate was higher in Boca station. Regarding survival, the highest percentages were recorded in Head station and Bottom distribution.

**KEY WORDS:** growth, survival, oyster culture, Los Corchos-Pozo Chino estuary, *Crassostrea corteziensis*

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los bivalvos poseen un crecimiento lento de 2 a 5 años para obtener la talla comercial y presentan una alta variabilidad en la tasa de crecimiento (Winter *et al.*, 1990), sin embargo, algunos presentan mejores tasas de crecimiento y los hace atractivos para el cultivo acuícola, tal es el caso de *Crassostrea corteziensis* que está descrita con registros de rápido crecimiento. Estuardo y Martínez (1975) realizaron un estudio en los esteros de San Blas, Nayarit, y reportó tallas de 70 y 75 mm de longitud en los primeros siete meses de vida. Menciona que su crecimiento es particularmente rápido durante los dos primeros meses con

aproximadamente 40 mm, y después la tasa de crecimiento puede ser de 0.333 mm/día hasta los 110 mm. [Castillo-Duran et al. \(2010\)](#) reportan que esta especie, en Sonora, creció durante el invierno de 23.9 a 38.9 mm con tasa de crecimiento 0.268 mm/día, y en verano de 35 a 48 mm con una tasa de crecimiento de 0.250 mm/día. Osuna-Duarte (2006) reportó tallas de hasta 80 mm y una tasa de crecimiento de 0.333 mm/día en el estero La Piedra, Guasave, Sinaloa. Otros investigadores han estudiado el crecimiento de esta especie a partir organismos obtenidos de laboratorios, por ejemplo; Leal-Sepúlveda (2011) reporta un crecimiento de 60 a 80 mm de longitud de concha con una supervivencia del 95% al final de un cultivo de siete meses a partir de semillas de 3 a 4 mm. Mazón-Suástegui et al. (2011) reportan una talla de 75.6 mm en 9 meses y una tasa de crecimiento de 0.308 mm/día.

En Nayarit, *C. corteziensis* es una especie nativa conocida regionalmente como ostión de placer, posee importancia comercial debido al cultivo tipo artesanal de balsas flotantes que se realiza en los sistemas estuarinos desde hace más de cuatro décadas. El estero Los Corchos es un sistema estuarino donde se ha desarrollado de cultivo ostrícola con buena organización laboral y un continuo incremento de la producción. Dichos logros se deben al trabajo coordinado de los productores ostrícolas que conforman la sociedad cooperativa "Ostioneros del Mar de Villa Juárez". Al lugar específico donde mantienen sus balsas lo conocen como "Pozo Chino", y los cultivos consisten en sistemas de suspensión del tipo balsas flotantes con estructuras de 20 x 4 m de las que penden "sartas ostrícolas". Éstas últimas son el dispositivo artesanal utilizado para contener y distribuir a los organismos cultivados en la columna de agua del estero (Mercado-Arreguín, 2011).

A pesar de que los ostricultores están familiarizados con el ciclo de cultivo comercial, desean conocer aún más los aspectos biológicos de la especie y de las variables ambientales del sistema acuícola y de su influencia sobre el crecimiento de la especie. El propósito del presente estudio fue brindar un análisis del crecimiento y supervivencia de la es-

pecie bajo diversas perspectivas del cultivo acuícola.

## **METODOLOGÍA**

El trabajo de campo en la zona de cultivo ostrícola comprendió un periodo de seis meses a partir de octubre del 2011 hasta finales de marzo del 2012. Se realizaron muestreos quincenales para registrar longitudes de talla (distancia dorso-ventral) y conteos de supervivencia de organismos (cantidad por concha madre) en las unidades de producción ostrícola, así como también realizar el registro de datos de variables fisicoquímicas del ambiente acuático.

### **Área de estudio**

El estero Los Corchos se encuentra en el ejido de Villa Juárez del municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México (Figura 1). Tiene un canal principal donde se encuentran los cultivos, éste tiene una anchura de 90 m y una profundidad de 6 m en promedio en marea alta. Para este estudio, el área de cultivo se dividió en tres estaciones denominadas; *Boca*, *Cuerpo Medio* y *Cabeza* a partir del punto más cercano al mar (Fig. 1C).

### **Muestreos biológicos y fisicoquímicos**

Los muestreos iniciaron el último mes de la etapa de pre-engorda, cuando los ostiones se encuentran en artes de cultivo especiales para la fijación de larvas denominados "colectores". Estos se concentran en el área inmediata a la estación *Boca* y posteriormente, al finalizar el temporal de lluvia y previo al invierno, se realiza el cambio a la etapa de engorda en sartas ostrícolas que se cuelgan de las balsas de cultivo, y éstas últimas se distribuyen longitudinalmente en el canal principal.

En cada una de las estaciones de muestreo se ubicó aleatoriamente una balsa ostrícola cercana a las coordenadas geográficas, de las cuales se seleccionaron aleatoriamente tres conchas madre de la línea superior en cada una de tres sartas, así como también, otras cantidades iguales de las conchas madre del fondo de las mismas sartas. De cada concha madre se midió con un Vernier (precisión  $\pm 0.1$  mm) la longitud de la concha de los organismos fijados sobre ellas. También se contabilizó el



el número de organismos vivos (supervivencia) contenidos en las mismas conchas. Se consideró que un organismo estaba vivo cuando aparentemente sus valvas permanecían cerradas y se encontraban adheridos al sustrato.

Los muestreos de las variables fisicoquímicas se realizaron durante la etapa de engorda, correspondiente al periodo de noviembre a marzo, que también corresponde al periodo de estiaje en la región. En cada estación se midió la transparencia de la

columna de agua con un disco de Sechii, y se realizaron muestreos en Superficie y Fondo de las variables de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto con un oxímetro Ysi 85, también se recolectaron muestras de 1 L de agua mediante una botella Van-Door, que se acondicionaron para su traslado a laboratorio para determinar la concentración de la Materia Total Particulada (MTP) suspendida en el agua y su fracción orgánica (Materia Orgánica Particulada: MOP) con el método gravimétrico descrito en Chávez-Villalba *et al.* (2005).



**Figura 1.** Zona de cultivo de la Sociedad Cooperativa Ostioneros del Mar de Villa Juárez S.C. de R.L. de C.V. en el estero Los Corchos ubicado en el ejido Villa Juárez, del municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Las letras representan a las tres estaciones de muestreo; A) Estación Boca que se ubica en la zona de cultivo más cercana al mar ( $21^{\circ}42'14''N$ ;  $105^{\circ}28'21''O$ ), B) Estación Cuerpo medio ( $21^{\circ}42'18''N$ ;  $105^{\circ}27'57''O$ ) y C) Estación Cabeza, que corresponde a la zona de cultivo más alejada del mar ( $21^{\circ}41'50''N$ ;  $105^{\circ}27'34''O$ ). Fuente: Google Maps® 2020.

### Índices biométricos y análisis estadísticos de datos

Se realizaron análisis gráficos del **crecimiento en talla acumulada** construidas con el promedio y desviación estándar quincenal de los valores de talla registrados en unidades de mm en cada muestreo. Se determinó también la **tasa de crecimiento absoluta** en unidades de mm/día que se obtuvo mediante la siguiente ecuación:  $TC = (L_1 - L_0) * D^{-1}$ , donde; TC = tasa de crecimiento,  $L_1$ =

longitud al momento de muestreo,  $L_0$ = longitud última anterior y D = días transcurridos entre muestreos. La **supervivencia temporal acumulada** se obtuvo de la proporción (%) de organismos vivos a través del tiempo de cultivo mediante la siguiente ecuación:  $S = 100 - ((Ov * 100) * Oi^{-1})$ , donde: S = supervivencia, Ov = Organismos vivos,  $Oi$  = Organismos vivos al inicio de la etapa de engorda.

Para determinar diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) de crecimiento entre en los niveles muestreados de la columna de agua y las estaciones de muestreo se emplearon pruebas de normalidad y homocedasticidad para realizar los análisis comparativos para dos y tres grupos con el paquete estadístico SPSS® versión 15.0.

## RESULTADOS

### Variables fisicoquímicas en el estero Los Corchos

Durante la etapa de engorda del cultivo ostrícola, la transparencia en la estación Boca fue la que presentó menores valores y mayor variabilidad, con promedio alrededor de 30 cm en diciembre y de 80 cm en marzo. La estación Cuerpo medio reflejó valores más estables de esta variable, entre 60 y 80 cm para los meses de diciembre y marzo respectivamente. La estación Cabeza presentó los valores más altos durante el periodo de engorda, con valores de 106 cm en diciembre y en alrededor de 80 cm en los siguientes meses.

El comportamiento del oxígeno fue similar entre Superficie y Fondo del área de cultivo. El promedio general de todo el canal fue de  $4.52 \pm 0.61$  mg/L con valores máximos de 7.31 mg/L y mínimo de 2.52 mg/L. En la estación Boca se registraron mayores concentraciones con promedio de 5.37 mg/L, seguida de la estación Cuerpo medio con 4.36 mg/L, y las concentraciones más bajas en Cabeza con 3.84 mg/L.

La salinidad se mantuvo entre 34 y 35 UPS en las estaciones Boca y Cuerpo medio, en tanto que la estación Cabeza todo el periodo mostró una unidad de salinidad más arriba con respecto a las otras estaciones, presentando entre 35 a 36 UPS. Únicamente se observó una baja de esta variable en el área superficial de la estación Boca, con disminución en febrero y disminuyendo hasta 31 UPS a principios de marzo.

En todo el periodo de cultivo y sistema en general, la temperatura se observó entre 20.5 a 26.3 °C, siendo menor en diciembre y mayor en marzo. No se observaron diferencias entre las temperaturas de Superficie y el Fondo, ni entre estaciones, sin

embargo, a partir de febrero se observó un mayor incremento de esta variable en las temperaturas de Superficie de las estaciones Cuerpo medio y Cabeza.

La MTP se registró con un promedio en general de  $49.3 \pm 7.6$  mg/L en toda la etapa de engorda del cultivo. En la distribución vertical del cultivo presentó valores de  $44.0 \pm 6.6$  mg/L en Superficie y de  $55.1 \pm 4.4$  mg/L en Fondo. Entre la distribución longitudinal de los cultivos, se obtuvieron valores de  $55.5 \pm 6.0$  mg/L en la estación Boca,  $44.5 \pm 9.1$  mg/L en Cuerpo medio y de  $48.8 \pm 8.3$  mg/L en la estación Cabeza.

La MOP se registró con un promedio en general de  $11 \pm 4.1$  mg/L en toda la etapa de engorda del cultivo. En la distribución vertical se registraron valores de  $9.9 \pm 3.6$  mg/L en Superficie y de  $12 \pm 4.5$  mg/L. En las estaciones se registraron valores de  $11.4 \pm 4.7$  mg/L en la estación Cabeza,  $10.2 \pm 3.2$  mg/L en Cuerpo medio y de  $11.3 \pm 4.7$  mg/L en la estación Cabeza.

### Crecimiento de *Crassostrea corteziensis*

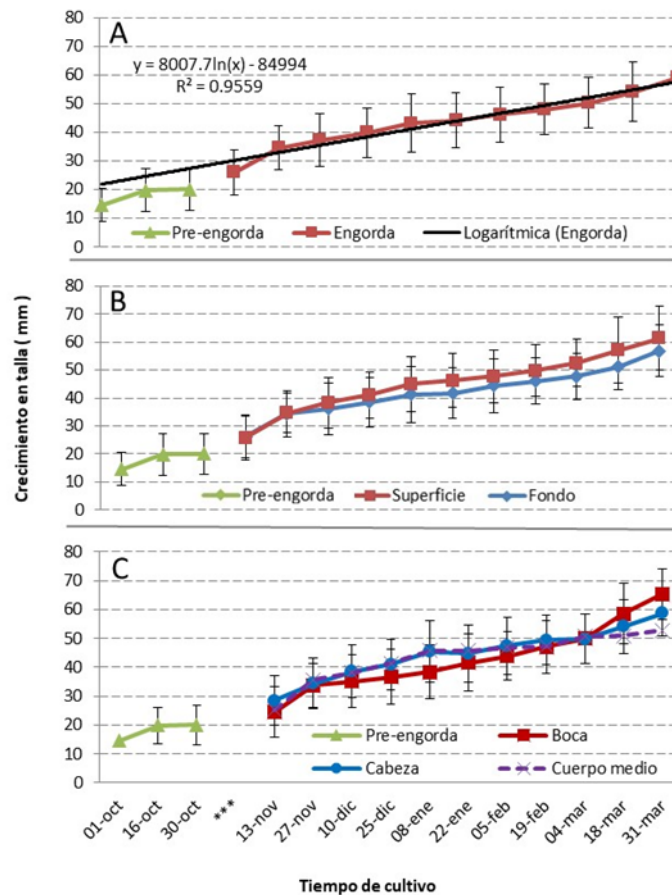
La talla promedio general (Figura 2A) de los ostiones en cultivo se registró a principios de octubre con 14.58 mm y terminó a finales de marzo con una talla de  $59.04 \pm 10.45$  mm. La diferencia de crecimiento en ese periodo de seis meses fue de 44.46 mm y puede ser mejor predicha con la ecuación  $y=8007.7 \ln(x) - 84994$ . En el periodo de preengorda de octubre se obtuvo un valor de talla inicial de 14.58 mm y final de 19.98 mm, posteriormente, en noviembre se registró el cambio de los organismos a las balsas de cultivo para su engorda, con un registro de talla inicial de 25.75 mm.

Del análisis comparativo de crecimiento de los organismos cultivados entre los estratos superior e inferior de las balsas (Figura 2B) se observó que la talla inicial de organismos distribuidos en ambos estratos fue de 25.75 mm, y a partir del mes de diciembre el crecimiento en talla se observó más alto en los organismos distribuidos en Superficie con respecto al Fondo con diferencias estadísticamente significativas (t-student,  $p < 0.05$ ) hasta el final del cultivo. Las tallas finales fueron de 61.34 mm en

organismos distribuidos en Superficie y de 56.83 mm en los de Fondo.

En la Figura 2C se muestra el crecimiento en talla de los organismos distribuidos en las tres estaciones del canal principal. Se observa que en el periodo de diciembre y enero el crecimiento de los ostiones fue significativamente mayor (Fisher,  $p <$

0.05) en la estación Cabeza y Cuerpo medio con respecto a la estación Boca, sin embargo, a partir de febrero el crecimiento se igualaron y en marzo el crecimiento en la estación Boca fue mayor. Al final del cultivo, las tallas máximas promedios fueron de 65.35 mm en la estación Boca, 52.80 mm y 58.76 mm para la estación Cabeza.



**Figura 2.-** Crecimiento en talla de *Crassostrea corteziensis* en un ciclo de cultivo en el estero Los Corchos. A) Crecimiento general en toda la zona de cultivo. B) Crecimiento con respecto a la distribución de cultivo vertical de Superficie o Fondo. C) Crecimiento con respecto a la distribución de las unidades de producción en tres estaciones de cultivo (Boca, Cuerpo Medio, Cabeza) de manera longitudinal sobre el canal principal. Los asteriscos (\*\*\*) nos indican el cambio del cultivo de pre-engorda en empilotados a engorda en balsas.

#### Tasa de crecimiento de *Crassostrea corteziensis*

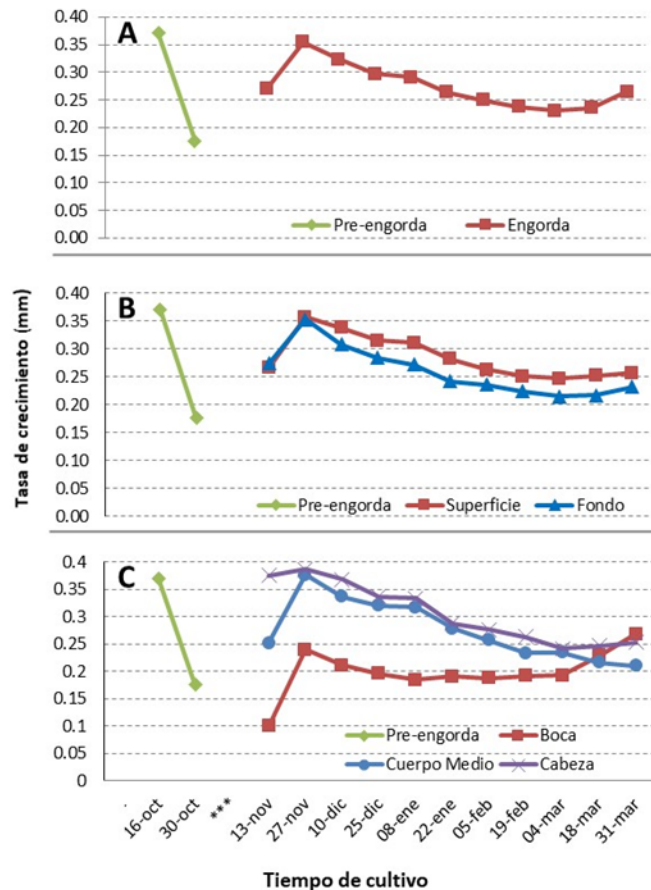
La tasa de crecimiento del ostión en cultivo (Figura 3A) fue mayor durante el periodo de pre-engorda con un valor de 0.37 mm/día, posteriormente al cambio de cultivo a engorda de no-

viembre, se registró el mayor valor para esa etapa que fue de 0.35 mm/día y entre febrero y marzo se registró el menor valor en 0.23 mm/día.

Con respecto a su distribución vertical de los ostiones cultivados en las unidades de producción (Figura 3B) se observó una mayor tasa de crecimiento en los organismos cultivados en Superficie con una tasa máxima de 0.35 mm/día en noviembre y mínima de 0.24 mm/día a principios de marzo. En tanto que, en los organismos cultivados en Fondo el mayor valor fue de 0.35 mm/día y el menor fue de 0.21 mm/día en las mismas fechas respectivamente. La diferencia de los valores en la tasa de crecimiento entre Superficie y Fondo fue de 0.03 mm/día, y ésta se observó durante todo el cultivo a partir del mes de diciembre.

Con respecto a la distribución longitudinal de las unidades de producción en diferentes estaciones

del canal del estero (Figura 3C), la tasa de crecimiento fue mayor en la estación Cabeza con valor máximo de 0.38 mm/día y mínimo de 0.23 mm/día a principios de marzo. La estación Cuerpo medio presentó similares tasas de crecimiento a la estación Cabeza con 0.37 mm/día en noviembre y 0.23 mm/día a principios de marzo, sin embargo, en esta estación la tasa continuó bajando hasta los 0.21 mm/día al final del periodo. La estación de Boca presentó una tasa de crecimiento 0.24 mm/día en el periodo de noviembre, y posteriormente mantuvo una tasa estable en alrededor de 0.20 mm/día hasta principios de marzo, sin embargo, en ese último mes se observó un incremento hasta los 0.27 mm/día, siendo éste, mayor que en las otras dos estaciones.



**Figura 3.-** Tasa de crecimiento de *Crassostrea cortezensis* en un ciclo de cultivo en el estero Los Corchos. A) Tasa de crecimiento general en toda la zona de cultivo. B) Tasa de crecimiento con respecto a la distribución de cultivo vertical de Superficie o Fondo. C) Tasa de crecimiento con respecto a la distribución de las unidades de producción en tres estaciones de cultivo (Boca, Cuerpo Medio, Cabeza) de manera longitudinal sobre el canal principal. Los asteriscos (\*\*\*) nos indican el cambio del cultivo de pre-engorda en emplotados a engorda en balsas.

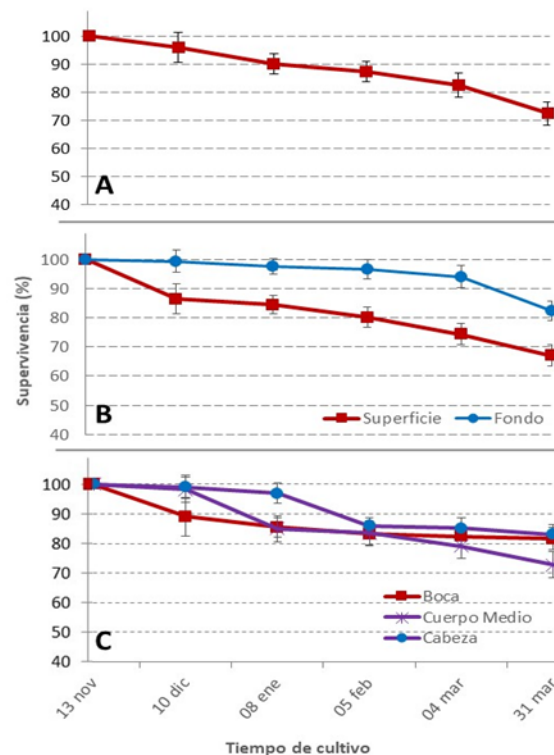
### Supervivencia general de *Crassostrea corteziensis*

En la Figura 4A muestra la supervivencia general en la etapa de engorda de todo el cultivo. Este indicador mostró una caída gradual de aproximadamente 4.5 puntos porcentuales por mes, llegando hasta 82% a principios de marzo, y posteriormente se observó una mayor caída hasta quedar en 72.4% al final.

Con respecto a la distribución vertical (Figura 4B), los organismos cultivados en Fondo lograron un mayor porcentaje de supervivencia con 82% al fi-

nal del cultivo, en tanto que en Superficie se logró un 67% final. Las cantidades de organismos adheridos a las conchas madre al inicio y final de la distribución de Fondo fueron de 10.2 y 8.4 respectivamente, en tanto que, en la distribución de Superficie fueron de 13.7 y 9.2 respectivamente.

En relación con la distribución longitudinal de los cultivos (Figura 4C), las estaciones de Boca y Cabeza resultaron en similares supervivencias en alrededor del 83% al final del cultivo, en tanto que, la estación Cuerpo medio resultó con 72.8%.



**Figura 4:** Supervivencia mensual de *Crassostrea corteziensis* en un ciclo de cultivo en el estero Los Corchos. A) Supervivencia general en toda la zona de cultivo. B) Supervivencia con respecto a la distribución de cultivo vertical entre Superficie y Fondo. C) Supervivencia con respecto a la ubicación de las unidades de producción entre tres estaciones de cultivo (Boca, Cuerpo Medio, Cabeza) ubicadas de manera longitudinal sobre el canal principal.

### DISCUSIONES

En el presente estudio, el crecimiento en talla de *C. corteziensis* en los cultivos del estero Los corchos fue de  $59.04 \pm 10.45$  mm durante el periodo de octubre a marzo. Estos resultados concuerdan a los obtenidos por otros investigadores en el te-

ma, por ejemplo; Estuardo y Martínez (1975), Osuna-Duarte (2006), Castillo-Duran *et al.* (2010), Leal-Sepúlveda (2011), Mazón-Suástegui *et al.* (2011), entre otros. Durante los primeros meses de cultivo en balsas, se observó un mayor crecimiento en los organismos de las estaciones Cabeza y

Cuerpo Medio en comparación con los organismos de la estación Boca, sin embargo, estos resultados no pudieron ser relacionados con los resultados de los parámetros fisicoquímicos observados en el presente experimento (se realizaron análisis de correlación simple y múltiple), quizá un aspecto que pudo haber influido en estos resultados fue la densidad inicial de organismos de la estación Boca (13.7 org/concha madre) que era mayor a las otras estaciones (11.4 y 11.7 org/concha madre), con la posibilidad de haber mayor competencia por espacio y alimento entre los organismos de esta estación. Sin embargo, durante febrero se manifestó un incremento del crecimiento en estos organismos que resultaron en tallas más grandes al final del cultivo. En el periodo de febrero a marzo, la salinidad bajó tres unidades en la Superficie de la estación Boca, y también se observó una disminución de la temperatura de 23.1 a 21.9 °C en febrero con un posterior un incremento a 24.5 °C en marzo. Es posible que esto sucediera por la entrada de agua costera de menor salinidad proveniente del estero Camichín. Trabajos previos han mostrado que diferencias en las tasas de crecimiento de bivalvos se incrementan reflejan la interacción de factores ambientales, en particular la temperatura y la disponibilidad de alimento (Wallace y Reinsnes, 1985). Guzmán-Agüero *et al.* (2012) comentan que una ligera disminución de la salinidad puede influir también en un mayor crecimiento.

La tasa de crecimiento de los ostiones del estero Los Corchos fue mayor en la etapa inicial del cultivo en balsas y posteriormente decreció conforme los organismos incrementaban su edad o talla, por tanto, se manifiesta que los organismos de menor edad tienen una mayor tasa de crecimiento. En general, la tasa de crecimiento del ostión cultivado en el estero Los Corchos fue de 0.27 mm/día, la cual es similar a las reportadas por otros investigadores como Chávez-Villalba *et al.* (2005); 0.183 mm/día, Mazón-Suástegui *et al.* (2011); 0.308 mm/día, entre otros.

La mayor información sobre supervivencia y mortalidad del ostión en las áreas de producción en México, proviene de cultivos en canastas suspendidas en una línea madre. Castillo-Durán *et al.*

(2010) mencionan que puede existir una mortalidad de 40 a 60% durante el ciclo de cultivo de *C. gigas*. También mencionan que la mortalidad de *C. cortezensis* en cultivo experimental varía de 2 a 12% y que puede llegar hasta un 30% como lo obtenido por Chávez-Villalba *et al.* (2005). Castillo-Durán *et al.* (2010) mencionan en su estudio que la mortalidad de *C. gigas* parece estar más relacionada por el estrés térmico causado por la temperatura alta, y de igual manera para *C. cortezensis* pero en menor grado, y que las condiciones invernales favorecen su metabolismo. En el presente trabajo, durante el ciclo de cultivo en balsas flotantes con periodo de noviembre a marzo, la supervivencia fue disminuyendo lentamente teniendo una mortalidad general del 27.6% que puede estar más relacionada con la competencia por espacio en su crecimiento sobre la concha madre la concha madre, pues van creciendo y desplazando u obstruyendo a otros. También puede relacionarse con la presencia de depredadores naturales del ostión, pues los productores locales mencionan que existe una baja pero continua incidencia de organismos de la familia Tetradontidae, de la familia Ludjanidae y del género Callinectes. Los organismos cultivados en Superficie mostraron una menor supervivencia que los cultivados en Fondo, sin embargo, la cantidad final de organismos por concha madre fue de 9.2 y 8.4 respectivamente, por tanto, la diferencia puede ser debida a la diferencia a la densidad inicial (13.6 y 10.2 respectivamente) en las conchas madres al momento de la siembra en el cultivo en balsas, lo que nos hace creer que productores colocan (sin ser conscientes de ello) primero las conchas más densas al momento de formar las sartas. Con respecto a la supervivencia entre los cultivos de las zonas longitudinales del estero se observó que en Cuerpo medio fue menor, posiblemente debido a una menor cantidad de materia orgánica particulada con respecto a las otras áreas de cultivo.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Jorge Alejandro Hernández Suzawa, Torivio Fuentes López y todos los integrantes de la Sociedad Cooperativa Ostioneros del Mar de Villa Juárez S.C. de R.L. de C.V. quienes con su ayuda contribuyeron a la realización del presente estudio y realización de los muestreos.

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Castillo-Durán A., Chávez-Villalba J., Arreola-Lizárraga A. y Barraza-Guardado R. 2010. Crecimiento comparativo, condición y supervivencia de juveniles de los ostiones *Crassostrea gigas* y *C. corteziensis* cultivados en verano e invierno. *Ciencias Marinas*, 36(1): 29-39.
- Chávez-Villalba J., López-Tapia M.R., Mazón-Suástegui J.M. y Robles-Mungaray M. 2005. Growth of the oyster *Crassostrea corteziensis* (Hertlein 1951) in Sonora, Mexico. *Aquaculture Research*, 36: 1337-1344.
- Estuardo J. y Martínez A. 1975. Relaciones entre algunos factores ecológicos y la biología, de poblaciones de *Crassostrea corteziensis* Hertlein, 1951, de San Blas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 2: 89-130.
- Góngora-Gómez A., García-Ulloa M., Hernández-Sepúlveda J. y Domínguez-Orozco A. 2011. Crecimiento del ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) cultivado en el estero La Piedra, Sinaloa, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 7(3):35-54.
- Guzmán-Agüero J.E., Nieves-Soto M., Hurtado M.Á., Piña-Valdez P. y del Carmen Garza-Aguirre M. (2012). Feeding physiology and scope for growth of the oyster *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) acclimated to different conditions of temperature and salinity. *Aquaculture International*, 21(2), 283-297.
- Leal-Sepúlveda A.L. 2011. Efecto de la estación y densidad de siembra en el crecimiento e índice de condición fisiológica del ostión de placer *Crassostrea corteziensis* cultivado en Guasave, Sinaloa. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional, 73 p.
- Mazón-Suástegui J.M., Ruíz-García M.C., Chávez-Villalba J., Rodríguez-Jaramillo C. y Saucedo P.E. 2011. Analysis of growth and first reproduction of hatchery-reared juvenile Cortez oyster (*Crassostrea corteziensis*) in northwestern Mexico: proposal of a minimal fishing size. *Aquaculture research*, 42, 1558-1568.
- Mercado-Arreguín K.A. 2011. Diagnostico acuícola y pesquero de cooperativas ostrícolas del estado de Nayarit (2010). Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nayarit, 73 p.
- Osuna-Duarte A.G. (2006). Cultivo experimental y seguimiento de la madurez gonadal por análisis histológico del ostión de placer *Crassostrea corteziensis* en el estero La Piedra, Guasave, Sinaloa. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional, 106 p.
- Wallace J.C. y Reinsnes T.G. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae) in hanging culture. *Aquaculture*, 44: 229-242.



**Análisis del estadio de madurez sexual en *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) mediante un estudio histológico**

**Analysis of the stage of sexual maturity in *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) using a Histological study**

Teresita del Carmen Guarneros Martínez<sup>1</sup> Rodrigo Cuervo González<sup>1</sup> Eduardo Alfredo Zarza Meza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica-Tuxpan, Veracruz

**Recibido:** mayo 27 de 2020

**Aceptado:** junio 29 de 2020

**RESUMEN:**

Para el conocimiento de los aspectos biológicos básicos como la reproducción de *Euthynnus alleteratus*, se realizó un análisis del estadio de madurez sexual, a través de un estudio histológico, utilizando 18 individuos, donde se estimó que la proporción de machos-hembras fue de 1.2:1. Empleando los datos morfométricos y una escala empírica de maduración gonádica, se determinaron dos estadios: maduro y reproducción. En donde en el estadio maduro, se presentó una talla promedio de 60 cm para hembras y 63 cm para machos, en cambio en el estadio de reproducción se presentó una talla promedio de 64 cm para hembras y 65 cm para machos. Además, se efectuó una correlación con el coeficiente de Spearman con las variaciones morfométricas talla-peso siendo positivo de 0.6, en cambio en los machos se observó que en las variables longitud total- peso gonadal y longitud total- peso, obtuvieron un valor significativo de 0.7. talla-peso gonadal y peso-peso gonadal nos mostraron una respuesta representativa. En los estudios histológicos se observaron dos estadios para las hembras: maduración e hidratación y un estadio para los machos: desove y regresión.

**Palabras clave:** madurez sexual, maduración, hidratación, desove, regresión.

**Abstract**

To understand the basic biological aspects such as the reproduction of *Euthynnus alleteratus*, an analysis of the stage of sexual maturity was carried out, through a histological study, using 18 individuals, where it was estimated that the ratio of males to females was 1.2: one. Using morphometric data and an empirical scale of gonadal maturation, two stages were determined: mature and reproduction. Where in the mature stage, an average size of 60 cm was presented for females and 63 cm for males, whereas in the reproduction stage an average size of 64 cm for females and 65 cm for males was presented. In addition, a correlation was made with the Spearman coefficient with the morphometric height-weight variations, being positive of 0.6, while in males it was observed that in the variables total length-gonadal weight and total length-weight, they obtained a significant value of 0.7. Gonadal height-weight and gonadal weight-weight showed a representative response. In the histological studies, two stages were observed for the females: maturation and hydration and one stage for the males: spawning and regression.

**Key words:** sexual maturity, maturation, hydration, spawning, regression.

**INTRODUCCION**

En el Golfo de México se han realizado estudios sobre la importancia de la pesquería de *E. alleteratus* y se estimaron parámetros poblacionales en base al análisis de composiciones de longitudes de las capturas, haciendo énfasis en las relaciones biométricas, crecimiento individual y patrón de reclutamiento (Cabrera *et al.*, 2005).

En estudios más recientes sobre el ciclo reproductivo en el suroeste del Golfo de México, se observó una proporción sexual 1:1, por lo cual es una población con un potencial reproductivo adecuado y por medio del análisis estereológico muestra que el 50% del área gonádica está ocupada por ovocitos en maduración y maduros a partir de abril, esto sugiere que el comienzo del ciclo reproductivo empieza a partir de este mes, extendiéndose hasta septiembre (Cruz, 2013).



En el análisis histológico en gónadas de atunes la estructura de los espermatozoides de *Thunnus thynnus* y *E. alletteratus* se describen con un acrosoma y una cabeza que comprende el núcleo ovoide y la corta pieza intermedia y una cola larga flagelar que contiene 9 axonema. Los centriolos, contienen pocas mitocondrias que se separan del axonema por el canal frente al citoplasma, que son esférica en *T. thynnus* alargada, algo irregular en *E. alletteratus* (Abascal, 2002).

En estudios histológicos de la ovogénesis en *Thunnus albacares*, analizando 133 ovarios, el 1,5% (2 ovarios) de los ejemplares muestreados se consideraron maduros inactivos, 2,3% (3 ovarios) se consideraron de maduración, el 50,4% (67 ovarios) fueron identificados como madura, el 12% (16 ovarios) se consideraron maduros, 31.5% (42 ovarios) fueron identificados como lista para desovar, y 2,3% (3 ovarios) se encontraban en condición engendrado. Además, el desove en el Golfo de México se da entre mayo y agosto (Arocha, 2001). Sin embargo, otros estudios realizados en las hembras de la especie *Thunnus albacares* clasifica a los ovocitos en siete estadios: grado primario, cromatina nuclear, perinuclear, formación de alveolos corticales, vitelogénico, maduración e hidratación, demostrando que la proporción de estadio dependerá de la temporada, observando que, en los meses de enero, febrero, y junio, son meses en los que los ovocitos presentan los estadios de vitelogénesis, migración, e hidratación. En contraste con los meses de marzo abril y mayo donde se observaron los estadios de grado primario y alveolo cortical (Zudaire, 2010)

Estudios de histología de Corriero *et al.*, 2003 encontraron que el ciclo ovario del atún *Thunnus thynnus* en el occidente y centro del mediterráneo donde realizo la caracterización de seis escalas de madurez ovario dependiente del tiempo etapas. El desarrollo del ovario se inició en abril a principios de mayo. La vitelogénesis apareció a mediados de mayo (período de maduración) y post- vitelogénesis ocurrió a finales de mayo a mediados de junio (período pre - desove). A finales de junio de principios de julio, los ovocitos aparecieron hidratados.

También en estudios en el atún aleta azul para determinar su ciclo testicular y asociarlo a la época de desove analizando los cambios histológicos en los testículos donde determinaron cinco fases del ciclo testicular: (i) quiescencia (febrero-marzo), (ii) la espermatogénesis temprano (abril-principios de mayo), (iii) la espermatogénesis tarde (mayo), (iv) el desove (finales de mayo-principios de julio), y (v) la regresión (finales de julio-septiembre) Santa-maria *et al* (2003). Sin embargo, Abascal *et al.*, (2004) mediante evaluaciones histológicas de secciones transversales mostraron que el testículo consta de dos regiones estructuralmente diferentes, una región proliferativa exterior donde las células germinales se desarrollan de forma sincrónica, y una región central formada por un sistema bien desarrollado de conductos que transportan los espermatozoides producido en la proliferativa región para el conducto principal de esperma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron en el mes de agosto del 2013, 18 organismos de *E. alletteratus*, frente a las costas del puerto de Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, México., utilizando una red agallera, y palangres.

Se llevó a cabo las biometrías longitud total y longitud patrón con la ayuda de un ictiómetro de una dimensión de 80 cm y el peso con una balanza de gancho Los datos obtenidos se manejaron con el programa Stádistic, para obtener la correlación con un coeficiente de Spearman. Las gónadas obtenidas se pesaron con una balanza granataria con capacidad 2610 gr.

Los ovarios y testículos se fijaron en formol al 10 %, durante 48 hrs., posteriormente se efectuaron cortes en el criostato y se realizó la técnica de Hematoxilina-Eosina para su tinción.

## RESULTADOS

Se identificaron cada una de las estructuras presentes en los ovarios y testículos, y se determinaron los estadios diferentes que presentaron de acuerdo con las escalas de maduración. Para estimar la madurez sexual en hembras, fue utilizada la escala de maduración sexual de Zudaire, (2010) que determino cuatro estadios, de acuerdo con las características que presentaron y para la de los

machos la escala de Bridges *et al.*, (2003).

La proporción observada de hembras y machos fue de 1:2:1. De acuerdo con las biometrías efectuadas y de acuerdo con la escala empírica de maduración gonádica de Nikolsky 1963, se determi-

naron dos estadios: maduro y reproducción. El estadio maduro, presentó una talla promedio de 60 cm para hembras y 63 cm para machos, en cambio el estadio de reproducción se presentó una talla promedio de 64 cm para hembras y 65 para machos. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Datos morfométricos y escala de maduración empírica presentes en hembras y machos

Longitud total (cm)	Peso (Kg)	Sexo	Peso de gónada (g)	Escala maduración empírica (Nikolsky 1963)
60.5	2.8	H	95.8	4
60	2.7	H	72.7	4
62.5	3	H	114.8	4
60	2.8	H	134.8	4
62.3	3.4	H	165.8	4
64	3.35	H	112.1	5
64.2	3.3	H	182.1	5
66.5	2.1	H	64.4	5
62	3.2	M	123	4
64	3.65	M	86.6	4
63	2.85	M	81.44	4
62.9	3.4	M	112.4	4
61.9	3.15	M	79.1	4
64.3	3.2	M	139.5	4
66	3.8	M	114.4	5
65	3.75	M	134	5
67.9	3.85	M	154.5	5
67.3	3.6	m	136.4	5

Las correlaciones entre la talla-peso se presentaron positivas con un coeficiente de Spearman de 0.6 (cuadro 5) sin embargo la correlación entre la talla- peso gonadal y peso- peso gonadal con un

coeficiente de Spearman no mostro un valor significativo ya que presento valores 0.13 y 0.47 (Tabla 2). (Fig1)

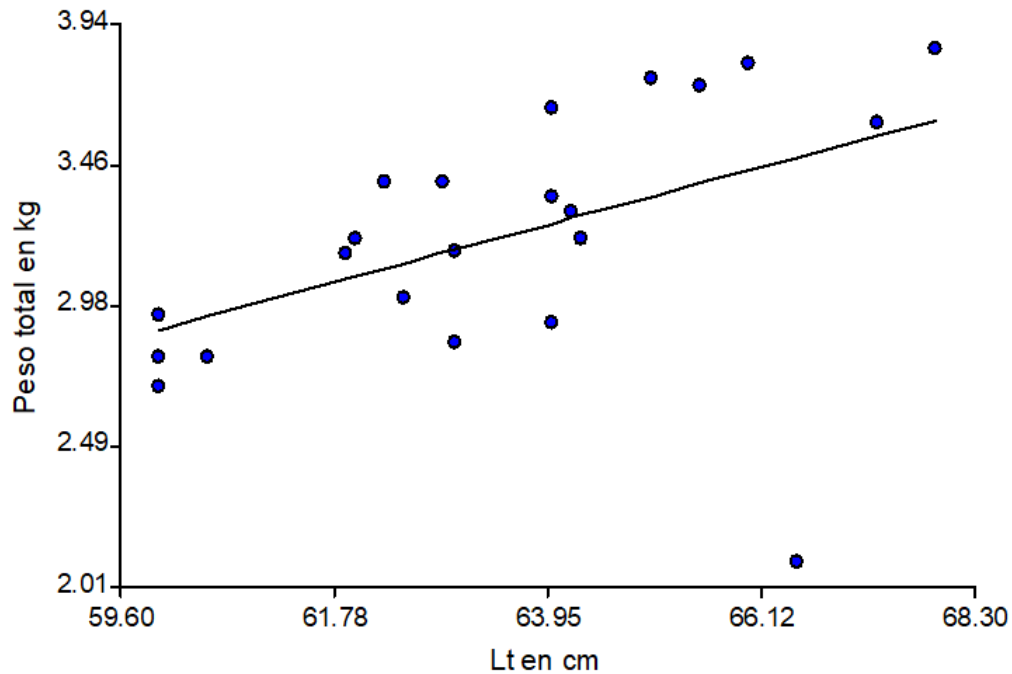


Fig. 1 Correlación talla-peso con un coeficiente de Spearman de 0.6.

Tabla 2. Variables morfométricas. T =Talla, P=peso, PG= peso gonadal.

Variaciones morfométricas	Índice de correlación de Spearman	F de Fisher	P
T-P	0.6	6.4	0.0232
T-PG	0.13	0.2	0.657
P-PG	0.47	6,0	0,0228

En las hembras se observaron dos tipos: maduración de migración avanzada e hidratación de acuerdo con la escala de Zudaire, (2010).

Se identificaron tres tipos de estadios: grado primario y vitelogénesis 2 y 3, presentes en los ovocitos. (Figura 2).

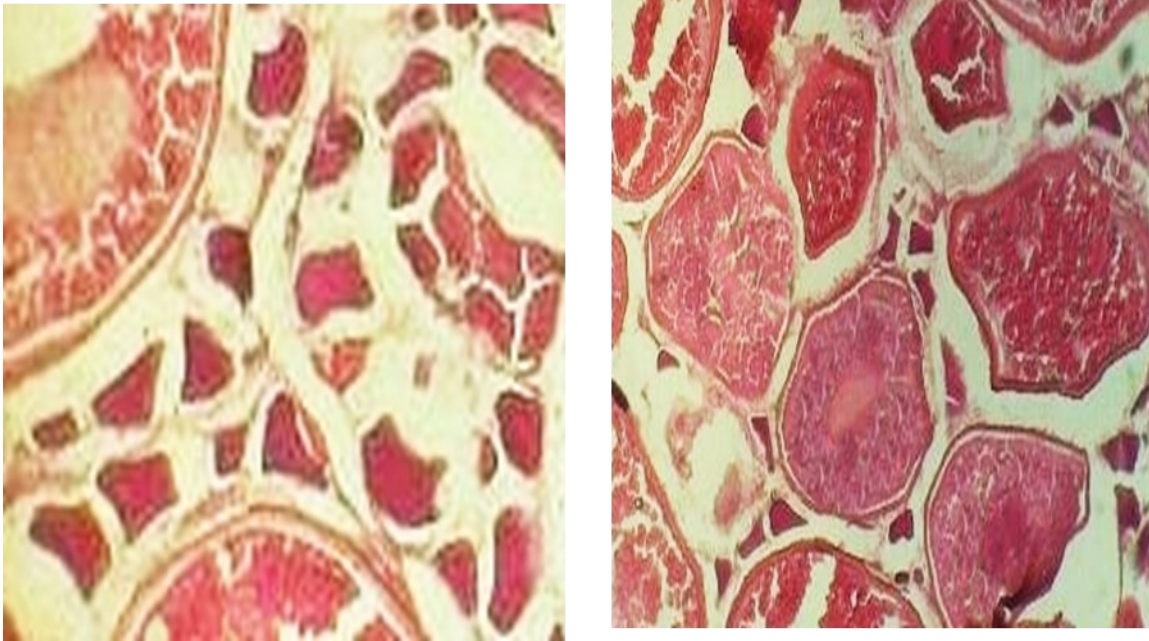


Figura 2. Estadios de madurez sexual en *Euthynnus alleteratus*  
Grado primario (P) vitellogenesis I (VI) vitellogenesis II (VII)

La espermatogénesis se observó dentro de los túbulos seminíferos espermatogonias, espermatoцитos y espermátides. Sin embargo, la presencia

de los espermatozoides se dio en menor tamaño, pero en cantidades abundantes dentro de los conductos eferentes (Figura 3).

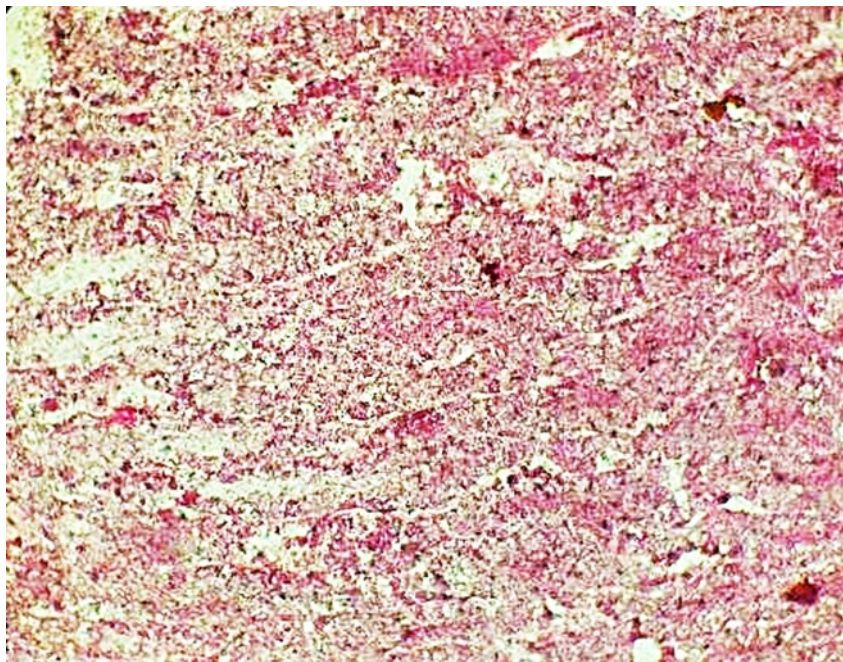


Figura 3. Corte transversal. Esrmatogenesis en *Euthynnus alleteratus*  
Espermatozoides (E), espermatogonias (Ep).

## DISCUSIÓN

La proporción sexual fue de 1.2:1, con predominancia de machos con tallas superiores a diferencia de las hembras, mostrando un promedio de 65 cm, que junto con la correlación de las variables, longitud total- peso gonadal y longitud total- peso, se observó un incremento de tallas, en cambio para las hembras se observó una relación entre el peso-peso de la gónada, que de acuerdo a lo reportado para los túnidos, en las pesquerías del atún aleta amarilla, las hembras empiezan a decrecer en las capturas y existe un mayor número de machos en tallas mayores (Morán, 2000).

Mostrando que la talla determina la ojiva de madurez que permite separar la fracción madura de un stock de peces (Oliva *et al*, 1982).

La talla de madurez sexual se puede determinar a través de una observación macroscópica o microscópica de las gónadas, clasificando a los peces maduros en función de las características morfológicas o histológicas (Oliva *et al*, 1982). Dentro del estudio de las características morfológicas, se empleó el criterio descrito por Nikolsky 1963, a diferencia de Cruz (2013) quien utilizó cinco estadios adaptados a partir de Nikolsky, los cuales son: I: juvenil, II: maduración, III: maduración total, IV: post evacuado y V: reposo. Se encontró una similitud en la observación gonádica del presente trabajo con la de Cruz (2013) ya que los gametos se presentaron en un estadio de madurez sexual. Esto se debe al aumento del IGS alcanzando un pico alto en el mes de abril, en el cual da comienzo el ciclo reproductivo, ocurriendo el primer desove en mayo, extendiéndose hasta junio, posteriormente el IGS alcanza el máximo pico en el mes de julio, lo que indica que es la puesta más importante. El IGS vuelve a bajar a niveles mínimos en octubre (Cruz, 2013). Sin embargo, Gunter (1957) menciona que la poca variabilidad estacional podría favorecer la posibilidad de encontrar individuos en reproducción en cualquier época del año, esto debido a que es una respuesta directa inducida por la temperatura sobre la tasa metabólica. Además, en las especies de latitudes altas, donde el período estival es breve, se observa que las especies presentan generalmente un período de desove corto y definido y

un tipo de desove total y masivo (Cushing, 1975; Blaxter y Hunter, 1982), pero en latitudes subtropical y tropical, el período de reproducción de los peces es más prolongado, puede limitarse a una temporada más amplia pero definida con desoves parciales (Cushing, 1975).

Zudaire (2010) describe para hembras cinco estadios: grado primario, formación de los alveolos corticales, vitelogénico e hidratación y Cruz (2013) solo describe tres estadios: inmaduros, en maduración y maduros, sin embargo presentan similitud en el estadio de madurez sexual y en el de madurez avanzada, donde hay un incremento del tamaño de los ovocitos ocupando mayor área, en cambio en los machos en el estadio desove, aparecen en menor tamaño pero en cantidades abundantes, por lo cual el incremento en el área que ocupan no se aprecia tan marcado como en las hembras, a pesar de que presentaron similitudes también se encontró una diferencia ya que se encontraron gametos que presentaron un estadio de madurez de hidratación. Esto posiblemente se deba al cambio térmico de la temperatura, (Itano, 2001)

Santamaria *et al* (2003) reporta resultados obtenidos por el análisis histológico de los testículos de atún rojo del Mediterráneo recogidos durante un período de siete meses (febrero-agosto). Se caracterizaron cinco fases del ciclo testicular: quiescencia (febrero-marzo); espermatogénesis temprana (abril-principios de mayo); espermatogénesis tardía (mediados de mayo); (iv) desove (finales de mayo-principios de julio); y regresión (finales de julio-septiembre)

La proporción sexual nos muestra la capacidad que posee una población en un potencial reproductivo, por lo cual mostro una proporción en *E. alleterattus* de 1.2:1 observándose dominancia en los machos con una talla promedio de 65 cm.

## CONCLUSIÓN

La proporción sexual nos muestra la capacidad que posee una población en un potencial reproductivo, por lo cual mostro una proporción en *E. alleterattus* de 1:1 observándose dominancia en los machos con una talla promedio de 65 cm.

La correlación observada de las variaciones morfométricas del peso depende de la talla, ya que el crecimiento depende de la alimentación a partir de su primer ciclo de vida, además de ser un factor determinante para la madurez sexual.

Uno de los estudios empleados en los análisis de madurez sexual se basa en las observaciones de las gónadas a nivel macroscópico a pesar de la facilidad de la utilización de estas es recomendable el reforzar con análisis histológicos ya que es difícil diferenciar a los gametos inmaduros.

El análisis histológico nos permite diferenciar cada una de las estructuras que presentan los gametos y clasificarlos de acuerdo con los criterios que se seleccionen y que sean convenientes para la especie que se está trabajando, para el presente se emplearon trabajos de dos tipos de atunes debido a que pertenecen a la misma familia y no se encontraron criterios propios de la especie. En el caso de la observación de los ovarios fue de gran facilidad, la observación de sus estructuras y su diferenciación para la determinación del estadio de madurez sexual maduro y de hidratación, para el caso de los machos se pudieron observar los espermatozoides en el estadio de desove. Se recomienda realizar los principales índices corporales como el índice gonadosomático, índice hepatosomático e índice nutricional para la complementación del trabajo, así como también la estimación de la primera madurez sexual.

El estudio del análisis de madurez sexual nos permitirá realizar una pesca sustentable, sin afectar a la población realizando una sobreexplotación del recurso.

## BIBLIOGRAFIA

- Arocha, F., D.W. Lee, L.A. Marcano & J.S. Marcano. 2001. Update information on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the western central Atlantic. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52 (1): 167-176
- Abascal., [A. Medina](#), C. Megina. 2002. Ultrastructure of *Thunnus thynnus* and *Euthynnus alleteratus* spermatozoa. Journal of fish Biology (60):147-153.
- Abascal, F.J. C. Megina and A. Medina. 2004. Testicular development in migrant and spawning bluefin tuna (*Thunnus thynnus* (L.)) from the eastern Atlantic and Mediterranean. Fish. Bull. 102, 407-417.
- Bridges, C.R. Susca V. Eicker J., Corriero A. De Metrio G., Megalofonou P. Serna M. de la, Kime. 2003. Testicular cycle of the Mediterranean bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). In: Bridges C.R. (ed.), García A. (ed.), Gordin H. (ed.). *Domestication of the bluefin tuna Thunnus thynnus*. Zaragoza: CIHEAM, p. 1 83-1 85 (Cahiers Options Méditerranées; n. 60).
- Blaxter, J. H. S. & J. R. Hunter. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20: 1223.
- Cabrera, M. A. Defeo, O. Aguilar F. y Martines, J. 2005. La pesquería del bonito (*Euthynnus alleteratus*) del noreste del banco de Campeche, México. Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 744 -759 p.
- Corriero, A. S. [Desantis](#), S. Deflorio, M., Acone, F. 2003. Histological investigation on the ovarian cycle of the blue fin tuna in the western and central Mediterranean. Journal of Fish Biology (63): 108-119.
- Cushing, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University, Gran Bretaña. 273
- Cruz-Castán R. M. 2013. Ciclo reproductivo de *Euthynnus alleteratus* (Rafinesque, 1810) en el suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. México.
- Gunter, G.G. 1957. Temperature. In J.W. Hedgpeth (ed.). Marine Ecology. Treatise on Marine Ecology and Paleoecology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67 pp. 159-184.
- Itano, D.G. 2001. The Reproductive Biology of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) in Hawaiian Waters and the Western Tropical Pacific Ocean: Project Summary. Yellowfin Research Group - SCTB 14 Noumea, New Caledonia. 75 pp.
- Morán-Angulo, R.E. 2000. Análisis de la pesquería mexicana del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788) en el Océano Pacífico Oriental, 1981-1990. Tesis de maestría en ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León. 93 pp.

- Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic press. London. 352 p.
- Oliva, J.W. W. Carvajal & A., Tresierra. 1982. Reproducción e histología de gónadas de peces. Universidad Nacional de Trujillo, Departamento de Ciencias Biológicas, Sección de Recursos Acuáticos, Trujillo, Perú, 93 pp.
- Santamaria, N. A. Corriero S. Desantis D. Zubani R. Gentile V. Sciscioli J. M. de la Serna, C. R. Bridges, and G. De Metro. 2003. Testicular cycle of the Mediterranean bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.). Cah. Options Mediterr., 60: 183-185.
- Zudaire, I. [H. Murua](#), [M. Grande](#) M. Korta. 2010. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Western and Central Indian Ocean.



## **A los autores:**

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

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

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

### *Orden de presentación y características:*

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

artículo a la revista.

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

### Ejemplos de citas bibliográficas:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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





2395-8944