

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 3, No. 5, Enero – Junio de 2017, 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. Deivis Samuel Palacios Salgado

Coordinador Científico

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca

Coordinador de Contenido

M.C. Aurelio Benítez Valle

Editor Ejecutivo

M.C. Elsa García de Dios

Coordinadora de Edición

LDI Gabriela Ulloa García

Coordinadora de Diseño Grafico

Contenido

		Pág.
1	Editorial	0
2	Indicadores del desempeño pesquero y acuícola nacional, 1990–2012	Dr. Adrián Arredondo Álvarez 1
3	Los modelos sigmoidales y su impacto en la educación pesquera	José Trinidad Ulloa Ibarra, Jorge Armando Rodríguez Carrillo, Jaime L. Arrieta Vera 43
4	Food resource partitioning among five dominant fish species in the Los Frailes reef, south-western Gulf of California, Mexico	Xchel Gabriel Moreno Sánchez, Leonardo Andrés Abitia Cárdenas, Ofelia Escobar Sánchez, Marina Soledad Irigoyen Arredondo, Deivis Samuel Palacios Salgado 56
5	Modelo de producción para la producción semi–intensiva de camarón <i>Litopenaneus vannamei</i> con el esquema de una precosecha	Miguel A. González Romero, Iram Zavala Leal, Javier M. Ruíz Velazco, José T. Nieto Navarro, Delia Domínguez Ojeda 75
6	A los autores	Comité Editorial 90

ACTA PESQUERA

La pesca y la acuicultura son asuntos de seguridad nacional y parte esencial del quehacer económico y social del país. Los estudios realizados por el Instituto Nacional de la Pesca muestran que un poco más del 25% de las pesquerías se encuentran en deterioro, mientras que, solamente un 20% tiene posibilidades de aumento de la producción. Considerando lo anterior, la acuicultura representa una alternativa real para ampliar la oferta alimentaria en el país pero para fortalecer y consolidar esta actividad, se requiere de promover la diversificación y tecnificación de la misma, orientándola a incrementar su eficiencia productiva; reducir los posibles impactos; diversificar las líneas de producción e incrementar la rentabilidad económica y social. Para lograr esto es necesaria la participación del sector productivo en los trabajos de investigación

y desarrollo tecnológico sobre aspectos como sanidad, nutrición, genética y manejo ambiental; este y otros aspectos relativos a esa problemática son analizados por Adrián Arredondo en su artículo: indicadores del desempeño pesquero y acuícola nacional. Deivis Samuel Palacios por otra parte describe en un interesante artículo el reparto de recursos tróficos entre cinco especies dominantes del arrecife Los Frailes, suroeste de California, México. En una sección ya tradicional de la revista, la modelación, se suma a ella Marcial de Jesús Ruiz con el aporte del modelo de para la producción semi intensiva de camarón el que presenta en coautoría con colegas docentes de la unidad académica de ingeniería pesquera.

Editor

**INDICADORES DEL DESEMPEÑO
PESQUERO Y ACUICOLA NACIONAL 1990
-2012**

Dr. Adrián Arredondo Álvarez

Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística
Instituto Tecnológico Educación Superior
Misantla

Recibido: 30 de enero de 2017

Aceptado: 16 de mayo de 2017

RESUMEN:

En la presente entrega, se desarrolla una relatoría sobre la pesca y acuicultura nacional durante los dos deciles (1990-2012). Con el fin de contar con un perfil del desempeño del sector, se anota la relación que se guardó en cuanto a los trabajos iniciales aportados en el marco de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística y su derivación para la incorporación de información estadística en el Sistema de Cuentas Nacionales; adicionalmente sobre la importancia del diseño y desarrollo de indicadores, tendientes a disponer de los factores y parámetros con los que se formulan para la planeación de la actividad y ofrecer datos y cifras tendientes a diseñar las políticas sectoriales.

En el texto, se incorpora información estadística de la pesca y la acuicultura mundial, obtenida principalmente de la documentación generada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, de tal manera que contribuya con un mayor conocimiento para establecer los comparativos con el sector pesquero nacional.

En la parte medular del documento, se

establece el desarrollo histórico de la normatividad pesquera y acuícola y sus principales rasgos: seguido de la integración, clasificación, ordenamiento y análisis de información estadística sectorial, elaborada por la SEPESCA y la CONAPESCA, durante 1990 a 2010. Con ese material, se desarrolla el análisis numérico para determinar el comportamiento de los factores desde la producción hasta el consumo de los productos pesqueros; y se aportan 3 figuras y 16 tablas que permitieron obtener cerca de 100 indicadores e índices relativos a descifrar el comportamiento y tendencias. A partir de ellos, se generaron los comentarios y propuestas de orden general, que bien pueden coadyuvar a la construcción de políticas aplicables al sector.

Palabras clave: Indicadores, desempeño pesquero, acuicultura, sector pesquero

Abstract:

In the present installment, a report is developed on fishing and national aquaculture during the two deciles (1990-2012). In order to have a profile of the performance of the sector, note the relationship that was kept in the initial work provided in the framework of the Mexican Society of Geography and Statistics and its derivation for the incorporation of statistical information in the System Of National Accounts; In addition to the importance of the design and development of indicators, aiming to have the factors and parameters with which they are formulated for the planning of the activity and to offer data and figures tending to design the sectoral policies.

The text incorporates statistical information on world fisheries and aquaculture, derived

from the documentation generated by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, in such a way that it contributes with greater knowledge to establish comparisons with The national fisheries sector.

At the heart of the document is the historical development of fisheries and aquaculture legislation and its main features: followed by the integration, classification, ordering and analysis of sectoral statistical information developed by SEPESCA and CONAPESCA during 1990 to 2010 With this material, the numerical analysis is developed to determine the behavior of the factors from the production to the consumption of the fishery products; And 3 figures and 16 tables are provided that allowed to obtain about 100 indicators and indexes related to deciphering the behavior and trends. From these, general comments and proposals were generated, which may well contribute to the construction of policies applicable to the sector.

Keywords: Registers, fishery performance, aquaculture, fisheries sector.

1.INTRODUCCION:

Desde su origen, con la fundación de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, el 18 de abril de 1833, se integró con los intelectuales y especialistas, quienes se hicieron a la tarea de diseñar diversos estudios relacionados a la fisiografía del territorio nacional, que incluyó entre otros el inventario de los recursos naturales, su producción y su potencial de desarrollo. Los primeros resultados se dieron en el Atlas Geográfico, Estadístico e Histórico de la República

Mexicana (1857) y la Carta General de la República Mexicana, publicada por el ingeniero Antonio García Cubas, en 1863; y con el devenir del tiempo surgió el patrocinio del Boletín de la Sociedad (1839), como instrumento especializado para difundir numerosos trabajos.

Entre los logros de la Sociedad se cuentan también, las iniciativas para que el gobierno mexicano expidiera las leyes para determinar los nombres geográficos de las ciudades y poblaciones.; Así mismo, para promover la legislación para el cuidado de los bosques y la conservación de monumentos arqueológicos como prioridad nacional; se realizó también el informe sobre el sistema métrico decimal, que permitió que México fuese uno de los primeros países en América Latina en adoptar la medida. y se propuso el tendido del sistema telegráfico de la ciudad de México. (Pedraza, 2013).

En esos años se crearon varias instituciones para la promoción de la estadística económica y demográfica: Muy importante fue el aporte de algunos ministerios y de intelectuales ilustres de la época, tales como A Antonio García Cubas, Manuel Orozco y Berra, José María Pérez Hernández, Miguel Lerdo de Tejada, Emiliano Busto, Matías Romero, más adelante Justo Sierra y Gabino Barrera, entre otros, que contribuyeron a la creación de la Dirección General de Estadística, para integrar las estadísticas dispersas y ampliarla con otros temas relevantes para el país.

Durante los primeros años del siglo XX, se realizaron esfuerzos para la obtención de estadísticas relativas a la economía nacional, entre los que destacaron las cifras que en la

segunda década obtuvo la entonces Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. Mediante el decreto presidencial del 6 de junio de 1929, expedido por el Lic. Emilio Portes Gil, Presidente de la República, se declaró de utilidad social la ejecución de los censos de población, agrícola, ganadero e industrial. El decreto estableció, entre otros asuntos, que el padrón industrial se haría el 15 de octubre de 1929 y el censo, el 15 de mayo de 1930. A la par, fue surgiendo la necesidad de contar con indicadores económicos, no sólo de las actividades manufactureras, sino también de las extractivas, del comercio, de los servicios, de los transportes, de la pesca y, en general, de todas las actividades económicas, las cuales se fueron incorporando de manera paulatina a los Censos Económicos, (INEGI 2003)

Con la expedición de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, (D.O.F 15/08/2008), en ella que tiene por objeto el regular el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, los derechos y las obligaciones de sus informantes y la organización y el funcionamiento del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) como organismo público con autonomía técnica y de gestión; al que se le facultó la exclusividad de realizar los censos nacionales, entre los que se encuentran los Censos Económicos (D.O.F. 2008).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en el ámbito de la medición del sector público, define Indicador de Desempeño como la "Una herramienta que entrega información cuantitativa respecto del desempeño (gestión o resultados) en la entrega de productos (bienes o servicios) generados por la Entidad, cubriendo aspectos

cuantitativos y/o cualitativos"; y estos se pueden aplicar a todo el proceso de producción. En el marco de la planeación, el hecho de contar con Indicadores, estos pueden derivar en proponer mejoras para la gestión economía, eficacia, eficiencia, y la calidad; Mejoras en el proceso de decisión presupuestaria: orientado a la asignación de recursos al desempeño comprometido y logrado; así como mejorar los mecanismos de control y rendición de cuentas (Armijo, 2009)

Por su parte, la Ley de Planeación vigente (D.O.F. 09 abril 2012), establece en el Art 2º que la planeación, deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y en el inciso VI que el equilibrio de los factores de la producción, que proteja y promueva el empleo; en un marco de estabilidad económica y social; En el inciso VIII del Art. 14 señala que debe Promover la incorporación de indicadores que faciliten el diagnóstico del impacto de los programas. En este contexto, se da la necesidad de contar con indicadores económicos, no sólo de las actividades manufactureras, sino también de las extractivas, del comercio, de los servicios, de los transportes, de la pesca y, en general, de todas las actividades económicas. las cuales se deben de incorporar de manera paulatina a los Censos Económicos.

Como producto de las reformas a la Ley Administración Pública Federal, a partir de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

(González, 1982), surgieron el Departamento de Pesca (1980), Secretaría de Pesca (1982), Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1994) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2000); entre otras, con la facultad esencial de difundir en forma confiable y oportuna, los principales indicadores de la actividad pesquera en México, los que resultan importantes para conocer el comportamiento y evolución de la explotación, conservación e industrialización de la flora y fauna acuática del país.

Con la elaboración de los Anuarios Estadísticos de Pesca, la información contenida en ellos, se han venido convirtiendo en una herramienta útil e importante para la administración pesquera y acuícola, así como para la definir y evaluar la política pesquera, al ampliar la cobertura y la temática; así la documentación, a través de su difusión periódica puesta al alcance del sector público y privado, universidades e institutos de investigación y público en general, permiten apoyar la planeación de actividades y la toma de decisiones por parte de los involucrados e interesados en la pesca. La información estadística proviene de los reportes de datos que elaboran mediante los avisos de arribo y de cosecha, así como a través de la información establecida en el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura, que cubre otros factores de la actividad.

En el presente trabajo, para el análisis de los principales factores que determinan a la actividad pesquera y acuícola nacional; se incorporó una relatoría sobre la pesca y la acuicultura mundial, seguido de él marco normativo aplicable; la parte medular lo

constituye la identificación, clasificación, selección y el análisis de los principales parámetros e indicadores del desempeño institucional (Heath, 2012). La fuente de información numérica se basó en los Anuarios Estadísticos preparados por el Programa de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO y en los Anuarios Estadísticos de Pesca y Acuicultura elaborados por el sector pesquero nacional oficial. La información a lo largo del texto, se ordenó considerando los últimos 20 años, clasificados en los deciles 1990 - 1999 y 2000 - 2009; con el propósito de obtener el comportamiento y tendencias en cada caso y para cada factor, así mismo para obtener índices que permitieron ampliar la información comparativa del desempeño; a partir de ellos, se desarrolló la síntesis los comentarios y las propuestas. (Arredondo, 2011). El texto se acompaña de 3 Figuras y 16 Tablas

3. LA PESCA Y LA ACUICULTURA EN EL ESCENARIO MUNDIAL

La superficie acuática cubre un área de 361 millones de Km², equivalente al 71% de la superficie total de la Tierra, según el Anuario Estadístico 2013. preparado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2012a).

Durante 2010, según la FAO, se alcanzó una producción total mundial del orden de 148.5 millones de toneladas de diferentes productos de la pesca; de ellas 128.3 millones de t. se destinaron al consumo humano directo, lo que se tradujo en un consumo 18.6 kg/per cápita en peso vivo; Durante 2010, según la FAO, se alcanzó una producción total mundial del orden de 148.5 millones de toneladas de diferentes productos de la pesca; de ellas

128.3 millones de t. se destinaron al consumo humano directo, lo que se tradujo en un consumo 18.6 kg/per cápita en peso vivo; los productos marinos contribuyen con el 3% del suministro mundial de alimentos y con el 16.6% del consumo total de proteínas de origen animal y con el 6.5% del consumo total de proteínas; Adicionalmente, entre las carnes, los pescados y mariscos son los más importantes, ya que participan con el 33% de la producción de carnes en el ámbito mundial. En este contexto, la producción acuícola, participó con 59.9 millones de t. en peso vivo y representó un 47% en el consumo humano directo: En conjunto en el sector se emplearon directamente a 55 millones de personas y toda la industria global se estimó emplearon a cerca de 220 millones de trabajadores. En total se importaron productos pesqueros por un valor de 111,349 millones de USD y se exportaron 109,605 millones de dólares americanos (FAO 2012a)

Las cifras anteriores reflejan que la producción pesquera y acuícola mundial ha venido en aumento, aunque las perspectivas para el desarrollo de la pesca marina, no son del todo alentadoras; el potencial de producción en la mayoría de los mares empezó a alcanzar su límite permisible. Por lo que respecta a la acuicultura, ésta todavía ofrece muchas posibilidades para su diversificación y desarrollo prácticamente en todo el mundo. En síntesis, en el informe de la FAO 2012a, se señala que: Diez países contribuyeron con el 70% del volumen de la producción mundial. Los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, aportaron en ese mismo año, el 35% de la producción mundial. El 28% de la producción mundial se destinó para la elaboración de diferentes productos derivados

de la pesca (31.5 millones de tons); el 71% se destinó para el consumo humano directo (80 millones de toneladas), cifra superior al ritmo de crecimiento demográfico mundial, por lo que, la oferta de productos pesqueros al verse ampliada no logra satisfacer la demanda creciente de alimento proteínico de origen marino. La disponibilidad anual media de pescado para consumo humano directo por habitante pasó a 14 kilogramos. El valor del comercio pesquero mundial alcanzó los 47 mil millones de dólares. En el comercio tuvieron mayor presencia los productos de escaso valor. El incremento en volumen no fue proporcional a los precios. Los países desarrollados absorbieron cerca del 85% del comercio, en términos de valor.

En el Informe Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura, 2010, preparado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); destaca que la producción pesquera mundial, continuó creciendo en los últimos años, mostrando un incremento sostenido. Los registros apuntan que la producción total mundial, en el período 2002 - 2009, pasó de los 91.0 M tons, durante 2002, a 145.1 M tons, durante 2009, equivalente a un incremento del orden del 59.4%. El comportamiento del volumen de las capturas, entre 2004 y 2009, mostró una tendencia a la baja; el registro pasó de 92.4 M tons a los 90 M tons. Los volúmenes de cosecha acuícola, en este mismo período, mostraron un comportamiento con claros signos incrementales, el registro en el periodo, pasó de 41 M tons a los 55.1 M tons.; se estima que el incremento fue del orden del 52.4%. (FAO 2009)

La Producción Pesquera y Acuícola Marina Mundial, en el período 2004 - 2009, según los registros, prácticamente se mantuvo estable en torno a las 100 M tons. En este renglón, las capturas en aguas marinas, presentaron un comportamiento a la disminución, ya que se pasó de 83.8 M tons a las 79.5 M tons; Por su parte, la producción acuacultural en aguas marinas, mostró una tendencia incremental, esto es, pasó de un volumen consistente en 16.7 M tons a 20.1 M tons, así el crecimiento fue del orden del 20.4%.

Los registros de los volúmenes de la Producción Pesquera y Acuícola Mundial en Aguas Continentales, en el periodo 2004 - 2009, mostraron un comportamiento alcista; así los reportes anotan que pasó de las 33.8 M tons a 45.1 M tons; esto es, se experimentó un incremento del 33.4%. Las capturas en Aguas Continentales en los registros presentan un incremento del orden del 17.4%; pasaron de 8.6 M tons a 10.1 M tons; Los volúmenes de cosecha acuícola, experimentaron un crecimiento sostenido; al pasar de un registro consistente en 25.2 M tons a 35 M tons; así el incremento se estima en un 39%. (FAO 2012c)

La flota pesquera mundial consistió en 4.4 millones de unidades y se ha mantenido constante a partir de 1998; se estimó que el 60% de las embarcaciones contaron con equipo motorizado y más del 85% contaron con eslora menor a 12 mts; del total de embarcaciones, cerca de 3.2 millones operaron en aguas marinas y 1.1 millones en aguas interiores.

Del total de la producción pesquera mundial, se destinaron 128.3 M tons para el consumo humano directo; equivalente al 83%; y el resto,

20.2 M tons se orientaron a la producción de harinas y aceites de pescado. Cercano al 47% los productos de la pesca, ingresaron al mercado mundial en forma viva y fresca para su consumo. Al comercio mundial, ingresó el 38% de la producción; el valor de las exportaciones se estimó en 111.3 millones de dólares americanos; alrededor del 75% de las importaciones en términos del valor, las realizaron los países desarrollados.

En cuanto a la alimentación, el organismo, estimó que, en la esfera mundial, el consumo per cápita fue del orden de 18.6 kg; los productos del mar, contribuyen con el 16,5 % del aporte total de las proteínas de origen animal; con el 6.4% del total de las proteínas que se consumen; adicionalmente, el alimento de origen acuático proporcionó alimento a más de 2,900 millones de personas, y entre ellos, contribuyó con cerca del 20% de las proteínas de origen animal.

La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010), al efecto del levantamiento estadístico de la pesca y la acuicultura mundial, estableció la formación de 27 zonas de pesca marina y en aguas continentales. Las zonas de pesca de México están ubicadas en Atlántico Central Occidental (Área 31); en el Pacífico Central Oriental Área (77); y en parte continental Área (02). (Fig. 1)

Ambas regiones cubren una superficie de 62.6 millones de kilómetros cuadrados; correspondiente al 17.3% de la superficie mundial acuática; la producción pesquera, en 2009, en ambas áreas alcanzó un registro de 3 millones 345 mil 232 toneladas, equivalente

al 3.27% de la producción pesquera mundial. Con ello, la pesca y la acuicultura representan una actividad estratégica en las economías y el desarrollo regional de los países ribereños ubicados en esas zonas. Aporta alimentos para la población, insumos para la industria, empleos directos e indirectos en toda la cadena productiva, divisas provenientes de la exportación y participan con un saldo positivo sus balanzas comerciales. (FAO 2010)

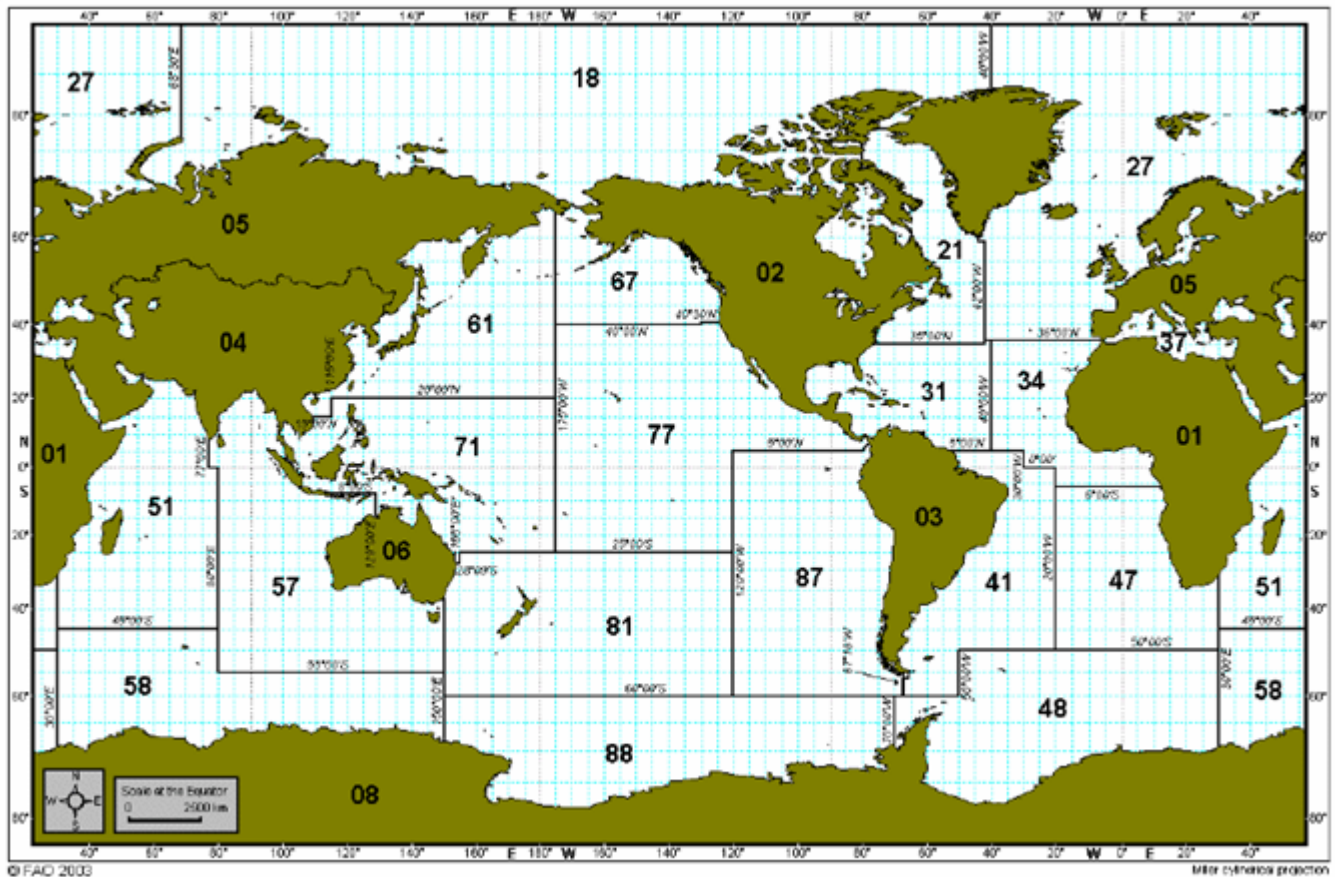


Fig. 1. Zonas Pesqueras Mundiales FAO. Zonas Pesqueras de México

77 Océano Pacífico Centro Este; 31 Atlántico Centro Oeste; 02 Aguas Continentales Norteamérica

La actividad, se ha dicho ser un factor determinante en el ejercicio de la soberanía nacional y representa una actividad estratégica en la salvaguarda de los recursos de los mares mexicanos. Como resultado de la dinámica pesquera observada en los últimos años, el país ha mantenido una significativa participación en la producción pesquera mundial y de la región. Según la **FAO 2012b**, México en 2009 ocupó el 16° lugar, en cuanto al volumen de producción pesquera mundial. En ese año, se registró una producción de 1'611,106 tons. La acuicultura en todas sus modalidades contribuyó con el 12.9%; el valor de la producción se estimó que ascendió a 11,166.7 millones de pesos.

El área del Atlántico Central Occidental, cuenta con la Comisión de Pesca (COPACO), como órgano regional de la FAO; cubre una superficie de 14'500,000 Km², el 4.0% superficie marina mundial; abarca desde el Cabo Hatterras, Carolina del Norte, 35°00 latitud norte hasta Cabo Recife de Brasil, hasta los 5°00 latitud norte; y se extiende desde el paralelo 40°00 longitud oeste, hasta las costas continentales. Por tanto, cubre todo el Mar Caribe. Debido a las características geográficas y oceanográficas de la región, la productividad biológica es muy heterogénea, que soporta una extensa biodiversidad marina; a partir de cual se desarrolla una amplia gama de especies de interés para la pesca. Las capturas y desembarcos, después de un rápido crecimiento, hasta 1984, cuando se alcanzó el registro histórico de 2.5 M tons, para continuar un declive y estabilizarse en 1.5 M tons anuales. La participación de México con su producción pesquera en la región, fue del orden del 18%. (FAO 2011)

El área del Pacífico Central Oriental, cuenta con la Comisión Interamericana Atún Tropical, como órgano de regulación. El área, abarca una superficie de 48'100,000 Km², el 13.3% de la superficie marina mundial; comprende desde California USA, 40°30 latitud norte, hasta el meridiano 25°00 latitud sur; y se extiende desde las costas continentales hasta los 175°00 longitud oeste, formando un polígono irregular. El área, está influenciada por el sistema de corrientes marinas la corriente sur y nor - ecuatorial, que sumadas a los vientos que corren a lo largo de las costas, dan origen a desplazamiento de masas de aguas profundas aportando nutrientes, indispensables para el desarrollo de diferentes formas de vida acuática, propicias para la

pesca. (Cifuentes 1986) Así, la distribución y abundancia de los recursos marinos y la pesca, están influenciados por el clima, las interacciones con los vientos y los patrones de circulación de las aguas, que en curso de los años muestran variaciones y que determinaron fluctuaciones anuales de los diferentes recursos (Arredondo 1985a). La producción pesquera, después de alcanzar un registro de 1.2 M tons en 1983, en la actualidad se obtuvo el máximo registro histórico al lograrse alrededor de 1.9 M tons. La participación de México con su producción pesquera en el área, se estimó que fue del orden del 65%. (FAO 2010)

El área de pesca y acuicultura continental de Norteamérica, en la subdivisión que abarca desde la parte continental de México hasta Panamá; las capturas se realizan en ríos y cuerpos de aguas continentales (lagos, lagunas y presas). En el caso de México, el país contribuye con cerca del 90% de la producción total de la región. Según la FAO; el máximo registro de producción lo alcanzó, durante 1987, al cosecharse 147 mil tons, fecha a partir de cual se presentó una tendencia a la baja, la que se ha mantenido alrededor de las 100 mil tons; con ello, México se ubica entre los 20 principales países del mundo productores en aguas continentales. (FAO 2009)

En la esfera mundial, derivado de la introducción generalizada de las zonas económicas exclusivas a mediados de los años setenta, la **Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar**, en 1982, y que entró en vigor el 16 de noviembre de 1994 ofreció un nuevo marco para una mejor ordenación de los recursos marinos (ONU, 1994).

Nuestro país, previamente había firmado la Convención, el 10 de diciembre de 1982 y la ratificación el 18 de marzo de 1983 (SEMARNAT, 2010). El primer paso se dio con la Ley Reglamentaria del Párrafo Octavo del Artículo 27 Constitucional, relativo a la Zona Económica Exclusiva, (D.O.F. 13 de febrero de 1976); y a postre con la Ley Federal del Mar (D.O.F. el 8 de enero de 1986), para reglamentar los párrafos Cuarto, Quinto, Sexto y Octavo del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas. **(D.O.F.1986)**

El nuevo régimen jurídico del océano establece los derechos y responsabilidades de los estados ribereños en materia de ordenación y aprovechamiento de los recursos pesqueros dentro de sus zonas económicas exclusivas. La norma, se convirtió en un paso necesario, aunque insuficiente, hacia una ordenación eficaz y un desarrollo sostenible de la pesca. Pronto resultó evidente que los recursos pesqueros no podían ya sostener una explotación y desarrollo tan rápidos y a menudo no controlados, esto es, hacía falta formular con urgencia nuevos criterios de ordenación pesquera para que tuvieran en cuenta los aspectos relativos a la conservación y el medio ambiente.

Por su parte, el Comité de Pesca de la FAO, en su 19º período de sesiones celebrado en marzo de 1991, pidió que se elaboraran nuevos criterios que llevaran a una pesca sostenible y responsable. Asimismo, más tarde, en la Conferencia Internacional sobre la Pesca Responsable, realizada en Cancún 1992, (México 1992), se pidió y encomendó a la FAO que preparara un Código Internacional de

Conducta para hacer frente a esos problemas. Los resultados de esa Conferencia, y en especial la Declaración de Cancún, constituyeron una importante contribución para la Conferencia de las Naciones Unidas de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), en particular para el Programa Agenda21. Posteriormente se convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre las Poblaciones de Peces cuyos Territorios se Encuentran Dentro y Fuera de las Zonas Económicas Exclusivas y las Poblaciones de Peces Altamente Migratorias.

En noviembre de 1993, la Conferencia Mundial de Pesca de la FAO, en su 27º período de sesiones, aprobó el Acuerdo para Promover la Aplicación de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación para los Buques Pesqueros que Pescan en Alta Mar. Ahí, se recomendó formular un **Código Internacional de Conducta para la Pesca Responsable** y que se ajustara a esos instrumentos, de manera no obligatoria, que estableciera principios y normas aplicables a la conservación, ordenación y desarrollo de todas las pesquerías; éste, finalmente se adoptó en la Conferencia Mundial de Pesca el 31 de octubre de 1995. Con ello, se pudo convertir en el marco necesario para que en el ámbito de las iniciativas nacionales e internacionales se marchara en asegurar una explotación sostenible de los recursos acuáticos vivos, en consonancia con el medio ambiente.

El Código de Conducta para la Pesca Responsable, cuenta con 12 artículos, en el instrumento se desarrolla: 1. La Naturaleza y ámbito de aplicación del Código, 2. Objetivos del Código; 3. Relación con otros instrumentos internacionales; 4. Aplicación, seguimiento y

actualización; 5. Requerimientos especiales de los países en desarrollo; Principios generales; 7. Ordenación pesquera; 8. Operaciones pesqueras; 9. Desarrollo de la acuicultura; 10. Integración de la pesca en la ordenación de la zona costera; Practicas post-captura y comercio; 12. Investigación pesquera; Los antecedentes y la elaboración del Código; y la Resolución. (FAO, 1995)

4. PANORAMA DE LA PESCA EN MÉXICO

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1994), México destaca entre los países del mundo por la **extensión de sus litorales**, ya que cuenta con 11 mil 592.76 kilómetros de cordón litoral en su parte continental, sin considerar los litorales insulares.

El **Mar Territorial**, que es el espacio marino adyacente a las costas del país, con una anchura máxima de doce millas náuticas (22.2 kilómetros), sobre el que se ejerce a plenitud su soberanía, incluyendo el lecho y subsuelo del mar, así como el espacio aéreo suprayacente; cuya superficie es de 209 mil kilómetros cuadrados (sin incluir el mar territorial insular). La **Zona Económica Exclusiva**, es la franja situada fuera del mar territorial y adyacente, con una anchura máxima de 200 millas náuticas, contadas a partir de la línea base del mar territorial, en ella, el estado ejerce derechos soberanos para los fines de exploración, explotación económica de la zona y sus recursos; asimismo posee jurisdicción con respecto a la investigación científica marina, así como la preservación del medio marino. El área de la Zona Económica Exclusiva de México, es del orden de 2 millones 717 mil 252 kilómetros cuadrados,

que, aunado a la superficie del mar territorial, comprende un total de 2 millones 926 mil 252 kilómetros cuadrados (Fig. 2)

La **Plataforma Continental**, reside en 389 mil kilómetros cuadrados, las **zonas estuarinas** cubren una superficie de 1 millón 600 mil hectáreas; las **lagunas costeras**, alcanzan un área de 12 mil kilómetros cuadrados en un total de 29 mil kilómetros cuadrados de **aguas interiores**; el país cuenta con 314 cuencas hidrológicas distribuidas en todo el territorio nacional, adicionalmente, varios miles de kilómetros de cauces y escurrimientos conformando ríos y arroyos. (Sobrazo 1999)

El Océano Pacífico, el Golfo de California, el Golfo de México y el Mar Caribe, ejercen importante influencia en las condiciones climáticas, la distribución y abundancia de la biodiversidad marina. En los mares mexicanos, se reconocen tres grandes regiones: la del Océano Pacífico Norte, Golfo de California, con aguas frías caracterizadas por abundancia de especies migratorias de gran biomasa; la del Océano Pacífico Mexicano Sur, de aguas profundas, cálidas; la zona del Golfo de México y Mar Caribe, con amplias plataformas continentales, de aguas cálidas y abundantes arrecifes de coral, dotadas de especies asociadas a los ecosistemas de arrecife y plataforma, con un gran número de especies y pocos individuos (Cifuentes,1986) En términos generales, según el Instituto Nacional de la Pesca, en el país se presentan cerca de 320 especies de interés comercial que soportan el desarrollo pesquero y acuícola del país. (Arredondo 2006) (Fig. 3)



Fig.2. Zona Económica Exclusiva Mar Territorial México

	MUNDIAL (2010)	MEXICO
Zonas Pesqueras		31, 77 y 02
Superficie Marina	3´149,920 km2	12ª Sitio
Producción Marina	145,84 m tons	17ª Sitio
Producción Acuícola	55,943 m tons	20ª Sitio
Producción Tiburón Cazón	503 m tons	4ª Sitio
Producción Sardina	17,097 m tons	6ª Sitio
Producción Camarón	3,462 m tons	10ª Sitio
Producción Atunes	4,937 m tons	12ª Sitio
Producción Industrial	43,656 m tons	19º Sitio
Exportación Volumen	32,540 m tons	23ª Sitio
Exportación Valor	96,692 M USD	22ª Sitio
Importación Volumen	33,686 m tons	21ª Sitio
Importación Valor	101,095 M USD	17ª Sitio
Consumo Aparente Total	166,430 m tons	21ª Sitio
Consumo Per Capita	24 Kg / Per Capita	25ª Sitio

Fig.3. México en el Contexto Mundial

5. MARCO NORMATIVO

La pesca se practica en México desde la época prehispánica, sobre ello existen múltiples evidencias a lo largo y extenso del territorio nacional. Los productos de la pesca jugaron un papel importante como promotores de asentamientos, principalmente en las regiones noroeste del Pacífico y del sureste de los litorales nacionales. De igual manera, hay evidencias sobre la existencia de grupos que vivieron de la captura, consumo y comercialización de la fauna acuática en los principales vasos del estado de Michoacán, del Valle de México y la península de Yucatán. (Arredondo 1985b)

Tuvieron que transcurrir muchos años para que la pesca recibiera un fuerte apoyo e

impulso por parte del Gobierno Federal. Entre acciones se puede hacer mención de la primera **Ley de Pesca de 1925**. En ella se definieron los mecanismos para proteger a los pescadores; posteriormente, con la **Ley de Pesca 1932**, expedida por el presidente Pascual Ortiz Rubio, se orientó a la pesca en general, las autorizaciones y el control.

La Ley de Pesca en Aguas Territoriales de 1938, incluyó el regular jurídicamente la pesca nacional y su desarrollo, depositó énfasis en la pesca comercial, industrial y la deportiva. **La Ley de Pesca de 1947** sustituyó a las dos anteriores e incorporó más actividades vinculantes a la pesca como la conservación, transporte, industria y conservación, así como los sistemas de trabajo en cooperativas.

La Ley de Pesca 1950, dio seguridad a los pescadores organizados y a sus comunidades mediante el otorgamiento de la exclusividad de explotación de ocho especies: camarón, ostión, abulón, langosta, totoaba, cabrilla, almeja y tortuga; asimismo, esa disposición legal, definió los tres sectores económicos que podrían participar en la pesca: cooperativo, público y privado.

En los años siguientes, el gobierno dirigió sus esfuerzos a fortalecer la planta industrial pesquera, diversificar, ampliar las capturas, fortalecer la investigación y crear la educación e instrucción pesquera. Con la **Ley del Fomento de la Pesca, en 1972**, se impulsó la explotación de los recursos marinos al regular la actividad de forma integral; disposiciones específicas para la captura; el procesamiento; la protección y conservación de la flora y fauna acuática; la investigación de los recursos y el cultivo de especies.

En realidad, las transformaciones más profundas en el sector pesquero se empiezan a alcanzar, toda vez que, fue instrumentada una política pesquera para ordenar a los sectores productivos y a la industria pesquera nacional.

Por otra parte, en la década de los setentas, con el movimiento de varias naciones organizadas para extender su jurisdicción sobre los mares y sus recursos, en el marco de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1958-1982), se decretó la Zona Económica Exclusiva en los países ribereños del mundo.

En este renglón, nuestro país jugó un papel protagónico que, entre otros, con la Ley

Reglamentaria del Párrafo Octavo del Artículo 27 Constitucional, relativo a la Zona Económica Exclusiva, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 13 de febrero de 1976, lo condujo a modificar la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; se reglamentaron los derechos de soberanía para los fines de exploración, explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto vivos como no vivos existentes en el lecho, subsuelo del mar y aguas suprayacentes.

Con la expedición de la **Ley Federal de Pesca**, que originalmente fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, el día 26 de diciembre de 1986, se conservaron los privilegios para organizar el trabajo pesquero; de igual manera, se mantuvo la reserva de especies para el sector social cooperativo; para realizar cualquier actividad de acuicultura, se estableció que se requería concesión, con relación a los permisos para la captura, se definió que éstos eran intransferibles; en la pesca deportiva se definieron las especies reservadas a esta actividad y una franja a lo largo del litoral mexicano de 50 millas náuticas para la captura de especies deportivas exclusivas para este sector.

La actividad pesquera está regulada por la Ley de Pesca que es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; tuvo por objeto garantizar la conservación, preservación y aprovechamiento racional de los recursos pesqueros, así como establecer las bases para su adecuado fomento y administración.

La **Ley de Pesca**, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 25 de junio de

1992, consta de treinta artículos y tres transitorios; está estructurada en cinco capítulos, que comprenden; las Disposiciones Generales; las Concesiones, Permisos, Autorizaciones, Investigación, Capacitación, Inspección, Infracciones, Sanciones y el Recurso Administrativo.

En la formulación de la Ley de Pesca, se consideró que, en México, no podía experimentarse un desarrollo sostenido de la pesca y la acuicultura sin un soporte legal apropiado; que los avances logrados en la materia, tanto en la esfera nacional como internacional, necesariamente correspondían a mantener el espíritu de pescar y proteger los recursos, que era necesario profundizar las investigaciones para fincar sobre bases técnicas el mejor y más equilibrado aprovechamiento; asimismo era apremiante dotar de asistencia, capacitación y seguridad a los agentes de la pesca; en suma, con el nuevo marco, se propiciaría participar más activamente en el ejercicio de los derechos de soberanía de nuestro país sobre los mares mexicanos y sus recursos. En este instrumento se definen una mayor apertura para el desarrollo de la pesca y acuicultura en México. En este sentido, se eliminó la reserva y exclusividad de la explotación de las especies reservadas al sector cooperativo; se estableció que las concesiones y permisos pueden ser transferibles; se delegó al Ejecutivo la determinación para la captura de especies deportivas; se definió otorgar mayores estímulos para la acuicultura, dando seguridad hasta por 50 años mediante concesiones. La Ley de Pesca, experimentó una modificación en su artículo 13, al incluir un segundo párrafo relativo a la pesca deportiva-recreativa, que se publicó en el

Diario Oficial de la Federación, el 30 de noviembre de 2000. **(Arredondo, 2001)**

La **Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable**, vigente, es de orden público e interés social, reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; del artículo 73 fracción XXIX-L para establecer las bases para el ejercicio de las atribuciones que en la materia corresponden a la federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia y con la participación de los productores pesqueros, así como de las demás disposiciones previstas en la propia Constitución que tienen como fin propiciar el desarrollo integral y sustentable de la pesca y la acuicultura. **(CDDHCU 2013)**

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables originalmente fue publicada en el Diario Oficial de la Federación, el día 24 de julio de 2007; y su última reforma se expidió el 07 de junio de 2012. En su desarrollo, ha estado sujeta a dos reformas, mismas que fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación los días 30 de mayo de 2012 y el día 07 de junio de 2012. Con la expedición y publicación de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, se abrogó la Ley de Pesca, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 1992.

Con las posteriores reformas, se adicionó el Capítulo IV, denominado "Establecimientos Tipo Inspección Federal de Recursos ..

Pesqueros y Recursos Acuícolas”, con los artículos 119 BIS al 119 BIS 14, al Título Décimo Primero “De la Sanidad, Inocuidad y Calidad”; y se reformó el Artículo 134, mediante la adición de la fracción III y un último párrafo al Artículo 139. Con la modificación más reciente, se reformaron los artículos 4o en su fracción XXI; 8o en la fracción XXIX, y el primer párrafo de artículo 29.

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable vigente, tiene por objeto: **I.** Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales; **II.** Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola; **III.** Establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos; **IV.** Fijar las normas básicas para planear y regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, en medios o ambientes seleccionados, controlados, naturales, acondicionados o artificiales, ya sea que realicen el ciclo biológico parcial o completo, en aguas marinas, continentales o salobres, así como en terrenos del dominio público o de propiedad privada; **V.** Procurar el derecho al acceso, uso y disfrute preferente de los recursos pesqueros y acuícolas de las comunidades y pueblos indígenas, en los términos de la presente Ley, de los lugares que

ocupen y habiten; **VI.** Establecer las bases y los mecanismos de coordinación entre las autoridades de la Federación, las entidades federativas y los municipios, para el mejor cumplimiento del objeto de esta Ley; **VII.** Determinar y establecer las bases para la creación, operación y funcionamiento de mecanismos de participación de los productores dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas; **VIII.** Apoyar y facilitar la investigación científica y tecnológica en materia de acuicultura y pesca; **IX.** Establecer el régimen de concesiones y permisos para la realización de actividades de pesca y acuicultura; **X.** Establecer las bases para el desarrollo e implementación de medidas de sanidad de recursos pesqueros y acuícolas; **XI.** Establecer las bases para la certificación de la sanidad, inocuidad y calidad de los productos pesqueros y acuícolas, desde su obtención o captura y hasta su procesamiento primario, de las actividades relacionadas con éstos y de los establecimientos e instalaciones en los que se produzcan o conserven; **XII.** Establecer el Sistema Nacional de Información de Pesca y Acuicultura y el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura; **XIII.** Establecer las bases para la realización de acciones de inspección y vigilancia en materia de pesca y acuicultura, así como los mecanismos de coordinación con las autoridades competentes; **XIV.** Establecer las infracciones y sanciones correspondientes por incumplimiento o violación a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma, y **XV.** Proponer mecanismos para garantizar que la pesca y la acuicultura se orienten a la producción de alimentos.

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables vigente, consta de 150 artículos y

artículos transitorios, organizados en 10 Títulos, 32 Capítulos; y 3 secciones. Como producto de las reformas incorporadas a la ley, se adicionaron los artículos 119 Bis al 119 bis 14; en consecuencia, la ley consta de un total de 164 artículos. Ella entró en vigor a los 90 días posterior a su expedición; y establece que se contará de 6 meses para expedir el Reglamento de la Ley a partir de la entrada en vigor de la Ley. **(Arredondo 2013)**

El Reglamento de la Ley de Pesca, vigente, publicado el 29 de septiembre de 1999, incorporó más elementos regulatorios para precisar actividades. El instrumento, está conformado en 161 artículos y cinco transitorios; organizados en seis títulos sobre las Disposiciones Generales, Pesca en General, la Acuicultura; Extinción de Concesiones, Permisos y Autorizaciones; la Inspección, Sanciones e Infracciones; y los Medios de Impugnación; seis secciones y 21 capítulos. **(CONAPESCA 2009)**

El nuevo Reglamento de la Ley de Pesca, originalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el día 29 de septiembre de 1999. La última reforma se publicó el día 28 de enero de 2004. Con la expedición y publicación del nuevo Reglamento de la Ley de Pesca, se abrogó el Reglamento de la Ley de Pesca, que fue publicado el día 21 de julio de 1992.

El Reglamento de la Ley de Pesca vigente, tiene por objeto reglamentar la Ley de Pesca, Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, sin perjuicio de las atribuciones que corresponden a otras dependencias de la Administración Pública Federal. El instrumento precisa

criterios para el uso racional de los recursos pesqueros, define requisitos, tiempos de respuesta para el otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones y reglamenta en forma precisa la obtención de concesiones, permisos y autorizaciones para la acuicultura; también da transparencia al limitar la discrecionalidad en los procedimientos de concesiones, permisos y autorizaciones. El Reglamento, consta de 161 Artículos y 5 Artículos Transitorios; organizados en 6 Títulos, 22 Capítulos y 6 Secciones. Mediante la reforma al instrumento, publicada el día 28 de enero de 2004; se derogaron los artículos 27 y 28; y se adicionaron los artículos. En consecuencia, el Reglamento cuenta con un total de 163 artículos. **(D.O.F.2004)**

El proyecto del nuevo Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable, con su aprobación y expedición, se abrogará el Reglamento de la Ley de Pesca, que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación, el día 29 de septiembre de 1999. En virtud de que en el artículo Sexto Transitorio de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable vigente, se establece que el reglamento proyectado, deberá ser expedido por el Presidente de la República, dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigor de este último ordenamiento legal; y mientras se expide el nuevo Reglamento, seguirá vigente el Reglamento de la Ley de Pesca.

El proyecto del nuevo Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable, cuenta con 308 Artículos y 12 Artículos Transitorios; organizados en 10 Títulos y 58 Capítulos. Entre las principales innovaciones que incorpora, se cuenta:

I. El Instituto Nacional de Pesca, es órgano público descentralizado sectorizado con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. II. La SAGARPA, establecerá coordinación con Instituto Nacional de Pesca, como organismo público descentralizado responsable de la investigación científica y tecnológica del sector pesquero y de acuicultura nacional; III. El Instituto Nacional de Pesca, se convierte en el órgano administrativo con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de dirigir, coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuicultura, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector pesquero y acuícola. En el instrumento, se agrega lo relativo al IV. Establecimiento Tipo Inspección Federal de los Recursos Pesqueros y Acuícolas; V. Las Sanciones.

Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, en el art. 29 al **Instituto Nacional de Pesca** (INAPESCA), le asigna las funciones previstas, consistente en: I. Realizar investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, en materia de pesca y acuicultura; II. Emitir opinión de carácter técnico y científico para la administración y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas; III. Coordinar la formulación e integración del Programa Nacional de Investigación Científica Tecnológica en Pesca y Acuicultura, con base en las propuestas de las instituciones educativas y académicas, de investigación, universidades, y organizaciones de productores; IV. Coordinar la integración y funcionamiento de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura, para la articulación de acciones,

la optimización de recursos humanos, financieros y de infraestructura; V. Elaborar y proponer la expedición y actualización de la Carta Nacional Pesquera y la Carta Nacional Acuícola; VI. Dar asesoramiento científico y técnico a los pescadores y acuicultores, que así lo soliciten, para conservar, repoblar, fomentar, cultivar y desarrollar especies pesqueras y acuícolas; VII. Apoyar, desarrollar y promover la transferencia de los resultados de la investigación y de la tecnología generada por el Instituto de forma accesible a los productores pesqueros y acuícolas; VIII. Formular estudios y propuestas para el ordenamiento de la actividad pesquera y acuícola en coordinación con centros de investigación, universidades, autoridades federales, de los gobiernos de las entidades federativas y del Distrito Federal; IX. Coadyuvar en la realización de análisis de riesgo sobre la introducción, establecimiento y diseminación de plagas y enfermedades acuícolas; X. Promover y coordinar la participación y vinculación de los centros de investigación, de las universidades e instituciones de educación superior con el sector productivo para el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación aplicada y de innovación tecnológica en materia de pesca y acuicultura; XI. Promover los estudios técnicos y el desarrollo de la acuicultura de especies nativas; XII. Emitir opiniones y dictámenes técnicos, en las áreas de competencia del Instituto; XIII. Formular y ejecutar programas de adiestramiento y capacitación al sector pesquero y acuícola; XIV. Difundir sus actividades y los resultados de sus investigaciones, sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual y de la información que por su naturaleza deba reservarse conforme a la ley de la materia;

V. Elaborar los planes de manejo de las actividades pesqueras y acuícolas por recurso o recursos; XVI. Difundir y publicar los resultados de las investigaciones que realicen de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; XVII. Designar observadores a bordo en las embarcaciones o en las instalaciones pesqueras o acuícolas, para fines de investigaciones; y XVIII. Las demás que expresamente le atribuya esta Ley, sus disposiciones reglamentarias, las normas oficiales que de ella deriven, las leyes y reglamentos correspondientes vinculados al ámbito de la pesca y la acuicultura.

Tuvieron que transcurrir más de 50 años, para que original Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras (INIBP), hoy Instituto Nacional de Pesca, adquiriera el carácter de órgano público descentralizado en el sector público federal. En este contexto, **Guzmán del Proo (2012)**, nos ofrece una amplia explicación de todas las transformaciones que experimentó la institución en sector público, en su interior y organización hasta alcanzar la figura jurídica de la que goza. El **INAPESCA (2013)** por su parte establece que los antecedentes más remotos de los que se tiene n datos se ubica en 1926, cuando se creó en Veracruz la Estación Biológica Marina por el Dr. Enrique Beltrán, con la finalidad de crear condiciones idóneas para resolver problemas de desarrollo pesquero mediante la ciencia y la tecnología. Mediante el Decreto (D.O.F.01/jul/2013), quedó establecido como órgano público descentralizado, sectorizado con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y se le asignan las funciones de: I. Elaborar investigaciones con

un enfoque integral e interdisciplinario y vinculado a los procesos naturales, económicos y sociales de la actividad pesquera; II. Proporcionar servicios profesionales de investigación científica, tecnológica y consultoría en las áreas de su competencia; III. Apoyar a las dependencias y entidades competentes en la realización de estudios de ordenamiento ecológico e impacto ambiental, respecto de las obras que emprenda la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca en materia acuícola y pesquera; IV. Desarrollar, promover y apoyar la investigación en materia de sanidad y nutrición acuícola y poner a disposición de los productores de organismos acuáticos los servicios de diagnóstico y control de enfermedades, así como participar con las dependencias y entidades competentes en las campañas de prevención, y V. Promover el desarrollo tecnológico, la innovación y transferencia tecnológica para el manejo y administración de los recursos del sector pesquero y de la acuicultura nacional.

Complementariamente, la actividad pesquera para su regulación y administración, se basa en otros instrumentos como **la Carta Nacional Pesquera**, por acuerdo del titular del ramo, (D. O. F. 24 de agosto de 2012), contiene la presentación cartográfica y escrita de los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas en aguas de jurisdicción federal; la que a su vez sirve de base para la toma de decisiones en la administración. La Carta Nacional Pesquera contiene: I. El inventario de los recursos pesqueros que se encuentran en aguas de jurisdicción federal, susceptibles de aprovechamiento; II. El esfuerzo pesquero susceptible de aplicarse por especie o grupo de especies en un área determinada;

III. Los lineamientos, estrategias y demás previsiones para la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos pesqueros, para la realización de actividades productivas y demás obras o actividades que puedan afectar los ecosistemas respectivos y las artes y métodos de pesca; **IV.** Las normas aplicables en materia de preservación, protección, aprovechamiento de los recursos pesqueros, incluyendo las relativas a la sanidad, calidad e inocuidad de los productos pesqueros, y **V.** La demás información que se determine en el Reglamento de la Ley. **(D.O.F. 2012).** La Carta Nacional Pesquera, originalmente se publicó el día 17 y 28 de agosto de 2000, en su desarrollo ha experimentado 4 actualizaciones D.O.F. 15 de marzo 2004, 25 de Agosto de 2006, 02 diciembre 2010 y 24 de agosto de 2012.

La **Carta Nacional Acuícola**, contiene la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuicultura, sobre el desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo. En sí se convierte en el instrumento de referencia donde se encuentra tanto la información sobre el estatus de los recursos acuícolas, así como las referencias a los instrumentos normativos específicos. y se establece: **a)** Ser un instrumento para las acciones de ordenamiento de la actividad acuícola en las comunidades. **b)** Proporcionar información sintetizada de las regulaciones vigentes en el ámbito acuícola, así como los indicadores, puntos de referencia y recomendaciones de manejo. **c)** Orientar al público en general sobre las condiciones en que deben realizarse las actividades acuícolas en aguas de jurisdicción federal, incluyendo las áreas naturales protegidas. y **d)** Orientar a los usuarios sobre el estado de los recursos.

(D.O.F. 2011). La Carta Nacional Acuícola, originalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 01 de enero de 2011; en su desarrollo ha experimentado 2 actualizaciones, publicadas los días 06 de junio de 2012 y el 09 de septiembre de 2013; En la primera de ellas se señala que tiene carácter informativo para los sectores productivos y ser orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas **(D.O.F. 2013)**

El **Ordenamiento ecológico, (Rosete 2006)**, en particular el marino y el pesquero, es el conjunto de políticas, estrategias y acciones para administrar los recursos pesqueros y acuícolas, tiene por objetivo alcanzar el aprovechamiento sustentable a largo plazo, preservando la biodiversidad de sus habitats, los ecosistemas marinos, acuáticos costeros y continentales; de manera tal que sea posible desarrollar una pesca responsable con beneficio socioeconómico **(Córdova A; et al 2006)**

El ordenamiento pesquero apegado a principios de sustentabilidad, la pesca responsable ha permitido dimensionar y controlar el esfuerzo pesquero; regularizar la situación jurídica de las organizaciones de productores; identificarlos con sus embarcaciones y equipos de pesca; establecer instrumentos de administrativos pesqueros; otorgar concesiones, permisos y autorizaciones; regular métodos, técnicas y tácticas operativas pesqueras; instituir medidas de preservación y conservación; e inducir el cumplimiento de la normatividad, así como propiciar los espacios para evaluar, elaborar, actualizar y modificar la misma. **(SAGARPA 2009)**

La Administración Federal descansa en los **Comités Estatales de Pesca y Recursos Marinos** para coordinar, así como promover la participación de todos los agentes de la pesca, los representantes de los tres órdenes de gobierno en la gestión, planeación y administración de la actividad.

A este nivel, las acciones del **Comité Consultivo Nacional de Normalización de Pesca Responsable**, para la identificación, formulación de las propuestas de **Normas Oficiales Mexicanas (CONAPESCA 2013)** aplicables a la pesca y la acuicultura, han permitido que el sector cuente actualmente con 49 diferentes normas para la administración de pesquerías, entre ellas las relativas al aprovechamiento de los recursos y áreas de captura, sanidad acuícola, regulación, fomento sanitario y en coordinación con otras dependencias del Ejecutivo, las relativas a la Protección al Ambiente; Información Comercial y Prácticas de Comercio, entre otras.



6. LA PESCA EN MEXICO. CIFRAS INDICADORES

La **Producción Pesquera Nacional** acumulada, en el decil 1990 - 1999, alcanzó un registro de 13'624,845 tons. (**Arredondo 2008**) y en el período 2000 - 2009 se obtuvieron 15'647,390 tons; el incremento fue del orden del 14.84%. Las capturas pasaron de 11'922,747 tons a 13'312,290 tons, equivalente

a un incremento del 11.65%; mientras que la producción acuícola obtenida consistió en 1'700,106 tons y incrementó para alcanzar 2'335,000 tons. correspondiente a un aumento del 37.34%

Así se obtiene que, durante los últimos 20 años, de cada kilogramo producido en la esfera nacional, las capturas contribuyeron con 862 gramos y vía la producción acuícola con 138 gramos. (**Fig. 4**)

Con relación al **peso vivo** acumulado, se tiene que en el período 1990 - 1999, se obtuvieron 13'624,854 tons.; y se desembarcaron 12'194,430 tons; por su parte, en el decil 2000 - 2009, se capturaron un total de 15'647,420 tons y se desembarcaron 13'902,960 tons.; de ahí se desprende que entre las capturas y cosechas en peso vivo, como producto de la selección, descartes y manejo del producto, se perdieron un total de 1'430,424 tons y 2'335, 100 tons, respectivamente. Dichas cifras permiten estimar que los rendimientos en cada período fueron del orden del 89.50% y de 88.85%. En esta fase se pueden realizar mayores esfuerzos para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos. (**Fig. 5**)

Las 11 **entidades federativas** del litoral del Océano Pacífico, en el decil 1990 - 1999, contribuyeron con un registro de producción pesquera acumulada de 9 millones 532 mil 570 tons. equivalente al 69.97% de la producción pesquera nacional; las 6 entidades del litoral del Golfo de México y Mar Caribe participaron con 3 millones 648 mil 590 tons, lo que representó el 26.78 %; las entidades sin litoral aportaron 441 mil 690 tons. su participación fue del orden del 3.24%.

Fig. 4. PRODUCCION PESQUERA NACIONAL. CAPTURA, ACUACULTURA. 1990 - 2009 (miles toneladas)												
Total / Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total	%
Nacional	1447.143	1453.276	1248.425	1191.600	1260.019	1404.384	1530.023	1570.586	1233.282	1286.107	13'624.845	100
Captura	1256.206	1281.868	1077.029	1021.404	1088.630	1246.810	1360.810	1396.708	1073.511	1119.771	11'922.747	87.52
Acuicultura	190.937	171.408	169.396	170.196	171.389	157.574	169.211	173.878	159.781	166.336	1'700.106	12.47
Total / Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total	%
Nacional	1402.938	1520.938	1554.452	1564.996	1483.220	1458.197	1531.524	1617.664	1745.424	1768.088	15'647.390	100
Captura	1214.780	1324.215	1366.967	1357.190	1261.554	1222.352	1270.494	1349.892	1461.799	1483.049	13'312.290	85.07
Acuicultura	188.158	196.723	187.485	207.776	221.666	235.845	261.030	267.772	283.625	285.019	2'335.000	14.92
Producción	Máxima											
					Mínima							

Fig.5. PRODUCCION PESQUERA NACIONAL.PESO VIVO Y DESEMBARCADO 1990-2009 (miles tons)

Total / Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	TOTAL	%
Peso Vivo	1447.143	1453.276	1248.425	1191.600	1260.019	1404.384	1530.023	1570.586	1233.282	1286.107	13'624.854	100
Desembarcado	1288.510	1281.623	1133.657	1086.768	1143.467	1264.557	1346.957	1391.282	1113.349	1144.263	12'194.430	89.5
Total / Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Prom	%
Peso Vivo	1402.938	1520.938	1554.452	1564.996	1483.220	1458.197	1531.524	1617.664	1745.42	1768.068	15'647.420	100
Desembarcado	1239.039	1325.785	1354.897	1377.902	1325.135	1301.403	1366.513	1445.762	1572.768	1593.758	13'902.960	88.8

Fig. 6 ORIGEN PRODUCCION PESQUERA NACIONAL. PESO VIVO. POR LITORAL. 1990 - 2009 (m tons)

Total/ Añc	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	TOTAL	%
Nacional	1447.143	1453.276	1246.425	1191.600	1260.019	1404.384	1530.023	1570.586	1233.292	1286.107	13'624.854	100
Pacifico	1044.624	1053.729	831.667	758.994	824.371	984.933	1103.973	1159.615	850.431	920.234	9'532.570	69.97
Golfo Mex	347.363	341.274	364.619	385.817	392.310	378.454	383.858	372.780	348.969	333.154	3'648.590	26.78
Interior	55.156	58.273	50.139	46.789	43.338	40.996	42.191	38.191	33.892	32.719	441.690	3.24
Total/ Añc	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Prom	%
Nacional	1402.938	1520.938	1554.452	1564.996	1483.220	1458.197	1531.524	1617.664	1745.424	1768.088	15'647.390	100
Pacifico	1040.145	1178.235	1244.015	1237.693	1148.849	1155.665	1234.297	1323.804	1477.245	1493.080	12'533.030	80.09
Golfo Mex	328.019	313.686	281.309	295.625	300.249	272.114	264.862	262.227	233.333	238.001	2'789.430	17.82
Interior	34.774	29.017	29.128	31.648	34.122	30.417	32.366	31.634	34.846	36.987	324.940	2.07
Producción	Máxima			Mínima								

Fig. 7. PRODUCCION PESQUERA NACIONAL. ENTIDADES FEDERATIVAS. 1990 - 1999 (miles tons)												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	TOTAL	%
Nacional	1447.143	1453.276	1246.425	1191.600	1260.019	1404.384	1530.023	1570.586	1233.292	1286.107	13'622.860	100
Sonora	341.072	357.780	188.304	148.420	264.303	358.919	408.756	371.542	239.503	301.033	2'979.963	21.87
Sinaloa	174.140	177.194	148.512	133.439	139.453	163.890	188.709	327.081	184.914	200.368	1'837.700	13.49
BCS	131.025	128.752	99.125	100.319	119.300	130.461	199.509	201.846	105.658	121.517	1'337.751	9.82
BC	232.412	215.544	219.960	220.388	145.659	183.004	162.077	201.546	185.445	173.839	1'939.870	14.23
Veracruz	120.791	108.766	108.330	134.529	151.085	151.756	157.520	154.272	144.064	136.328	1'367.440	10.03
												69.44
PRODUCCION PESQUERA NACIONAL. POR ENTIDAD FEDERATIVA 2000 - 2009 (miles tons)												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL	%
Nacional	1402.938	1520.938	1554.452	1564.996	1483.220	1458.197	1531.524	1617.664	1745.424	1768.088	15'647.390	100
Sonora	369.110	514.098	538.878	546.964	472.361	467.418	553.288	563.875	743.680	808.380	5'578.052	35.65
Sinaloa	233.642	235.874	258.252	233.256	231.123	249.164	265.295	339.848	296.750	300.482	2'643.686	16.89
BCS	145.228	168.166	190.943	184.679	173.43	179.589	185.314	200.065	185.903	143.489	1'756.806	11.22
BC	172.591	135.877	122.293	118.503	120.358	108.090	104.274	82.061	117.768	104.944	1'186.759	7.58
Veracruz	120.946	119.304	105.691	102.807	100.443	95.033	88.988	92.614	81.157	76.154	983.137	6.28
												77.62
Producción	Máxima										Mínima	

En el segundo período, los estados del litoral del Océano Pacífico sumaron 12'533,030 tons. así su participación en la producción pesquera nacional fue del 80.09%; las entidades del litoral del Golfo de México y Mar Caribe participaron con 2'789,430 tons. equivalente al 17.82%; mientras que las entidades sin litoral aportaron 324,940 tons. por lo que contribuyeron con el 2.07%. (Fig. 6 y 7)

De las cifras anteriores se desprende que, entre ambos períodos, el incremento de la producción pesquera se dio en las entidades del litoral del Océano Pacífico, ya que ésta aumento en 3'000,040 tons.; el incremento fue del orden de +31.47%. Por su parte, el resto de la producción pesquera presentó un decremento en términos reales y de su participación en la producción nacional; así, se obtuvo que las entidades del Litoral del Golfo de México y Caribe, decayeron en 859,160 tons. equivalente a un decremento de -23.55%; de igual manera, en las entidades de Aguas Interiores, experimentaron un decremento consistente en 116,750 tons. equivalente al -26.43%. Precisamente el decremento de la producción pesquera nacional se da en las entidades donde están presentes grandes zonas y poblaciones rurales en las cuales la producción pesquera juega un papel importante en el suministro de alimento y proteína de origen acuático animal.

Al seleccionar el comportamiento de la producción pesquera obtenida en las 5 principales entidades federativas, se registra que: Sonora ocupó el 1er sitio nacional, en ambos períodos, con una producción que paso de 2'979,963 tons. a 5'578,052 tons, el incremento experimentado fue de 2'401,911

tons. equivalente al +80.60; mientras que su participación en la producción pesquera nacional se registró de un 21.87% y del 35.65%, respectivamente. En orden sigue Sinaloa cuya producción pasó de 1'837,700 tons. a 2'643,686 tons. el aumento fue de 806,986 tons. correspondiente a +43.91%; la participación en la esfera nacional del 13.49% al 16.89%. El estado de Baja California, registró una caída en su producción, ésta pasó de 1'939,870 tons. a 1'186,759 tons. el decremento consistió en 753 ,111 tons. equivalente - 38.82%. El estado de Baja California Sur, mostró un comportamiento inverso al pasar de ocupar el 4º sitio a mejor posición, su producción pasó de las 1'337,751 tons. a 1'756,806 tons. el incremento fue del orden de las 419,055 tons. así correspondió un aumento de +31.32%. Los registros del estado de Veracruz, le permitieron ocupar el 5ª lugar en ambos casos y como conservar el 1er sitio como productor del litoral del Golfo de México y Mar Caribe; sin embargo, su producción pesquera muestra una clara tendencia año con año a la baja, ella pasó de 1'367, 440 tons. a 983,137 tons. la disminución fue de 384,303 tons. equivalente a -28.10%

En este último contexto, es de destacarse que las cuatro principales entidades federativas pesqueras ubicadas en el litoral del Océano Pacífico aportaron el 59.41% a la producción pesquera nacional; y estas contribuyeron con el 71.34% en el último decil. De aquí se desprende también que, de cada kilogramo capturado y cosechado en la esfera nacional, en ambos períodos, 594 grs. y 713 grs. tuvieron su origen solo en cuatro entidades, respectivamente (Fig. 7)

En cuanto a la participación de los 5 principales de **grupos de pesquerías**, se arroja que la Sardina, por su volumen representó el principal recurso pesquero nacional; en su registro acumulado pasó de 3'567,632 tons a 6'292,267 tons. con ello, el incremento fue de 2'724, 635 tons. consistente en +76.37%; su participación fue de 26.18% y de 40.22%, respectivamente en la producción pesquera nacional. El Camarón, segundo recurso en importancia por su volumen de producción acumulado; éste alcanzó 779,258 tons. y pasó a 1'463,650 tons. el incremento fue de 684'392 tons. equivalente a +46.75%; la participación en la producción pesquera nacional pasó del 5.72% al 9.35%. En orden de importancia está el Atún, la producción pasó de 1'393,945 tons. a 1'419,758 tons, el incremento fue de 25, 813 tons, equivalente al +1.85%; la participación en la producción pesquera fue del 10.23% y del 9.07%. El Calamar, que pasó de ocupar mejor sitio, alcanzó un registro de 668,760 tons. a las 750,051 tons. el incremento fue de 81,291 tons, equivalente al +12.15%. la contribución a la producción pesquera nacional pasó del 4.90% al 4.79%. La Mojarra, alcanzó un registro pesquero acumulado de 882.158 tons. para descender a 743,612 tons. el decremento consistió en 138,546 tons. equivalente al -15.48%; la participación en la producción pesquera nacional pasó del 6.47% a 4.75%. **(Fig.8)**

Las 5 principales pesquerías contribuyeron con el 53.5 % y el 68.18% de la producción pesquera nacional acumulada, respectivamente en ambos períodos. Con ello, se obtiene que el incremento en la producción nacional pesquera continuó en base a estas pesquerías y básicamente en el último decenio fue a partir de las pesquerías de la Sardina y

del Camarón; entre ambas, aportaron 4'346,890 tons. y incrementaron para alcanzar las 7'755,917 tons. con ello, la su participación acumulada en ambos períodos fue del orden de 31.9% y del 49.57%, respectivamente. De cada kilogramo producido en el último decenio, en la esfera nacional, ambas pesquerías

Durante el 2010, las 5 principales pesquerías contenidas en las entidades federativas del litoral del Océano Pacífico, contribuyeron con 1'012,171 tons. equivalente al 62.48% de la producción pesquera nacional. La Sardina y el Camarón en conjunto mantuvieron la misma tendencia participaron con 816,672 tons correspondiendo el 50.41%

Entre las 8 pesquerías en orden de importancia por sus volúmenes de producción, mostraron fluctuaciones de diferente nivel e impacto en la producción nacional; después de alcanzar sus máximos registros en años anteriores; los Atunes en el 2003; Calamar durante 1997; Ostión 2001; Carpa 1996; Almeja 1990; Pulpo 1996 y Jaiba 2008. **((Fig. 9))**

El **Registro Nacional de Embarcaciones** está constituido por la Flota Mayor y la Flota Menor; la flota mayor es aquella que cuenta con un arqueo igual o mayor a 10 toneladas; y en función de la pesquería se clasifican en Camaroneras, Atuneras Sardineras - Anchovetas, y las de Pesca Múltiple. Las Embarcaciones Menores son aquellas que cuentan con un arqueo neto o inferior a las 10 toneladas. (Arredondo A; 2006).

Las Embarcaciones Mayores, pasaron de las 3,166 unidades durante 1990 a 3,300 embarcaciones durante 2009, el máximo

se presentó en el 2004 con 3,642; a partir de ese año se presentó una disminución debido al retiro de embarcaciones para alcanzar un registro de 3,300 buques en 2009. El máximo número de embarcaciones Camaroneras se dio durante 1994, al contarse con 3,406 y durante 2009 se contó con 2,025 buques. Por su parte, los Atuneros alcanzaron un registro máximo de 137 unidades durante el 2006, a partir de ese año las embarcaciones se han mantenido constantes. Las Sardineras - Anchovetas, pasaron de 109 buques durante 1999 a estabilizarse en 104 unidades a partir del 2006. Las embarcaciones Escameras y Pesca Múltiple, mostraron un incremento gradual a partir de 1990 para estabilizarse en 1,035 unidades a partir del 2006. En términos generales, según la pesquería están equipadas con diferentes artes y equipos de pesca, con aditamentos para la exclusión y protección de especies marinas, con modernos equipos para la navegación y la exploración, con sistemas de conservación en frío y equipo para la seguridad en la navegación. (Fig. 10)

Las Embarcaciones Menores, pasaron de un registro máximo de las 73,638 unidades durante 1996 para estabilizarse en 102,807 embarcaciones. En términos generales, están equipadas con motores fuera de borda de diferente potencia o de otras formas de propulsión, según la pesquería y su temporada, portan diferentes artes de pesca y neveras para conservar el producto de la pesca. Las capturas las realizan en bahías, sistemas lagunares o estuarinos y en el mar, hasta un límite de 3 millas náuticas a partir de la costa (5.6 Km.).

En el 2010, la Flota Mayor consistió con 3,206 embarcaciones registradas, de ellas, 1,686

unidades contaban con más de 30 años de antigüedad, equivalente al 52.6% de toda la flota; 1,121 se ubicaron en el rango de 21 a 30 años de antigüedad (Fig. 11)

En otra fase de la pesca, se tiene la **industrialización de los productos pesqueros**. A partir de los volúmenes de captura y cosecha, en peso vivo acumulado, en ambos períodos, los volúmenes desembarcados fueron de 12'194,453 tons. y 13'375,978 tons.; el incremento fue del orden 1'181,525 tons. equivalente a +9.68%. Las pérdidas consistieron en 1'430,392 tons y de 2'271,463 tons; el aprovechamiento fue del 89.5% y de 88.8%. De cada kilogramo capturado y cosechado, se obtuvieron 805 grs y 888 grs, respectivamente. De éste hecho se puede interpretar que las tecnologías de post-captura, manejo a bordo, conservación, desembarco, y transporte no mostraron mejoría, los desperdicios por selección y manejo del producto resultan importantes por los volúmenes descartados.

De los volúmenes de producto desembarcado, se destinaron a la planta industrial para su procesamiento un total de 6'716,420 tons. y 9'624,127 tons; el incremento consistió en 2'907,707 tons correspondiente a un + 43.29%. En cada caso, se destinaron el 46.2% y el 61.9%. Las diferencias en estas cifras, se interpreta como el producto que ingresó al mercado para el consumo humano directo fresco y enhielado; se estima que los volúmenes fueron del orden de 5'478,033 tons. y 3'751,851 tons. toda vez que se destinó mayor volumen de productos para su industrialización y menor volumen para el consumo sin procesamiento y al consumo humano directo, entre ambos períodos.

Indicadores del desempeño pesquero y acuícola nacional

Fig. 8. PRODUCCION PESQUERA POR PESQUERIA 1990 - 2009 (miles tons)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Nacional	1447.143	1453.276	1246.425	1191.600	1260.019	1404.384	1530.023	1570.586	1233.292	1286.107
Sardina	435.653	450.358	252.211	194.890	269.252	371.729	430.504	461.712	346.683	354.640
Camarón	60.310	62.833	66.215	74.361	76.324	85.901	78.879	88.489	90.335	95.611
Atún	134.488	129.921	131.947	120.795	128.392	146.774	147.857	168.373	138.137	147.261
Mojarra	93.371	85.952	89.286	92.981	92.891	90.972	94.279	91.944	77.671	72.811
Calamar	6.366	8.848	3.615	290	6.352	39.726	108.079	121.016	26.682	58.076
Ostión	52.582	38.721	32.151	25.847	36.699	31.892	39.956	42.969	34.762	41.757
Carpa	27.818	28.353	28.393	25.173	23.726	27.506	33.171	29.243	31.450	29.844
Almeja	39.280	30.091	12.710	12.406	15.934	9.740	24.226	8.475	8.943	8.314
Pulpo	16.388	16.818	17.135	16.995	17.801	19.835	29.829	18.720	17.233	20.175
Jaiba	13.675	11.054	11.301	13.783	15.980	21.052	27.338	24.485	19.423	19.220
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nacional	1402.938	1520.938	1554.452	1564.996	1483.220	1458.197	1531.524	1617.664	1745.424	1768.088
Sardina	489.026	611.917	625.149	574.733	488.837	521.592	607.110	685.743	815.520	872.640
Camarón	95.077	105.523	100.486	123.905	125.576	158.266	177.377	184.695	196.289	196.456
Atún	120.655	142.649	162.319	189.270	141.877	156.231	110.298	139.065	127.974	129.420
Calamar	56.238	73.833	115.954	97.453	87.337	53.486	65.729	57.694	84.480	57.847
Mojarra	77.271	74.031	65.826	67.180	73.919	74.184	74.246	85.072	74.874	77.009
Ostión	51.539	52.799	51.339	50.219	48.293	46.108	46.762	50.264	44.452	42.250
Carpa	31.871	30.286	28.126	28.060	27.978	26.609	26.682	25.972	28.017	26.659
Jaiba	20.582	18.495	15.960	16.976	19.273	20.460	24.133	26.127	28.064	20.605
Pulpo	23.346	21.433	16.693	16.757	25.441	10.677	27.153	19.733	12.521	25.680
Almeja	14.535	9.236	14.824	13.007	19.991	25.342	27.930	24.617	28.276	17.448

Fig.9. PRODUCCION PESQUERA NACIONAL L EN PESO VIVO. PRINCIPALES ESPECIES, 2010 (tons)

Especie	Producción	Pacífico	Golfo	Interior
1 Sardina	275.187	275.137	0.05	
2 Camarón	167.015	139.131	27.885	
3 Atún	117.445	116.195	1.250	
4 Mojarra	81.250	42.555	28.391	10.303
5 Calamar	66.490	66.470	0	
6 Ostión	50.715	5.135	45.581	
7 Carpa	30.241	5.725	5.979	18.535
8 Almeja	27.900	25.532	2.369	
9 Pulpo	23.167	1.183	21.985	
10 Jaiba	22.817	11.182	11.635	
11 Tburón	21.612	19.245	2.367	
12 Jurel	18.875	7.598	11.287	
13 Sierra	17.950	10.659	7.292	
14 Mero	11.099	0.43	10.669	
15 Cornina	10.849	9.183	1.666	
16 Berrugata	9.226	9.091	0.135	
17 Trucha	9.212	0.493	2.375	6.343
18 Lisa	9.079	4.423	4.656	
19 Barrilete	9.007	9.000	0.007	
20 Caracol	8.686	3.659	5.021	0.007
21 Robalo	8.476	1.532	6.944	
22 Guachinango	8.175	4.603	3.572	
23 Cazón	8.162	5.481	2.681	
24 Raya	7.887	5.074	2.813	
25 Cabrilla	7.763	7.704	0.059	
TOTAL NACIONAL	1.619.982	1.296.582	284.658	38.742

Especie	Producción	Pacífico	Golfo	Interior
26 Bandera	7.644	2.960	4.684	
27 Macarela	6.239	6.235	5	
28 Pargo	5.894	4.047	1.846	
29 Bagre	5.466	2.537	1.917	1.012
30 Lebrancha	4.794	254	4.540	
31 Peto	4.614	1	4.613	
32 Bonito	4.348	2.707	1.640	
33 Charal	3.552	1.613	1.174	764
34 Lengüedo	3.458	3.354	104	
35 Erizo	3.372	3.372	0	
36 Anchoveta	3.338	2.981	357	
37 Langosta	3.260	2.353	907	
38 Rubio	3.129	0	3.129	
39 Langostino	2.803	591	2.199	13
40 Ronco	2.726	1.328	1.399	
41 Pepino mar	2.614	334	2.280	
42 Cirilla	2.028	125	1.093	
43 Rubia	1.970	28	1.944	
44 Esmedregal	1.575	51	1.525	
45 Pierna	1.509	1.495	15	
46 Lobina	1.367	681	133	553
47 Baqueta	1.055	992	62	
48 Pamapano	1.055	552	503	
49 Besugo	977	1	976	
50 Abuñ	778	778	0	
Sardina Indus	354.624	354.623	0	
Anchoveta FAC	12.820	11.563	1.258	
Uso Industrial	7.026	6.497	0345	

Indicadores del desempeño pesquero y acuícola nacional

Fig. 10. REGISTRO NACIONAL EMBARCACIONES 1990 - 2009 (unidades)										
Total/ Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
MAYORES	3166	3216	3208	3226	3406	3262	3336	2979	2988	2988
Camarón	2285	2291	2289	2319	2386	2235	2260	1971	1971	1971
Túridos	85	81	77	86	92	96	103	100	109	109
Sardina	101	101	97	98	94	81	77	69	69	69
Escama	695	743	745	723	834	850	896	839	839	839
Total/ Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAYORES	3566	3618	3627	3634	3642	3494	3433	3398	3398	3300
Camarón	2383	2407	2412	2409	2411	2263	2157	2122	2122	2025
Túridos	123	132	132	131	134	134	137	137	137	137
Sardina	87	89	91	96	94	94	104	104	104	104
Escama	973	990	992	998	1003	1003	1035	1035	1035	1034
Registro	Máximo			Mínimo						

FIG. 11. FLOTA MAYOR. ANTIGÜEDAD, 2010

Edad	Total	0 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 30	mas de 30
Camaroneras	1932	5	32	184	593	1118
Atuneras	137	2	6	11	118	137
Sardina / Anchoveta	104	1	0	9	0	61
Escamera	1033	2	11	240	410	370
Suma	3206	10	49	444	1121	1686

El resultado arrojado consiste en que de cada kilogramo desembarcado ingresaron a planta 462 grs y 619 grs. Sin duda, con el cambio en las tendencias, se obtienen otros beneficios al dar mayor valor agregado, generar empleo, ampliar la distribución, generar nuevas presentaciones, incrementar oferta, crear nuevos mercados, mejorar la calidad de los productos pesqueros, ampliar la vida de anaquel, incidir en el aumento del consumo, desarrollar la industria conexas y de servicios, entre otros.

Derivado del **proceso de industrialización**, la materia obtenida, consistió en 3'130, 082 tons. y 4'755,290 tons. el incremento fue de 1'625,208 tons. equivalente a + 51.92%. En términos de los rendimientos obtenidos en la planta industrial, para cada período fue del 46.60% y 49.41%. Con ello, en el proceso industrial se generaron 3' 586,338 tons. y 4' 868,837 tons. de subproductos y desperdicios.

De ahí deriva que de cada kilogramo de producto que ingresó a proceso industrial se obtuvieron como producto terminado 466 grs y 494 grs. para cada período. A este nivel se observa que prácticamente la optimización de procesos no cambiaron significativamente, de tal suerte que las mejoras tecnológicas no dieron lugar a aumentar la oferta de productos elaborados (**Fig.12**).

Los procesos de industrialización, que comprenden la elaboración de productos congelados enlatados reducción y otros procesos como ahumados seco salados y en salmuera; presentan diferente impacto e importancia por su volumen en la participación de la obtención de producto procesados por la planta industrial nacional.

En primer término, se ubica la Reducción que consiste en la obtención de harinas y aceites de pescado. El volumen de materia prima pasó de 2'778,685 tons a 4'075,772 tons; el incremento fue de 1'297,087 tons. equivalente a +46.67%. A partir de ellas, se obtuvieron 608,142 tons y 894,848 tons.; en este caso, el incremento fue de 286,706 tons. correspondiente a un +47.14%. Los rendimientos pasaron del 21.8% al 21.9%; esto es por cada kilogramo ingresado a procesamiento, se obtuvieron 218 grs y 219 grs. Independiente del incremento de los volúmenes entre ambos períodos, los rendimientos prácticamente se mantuvieron sin cambio, debido entre otros, a la falta de aplicación de nuevas tecnologías que propiciaran reducir las pérdidas de producto y mejorar su aprovechamiento. En todos los procesos de la planta industrial nacional en la reducción es donde se presentan las mayores pérdidas de productos pesqueros.

En orden de importancia por los volúmenes procesados, se ubican las líneas de los Congelados. Estos pasaron de 2'172,993 tons a 3'156,447 tons. el incremento fue de las 983,454 tons. equivalente a un +45.26%. El producto obtenido fue de 1'552,067 y 2'578,745 tons.; el aumento consistió en 1'026,678 tons. consistente en un +66.15%. Los rendimientos pasaron del 71.4% al 81.7%. De ahí que de cada kilogramo que ingresó a estos procesamientos fueron de 714 grs y 817 grs; con ello, se registra no solo un aumento en el aprovechamiento de producto para su presentación bajo líneas de congelación, sino un incremento importante en los rendimientos y la reducción de las pérdidas; debido a la aplicación de nuevas tecnologías y el control del procesamiento industrial.

Los Enlatados y sus diferentes líneas y presentaciones, pasaron de 1'697,613 tons a 2'096,502 tons.; el aumento fue de 398,889 tons. equivalente a +23.5%. Como producto terminado se obtuvieron 947,931 tons y 1'170,368 tons. la variación fue de 222,437 tons, consistente a +23.46%. En tanto que los rendimientos en ambos períodos, fue del 55.8%. De ahí que de cada kilogramo que ingresó a planta para enlatado permitió obtener 558 grs. Prácticamente entre ambos períodos bajo estos procesos no se registran cambios tecnológicos que impactaran cambios en el aprovechamiento, la reducción de pérdidas y la diversificación de productos y presentaciones en base a los volúmenes de pérdidas.

En cuanto a los procesos de Salados y Ahumados, las cantidades pasaron de 67,119 tons. a 70,669 tons, la diferencia fue de 3,500 tons, correspondiente a un incremento de +5.21%. Los volúmenes obtenidos pasaron de 21,942 tons a 31,609 tons; con ello el incremento fue del orden de 9,667 tons equivalente al + 44.05%. Los rendimientos obtenidos fueron del 32.7% y del 44.7%, respectivamente; de ello derivó que de cada kilogramo procesado se obtuvieran 327 grs y 447 grs. Aquí se dió una selección de los procesos de mayor atracción en el mercado y su consumo con mejores rendimientos. (Fig. 13)

La **Balanza Comercial** Nacional de productos pesqueros, en términos de volumen, entre ambos períodos, arrojó que las Importaciones pasaron 236,966 tons a 978,991 tons; con ello se registró un incremento de 742,025 tons, consistente en +313.13%. Por su parte los volúmenes de las Exportaciones pasaron de 1'200,164 tons a 1'573,757 tons; el incremento

fue de 373,593 tons. correspondiente a +31.13%. El comportamiento en ambos renglones tuvo un impacto desfavorable al país en cuanto al saldo comercial y la oferta de productos pesqueros para el consumo local. No obstante, el saldo en volumen acumulado en ambos decenios resultó favorable. Entre ambos períodos, los volúmenes pasaron de 963,218 tons a 536,992; lo que arrojó un decremento de 426,226 tons correspondiente a un decremento de -44.25%. Se destaca también que en el decenio de 2000 - 2009, por primera vez el sector pesquero nacional fue deficitario en 3 años consecutivos en el saldo. (Fig. 14)

Los **Consumos Nacionales Aparentes** acumulados, que resultan de la ecuación de al volumen desembarcado, menos las importaciones, más las importaciones, arrojaron que este pasó de 12'237,245 tons a 13'142,164 tons; con ello, el incremento, entre períodos consistió en 904,919 tons. representando así un aumento de +7.39%.

El Consumo Nacional Aparente acumulado, integrado por el Consumo Humano Directo (Conjunto de especies pesqueras, en diversas presentaciones, que se destinan exclusivamente a la alimentación humana); y el Consumo Humano Indirecto (Grupo de especies pesqueras, que se destinan a elaborar harina de pescado, con la cual se fabrican alimentos balanceados para otros usos). Ellos arrojaron que el primero, pasó de 8'556,972 tons a 9'457,963 tons.; el incremento fue de 900,991 tons. esto es, se dió un aumento del +10.53%. De ahí, al Consumo Humano Directo, se destinaron el 69.92% y el 71.96%, respectivamente entre ambos períodos. Por su parte, al Consumo Humano Indirecto, se destinaron 3'680,273 tons. y 3'684,201 tons; esto es el 30.2% y el 28.1%. (Fig.15)

Indicadores del desempeño pesquero y acuícola nacional

Fig. 13. INDUSTRIALIZACION. PROCESOS DE TRANSFORMACION (miles tons)

Total /Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	SUMA	%
CONGELADO												
Materia Prima	183.897	177.645	178.664	202.570	195.207	240.154	292.129	254.861	224.332	223.734	2172.993	100
Producto Obtenido	125.071	123.952	123.302	134.070	133.549	164.317	204.274	203.768	189.652	170.112	1552.067	71.4
ENLATADO												
Materia Prima	141.750	188.673	179.907	165.921	157.285	142.602	169.125	200.237	164.210	187.903	1697.613	100
Producto Obtenido	69.131	97.144	97.168	87.888	86.680	78.737	97.601	120.647	100.060	112.875	947.931	55.8
REDUCCION												
Materia Prima	297.523	351.050	219.797	179.967	235.888	340.111	362.710	301.467	237.010	253.162	2778.685	100
Producto Obtenido	84.193	75.706	48.139	38.225	50.981	71.915	78.048	73.971	51.962	55.002	608.142	21.8
OTROS												
Materia Prima	9.970	7.983	6.176	7.124	5.172	5.587	6.487	6.417	5.919	6.284	67.119	100
Producto Obtenido	2.229	1.877	1.764	1.803	1.776	1.790	1.880	2.908	2.900	3.015	21.942	32.7
Total/ Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	SUMA	%
CONGELADO												
Materia Prima	247.903	257.396	273.091	265.585	321.254	317.961	339.794	352.722	383.349	397.392	3156.447	100
Producto Obtenido	190.809	198.052	210.008	201.181	268.060	269.244	287.731	296.752	320.78	336.128	2578.745	81.7
ENLATADO												
Materia Prima	182.509	187.158	240.464	204.508	224.028	203.607	217.588	196.407	216.188	224.045	2096.502	100
Producto Obtenido	106.057	111.791	147.083	124.731	119.451	110.523	118.112	102.174	112.892	117.554	1170.368	55.8
REDUCCION												
Materia Prima	342.180	448.554	433.392	252.523	395.155	374.429	400.139	418.273	491.485	519.642	4075.772	100
Producto Obtenido	73.534	94.114	91.903	64.564	88.587	76.647	81.910	95.141	111.660	118.788	894.848	21.9
OTROS												
Materia Prima	6.798	6.945	6.892	6.587	9.408	7.925	8.469	7.500	7.373	2.772	70.669	100
Producto Obtenido	3.357	3.255	2.911	2.789	2.666	3.880	4.147	2.833	2.772	2.999	31.609	44.7

Fig. 14. BALANZA COMERCIAL VOLUMEN (miles tons)

Total /Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Suma
Importación	17.081	16.217	15.103	29.091	34.485	14.711	16.088	21.716	37.869	34.605	236.966
Exportación	100.004	94.306	53.946	64.261	54.496	138.158	215.735	189.926	141.579	147.753	1200.164
Saldo	82.923	78.089	38.843	35.170	20.011	123.447	199.667	168.210	103.710	113.148	963.218
Total /Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Suma
Importación	40.865	51.316	59.884	78.031	114.390	112.053	158.434	138.409	162.394	63.215	978.991
Exportación	160.234	150.350	153.557	160.537	148.494	109.870	120.200	118.869	247.571	204.075	1573.757
Saldo	119.369	99.034	93.673	82.506	34.104	2.183	38.234	19.540	85.177	140.860	536.992

Fig. 15. CONSUMO NACIONAL APARENTE. HUMANO DIRECTO, INDIRECTO (miles tons)

Total/Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Suma
Consumo Aparente	1303.316	1295.180	1219.116	1410.767	1396.505	1171.397	1081.562	1227.919	1031.493	1109.820	12237.245
Consumo Directo	878.604	856.043	856.167	865.349	917.532	842.311	849.945	904.681	792.916	793.424	8556.972
Consumo Indirecto	424.712	439.137	362.949	535.598	478.973	329.086	231.607	323.238	238.577	316.396	3680.273
Total/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Suma
Consumo Aparente	1215.599	1238.636	1214.361	1248.246	1266.629	1319.205	1358.866	1417.290	1484.629	1378.703	13142.164
Consumo Directo	796.069	801.633	874.549	954.594	1057.754	1045.125	994.757	1046.534	1001.034	885.914	9457.963
Consumo Indirecto	419.530	437.003	339.812	293.652	208.875	274.080	364.109	370.756	483.595	492.789	3684.201

Fig. 16. CONSUMO NACIONAL Per Capita (kg) 1990 - 2009

Total/Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Suma
Producción Nacional	961.527	934.132	895.010	900.519	937.543	965.758	1049.592	1072.891	896.626	906.572	9520.170
Importación	17.081	16.217	15.103	29.091	34.485	14.711	16.088	21.716	37.869	34.605	236.966
Exportación	100.004	94.306	53.946	64.261	54.496	138.158	215.735	189.925	141.579	147.753	1200.163
Consumo Aparente	878.604	856.043	856.167	865.349	917.532	842.311	849.945	904.681	792.916	793.424	8556.972
Consumo Per Capita	10.83	10.34	10.16	10.00	10.00	9.08	9.01	9.56	8.2	7.97	
Total/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Suma
Producción Nacional	915.438	900.667	968.222	1037.100	1091.858	1042.942	956.523	1026.994	1035.519	1026.774	10002.037
Importación	40.865	51.316	59.884	78.031	114.390	112.053	158.434	138.409	162.394	63.215	978.991
Exportación	160.234	150.350	153.557	160.537	148.494	109.870	120.200	118.869	247.571	204.075	1573.757
Consumo Aparente	796.069	801.633	874.549	954.594	1057.754	1045.125	994.757	1046.534	1001.034	885.914	9457.963
Consumo Per Capita	8.16	7.87	8.30	9.16	10.15	9.77	9.63	9.63	9.38	8.23	
Volúmen	Máximo			Mínimo							

En otros términos, la determinación del **Consumo Per Cápita**, que resulta de la operación de dividir el consumo nacional aparente entre la población total, reflejó que el Consumo Total Aparente Acumulado pasó entre ambos períodos de los 134.28 Kg a 126.26 Kg. Con ello, se dió una disminución de 8.02 Kgs; lo que representó una disminución del - 5.97%. Por su parte, los productos pesqueros destinados al Consumo Directo Humano per cápita, pasó de 93.73Kg a los 90.28 Kg; la disminución fue del orden de 3.45 kgs, correspondiente a un -3.98%; el Consumo Humano Indirecto, pasó de los 40.55 Kgs a 36.16 Kgs, consistente en un decremento de 4.39 kgs, la disminución fue consistió en - 10.82%. En este caso, los tres conceptos se vieron impactados por los volúmenes de las exportaciones, las importaciones y el incremento poblacional nacionales.

De ello derivó que el Consumo per cápita a pesar de mostrar un incremento, los volúmenes no compensaron el incremento poblacional, situación que repercutió en que se mostrara una tendencia a la baja. Así el máximo nivel de consumo per cápita, se alcanzó en 1990 con 10.83 kgs y el nivel mínimo se registró durante el 2001 con 7.87 kgs. En términos generales, el promedio consumo nacional aparente per cápita entre ambos períodos pasó de 9.5i Kgs a 9.02 Kgs. (Fig. 16)

Entre ambos periodos:

La Producción Pesquera Nacional Acumulada pasó de 13'624 millones a 15'647 millones de tons. La Producción Pesquera Nacional Acumulada, incrementó en un + 17.14%. Las Capturas pasaron de 11'922.7 millones (87.5%)

a 13'312.2 millones (85.1%) de toneladas. La Producción Acuícola pasó de 1'700.106 millones (12.5%) a 2'335.000 millones de toneladas (+14.3%)

El volumen del Peso Vivo incrementó en 2'022.6 millones de tons (+ 14.8%). El volumen de Peso Desembarcado incrementó en 1'708.5 millones de tons (+ 14.1%). La pérdida de producto post-captura, prácticamente se mantuvo constante sin mejorar la eficiencia 1: 0.88. Por cada Kg capturado y cosechado se perdieron 105 grs de producto y 112 grs, respectivamente.

La producción obtenida en el Litoral del Pacífico, pasó de 9'532.6 millones de tons (89.9%) a 12'533.0 millones de tons (80.1%). El incremento fue + 31.4 %. La producción obtenida en el Litoral del Golfo de México y Caribe, pasó de 3'648.5 millones de tons (26,78%) a 2'739.4 millones de tons (17,82%)- El decremento de - 36.5 %. La producción obtenida en Aguas Interiores, paso de 441,7 mil de tons (3,24%) a 324,9 mil de tons (2,07%). El decremento de - 26,4. %

La Producción Pesquera y Acuícola Nacional Acumulada, se concentró en 4 estados del Noroeste de México; contribuyeron con un total de 8'095.284 tons (59.41%) y pasó a 9'978.544 tons (71.34%).

Los mayores incrementos se registraron en Sonora 2'979.963 tons al pasar a 5'578.052 tons (+ 87.18%); Sinaloa, con 1'837.700 tons y 2'643.686 tons (+ 43.85%); Baja California Sur, pasó de un registro de 1'337.751 tons a 1'756.806 tons (+ 31.32%); Mientras que Baja California, disminuyó en 189.61 tons, equivalente al - 13.21% .

El resto de las entidades, alcanzaron una producción de 5'527.876 tons (40.59%) y pasaron a 4'482.07 tons (28.66%), respectivamente. El decremento consistió en 1'045.489 tons, equivalente a un decremento de - 18.9%. Las 28 entidades, contribuyeron con 5'527.576 tons y 5'668.846 el tons respectivamente. De cada Kg capturado y cosechado, en la esfera nacional, en los 4 estados del Noreste, se obtuvieron 594 grs y 713 grs, respectivamente. Mientras que en las 28 entidades se obtuvieron 405 grs y 286 grs

Los mayores registros de producción de las principales pesquerías nacionales, (9) se obtuvieron en el decil 1990 - 1999. En el período 2000 - 2009, se registraron los mayores volúmenes de 3 pesquerías. Sardina, Atún y Camarón. Los menores registros de los volúmenes de 7 pesquerías se presentaron en el decenio 2000 - 2009 y el de 5 pesquerías en en 1990 - 1999.

Las 5 principales pesquerías, contribuyeron con 7'291.753 tons (53.52%); y 10'669.344 tons (68.18%) de la producción pesquera nacional acumulada. El resto de las de pesquerías, contribuyeron con 6'331.107 tons (46,47%) y 4'978.046 tons (31.91%) de la producción pesquera nacional. La Pesquería de Sardina pasó de 3'567.632 tons a 6'292.267 (+ 76.37%); los Atunes de 1393.945 tons a 1'419.758 tons (+ 1.85%); El Camarón de 779,258 tons a 1'463.650 tons (+ 87.83 %); El Calamar de las 668.760 tons a 750.051 tons (+ 12,18%) : Las Mojarras de 882.158 tons a 743.612 tons (- 15,70%).

La Flota Pesquera Nacional está conformada por la Flota Mayor y Embarcaciones Menores. La Flota Mayor pasó de 3166 unidades en 1990 a 2988 durante 1999 y quedar conformada por 3300 embarcaciones en 2009. Los Flota

Camaronera, paso de 2285 unidades (72%); a 1971 (66%) y 3300 (62%). Las Embarcaciones Atuneras pasaron de 85 embarcaciones (3%); a 109 (4%); y 137 (4%). Las Embarcaciones Sardineras de 101 (35); a 69 (2%); y 104 (3%). Las Escameras 695 (22%); a 839 (28%) y 1034 (31)%). La Flota Menor se estabilizó a partir de 1997 con 102,807 embarcaciones. De las 3206 que conforman las Embarcaciones Mayores, 2897 B/P (87.5%) cuentan con mas de 21años de antigüedad. De ellas. 1686 (52.6%) cuentan con más de 30 años de antigüedad

De la Producción Pesquera y Acuícola Nacional, ingresaron a la planta industrial 6'716.420 tons (46.2%); y 9'624.127 tons (+61.9%) para su procesamiento, respectivamente. Se obtuvieron como producto 3'130.082 tons (46.6%); y 4'755.290 tons (49.4%). En el proceso se desperdiciaron 3'586.837 tons y 4'868.837 tons. La pérdida de producto durante el proceso, prácticamente se mantuvo constante sin mejorar la eficiencia significativamente 1:0.46 y 1:0.49. De cada kg de producto que ingresó a planta, se obtuvieron 466 grs y 494 grs de producto procesado, respectivamente. A partir de la Producción Pesquera y Acuícola Acumulada, a los volúmenes de materia obtenida después del proceso industrial, se obtuvo un rendimiento de aprovechamiento de 22.9% y 30.4%. De cada kg de producto vivo capturado y cosechado, se obtuvieron 229 grs y 304 grs de producto procesado, respectivamente.

El Aprovechamiento y los Rendimientos obtenidos a partir del volumen en Peso Vivo a Desembarcado, el destinado a Transformación y Producto transformado y Terminado consistieron en 1: 0.085:0.462:22.9 y para el segundo período 1:0.888:0.619:0.303.

Se estima que entre el volumen de Peso Desembarcado y el que dejó de ingresar a procesamiento se destinó para consumo en fresco, consistió en 5'478.033 tons y 3'751.851 tons (-1'726.182 tons) equivalente a una disminución del orden de -31.55%. Entre los volúmenes acumulados de Materia Prima Ingresada a transformación y la Materia Obtenida:

La materia prima para su Congelación, pasó de 2'172.993 tons a 3'156.447 tons, con ello, se obtuvo un incremento de 983.454 tons (+ 45.25%). La materia obtenida, pasó de 1'552.667 tons a 2'578.745. tons. el incremento fue de 1'026.078 tons (+ 66.08%). Los rendimientos fueron de 1:0.714 y 1:0.816, respectivamente. De cada kg ingresado de obtuvieron 714 grs de producto terminado y 816 grs respectivamente. La materia prima para su Enlatado, pasó de 1'697.613 tons a 2'096.502 tons, con ello, se obtuvo un incremento de 398.889 tons (+ 23.49%). La materia obtenida, pasó de 947.931 tons a 1'170.358. tons. el incremento fue de 222.427 tons (+ 23.46%). Los rendimientos consistieron en 1:0.558 y de 1:0.558. De cada kg ingresado en ambos periodos se obtuvieron 558 grs de producto terminado. La materia prima para su Reducción, pasó de 2'778.685 tons a 4'075.772 tons, con ello, se obtuvo un incremento de 1'297.087 (+ 46.67%). La materia obtenida, pasó de 608.142 tons a 894.848 tons. el incremento fue de 286.706tons (+ 46.98%). Los rendimientos consistieron en 1:0.218 y de 1:0.219. De cada kg ingresado se obtuvieron 218 grs de producto terminado y 219 grs respectivamente. La materia prima para Otros Procesos, pasó de 67.119 tons a 70,669 tons, con ello, se obtuvo un incremento de 3.55 tons (+ 5.28%). La materia obtenida, pasó de 21.942

tons a 31.609 tons, el incremento consistió en 9.667 tons (+ 44.05%). Los rendimientos 1:0.326 y 1: 0.447. De cada kg ingresado, se obtuvieron 326 grs de producto terminado y 447 grs respectivamente. La mayor proporción de productos pesqueros (43%) de toda materia Prima ingresada a transformación, continuó destinándose a su Reducción; Este último proceso incremento (1%); Los Congelados, mostraron una ligera tendencia incremental (2%); Los destinado al Enlatado tuvieron una tendencia a la baja (-3%); mientras que, para la elaboración de Otros Procesos, prácticamente no mostraron cambios

Lo volúmenes de las Importaciones pasaron de 236.966 tons a 978.991 tons. Las importaciones consistieron en 742.025 tons; Equivalente a un incremento del orden del 313.1%. Las Exportaciones, pasaron de 1'200.164 tons a 1'573.757 tons. Se exportaron en total 373.593 tons equivalente a un incremento de +31,12% . El Saldo paso de 963.218 tons a 536.992, arrojando un decremento en 426.226 tons equivalente al - 44.25%. Por primera vez, durante 2005, 2006 y 2007 el saldo fue negativo. El saldo en volumen acumulado, en ambos casos resultó favorable a nuestro país

El Consumo Nacional Aparente Acumulado, pasó de 8'556.942 tons a 9'457.563 tons. El volumen se incrementó en 900.991 tons, equivalente a + 10.5%. El Consumo *Per Cápita*, pasó de 9.51 Kg a 9.02 Kg, equivalente a un decremento del orden del - 5.15%.

El máximo nivel de consumo *per cápita*, se alcanzó en 1990 con 10.83 Kg; Mientras que el nivel mínimo se registró en 2001 con 7.87 Kg. El Consumo Humano Directo Acumulado, en términos de volumen, pasó de 8'556.972 tons a 9'457.963 tons

El incremento fue de 900.991 tons equivalente a +10.52%. A partir del Consumo Nacional Aparente, para el Consumo Humano Directo se destinaron el 69.9%; de la Producción: Mientras en el segundo período se destinó el 71.9%. El Consumo Humano Indirecto Acumulado, en términos de volumen pasó de 3'680.273 tons a 3'684.201 tons. El incremento fue de 3.928 tons equivalente a + 0.10%. A partir del Consumo Nacional Aparente, para el Consumo Humano Indirecto se destinaron el 30.1%; de la Producción; Mientras que en el segundo período se destinó el 28.1%

En términos de Consumo Directo Per Cápita, pasó de 9.37 Kg a 9.03 Kg, reflejando un decremento del orden de - 0.34%. En términos del Consumo Indirecto Per Cápita, pasó de 4.05% Kg a 3.61% Kg, reflejando un decremento del orden de - 0.44%. En términos del Consumo Directo Total Per Cápita, pasó de 9.37 Kg a 9.03 Kg, reflejando un decremento del orden de - 0.34%

El Consumo Total Acumulado Per Cápita pasó de 13.42 Kg a 12.62 Kg. Con ello se presentó un decremento del orden de - 0.8%. En todos los casos del Consumo Humano, entre ambos períodos se dio una tendencia a la baja.

7. COMENTARIOS Y PROPUESTAS:

El Sector Pesquero y Acuícola, debe implementar nuevas políticas y estrategias tendientes a consolidar y ampliar la producción pesquera y acuícola, atendiendo la vulnerabilidad y alcance de su sustentabilidad en toda la cadena productiva, de valor hasta el consumo.

Recuperar la vocación natural pesquera y acuícola nacional, regional y local .

La Investigación, el desarrollo e Innovación tecnológica deben vincularse para reducir las pérdidas post - captura y lograr mayores rendimientos y eficiencia.

Promover la diversificación de las capturas en los mares y aguas interiores mexicanas, mediante la recuperación de las áreas potenciales y de recursos. Golfo de México y Mar Caribe, Aguas Interiores, Acuicultura y Aguas de Media Profundidad.

Ampliar el equipamiento e infraestructura pesquera de los estados con litoral para aumentar la productividad y producción de las lagunas costeras y desembocaduras de ríos.

Impulsar la conclusión y difusión los planes de manejo de pesca y acuicultura comprendidos en las Áreas Naturales Protegidas y de los recursos bajo protección.

Diseñar y aplicar el programa de conservación, mantenimiento y renovación de la flota mayor, su equipamiento: maquinaria, refrigeración, artes de pesca, electrónico, navegación y seguridad.

Implementar medidas de política e instrumentos para elevar los rendimientos, eficiencia de la planta industrial y sus procesos.

Desarrollar nuevas tecnologías aplicables a la diversificación de productos y presentaciones accesibles y bajo costo .

Promover la celebración de reuniones de actualización y revisión, sobre los tratados internacionales de libre comercio en materia pesquera celebrados con las naciones, para lograr mayores ventajas para el país en términos de tecnologías exportación e importación.

Vincular al Sector Pesquero y Acuícola con el combate a la pobreza y la generación de más alimento.

Implementar medidas para mejorar el acopio de datos estadísticos, la transparencia y difusión.

Elaborar la Carta Nacional de Infraestructura Pesquera y Acuícola.

7. BIBLIOGRAFIA:

Armijo, M. (2009); Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público; ILPES/CEPAL; 103 pp.; Santiago de Chile

Arredondo A; (1985). La pesca en las culturas prehispánicas de Mesoamérica. Rev. Swiat. Vol. 6 (111): 17-1 9. Wroclaw. Polonia.

Arredondo A (1985a). Administración de los recursos pesqueros Arenque y Bacalao de los Mares Europeos y de los recursos pesqueros Mexicanos. Facultad de Pesquerías y Tecnología de Alimentos Marinos. Academia de Agricultura Szczecin, Polonia. (tesis doctoral)

Arredondo A. (2001); (ed.) et al. Informe Consulta Nacional del Sector Pesquero;

Comisión de Pesca. Cámara de Diputados; México, D.F. 153 pp.

Arredondo A. (2006). et al; Glosario de Términos Relacionados; con la Pesca; CDRSSA/Comisión de Pesca; Cámara de Diputados; México, D.F. pp. 538.

Arredondo A.(2008). Tesoro en Mar Abierto; Rev. Exámen. CENPRI; No 160/ Año/XIX/ Junio 2008; pp 62-63

Arredondo A (2011); Problemática Pesca y Acuicultura en México; Comisión Desarrollo Rural. LXI Legislatura. Senado; (03/jun/2011) 1-16 pp.; México

Arredondo A (2013) et al; Compendio de Leyes Federales Ambientales. (En Prensa)

CDDHCU (2013). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

Cifuentes L. et al (1986). El Océano y sus Recursos. III. Las Ciencias del Mar. Oceanografía Física, Matemáticas e Ingeniería; Fondo de Cultura Económica; 157 pp.; México

CONAPESCA (2009); http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_reglamentos

CONAPESCA (2012); Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2010; SAGARPA / CONAPESCA; México

CONAPESCA (2013); Normas Oficiales Mexicanas Pesqueras y Acuícolas; http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_cuadro_de_noms/_rid/8739?pag

Córdova A; et al (2006); Ordenamiento Ecológico Marino; 11-17, 107-112 y 125-pp; INE; México

D.O.F. (1986); Ley Federal del Mar; 08/Ene/1986

D.O.F. (2008); Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, D.O.F 15/08/2008

D.O.F. (2012); Ley de Planeación; D.O.F. 15/04/2012

D.O.F. (2004); Reglamento de la Ley de Pesca; 28/Ene/2004

D.O.F. (2012) ACUERDO por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. 24/08/12.

D.O.F. (2011) ACUERDO por el que se da a conocer la Carta Nacional Acuícola. 31/01/2011

D.O.F. (2013); ACUERDO mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola; 09/sep/2013

FAO (1995); Código de Conducta para la Pesca Responsable. <http://www.fao.org/docrep/005/V9878S/V9878S00.HTM>

FAO (2008) Anuario 2008; Anuario Estadísticas de Pesca y Acuicultura 2010; Roma; 100 pp.

FAO (2009); Fishery and Aquaculture Statistics. Rome Italy

FAO. (2010). Review of the state of world fishery resources; Rome Italy

FAO (2011) Informe de Pesca y Acuicultura COPACO: No 987 SLC/FIRF/R987 (Tri)

FAO (2012) The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA); Rome, Italy; www.fao.org/fishery/sofia/en

FAO (2012a); The State of World Fisheries and Aquaculture 2012; 207 pp: Rome Italy

FAO (2012b) Informe de Pesca y Acuicultura No 987; SLC/FIRF/R987 (Tri); 2012; pp. 27-30

FAO (2012c) World review of fisheries and Aquaculture; Roma Italia; 207 pp.

FAO (2013); FAO Statistical Yearbook 2013. World Food and Agriculture; pp. 146-149 y 195 - 199. Rome Italy

González, M. (1982) Marco Jurídico-Administrativo de la Secretaría de Pesca; <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/2/910/15.pdf>

Guzmán del Proo S.A. (2012); Origen y remembranza histórica del Instituto Nacional de Pesca, Ciencia Pesquera (2012) 20(2): 3-7

Heath. J. (2012); Lo que indican los Indicadores; INEGI; pp. 1-19; Aguascalientes; México

INAPESCA (2013). Antecedentes históricos del INP. <http://www.inapesca.gob.mx/portal/conoce-al-inapesca/historia>

INEGI (2003); Historia del Sistema de Cuentas Nacionales de México 1938-2000: pp. 3-19; Aguascalientes; México

ONU (1994). Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar; pp. 223. http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar.es.pdf

Pedraza, G (2013); 180 Aniversario de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Benemérita Institución. http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=661882

Rosete V. (2006); Semblanza histórica del ordenamiento ecológico territorial en México; INE; pp. 57; México

SAGARPA (2002); Anuario Estadístico de Pesca 2000; SAGARPA: México

SAGARPA (2009); Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura (2009-2030); 16 pp.; México

SEMARNAT (2010); Derecho del Mar; Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas [http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/Derecho del Mar.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/Derecho%20del%20Mar.aspx)

SEPESCA (1992). Anuario Estadístico de Pesca 1990; SEPESCA; México

Sobrazo A,(1999); Los Espacios Marítimos y el Derecho del Mar; In: Los Espacios Marítimos y su Delimitación; Secretaría de Energía; México D.F. pp. 23-134

OLDEPESCA (2005); Estudio sobre la contribución y potencialidad de los productos pesqueros a la alimentación en América Latina

y el Caribe; pp. 21; Lima, Perú



Los modelos sigmoidales y su impacto en la educación pesquera

José Trinidad Ulloa Ibarra¹, Jorge Armando Rodríguez Carrillo², Jaime L. Arrieta Vera³

Recibido: 02 de febrero de 2017

Aceptado: 25 de mayo de 2017

Resumen.

Actualmente la demanda de profesionales de la pesca (biólogos, biólogos marinos, ingenieros pesqueros, ingenieros en acuicultura) que puedan plantear modelos matemáticos que representen los procesos biológicos y productivos se está incrementando de forma muy marcada. En la región noroeste de México esto se ha potenciado con la creación de granjas de camarón y de algunas especies de pescado, por lo que la preparación de los futuros profesionales de la pesca requiere de una preparación adecuada en esta y otras áreas. En la unidad académica de ingeniería pesquera y en los otros programas que conforman el área biológico - agropecuario - pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit se presenta otra problemática que consiste en la búsqueda de nuevas formas en la enseñanza de la modelación, debido a que no tienen los antecedentes matemáticos necesarios para establecer los modelos propios de su campo y muchas veces existe poca motivación al creer que las matemáticas están desvinculadas de sus intereses profesionales. A partir de la reforma educativa en el año 2003 y con los antecedentes mencionado se inició un proyecto de investigación el que está vinculado a otros proyectos y el uso de software en especial el de uso libre para propiciar una cultura del uso de la Modelación Matemática.

Palabras clave: Modelos, sigmoidal, ingeniería, pesquera

Abstract

Currently, the demand of fishery professionals (biologists, marine biologists, fishery engineers, aquaculture engineers) who can propose mathematical models that represent the biological and productive processes is increasing in a very marked way. In the northwest region of Mexico this has been boosted by the creation of shrimp farms and some fish species, so that the preparation of future fishery professionals requires adequate preparation in this and other areas. In the academic unit of fisheries engineering and in the other programs that make up the biological - agricultural - fishery area of the Autonomous University of Nayarit, another problem arises that is the search for new forms in the teaching of modeling. Have the mathematical background necessary to establish the models of their own field and often there is little motivation to believe that mathematics are disconnected from their professional interests. From the educational reform in 2003 and with the afore mentioned antecedents a research project was started which is linked to other projects and the use of software, especially the one of free use, to foster a culture of the use of Mathematical Modeling.

Key words: Models, sigmoidal, engineering, fishing

Introducción.

Hoy en día las instituciones de nivel superior de áreas relacionadas con la pesca y la biología deben tener como principal propósito formar profesionales competitivos a nivel nacional e internacional, con sólidos conocimientos en ciencias básicas, con énfasis en áreas de investigación de actualidad en las ciencias biológicas y excelente nivel académico.

1 Universidad Autónoma de Nayarit

2 CetMar No. 34

3 Universidad Autónoma de Guerrero

En esto la matemática ocupa un lugar muy especial debido al papel que ocupa en el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto, por lo que se hace necesario incluir investigaciones de la matemática vinculada con la modelación, el cálculo diferencial e integral, las ecuaciones diferenciales, el desarrollo de algoritmos de cálculo, la utilización de software especializado y de uso general, para lograr una mayor eficiencia no solo en el campo profesional sino también en la investigación, lo que ayuda a elevar la productividad y a solucionar problemas complejos.

Las matemáticas, que siempre han servido para explicar y comprender el mundo, están siendo aplicadas a infinidad de áreas y cada vez tienen un mayor peso en la economía. Los matemáticos, que tradicionalmente no solían tener mucho contacto con la realidad, forman parte de plantillas de empresas muy diversas.

La Matemática Aplicada en las ciencias agropecuarias y pesqueras permiten brindar criterios y herramientas básicas para manejar e interpretar cada vez mejor la actividad, satisfacer las demandas de nuevas tecnologías para producir en mercados globales altamente competitivos resguardando los recursos naturales y tomar decisiones a mediano y largo plazo en condiciones similares de experimentación (Ortega, 2000).

La biología matemática, por ejemplo, permite estudiar la dinámica de poblaciones, pues hay modelos y ecuaciones diferenciales que explican cómo funcionan. El modelo más sencillo es tener dos especies en un ecosistema (una es depredadora y la otra, presa). Sirve para predecir cómo puede evolucionar y ofrece

información para actuar sobre ese sistema y evitar, por ejemplo, que se produzca la extinción de una de ellas (Lombardero, 2014).

El presente trabajo se encuentra en la línea de investigación que intenta dilucidar acerca de la relación entre las prácticas sociales y la construcción de los conocimientos (Arrieta, 2003), una de las tesis centrales de esta línea sostiene que los conocimientos emergen de las prácticas de las comunidades, que viven ligados a dichas prácticas y, en este sentido, ligados a sus intencionalidades. Es parte del proyecto “Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial: en comunidades de profesionales de la pesca, un estudio socioepistemológico”. La comunidad de estudio, es la conformada por los profesionales de la pesca, en la que se consideran tanto a los biólogos pesqueros como a los ingenieros pesqueros; siendo éstos el punto de partida. Al observar los currículos de las carreras de ingeniería pesquera y las de los biólogos marinos, podemos darnos cuenta que la modelación se estudia en diferentes momentos (Ulloa, Arrieta, 2008), sin embargo, es claro que al igual que en otras comunidades hay una separación de los conocimientos del aula con las prácticas de las comunidades como profesionistas y, por ende, de las intencionalidades, de esta manera ha nacido el mito del conocimiento por el conocimiento, el conocimiento que vale por sí mismo.

El objetivo es mostrar las propuestas desarrolladas y las experiencias alcanzadas en el área biológico agropecuaria pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit al establecerse como parte de la Reforma Educativa de 2003, la unidad de aprendizaje de modelación, en donde los antecedentes con

que cuentan los estudiantes se limitan a un curso de lenguaje y pensamiento matemático, por lo que se hace necesario establecer una correspondencia entre el lenguaje matemático y el biológico, así como abarcar un conjunto de aspectos que recorren un amplio espectro de las Matemáticas desde el Cálculo Diferencial hasta la Matemática Numérica y la Estadística Matemática, lo que permitió establecer vínculos con las diferentes disciplinas del área.

Generalmente los docentes se encuentran con estudiantes que ven a las matemáticas como un mal al que se debe evitar, por lo que la motivación es poca o nula ya que consideran que no existe vinculación de esta disciplina con otras asignaturas ni con sus intereses profesionales, lo que aunado a la falta de bases y dificultades en el aprendizaje de conceptos con un nivel de abstracción medio o alto, hacen de la modelación una tarea ardua en la que deben poner en juego muchos aspectos y sobre todo la investigación.

Para analizar el crecimiento en las ciencias biológicas es necesario recurrir a una serie de conceptos de la matemática, tales como asíntotas, puntos extremos, puntos de inflexión y obviamente a la resolución de ecuaciones diferenciales, lo que en el caso de las escuelas del área resulta imposible, por lo que se necesitan métodos alternativos para dar respuesta a las actividades de modelación.

La investigación que se utiliza en las ciencias del mar sea cual fuere la índole de su especialidad, basada en la observación de fenómenos colectivos o en numerosas observaciones respecto a uno en particular, debe siempre representarse numéricamente para lograr una comprobación experimental.

Esto da, en gran medida, mayor rigor y validez a la mirada de conjunto y a la proposición de las conclusiones. Permite, asimismo, hacer predicciones, sobre todo de aquellos fenómenos cuya variación es tan grande que difícilmente se pueden expresar con rígidas fórmulas matemáticas, como en el caso de los fenómenos biológicos, psicológicos y sociológicos (Cifuentes, Torres & Frías, 1995)

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

En la actualidad la aplicación de las matemáticas en las ciencias del mar ha experimentado un progreso considerable, y muchos de los fenómenos que ocurren en el océano se han podido entender mejor contando con su apoyo. Las matemáticas tienen relación directa con la investigación en la oceanografía física, auxiliándola en estudios de dinámica de las corrientes oceánicas, el comportamiento de las olas en sus índices de amplitud, las mareas, etcétera. Es por ello que el oceanógrafo físico tiene que dominar conocimientos en las siguientes áreas de las matemáticas: álgebra, análisis, cálculo diferencial e integral, análisis de vectores, métodos numéricos y programación de

computadoras, (Cifuentes, et al., 1995).

La comunidad de estudio en este trabajo, es la conformada por los profesionales de la pesca, en la que se consideran tanto a los biólogos pesqueros como a los ingenieros pesqueros; siendo éstos el punto de partida. Al observar los currículos de las carreras de ingeniería pesquera y las de los biólogos marinos, podemos darnos cuenta que la modelación se estudia en diferentes momentos (Ulloa, Arrieta, 2008), sin embargo es claro que al igual que en otras comunidades hay una separación de los conocimientos del aula con las prácticas de las comunidades como profesionistas y, por ende, de las intencionalidades, de esta manera ha nacido el mito del conocimiento por el conocimiento, el conocimiento que vale por sí mismo.

Esto nos lleva a señalar 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.

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

El problema

La modelación es una práctica que se ejerce en diversas comunidades, es una actividad recurrente y les otorga identidad, con base en diferentes estudios consideramos que puede funcionar como un vínculo entre la escuela y su entorno. Para ello investigamos prácticas de modelación de comunidades, en este caso, de profesionales de la pesca. Las prácticas de esta comunidad son prácticas que se encuentran constituidas, y como tal, al igual que otros muchos procesos se realizan de forma casi mecánica o algorítmica, (Ulloa y Arrieta, 2012).

El egresado de licenciaturas del área generalmente no conoce las intencionalidades de la práctica y la apropiación de ellas se hace indispensable para su óptimo desempeño ya que requiere ejercer su trabajo en tiempo y forma, por lo que se encuentra sujeto a presiones de tipo laboral cuando desconoce la forma de realizar la actividad y por otra parte cuando aprende a hacerla, no reflexiona sobre los conocimientos teóricos matemáticos que se encuentran implícitos en su tarea diaria, llegándose entonces a realizar las actividades de manera rutinaria.

Es aquí en donde urge acercar la escuela con las prácticas de la profesión ya que en el aula no existe la presión laboral, si bien pueden darse presiones de tipo académico, deben planearse secuencias de aprendizaje en la que se analicen en forma individual y conjunta las diferentes tareas que realiza un profesionista y utilizar la deconstrucción como base para varios diseños de aprendizaje basados en las prácticas de las comunidades y una vez hechos, ponerlos a

disposición de la comunidad escolar general y también a las comunidades que ejercen esas prácticas.

Las prácticas de modelación exponencial que ejercen los profesionistas de las comunidades de la pesca y la acuicultura no están apegadas en forma estricta a la modelación que se realiza en el aula durante su formación académica. En las licenciaturas los modelos de crecien-

to que más se utilizan son: Malthus, Verhulst y Brody. Estos modelos se ven de manera independiente y no se toman consideraciones que se requieren en la práctica profesional, como lo que se requiere en el caso del crecimiento de microalgas, en los que la gráfica puede considerarse conformada por diferentes etapas y la que se requiere para establecer el momento del desdoblamiento es la fase exponencial.

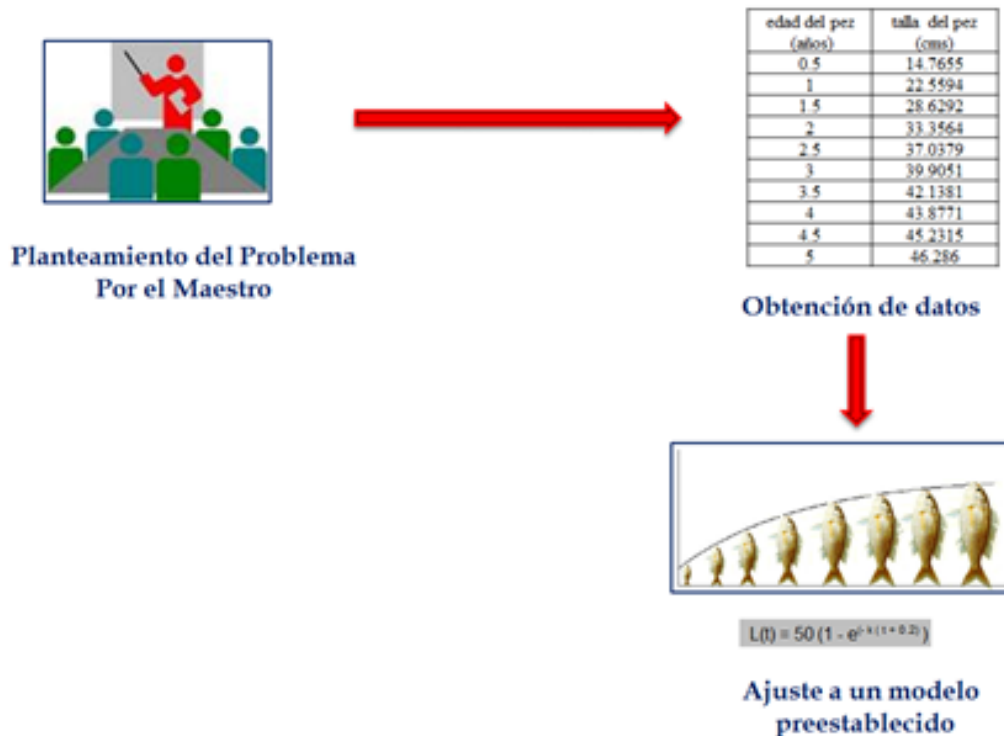


Fig. 1. Práctica de modelación escolar constituida

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.

Desarrollo.

Ejemplo: De observaciones realizadas con merluza del Atlántico (Deli, M. 2012), se desea conocer la dinámica de crecimiento y dar respuesta a la interrogante: ¿cuál es el modelo más apropiado y preciso?

Para el procesamiento y análisis de la problemática es necesario considerar:

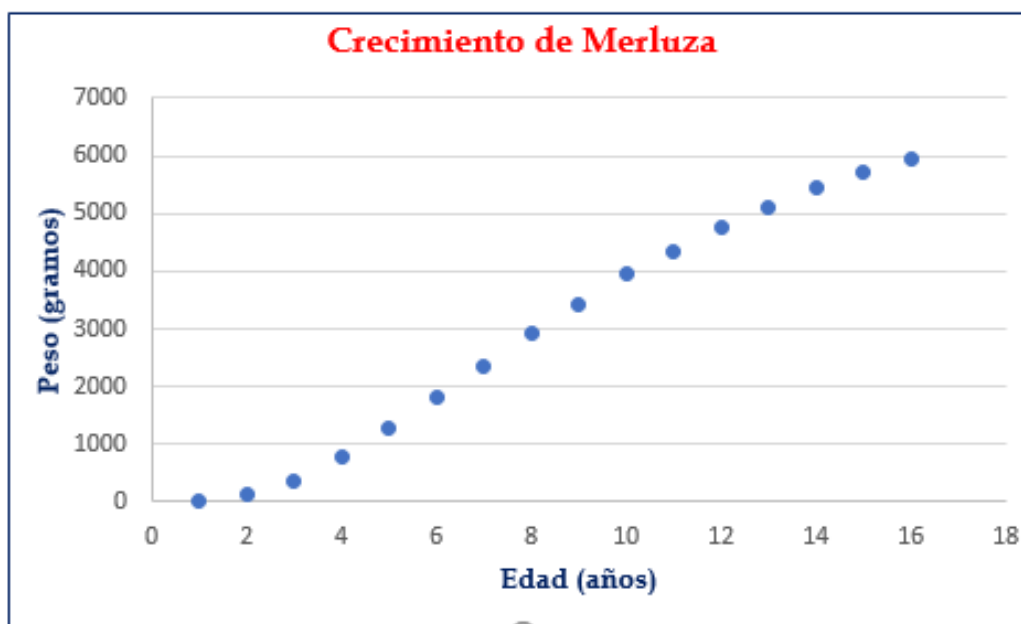
- Graficación de puntos para analizar tendencia de datos
- Selección del tipo de modelo a ajustar
- Ajuste del modelo, con el apoyo de un software apropiado
- Descripción del proceso a partir del modelo obtenido.

Talla de la merluza del Atlántico (*Merluccius merluccius*)

Edad (años)	Peso (x) gr
1	9
2	118
3	380
4	775
5	1262
6	1802
7	2359
8	2909
9	3434
10	3962
11	4346
12	4770
13	5107
14	5444
15	5702
16	5962

Gráficamente, todo crecimiento poblacional se describe, en primera instancia, bajo una función exponencial hasta llegar a un punto donde factores internos y externos afectan el crecimiento provocando en el gráfico un punto llamado de inflexión y posteriormente haciendo el crecimiento más lento hasta lle-

gar a una estabilidad. Es decir, el crecimiento poblacional queda representado por una combinación de un gráfico de una curva exponencial (modelo exponencial) y una curva sigmoidea o en forma de S (Ulloa y Rodríguez, 2013).



La figura 2 muestra la tendencia del crecimiento de la merluza s aves durante 18 años, teniendo asociarse algún modelo sigmoideal,

por lo que para determinar cuál es el que mejor ajusta esos datos se probarán los modelos: Logístico, Gompertz y Brody.

Modelo Logístico

$$y = \frac{K}{1 + A * e^{-Bx}}$$

Modelo de Gompertz

$$y = K * e^{-A * e^{-Bx}}$$

Modelo de Brody

$$y = K(1 - A * e^{-Bx})$$

Modelo de Von Bertalanffy

$$y = K(1 - e^{-A(x-B)})^3$$

Resultados

Una vez determinado el modelo y estimado sus parámetros se comienza la descripción del proceso mediante el uso de software, el cual puede ser un graficador como GeoGebra, o una hoja de cálculo como Excel, o bien algún software específico para modelación,

aunque, en algunos casos se corre el riesgo que su uso requiera de la compra de licencia. Con base en la utilización de Excel y con el método descrito por Ulloa, Benítez y Rodríguez, 2008, se llega a los siguientes modelos en cada caso:

Modelo Logístico
$$y = \frac{5983}{1 + 32.1419e^{-0.416x}}$$

Modelo de Gompertz
$$y = 6699 * e^{-5.47 * e^{-0.234x}}$$

Modelo de Brody
$$y = 27036(1 - 1.0344 * e^{-0.183x})$$

Modelo de Von Bertalanffy
$$y = 7311 * (1 - e^{-0.1723(x-0.281)})^3$$

Los gráficos correspondientes se muestran en las figuras 3, 4, 5 y 6.

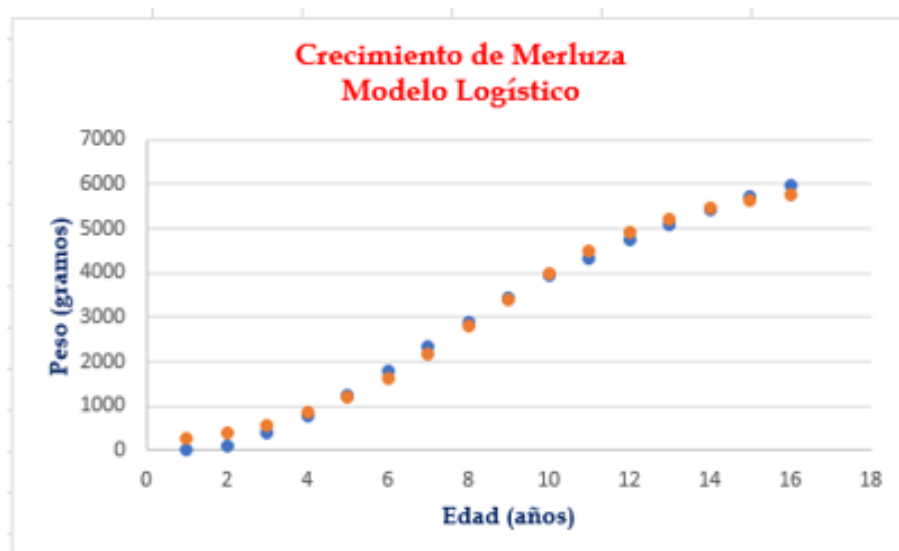


Fig. 3. Curva de ajuste con el modelo Logístico

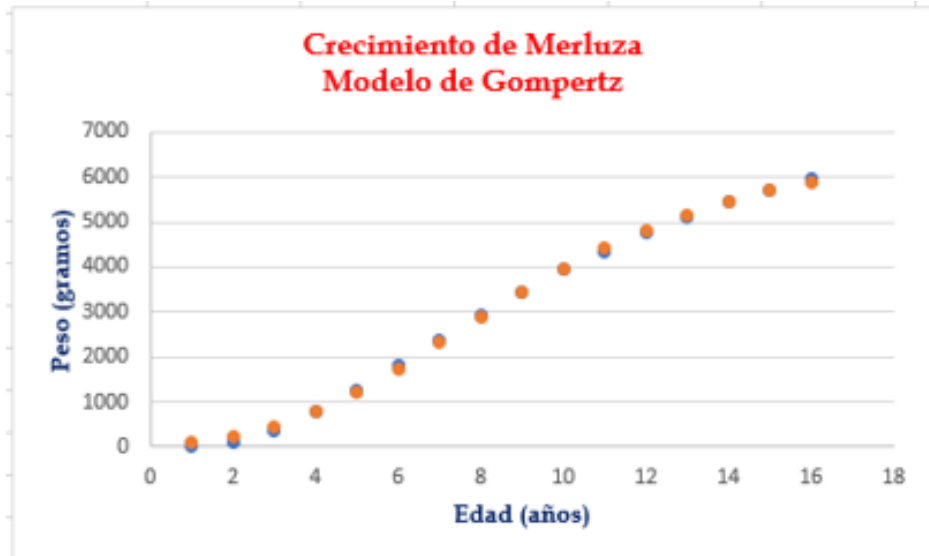


Fig. 4. Curva de ajuste con el modelo de Gompertz

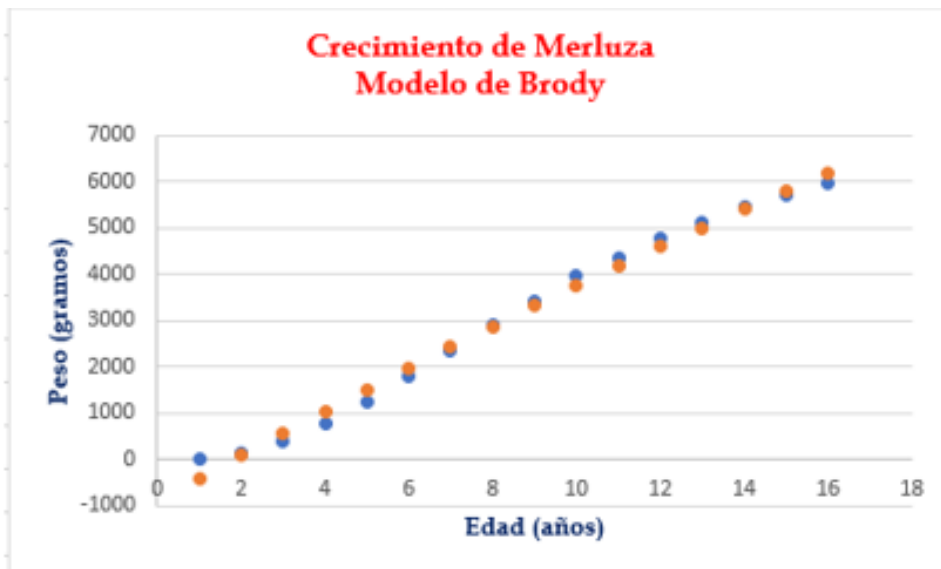


Fig. 45 Curva de ajuste con el modelo de Brody

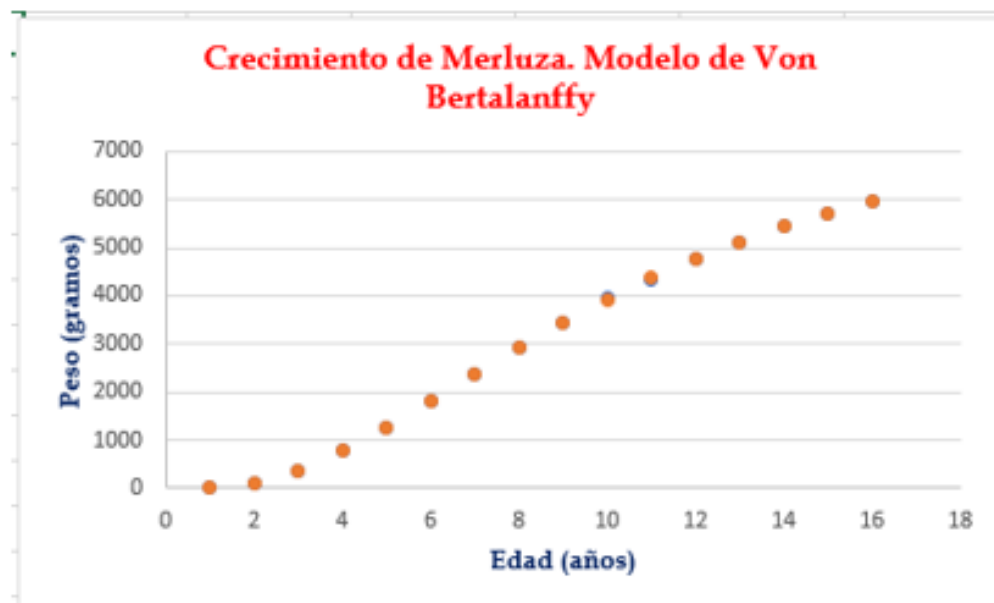


Fig. 6. Curva de ajuste con el modelo de Von Bertalanffy

En los gráficos se puede apreciar que los modelos que mejor ajustan los datos son el de Gompertz y el de Von Bertalanffy, pero con frecuencia las apreciaciones visuales

dependen del factor humano, por lo que, a continuación, presentamos tablas con los estadísticos de regresión.

Modelo	Estadísticas de la regresión	
Logístico	Coefficiente de determinación R^2	0.979426344
	R^2 ajustado	0.977843755
	Error típico	294.6686206
Gompertz	Coefficiente de determinación R^2	0.987433679
	R^2 ajustado	0.986467038
	Error típico	233.1648966
Brody	Coefficiente de determinación R^2	0.998765809
	R^2 ajustado	0.998670872
	Error típico	71.02114753
Von Bertalanffy	Coefficiente de determinación R^2	0.98994206
	R^2 ajustado	0.989223636
	Error típico	218.4582043

Se concluye que el modelo que mejor ajusta los datos del problema es el Modelo de Brody. Sin embargo, la disyuntiva es como modelar cuando no se cuenta con software o se desconoce su manejo. La solución a pesar de que tiene bastante tiempo de haberse establecido, en el caso de los modelos sigmoidales no es muy claro el procedimiento. Este es la linealización de los modelos y su adecuado manejo. Linealización de los modelos sigmoidales utilizados:

Modelo	Expresión	Linealización
Logístico	$y = \frac{K}{1 + A * e^{-Bx}}$	$\text{Ln} \left(\frac{K - y}{y} \right) = -Bx + \text{Ln}(A)$
Gompertz	$y = K * e^{-A * e^{-Bx}}$	$\text{LN} \left(\text{LN} \left(\frac{K}{y} \right) \right) = -Bx + \text{Ln}(A)$
Brody	$y = K(1 - A * e^{-Bx})$	$\text{Ln} \left(\frac{K}{K - y} \right) = Bx - \text{Ln}(A)$
Von Bertalanffy	$y = K(1 - A * e^{-Bx})^3$	$\text{Ln} \left(1 - \sqrt[3]{\frac{y}{K}} \right) = -Bx + \text{Ln}(A)$

Atendiendo el problema de la modelación en el área la opción más sencilla es la utilización del Excel, en otros casos y con el fin de que los estudiantes puedan observar la influencia de los parámetros en el modelo, se opta por el uso de GeoGebra que además que incluye ya el modelo Logístico. En el caso de la utilización de la linealización de los modelos sigmoidales, se recurre a la modelación mediante el método de los promedios, cuyo procedimiento lleva a la solución de ecuaciones simultaneas de orden 2 o 3 dependiendo del número de parámetros que se tenga en el modelo y los resultados son iguales a los determinados con el uso de Excel.

Conclusiones

La aplicación de distintos procedimientos para realizar el ajuste sobre un mismo problema nos permite realizar comparaciones, lo cual enriquece el aprendizaje en la modelación. La facilidad de que nos brindan las nuevas tecnologías permiten en poco tiempo efectuar comparaciones que nos permitan la correcta elección de un modelo adecuado, que describa los datos en problemas de cualquier área, así como nos proporciona elementos de juicio suficientes para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

Por otra parte se debe resaltar que se requiere fomentar desde el nivel medio superior una cultura del uso de la Matemática con la integración del tema en diferentes

disciplinas, donde se puede lograr una formación más eficiente del profesional en la medida en que los conocimientos básicos de la disciplina Matemática estén más vinculados y sean retomados por otras disciplinas.

De ahí el constante reto de los de los matemáticos, por la capacitación en estas áreas y desarrollo de un sistema de superación profesional que permita, actualizar y formar a los profesionales de esta rama mediante el uso adecuado de las herramientas de la Matemática para su desarrollo en la actividad docente y científico - investigativa.

Bibliografía

Arrieta, J. (2003). Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula. Tesis de Doctorado no publicada del Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN.

Cifuentes, J.; Torres, P.; Frías, M. (1995). El océano y sus recursos III. Las Ciencia del Mar: Oceanografía, Física, Matemáticas e Ingeniería. Fondo de Cultura Económica. México

Deli, M. (2012). Las especies del género *Merluccius* en aguas argentinas. Morfología, métrica, morfometría, osteología y código de barra genético. Tesis doctoral no publicada, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

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

Ortega, D. (2000). *Perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la carrera de Agronomía*, Tesis (en opción al título de Master en Ciencias Pedagógicas), UCLV, Santa Clara, Cuba, 2000.

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.

Lombardero, A. (2014). *Un vistazo a la Biomatemática*. Números. Revista de didáctica de las matemáticas. Volumen 86, pp 29 - 38. Recuperada el 15 de enero de 2017 de <http://www.sinewton.org/numeros>

Ulloa, J.; Arrieta, J. (2008). Los modelos exponenciales: construcción y deconstrucción. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 22*, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Ulloa, J., Arrieta, J. (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. Lestón, (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 23*, 909-917. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Ulloa, J., Arrieta, J. (2011). *La deconstrucción de la modelación del crecimiento de microalgas*. En Lestón, L (Eds), Acta Latinoamericanas de Matemática Educativa 24 (pp- 739 - 746). México. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C.

Ulloa, J., Arrieta, J. (2012). *La deconstrucción como diseño didáctico para la modelación*. En Flores, R (Eds.), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 25 (pp. 889 - 895). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa AC.

Ulloa, J. y Rodríguez, J. (2013). *La modelación matemática como puente entre el conocimiento científico y el matemático*. Revista Electrónica de Veterinaria, Vol. 14, Núm. 02.

Ulloa, J., Benítez, A., Chávez, G. (2008). *Modelos Alométricos e Isométricos en Mojarra y Lobina con apoyo de tecnología*. Acta Pesquera No. 1 (pp. 67- 82).



Food resource partitioning among five dominant fish species in the Los Frailes reef, south-western Gulf of California, Mexico

Reparto de recursos tróficos entre cinco especies de peces dominantes del arrecife de Los Frailes, suroeste del Golfo de California, México.

Xchel Gabriel Moreno-Sánchez¹, Leonardo Andrés Abitia-Cárdenas¹, Ofelia Escobar-Sánchez², Marina Soledad Irigoyen-Arredondo¹ & Deivis Samuel Palacios-Salgado³

¹Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Pesquerías y Biología Marina. La Paz, Baja California Sur, México.

²Universidad Autónoma de Sinaloa-Facultad de Ciencias del Mar. Mazatlán, Sinaloa, México.

³Universidad Autónoma de Nayarit, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, San Blas, Nayarit, México.

E-mail: palaciosalgado@gmail.com

Recibido: 05 de febrero de 2017

Aceptado: 15 de mayo de 2017

Abstract.

Partitioning of the food resources among five dominant fish species in the Los Frailes reef, Baja California Sur, Mexico: *Arothron meleagris* (Tetraodontidae), *Stegastes rectifraenum* (Pomacentridae), *Thalassoma lucasanum* (Labridae), *Acanthurus triostegus* and *Prionurus punctatus* (Acanthuridae) was investigated. Stomach contents were analyzed and quantified using the index of relative importance (IRI), diet width was calculated with Levin's index, and trophic overlap was

calculated with the Morisita-Horn index. A total of 94 benthic food items were identified, which consisted mainly of algae (green, red, brown), crustaceans and molluscs. *P. punctatus* (n= 85) and *A. triostegus* (n= 50) can be categorized as herbivores, while *A. meleagris* (n= 101), *S. rectifraenum* (n= 50) and *T. lucasanum* (n=246) can be categorized as omnivores. The diet breadth index (Bi) as well as the overlap index (C λ) indicated that the five analyzed species had a specialized trophic behavior (Bi= <0.6) and low trophic overlap (C λ = \leq 0.1). Based on these results, we conclude that each species has a preference for particular food components, a narrow diet width, and that there is low trophic overlap among them, which allows them to coexist on the reef in high numerical abundances and with minimal interspecific competition for food.

Keywords: Gulf of California, diet, reef fish, trophic interactions, rocky reef, trophic overlap.

Resumen.

Se determinó el reparto de recursos tróficos entre cinco especies de peces dominantes del arrecife de los Frailes, Baja California Sur, México: *Arothron meleagris* (Tetraodontidae), *Stegastes rectifraenum* (Pomacentridae), *Thalassoma lucasanum* (Labridae), *Acanthurus triostegus* y *Prionurus punctatus* (Acanthuridae). Para el análisis y cuantificación de los contenidos estomacales de cada especie se empleó el índice de importancia relativa (IIR) y se determinó la amplitud y la sobreposición de las dietas utilizando el Índice de Levin y Morisita-Horn respectivamente.

Se identificaron un total de 94 componentes alimenticios bénticos, los cuales se constituyeron principalmente por algas (verdes, rojas, cafés), crustáceos y moluscos. *Prionurus punctatus* (n= 85) y *A. triostegus* (n= 50) se categorizaron como especies herbívoras, mientras *A. meleagris* (n= 101), *S. rectifraenum* (n= 50) y *T. lucasanum* (n=246) como especies omnívoras. Tanto el índice de Levin (*Bi*) como el índice de Morisita-Horn (*Cl*) indicaron que todas las especies de consumidores analizados son especialistas ($Bi = <0.6$) y que el traslapamiento trófico entre sus dietas es bajo ($Cl = \leq 0.1$). Los resultados indican que cada especie tiene preferencia por algunos componentes alimenticios específicos, una amplitud de dieta estrecha y un bajo traslape trófico entre ellas, lo cual les permite coexistir en el arrecife con abundancias altas y competencia mínima entre ellas.

Palabras clave: Golfo de California, dieta, Peces arrecifales, Interacciones Tróficas, Arrecife Rocoso, traslape trófico.

INTRODUCTION

The Gulf of California, also known as the Sea of Cortes, is a highly diverse biological area with abundant marine life (Case & Cody, 1983). The highest underwater diversity of this sea is found on rocky bottoms, at less than 50 m depth, mainly along the coasts of the Baja California Peninsula (Thomson *et al.*, 2000).

The Los Frailes reef belongs to the Cabo Pulmo Marine Park, in the south-western Gulf of California (Reyes-Bonilla, 1997). This reef has a high fish diversity (236 species, Villareal-Cavazos *et al.*, 2000), including species that are very abundant and that remain spatio-temporally on the reef, such as *Arothron*

meleagris (Lacèpede, 1798) (Tetraodontidae), *Stegastes rectifraenum* (Gill, 1862) (Pomacentridae), *Thalassoma lucasanum* (Gill, 1862) (Labridae), *Acanthurus triostegus* (Linnaeus, 1758) and *Prionurus punctatus* Gill, 1862 (Acanthuridae). These species generally dominate reef systems in the south-western Gulf of California (Pérez-España *et al.*, 1996; Aburto-Oropeza & Balart, 2001).

There are few studies on the trophic ecology of reef fishes in the Gulf of California (*e.g.* Hobson, 1968; Montgomery *et al.*, 1980, 1980a; Moreno-Sánchez *et al.*, 2009, 2011; Abitia-Cárdenas *et al.*, 2011). These studies have described the general food composition of species without taking into account interspecific trophic interactions, which are fundamental for understanding biological interactions and energy flow in ecosystems (Gulland, 1983; Pauly, 1984; Caddy, 1988; Soares *et al.*, 1992). The analysis of diet overlap among the dominant species in an ecosystem allows the identification of strategies (generalist, specialist or opportunist) that favour species coexistence, minimizing competition among species and allowing their establishment and dominance (Caragistou & Papaconstantinou, 1994; Cruz-Escalona *et al.*, 2000). Several authors have also mentioned that trophic overlap measures among fish species that coexist in a given habitat are useful for comparing the use of food resources (Farnsworth & Ellison, 1996; Cruz-Escalona *et al.*, 2000).

In this context, the present study described the diet of *T. lucasanum* in the Los Frailes reef, BCS, analyzing it in conjunction with the diets of *A. meleagris*, *S. rectifraenum*, *A. triostegus*, and *P. punctatus* (Moreno-Sanchez *et al.*, 2009, 2011;

Abitia-Cardenas *et al.*, 2011; Moreno-Sanchez *et al.*, 2014), in order to determine diet breadth and dietary overlap, and establish whether there was partitioning of food resources among the five dominant fish species.

MATERIALS AND METHODS

Sampling trips were carried out monthly from November 2004 to October 2006, at the Los Frailes rocky reef, south-western Gulf of California (23° 22' 54.44" N; 109° 25' 4.04" W). Specimens of *A. meleagris*, *S. rectifraenum*, *A. triostegus*, and *P. punctatus* were captured using basic scuba gear and a polespear (Moreno-Sánchez *et al.*, 2009, 2011; Abitia-Cárdenas *et al.*, 2011; Moreno-Sánchez *et al.*, 2014), while *T. lucasanum* specimens were caught using a cylindrical net (Clifton, 1996). All samples were obtained between 10:00 a.m. and 16:00 p.m., since all species have diurnal feeding habits.

The length (TL) of each collected organism was recorded, and the stomach was removed. Stomach contents were kept in tagged plastic bags and frozen until later analysis at the Fish Ecology laboratory at the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). The different food items were separated according to taxonomic group, and identified to the lowest possible taxonomic level, depending on the type and digestion state of prey items.

For taxonomic identification of crustaceans and molluscs the keys by Brusca (1980), Morris *et al.* (1980) and Fischer *et al.* (1995) were used; for algal identification the keys by Dawson (1944, 1961), Abbott and Hollenberg (1976), Dawes (1986) and Espinoza-Avalos

(1993) were used. Once the taxonomic identification was complete, stomach contents of all species were analyzed quantitatively, using the following indices: frequency of occurrence (%FO), percent by number (%N) and percent by weight (%W) (Pinkas *et al.*, 1971). In order to standardize and evaluate the information obtained from the five species, the Index of Relative Importance was used (Pinkas *et al.*, 1971):

$$IIR = (%W + \%N) * \%FO$$

where IRI = index of relative importance, %W = percent weight, %N = percent number, and %FO = percent frequency of occurrence.

This index combines information from the component indices above and contains information on the contribution of each prey item to the predator (Liao *et al.*, 2001). The IRI was also expressed as a percentage (%IRI) (Cortés, 1997), using the following formula:

$$\%IIR = \frac{100IIR_i}{\sum_{i=1}^n IIR_i}$$

The diet breadth (Bi) was calculated using the standardized Levin's index (Hurlbert, 1978) using the absolute values obtained with the IRI. This index gives values ranging from 0 to 1. Low values (< 0.6) indicate a specialist predator that uses few prey resources and prefers certain prey (specialist predator), and high values (> 0.6) indicate a generalist predator that uses all resources without preference (Labropoulou & Eleftheriou, 1997; Escobar-Sanchez *et al.*, 2006).

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum_j p_{ij}^2} - 1 \right)$$

Where B_i = Levin's standardized index for predator i ; p_{ij} = proportion of diet of predator i that is made up by prey j ; and n = number of prey.

The interspecies dietary overlap was estimated using the Morisita-Horn Index employing the absolute IRI values (Smith & Zaret, 1982).

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{yi})}{\left(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2 \right)}$$

Where $C\lambda$ = Morisita-Horn index of overlap between predator x and predator y . P_{xi} = Proportion of prey i of the total prey used by predator x . P_{yi} = Proportion of prey i of the total prey used by predator y . n = Total number of prey.

$C\lambda$ values vary from 0, when no elements of the diet are alike, to 1 when all elements occur in equal abundance. The trophic overlap was classified according to the scale proposed by Langton (1982): low overlap = 0.0 to 0.29, middle overlap = 0.30 to 0.65, high overlap = 0.66 to 1.

RESULTS

The trophic spectra of *A. meleagris*, *S. rectifraenum*, *A. triostegus* and *P. punctatus* were obtained from studies published by Moreno-Sánchez *et al.* (2009, 2011, 2014), and Abitia-

Cárdenas *et al.* (2011), which characterized the diet of these species using the Index of Relative Importance.

Quantitative descriptions of the *T. lucasanum* diet were carried out during the present study. A total of 300 stomachs of this species were analyzed (82% contained food and 18% were empty), and 378 prey items were counted, belonging to 15 food components. These groups included algae, invertebrates (molluscs, crustaceans and others), and fish scales. Gastropods were the most numerous group, followed by ostracods; these two groups comprised 52.9 % of the diet (Table 1). The most important component by weight (47.8 g) and frequency (52.23%) was unidentified organic matter (UOM), followed by copepods, which constituted 29.2 g and 29.9% FO (Table 1). According to the IRI, the food components that made up 98% of the diet were UOM, gastropods, ostracods, shell remains and isopoda. The estimated IRI values for each recorded item in the diet of the five species are presented in Table 2.

Levin's index indicated that *A. triostegus* ($B_i = 0.10$) and *P. punctatus* are specialists ($B_i = 0.13$), as are the omnivorous species *A. meleagris* ($B_i = 0.12$), *S. rectifraenum* ($B_i = 0.30$), and *T. lucasanum* ($B_i = 0.08$). Trophic overlap values were low among all analyzed species (≤ 0.1) (Table 3). Specifically, *A. triostegus* and *P. punctatus* had several food items in common, such as *Cladophora* spp., *Codium simulans*, *Amphiroa valonioides*, *Ceramium* spp., *Gracilaria* spp., *Jania mexicana*, *Dictyota crenulata*, *Padina concrescens*, and *Sphacelaria* spp. *A. triostegus* and *S. rectifraenum* had the following algae in common: *Bryopsis* spp., *Cladophora* spp., *Rhizoclonium*

Reef fish trophic interactions

Table 1. Trophic spectrum composition of the Cortez rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum* in the Los Frailes reef, B.C.S., presented as absolute and percent values by number (N), weight (W), frequency of occurrence (FO) and index of relative importance (IRI). UOM = Unidentified organic matter.

Tabla 1. Composición del espectro trófico de la arcoiris de Cortés, *Thalassoma lucasanum* en el arrecife de Los Frailes, B.C.S., se presentan los valores absolutos y los porcentajes por número (N), peso (W), frecuencia de ocurrencia (FO) y el índice de importancia relativa (IRI). UOM= Materia orgánica no identificada.

Species	W	%W	FO	%FO	N	%N	IRI	%IRI
Phaeophyceae	3.4	3.04	5	2.02	0	0	6.16	0.18
Rhodophyceae	0.3	0.27	1	0.4	0	0	0.11	0
Chlorophyceae	2.1	1.88	7	2.83	0	0	5.33	0.15
Benthic copepods	0.4	0.36	1	0.4	13	3.44	1.54	0.04
Phylum Porifera	0.8	0.72	3	1.21	0	0	0.87	0.03
Class Gastropoda	3.5	3.13	11	4.45	113	29.89	147.09	4.25
Fish eggs	0.4	0.36	2	0.81	30	7.94	6.72	0.19
Isopoda	1.6	1.43	5	2.02	75	19.84	43.06	1.24
UOM	47.8	42.79	129	52.23	0	0	2234.95	64.58
Ostracoda	9.4	8.42	10	4.05	87	23.02	127.25	3.68
Copepoda	29.2	26.14	74	29.96	0	0	783.19	22.63
Shell remains	3.9	3.49	10	4.05	60	15.87	78.4	2.27
Phylum Crustacea	0.3	0.27	1	0.4	0	0	0.11	0
Phylum Echinoder- mata	3.4	3.04	9	3.64	0	0	11.09	0.32
Fish scales	5.2	4.66	8	3.24	0	0	15.08	0.44
TOTAL	111.7	100	247		378	100	3460.93	100

Table 2. Stomach contents of the dominant fish species in the Los Frailes rocky reef, B.C.S., Mexico, according to the index of relative importance (%IRI).

Tabla 2. Resumen del contenido estomacal de las especies dominantes del arrecife rocoso de Los Frailes, B.C.S., México, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa (%IIR).

Species	<i>Acanthurus triostegus</i>		<i>Prionurus punctatus</i>		<i>Arothron meleagris</i>		<i>Stegastes rectifraenum</i>		<i>Thalassoma lucasanum</i>	
	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI
Unidentified alga					7.79	0.13				
Chlorophyceae									5.33	0.15
<i>Bryopsis</i> spp.	28.53	0.62					961.59	11.08		
<i>Caulerpa racemosa</i>	0.13	0								
<i>Cladophora</i> spp.	48.94	1.07	3.7	0.05	0.52	0.01	115.01	1.33		
<i>Cladophoropsis fasciculatus</i>	0.08	0								
<i>Codium simulans</i>	0.5	0.01	5.22	0.07						
<i>Derbesia marina</i>	13.11	0.29								
<i>Enteromorpha</i> spp.	0.07	0								
<i>Rhizoclonium</i> spp.	13.43	0.29					601.99	6.94		
<i>Ulva lactuca</i>	19.41	0.42			2.39	0.04	5.39	0.06		
<i>Ulva linza</i>	2356.4	51.5					619.87	7.14		
Rhodophyceae									0.11	0.003
<i>Ahnfeltia</i> spp.	0.18	0								
<i>Amphiroa beauvoisii</i>			13.76	0.17	34.22	0.56				
<i>Amphiroa misakiensis</i>			87.41	1.1						
<i>Amphiroa valonioides</i>	119.54	2.61	57.56	0.73			7.172	0.083		
<i>Centroceras</i> spp.	0.1	0								
<i>Ceramium flaccidum</i>					1.02	0.02				
<i>Ceramium</i> spp.	1.29	0.03	20.3	0.26						
<i>Corallina vancouverensis</i>			5.56	0.07						
<i>Champia</i> spp.	41.04	0.9								
<i>Erythrotrichia</i> spp.	0.05	0								

Reef fish trophic interactions

Table 2 Continued...

Species	<i>Acanthurus triostegus</i>		<i>Prionurus punctatus</i>		<i>Arothron meleagris</i>		<i>Stegastes rectifraenum</i>		<i>Thalassoma lucasanum</i>	
	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI
<i>Galaxaura</i> spp.			4.68	0.06						
<i>Gelidiella aerea</i>			11.84	0.15						
<i>Gelidiella</i> spp.	667.68	14.59								
<i>Goniotrichum alsidi</i>	0.06	0								
<i>Gracilaria</i> spp.	16.18	0.35	1209.35	15.24	0.45	0.01	191.62	2.21		
<i>Herposiphonia tenella</i> f. <i>secunda</i>			197.82	2.49						
<i>Herposiphonia</i> spp.	5.98	0.13					199.53	2.3		
<i>Hypnea musciformis</i>	38.19	0.84	681.01	8.58						
<i>Hypnea</i> spp.					9.39	0.15				
<i>Jania adhaerens</i>					1.86	0.03				
<i>Jania mexicana</i>	32.08	0.7	459.17	5.79			494	5.69		
<i>Laurencia</i> spp.	115.72	2.53								
<i>Neogoniolithon trichotomum</i>			154.19	1.94						
<i>Pitophilium</i> spp.	0.74	0.02								
<i>Polysiphonia simplex</i> spp.	395.12	8.64								
<i>Polysiphonia pacifica</i>					6.37	0.1				
<i>Polysiphonia</i> spp.			173.25	2.18						
<i>Porphyra</i> spp.	47.05	1.03								
<i>Pterocladia capillacea</i>			168.19	2.12						
<i>Pterocladia</i> spp.	1.03	0.02								
Phaeophyceae									6.16	0.18
<i>Dictyopteris delicatula</i>	2.62	0.06								
<i>Dictyopteris undulata</i>					1.97	0.03				
<i>Dictyopteris</i> spp. A			133.07	1.68						

Table 2 Continued...

Species	<i>Acanthurus trios-</i>		<i>Prionurus puncta-</i>		<i>Arottrhon me-</i>		<i>Stegastes recti-</i>		<i>Thalassoma luca-</i>	
	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI
<i>Dictyopteris</i> spp. B			3.33	0.04						
<i>Dictyota crenulata</i>	26.61	0.58	192.62	2.43			99.91	1.151		
<i>Dictyota dichotoma</i>					1.69	0.03				
<i>Dictyota flabellata</i>			306.91	3.87						
<i>Ectocarpus</i> spp.	6.52	0.14					650.12	7.49		
<i>Lobophora</i> spp.	8.45	0.19								
<i>Padina conrescens</i>	0.01	0	85.38	1.08						
<i>Padina durvillaei</i>					19.16	0.31				
<i>Sphacelaria</i> spp.	17.14	0.38	317.85	4						
PHYLUM CNIDARIA										
<i>Pocillopora</i> spp.					728.51	11.85				
PHYLUM CRUSTA-									0.11	0.003
BALANIDAE										
<i>Balanus</i> spp.					5.35	0.09				
PALINURIDAE										
<i>Panulirus inflatus</i>					11.2	0.18				
<i>Panulirus interruptus</i>					1.54	0.03				
PHYLUM MOLLUSCA										
CLASS GASTROPODA					1.7	0.03			147.09	4.25
<i>Cerithium</i> spp.							868.14	10		
<i>Olivella</i> spp.							843.16	9.72		
<i>Notoacmea fascicularis</i>					25.58	0.42				

Reef fish trophic interactions

Table 2 Continued...

Species	<i>Acanthurus triostegus</i>		<i>Prionurus punctatus</i>		<i>Arotrhon meleagris</i>		<i>Stegastes rectifraenum</i>		<i>Thalassoma lucasanum</i>	
	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI
<i>Phenacolepas malonei</i>					12.57	0.2				
HIPPONICIDAE										
<i>Hipponix panamensis</i>					18.7	0.3				
CALYPTRAEACEA										
<i>Crepidula aculeata</i>					7.03	0.11				
<i>Crepidula arenata</i>					235.07	3.82				
CLASS PELECYPODA										
MYTILIDAE										
<i>Lithophaga</i> spp.					22.52	0.37				
OSTREIDAE										
<i>Ostrea fisheri</i>					0.79	0.01				
CLASS BIVALVIA					3.83	0.06				
Bivalves							3.49	0.04		
Shell remains							307.03	3.54	78.4	2.27
TELLINIDAE										
<i>Tellina</i> spp.					98.86	1.61				
CRUSTACEA										
COPEPODA									783.19	22.63
Benthic copepods							2418.5	27.87	1.54	0.04
BRACHYURA										
<i>Eriphia verrucosa</i>							92.5	1.07		
Phylum Echinodermata									11.09	0.32
CIDARIDAE										

Table 2 Continued...

Species	<i>Acanthurus triostegus</i>		<i>Prionorus punctatus</i>		<i>Arottrhon meleagris</i>		<i>Stegastes rectifraenum</i>		<i>Thalassoma lucasanum</i>	
	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI	IRI	%IRI
<i>Eucidaris thouarsii</i>					1.09	0.02	4.97	0.06		
ECHINOMETRIDAE										
<i>Echinometra vanbrunti</i>					1614.49	26.26				
ASTEROIDEA										
<i>Phataria unifascialis</i>					1.72	0.03				
ORDER SCLERACTINIA										
PORITIDAE										
<i>Porites</i> spp.					297.06	4.83				
ANNELIDA										
POLICHAETA					0.92	0.01				
BRYOZOA					330.3	5.37				
ISOPODA									43.06	1.24
OSTRACODA									127.25	3.68
PHYLUM PORIFERA					770.48	12.53			0.87	0.03
UROCHORDATA (tunicates)										
Tunicates							79.87	0.92		
Fish scales							0.64	0.01	15.08	0.44
Fish eggs									6.72	0.19
Sand							42.73	0.49		
UOM	551.7	12.05	3644.58	45.92	1872.07	30.45	69.79	0.8	2234.95	64.58
TOTAL	4576	100		100	6148.2	100	8677.45	100	3460.93	100

Reef fish trophic interactions

Table 3. Trophic overlap among the five dominant fish species of the Los Frailes reef, BCS, Mexico. Overlap was calculated with the Morisita-Horn index.

T

Tabla 3. Traslape trófico entre las cinco especies de peces dominantes del arrecife de Los Frailes Baja California Sur, México. El traslapamiento fue calculado con el índice de Morisita-Horn.

	<i>A. triostegus</i>	<i>P. punctatus</i>	<i>A. meleagris</i>	<i>S. rectifraenum</i>	<i>T. lucasanum</i>
<i>A. triostegus</i>	*				
<i>P. punctatus</i>	0.03 *				
<i>A. meleagris</i>	0.002	0.005 *			
<i>S. rectifraenum</i>	0.17	0.1	0.0004 *		
<i>T. lucasanum</i>	0	0	0.0005	0.009 *	

spp., *Ulva lactuca*, *U. linza*, *A. valonioides*, *Gracilaria* spp., *Heterosiphonia* spp., *J. mexicana*, and *D. crenulata*. *S. rectifraenum* and *P. punctatus* both fed on *Cladophora* spp., *A. valonioides*, *Gracilaria* spp., *J. mexicana*, *D. crenulata*. The omnivores *A. meleagris* and *S. rectifraenum* consumed *Cladophora* spp., *Ulva lactuca*, *Gracilaria* spp., and *Eucidaris thouarsii*. Despite having diet items in common, diet overlap was low, because the proportions of these shared items were minimal in the diet. Additionally, *T. lucasanum* did not have any species in common with *A. triostegus* or *P. punctatus*.

DISCUSSION

Although there are previous studies of the feeding habits of reef fish in the Gulf of California (e.g., Hobson, 1968; Montgomery *et al.*, 1980; Pérez-España & Abitia-Cárdenas, 1996; Aburto-Oropeza *et al.*, 2000; Abitia-Cárdenas *et al.*, 2011; Moreno-Sánchez *et al.*, 2009, 2011, 2012), few studies have focused on resource partitioning or on interactions among coexisting species (Cruz-Escalona *et al.*, 2000, 2010). This information is vital to understand the mechanisms that favour coexistence and energy flow in ecosystems, as well as interspecific trophic interactions (Gulland, 1983; Pauly, 1984; Caddy, 1988; Soares *et al.*, 1992; Cruz-Escalona *et al.*, 2000).

According to stomach content analyses, two fish feeding guilds could be identified: herbivores and omnivores. The herbivores *A. triostegus* and *P. punctatus* fed exclusively on algae; *A. triostegus* consumed 35 algae species and *P. punctatus* consumed 23 algae species, which represented 58% and 36% respectively, of all macroalgae present in the Los Frailes reef (Anaya-Reyna & Riosmena-Rodríguez, 1996).

However, only 3 to 5 algae species were the most important in the diet of these herbivorous fish species, and therefore Levin's index categorized them as specialists. According to Gerking (1994), specialist species feed on a reduced number of food components, independently of the abundance of the resource in the habitat.

Selective feeding habits attenuate competition to a minimum. *A. triostegus* fed mainly on green algae, especially on *Ulva linza*, which can comprise up to 50% of its diet, while *P. punctatus* fed mainly on red algae (which comprised up to 40% of its diet). *P. punctatus* consumed mainly *Gracilaria* spp. as well as brown algae (which makes up 13% of the diet), and this was confirmed by the low diet overlap value between the two species ($C\lambda = 0.03$).

The differentiation of diets allows these species to coexist in the Los Frailes reef. Choat and Bellwood (1985) found that the adaptations that favoured trophic resource distribution between two herbivorous fish species (*Acanthurus lineatus* and *Ctenochaetus striatus*) in a Lizard Island reef were differences in dentition, mandible shape, and digestive tract. Although no description of the mandibular apparatus (dentition) or digestive tract of *A. triostegus* and *P. punctatus* were carried out, it is probable that morphological differences allowed them to select different algae when feeding. In order to clarify this point it would be necessary to conduct studies on the functional morphology of the jaw apparatus and digestive tract of these species.

Species that fed on invertebrates in higher proportion and on algae in lower proportion were catalogued as omnivores (*A. meleagris*,

S. rectifraenum and *T. lucasanum*). The range of food components for these species was large, comprising algae as well as invertebrates such as benthic copepods, barnacles, snails, lobsters, sea stars and polychaetes. However, the trophic overlap among species was almost nil ($C\lambda = \leq 0.009$), since each species had a few important components in the diet, and these important components did not coincide among the analyzed species. The diet of each species was dominated by a few food items, and Levin's index categorized them as specialists.

This differentiation allowed the establishment of *A. meleagris*, *S. rectifraenum* and *T. lucasanum* as the most dominant omnivorous species (by numerical abundance) in the Los Frailes reef. This was facilitated in part by the behaviour of each species on the reef. *A. meleagris* is a solitary wandering species that inhabits waters from 0.5 m to 35 m depth, and has a dentition consisting of 4 plates that allow it to feed on hard food items, such as sea urchins, corals, sponges, molluscs and bryozoans (Robertson & Allen, 2008). These same trophic items have been found in studies carried out in several regions of the Eastern Tropical Pacific (Glynn *et al.*, 1972; Guzmán & López, 1991; Reyes-Bonilla & Calderón-Aguilera, 1999).

Stegastes rectifraenum is a territorial species that occupies specific places on the reef and defends them vigorously from other species, and feeds mainly on benthic copepods, on *Bryopsis* spp., *Cerithium* spp., *Olivella* spp. and *Ectocarpus* spp. Its territorial behaviour restricts its food consumption to certain trophic components, due to the limited mobility it has on the reef, and to the size of its mouth and teeth (Montgomery, 1980b; Thomson *et al.*, 2000; Aguilar-Medrano *et al.*,

2011). *Thalassoma lucasanum* is the most conspicuous, abundant (numerically) and dominant species on the Los Frailes rocky reef. It consumed benthic food items, such as crabs, gastropods, ostracods, isopods, algae and fish scales. According to Hobson (1968), *T. lucasanum* feeds on bottom organisms such as crustaceans, algae, and soft corals, which was also reported in the present study. It should be mentioned that fish scales present in the stomach contents of *T. lucasanum* could be due to this species visiting cleaning stations and probably feeding on the scales of the fish that it cleans (Hobson, 1968). A considerable quantity of UOM in the stomach contents was also recorded, as well as food items very little to not at all digested. This is probably due to *T. lucasanum* feeding all day long, as Hobson (1968) reported in a trophic behaviour study that included 800 hours of filming. Levin's index determined that *T. lucasanum* was a specialist. However, this result should be treated with caution due to the low taxonomic resolution of prey, occasioned by the advanced degree of digestion and small prey size.

In general, the trophic spectrum of the analyzed species spanned the principal benthic fauna of the Los Frailes reef, which is a habitat with high structural complexity (high number of cavities, rugosity, substrate heterogeneity, depth variation, waves) that fosters the existence of highly variable and abundant prey species (e.g., algae, invertebrates) that are the main food source for the dominant fish species (Moreno-Sánchez *et al.*, 2014). Even though there were high numbers of food components in the diet of the dominant fish species, it is clear that there is trophic distribution, with selection of only a few food items, according to the availability of food resources on the reef,

which allows the minimization of interspecific competition and enables species coexistence on the Los Frailes reef.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the Instituto Politécnico Nacional (IPN) for funds received through COFAA and EDI. XGMS thanks the Instituto Politécnico Nacional (IPN) for economic support through the Contratación por Excelencia Program. The authors would like to thank F.J. Gutierrez-Sanchez for their invaluable assistance in the fish samplings.

REFERENCES

- Abbott IA., GJ Hollenberg (1976). Marine Algae of California. Stanford University. Stanford, California, USA.
- Abitia-Cardenas LA., XG Moreno-Sánchez., DS Palacios-Salgado., O Escobar-Sánchez. (2011). Feeding habits of the convict surgeonfish *Acanthurus triostegus* (Teleostei: Acanthuridae) on the Los Frailes reef, Baja California Sur, México. *Aqua, International Journal of Ichthyology* 17 103-108.
- Aburto-Oropeza O., E Sala., C. Sánchez-Ortiz. (2000). Feeding behavior, habitat use, and abundance of the angelfish *Holocanthus passer* (Pomacanthidae) in the southern Sea of Cortés. *Environmental Biology of Fishes* 57(4) 435-442.
- Aburto-Oropeza O., EF Balart. (2001). Community structure of reef fish in several habitats of rocky reef in the Gulf of California. *Marine Ecology* 22(4) 283-305.
- Aguilar-Medrano R., B Frédérich., E De Luna., EF Balart. (2011). Patterns of morphological evolution of the cephalic region in damselfishes (Perciformes: Pomacentridae) of the Eastern Pacific. *Biological Journal of the Linnean Society* 102, 593-613.
- Allen GR., DR Robertson. (1994). Fishes of the tropical eastern Pacific. Honolulu: University of Hawaii Press. pp. 332.
- Anaya-Reyna G., R Riosmena-Rodríguez. (1996). Macroalgas del arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 44 (2) 903-906.
- Brusca R. (1980). Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. University Arizona. Tucson, Arizona, USA.
- Caddy JF. (1988). A Research strategy in support of stock evaluation of demersals in the Mediterranean Sea, GFCM Technical Consultations on stocks assessment. *FAO Fisheries Research* 112, 116-126.
- Caragistou E., C Papaconstantinou. (1994). Feeding habits of piper (*Trigla lyra*) in the Saronikos Gulf (Greece). *Journal of Applied Ichthyology* 10, 104-113.
- Case J., ML Cody. (1983). Island biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, Berkeley.
- Choat J H., DR Bellwood. (1985). Interaction amongst herbivorous fishes on a coral reef. Influence of spatial variation. *Marine Biology* 89, 221-234.

- Clifton KE (1996). Field methods for the behavioral study of foraging ecology and life history of herbivorous coral-reef fishes. In: M.A. Lang., C.C. Baldwin (eds.), Methods and techniques of underwater research. Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences Sixteenth Annual Scientific Diving Symposium. American Academy of Underwater Sciences. Nahant, Massachusetts. pp 75-82.
- Cortés E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 54, 726-738.
- Cruz-Escalona VH., LA Abitia-Cárdenas., L Campos-Dávila., F Galván-Magaña. (2000). Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. Bulletin of Marine Science, 361-373.
- Cruz-Escalona VH., L Campos-Dávila., LA Abitia-Cárdenas., MJ Zetina-Rejón. (2010). Repartición de recursos alimentarios entre la ictiofauna dominante de una Laguna templada de Baja California Sur, México. CICIMAR Océanides 25(1) 1-15.
- Dawes CJ. (1986). Botánica Marina. [Marine Botany] Limusa, México.
- Dawson EY. (1944). The marine algae of the Gulf of California. Allan Hancock Pacific Expeditions 3(10) 189- 464.
- Dawson EY. (1961). A guide to the literature and distributions of Pacific benthic algae from Alaska to the Galápagos Islands. Pacific Science 15, 370-461.
- Escobar-Sanchez O., LA Abitia-Cardenas., F Galvan Magaña. (2006). Food habits of the Pacific angel shark *Squatina californica* in the southern Gulf of California, Mexico. Cybium 30(4) 91-97.
- Espinoza-Avalos J. (1993). Macroalgas marinas del Golfo de California. pp. 328-357. In: Salazar-Vallejo SI., González NE. (eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México CONABIO. CIQRO.
- Farnsworth JE., MA Ellison. (1996). Scale-dependent spatial and temporal variability in biogeography of mangrove root epibiont communities. Ecological Monographs 66(1) 45-46.
- Fischer W., F Krupp., W Schneider., C Sommer., KE Carpenter., VH Niem. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca, Pacifico Centro-Oriental. FAO, Rome.
- Gerking SD. (1994). Feeding ecology of fish. San Diego, CA: Academic Press.
- Glynn PW., RH Stewart., JE Mccosker. (1972). Pacific coral reefs of Panama: structure, distribution and predators. Geologische Rundschau 61, 483-519.
- Gulland JA. (1983). Fish stock assesment. FAO/Wiley series on food and agriculture, London.
- Guzmán MH., JD López. (1991). Diet of the corallivorous pufferfish *Arothron meleagris* (Pisces: Tetraodontidae) at Gorgona Island, Colombia. Revista de Biología Tropical. 39, 203-206.

- Hobson ES. (1968). Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. United States Fish and Wildlife Service Research Reports 72, 1-92.
- Hurlbert SH. (1978). The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59, 67-77.
- Labropoulou M., A Eleftheriou. (1997). The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology* 50, 324-340
- Langton RW. (1982). Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus Morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. *Fishery Bulletin* 80, 745-759.
- Liao H., CL Pierce., JG Larscheid. (2001). Empirical assessment of indices of prey importance in the diets of predacious fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 130, 583-591.
- Montgomery WL. (1980a). The impact of non-selective grazing by the giant blue damselfish, *Microspathodon dorsalis*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 30, 290-303.
- Montgomery WL. (1980b). Comparative feeding ecology of two herbivorous damselfishes (Pomacentridae: Teleostei) from the Gulf of California, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 47, 9-24.
- Montgomery WL., T Gerrodette., L Marshall. (1980). Effects of grazing by the yellowtail surgeonfish, *Prionurus punctatus*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 30 (4), 901-908.
- Moreno-Sanchez XG., LA Abitia-Cardenas., A Favila., FJ Gutiérrez-Sánchez., DS Palacios-Salgado. (2009). Ecología trófica del pez *Arothron meleagris* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) en el arrecife de Los Frailes, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 57, 113-123.
- Moreno-Sánchez XG., LA Abitia-Cárdenas., O Escobar-Sánchez., DS Palacios-Salgado. (2011). Diet of the Cortez damselfish *Stegastes rectifraenum* (Teleostei: Pomacentridae) from the rocky reef at Los Frailes, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records* 4, 1-5.
- Moreno-Sánchez XG., O Escobar-Sánchez., LA Abitia-Cárdenas., VH Cruz-Escalona. (2012). Diet composition of the sicklefin smooth-hound shark *Mustelus lunulatus* caught off El Pardito Island, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records*, 5 1-5.
- Moreno-Sánchez XG., LA Abitia-Cárdenas., R Riosmena-Rodríguez., M Cabrera-Huerta., FJ Gutiérrez-Sánchez. (2014). Diet of the yellowtail surgeonfish *Prionurus punctatus* (Gill, 1862) on the rocky reef of Los Frailes, Baja California Sur, México. *Cahiers de Biologie Marine* 55, 1-8.
- Morris RH., DP Abbot., EC Haderlie. (1980). *Intertidal invertebrates of California*. Stanford University, Stanford. Palo Alto, California, USA.

- Pauly D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews, Manila 8, 325.
- Pérez-España H., LA Abitia-Cárdenas. (1996). Description of the digestive tract and feeding habits of the king angelfish and the Cortes angelfish. Journal of Fish Biology 48, 807-817.
- Pinkas L., MS Oliphant., LK Iverson. (1971). Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game, United States. Fish Bulletin 152, 105.
- Reyes-Bonilla H. (1997). Cabo Pulmo reef: a new marine reserve in the Gulf of California. Conservation Biology 11, 827.
- Reyes-Bonilla H., LE Calderón-Aguilera. (1999). Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo Reef, Gulf of California, México. Marine Ecology 20, 347-357.
- Smith PE., MT Zaret. (1982). Bias in estimating niche overlap. Ecology 5, 1248-1253.
- Soares ISH., CLDB Rossi-Wongtschowski., IMC Alvares., EY Muto., MA Gasalla. (1992). Grupos tróficos de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. I. Chondrichthyes. Boletim do Instituto Oceanográfico 40, 79-85.
- Thomson DA., LT Findley., AN Kerstitch. (2000). Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Villareal-Cavazos A., H Reyes-Bonilla., B Bermúdez-Almada., O Arizpe-Covarrubias. (2000). Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. Revista Biología Tropical 48, 413-424.

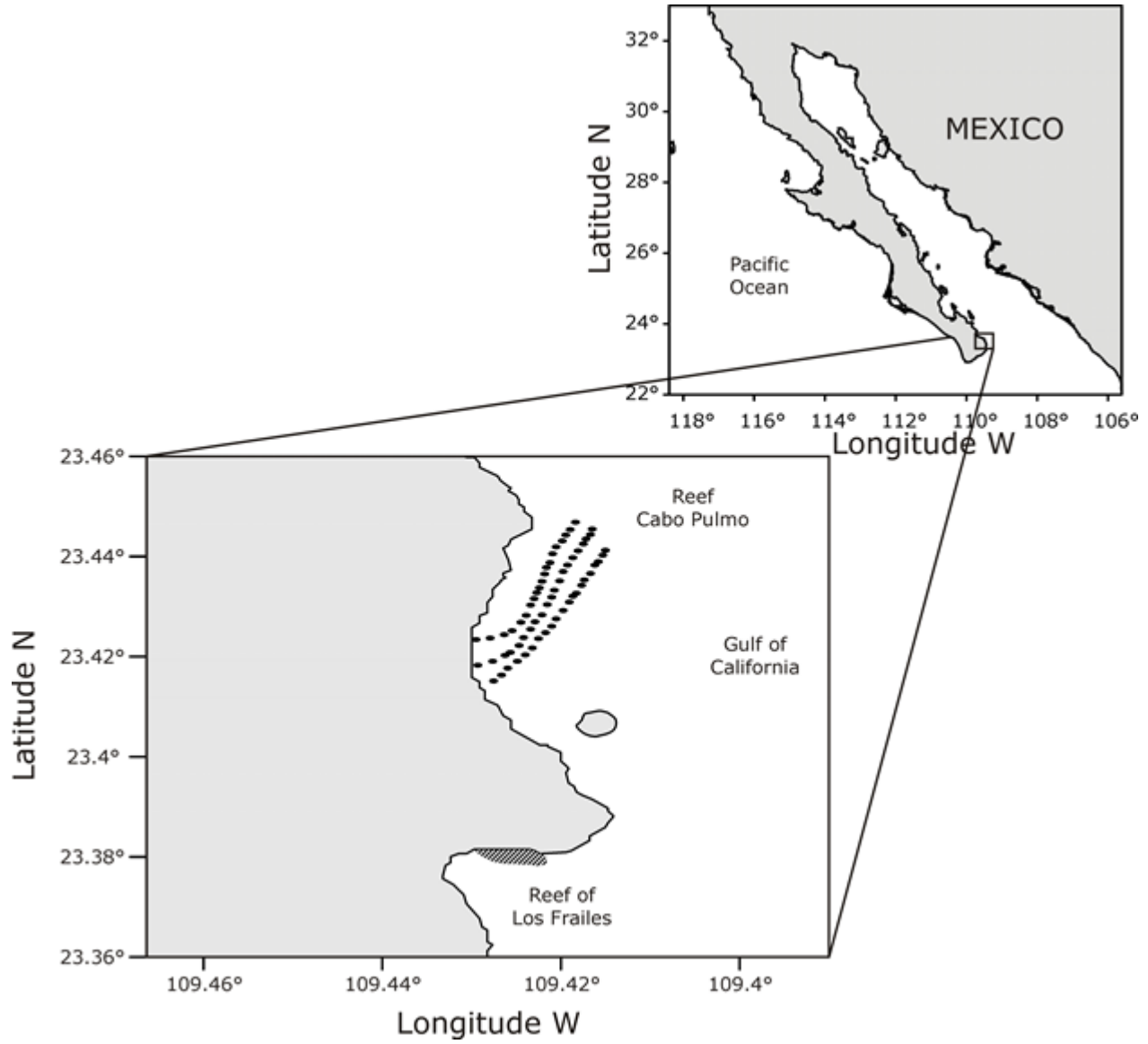


Figure 1. Los Frailes rocky reef, Baja California Sur.
Figura 1. Arrecife rocoso de Los Frailes, Baja California Sur.

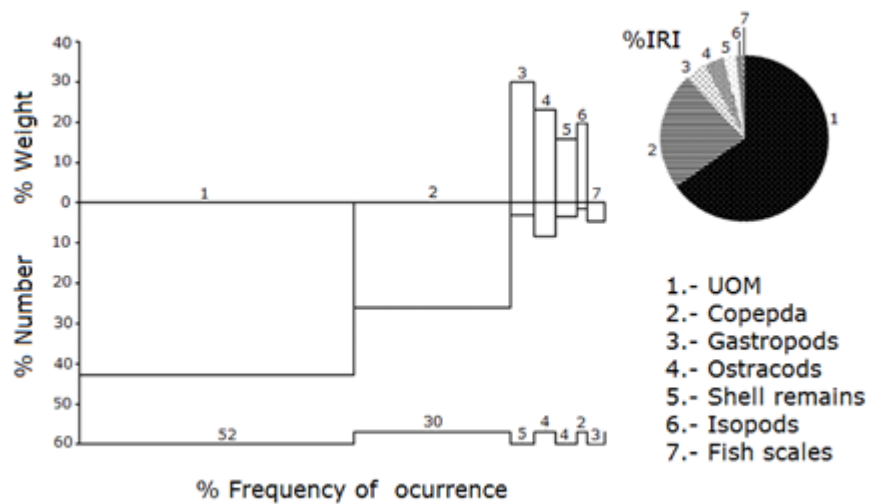


Figure 2. Main prey of the Cortez rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum* shown as percent number, percent weight, frequency of occurrence, and index of relative importance (%IRI). UOM=.Unidentified organic matter.

Figura 2. Presas principales de la arcoiris de Cortés, *Thalassoma lucasanum* mostradas como porcentajes de número, porcentajes de peso, frecuencia de ocurrencia, e índice de importancia relativa (IRI). UOM= Materia orgánica no identificada.

Modelo de producción para el cultivo semi-intensivo de camarón *Litopenaeus vannamei* con el esquema de una precosecha

González-Romero, Miguel A^a, Zavala-Leal, Iram^{a,b}, Ruiz-Velazco Javier.M.J^{a,b*}, Nieto-Navarro José T.^{a,b}, Domínguez-Ojeda Delia^{a,b}

^aPrograma de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP), Universidad Autónoma de Nayarit, Cd. de La Cultura Amado Nervo s/n Tepic, Nayarit 63255, Mexico.

^bEscuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Bahía de Matanchen, Km 12, Carretera a los Cocos, San Blas, Nayarit 63740, Mexico.

*Autor de correspondencia: Javier M. J. Ruiz-Velazco. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Bahía de Matanchen, Km 12, Carretera a los Cocos, San Blas, Nayarit 63740, Mexico. E-mail address: marcialj@uan.edu.mx

Recibido: 15 de enero de 2017

Aceptado: 20 de mayo de 2017

RESUMEN

El cultivo de camarón es una de las actividades más importantes en la acuicultura de México y Nayarit. No obstante, los productores enfrentan problemas en las formas de operar y de analizar sus datos, lo que dificulta la toma de decisiones. Una herramienta útil para ello es el análisis de la producción biológica mediante el modelado matemático y que puede ser parte de un modelo bioeconómico. Dicho análisis, permite definir mejoras en el manejo para incrementar la producción. El presente proyecto desarrolla un modelo de

producción biológica del cultivo comercial semi-intensivo de camarón *Litopenaeus vannamei* cuando se realiza una precosecha utilizando bases de datos de la industria. El modelo quedó integrado por un submodelo biológico y un submodelo de variables ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) y de manejo (densidad, duración del cultivo y tamaño del estanque). El modelo propuesto implicado en el pronóstico de la obtención de biomasa pronosticó de manera adecuada la producción semi-intensiva de camarón *L. vannamei*. Los esquemas de manejo permitieron determinar las combinaciones de las variables para incrementar la producción ya que en las condiciones de manejo más desfavorables se obtienen 935 Kg ha⁻¹ y con las mejores se obtienen 2643 Kg ha⁻¹. El análisis de sensibilidad determinista mostró que en orden de importancia, la densidad de siembra, la duración del cultivo y el tiempo en que se realiza la precosecha fueron las variables de manejo que más afectaron la producción. Se concluye que el mejor esquema de manejo se pronosticó con densidades de 33.3 postlarvas m⁻², 13 semanas de duración del cultivo y que la precosecha se realice a la semana 11.

Palabras clave: Modelo de producción, camarón, análisis de sensibilidad

ABSTRACT

The cultivation of shrimp is one of the most important activities in the aquaculture of Mexico and Nayarit. However, producers face problems in the way they operate and analyze their data, making decision making difficult. A useful tool for this is the analysis of biological production through mathematical modeling and can be part of a bioeconomic model. Said analysis, allows to define improvements in the

management to increase the production. The present project develops a model of biological production of semi-intensive commercial shrimp culture *Litopenaeus vannamei* when pre-harvesting is performed using industry databases. The model was composed of a biological submodel and a submodel of environmental variables (temperature, salinity and dissolved oxygen) and management (density, crop duration and pond size). The proposed model involved in the prognosis of biomass production adequately predicted the semi-intensive production of shrimp *L. vannamei*. The management schemes allowed to determine the combinations of the variables to increase the production since in the most unfavorable management conditions 935 kg ha⁻¹ are obtained and with the best, 2643 kg ha⁻¹ are obtained. The deterministic sensitivity analysis showed that, in order of importance, the seed density, the duration of the crop and the time of pre-harvesting were the management variables that most affected the production.

It is concluded that the best management scheme was predicted with densities of 33.3 poslarvas m⁻², 13 weeks of cultivation duration and that pre-harvesting is performed at week 11.

Key words: Production model, shrimp, sensitivity analysis

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la producción acuícola de camarón, el análisis de los factores que influyen en la biomasa a obtener se ha vuelto muy importante. Generar un modelo de producción, permite mejorar el manejo para poder incrementar la producción. Generalmente, los modelos de producción

biológica forman parte de un modelo bioeconómico, que permite una vez completado el modelo para futuras investigaciones, poder hacer recomendaciones de manejo, de la variabilidad de la producción y del riesgo económico.

Se han publicado trabajos científicos relacionados con la bioeconomía con modelos deterministas para establecer distintas estrategias de manejo (Pardy *et al.*, 1983; Sadeh *et al.*, 1983; Hernández-Llamas y Magallón-Barajas, 1991; Martínez y Seijo, 2001a; Yu *et al.*, 2009), otros trabajos han incorporado elementos estocástico a los modelos bioeconómicos para analizar el riesgo económico de diferentes puntos de vista y con diversas especies (Griffin *et al.*, 1981; Sadeh *et al.*, 1986; Martínez y Seijo, 2001b; Valderrama y Engle, 2002; Hernández-Llamas *et al.*, 2004; Sanchez-Zazueta y Martínez-Cordero, 2009; Hernandez-Llamas *et al.*, 2013). Para efectos del presente trabajo, se han desarrollado algunos modelos de producción biológica para cultivos intensivos de camarón blanco, como los de Ruiz-Velazco *et al.* (2010a) para cultivos intensivos bajo condiciones normales y el de Ruiz-Velazco *et al.* (2010b) para cultivos intensivos incluyendo efecto de enfermedades como la mancha blanca. Recientemente Estrada-Pérez *et al.* (2015), analizaron la producción intensiva con tres precosechas por medio de un modelo biológico, sin abordar los aspectos económicos ni los esquemas producción con una y dos precosechas. Este último trabajo se realizó bajo condiciones de tecnología intensivo de camarón blanco.

No obstante que existe una serie de trabajos previos con bioeconomía de camarón y algunos otros de modelos de producción biológica, la mayoría de modelos de

producción biológica han abordado la producción intensiva de camarón. Sin embargo, es de tomarse en cuenta que la producción semiintensiva de camarón blanco, representa alrededor del 90% de la tecnología usada en México. De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el presente trabajo propone un modelo de producción biológica que permitirá manejar el cultivo de camarón con tecnología semi-intensiva en las mejores condiciones de manejo para poder incrementar

la producción. Asimismo, además de las recomendaciones de manejo que se establecen en el presente trabajo, se hacen recomendaciones acerca de las variables de manejo que más impactan a la producción.

METODOLOGÍA

Para el presente trabajo, se utilizaron bases de datos proporcionadas por productores de camarón *L. vannamei* de Nayarit constando estas con datos sobre 11 estanques (Tabla 1).

Tabla 1. Valores mínimos y máximos de las variables registradas en la base de datos las cuales fueron usadas para el análisis.

Variable	Mínimo	Máximo
Siembra; Julio - Octubre		
Densidad (poslarvas m ⁻²)	13.3	33.3
Tamaño del estanque (ha)	0.6	7.0
Duración del cultivo (semanas)	13.0	16.0
Oxígeno disuelto(mg L ⁻¹)	3.7	5.5
Temperatura (°C)	31.3	32.2
Tiempo de la primer precosecha (semanas)	9	11
Biomasa precosechada (Kg ha ⁻¹)	360	1130
Camarones precosechados (%)	21.4	66.5

Modelo de producción Biológica

Siguiendo la metodología propuesta por Ruiz-Velazco (2011) y Hernández-Llamas *et al.* (2013) para un modelo bioeconómico, se construye un modelo de producción biológica el cual constó de dos submodelos: un submodelo biológico y un submodelo de variables ambientales y manejo.

Submodelo biológico

Se utilizó un modelo de inventario, propuesto por Leung y El-Gayar (1997), este modelo predice la biomasa en función del tiempo (b_t):

$$b_t = W_t n_t \quad (1)$$

donde W_t el peso (g) individual de los organismos y n_t es el número de organismos sobrevivientes en el tiempo t (semanas).

El peso individual de los organismos (W_t) en la semana t , fue estimado por el modelo desarrollado por Ruiz-Velazco *et al.* (2010a):

$$W_t = W_i + (W_f - W_i) [(1 - k^t) / (1 - k^c)]^3 \quad (2)$$

donde W_i es el peso inicial (g), W_f es el final, k es la velocidad a la cual el peso cambia de su valor inicial a su valor final y c es la duración del cultivo.

La sobrevivencia hasta antes de la primer precosecha (primera fase) se llevó a cabo por medio de la ecuación general (Gulland, 1969):

$$n_{t1} = n_1 \exp(-z t) \quad (3a)$$

para determinar la supervivencia después de la primera precosecha (segunda fase) se modificó la ecuación de tal manera que se considera la cantidad de organismos precosechados. (Ruiz-Velazco *et al.*, 2010a):

$$n_{t2} = (n_1 \exp(-z_1 t_{c1}) - c_1) \exp(-z_2 (t - t_{c1})) \quad (3b)$$

donde n_{t1} hasta n_{t2} son la cantidad de organismos sobrevivientes en las distintas fases al tiempo t , n_1 hasta n_2 son el número inicial de individuos de cada fase, t_{c1} es el tiempo de la precosecha, c_1 es la cantidad de organismos precosechados y z_1 y z_2 son la tasa instantánea de mortalidad de cada fase, z se despeja de la Ecuación 3, por lo que:

$$z_1 = -\ln(n_{F1} / n_1) / t_{d1} \quad (4a)$$

$$z_2 = -\ln(n_{F2} / n_2) / t_{d2} \quad (4b)$$

siendo n_{F1} hasta n_{F2} los organismos sobrevivientes al final de cada fase, n_1 hasta n_2 son la cantidad de organismos al inicio de cada

fase, t_{d1} hasta t_{d2} son la duración de cada fase.

Submodelo de variables ambientales y de manejo para el modelo de inventario

Por medio de regresión lineal múltiple se relacionaron los parámetros del submodelo biológico (excluyendo a W_i y n_0) con las variables ambientales de calidad del agua y las de manejo del cultivo. Entre las primera se analizaron temperatura (T) y oxígeno disuelto (OD); y entre las segundas, densidad de siembra (D), tamaño del estanque (TE), duración del cultivo (DC). Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = a_0 + a_1 T + a_2 OD + a_3 D + a_4 TE + a_5 DC \quad (5)$$

donde Q puede ser igual a W_f , k , z_1 , z_2 y PPC (porcentaje de biomasa precosechada por hectárea del total de organismos al tiempo de la precosecha), a_0 hasta a_5 son coeficientes de regresión, los cuales fueron estimados a partir de los casos registrados en la base de datos.

La construcción de los modelos constó de dos etapas: en la primera se utilizó el procedimiento de regresión *eliminación progresiva hacia atrás* para seleccionar las variables independientes que previamente resultaron significativas en el análisis de correlación, se utilizó el procedimiento de regresión lineal múltiple de *Stata 10* con $p < 0.1$ para aceptar o rechazar las variables independientes (se utilizó este nivel de significancia para no descartar variables importantes las cuales pudieran influir en los parámetros de los modelos), el procedimiento mencionado de acuerdo con manejo automáticamente la colinealidad.

En la segunda etapa se probó la capacidad de predicción del modelo, el cual se evaluó mediante una función de identidad entre los valores observados y los pronosticados por el modelo, de tal forma que el coeficiente (pendiente) de una regresión lineal simple (con intercepto igual a cero) no fuera significativamente diferente que uno, por medio de la prueba t (Poole, 1974; Zar, 2010). Posteriormente, se llevó a cabo una prueba de equivalencia (Chow y Liu, 2004) a fin de no aceptar falsamente la hipótesis nula correspondiente (error tipo II de la estadística; Hauck y Anderson, 1986; Zar, 2010). Para la prueba de equivalencia, se utilizó una tolerancia del 5% del valor de la pendiente (Garret, 1997).

Una vez establecidas las relaciones entre los parámetros del modelo de inventario y las variables de calidad del agua y manejo. Se determinaron las combinaciones de los valores de las variables de manejo que produjeron la menor y mayor producción promedio de la biomasa.

Se establecieron 5 niveles de manejo, el primer nivel correspondió a la menor producción de biomasa, los niveles siguientes fueron mejores, siendo el quinto nivel en el que se produce la mayor producción (Tabla 2).

Análisis de la sensibilidad de la producción

Se analizó la sensibilidad de los rendimientos de la producción determinista de acuerdo a los cambios en los valores mínimos y máximos de las variables de manejo para el peor y mejor

Esquemas de manejo

Tabla 2. Esquemas de manejo utilizados para la producción dinámica de camarón

Nivel de manejo	Densidad de siembra (poslarvas m ⁻²)	Duración del cultivo (semanas)	Tiempo de precosecha (semanas)
1	13.3	16.0	9.0
2	18.3	15.3	9.5
3	23.3	14.5	10.0
4	28.3	13.8	10.5
5	33.3	13.0	11.0

nivel de manejo. Para este análisis se utilizó el programa @RISK v.5.5,

V. RESULTADOS

Submodelos biológico

La utilización del modelo de crecimiento

(Ecuación 2) en los 11 casos en estudio fue satisfactorio en términos de la regresión no lineal ($P < 0.05$) ya que permitió describir la dinámica de crecimiento del camarón (Figura 1)

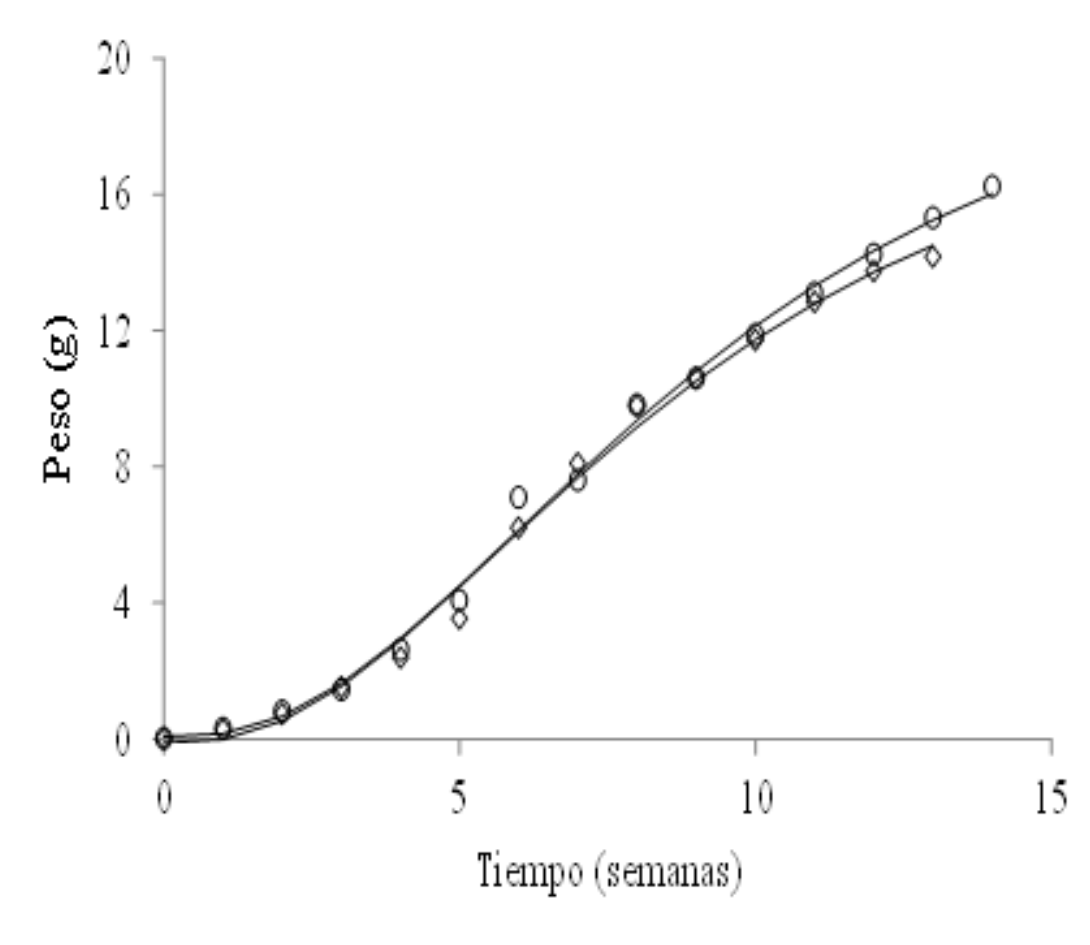


Figura 1. Ejemplos de curvas de crecimientos ajustadas con el modelo de crecimiento de Ruiz-Velazco et al. (2010a).

Submodelo de variables ambientales y de manejo para el modelo de inventario

Las relaciones encontradas mediante la regresión lineal múltiple entre los parámetros del modelo de inventario y las variables ambientales de calidad del agua y de manejo se muestran en la Tabla 3, la probabilidad de error P indica la significancia del ajuste.

Se encontró una relación inversa entre el peso final (W_f) y la densidad de siembra (D), la constante de crecimiento (k) se relacionó directamente con la duración del cultivo (DC), las tasas de mortalidad (z_1 y z_2) no se relacionaron con ninguna variable, el porcentaje precosechado (PPC_1) presentó una relación positiva con oxígeno disuelto (OD).

Capacidad predictiva del modelo de producción

Se encontraron relaciones significativas ($P < 0.05$) entre la biomasa observada en la base de datos y la pronosticada por el modelo. Los resultados de la regresión lineal entre la biomasa observada (BO) y biomasa

pronosticada (BP), así como la prueba de equivalencia permiten concluir que la pendiente es estadísticamente igual a uno, por lo que la capacidad predictiva de los modelos fue satisfactoria (Figura 2).

Esquemas de manejo

Una vez establecidas las relaciones de las variables de manejo con los parámetros de producción, se pudo pronosticar la biomasa a obtener con combinaciones extremas e intermedias de los valores de las variables de manejo registradas en la base de datos (Figura 3). La biomasa mínima promedio pronosticada con el nivel de manejo 1 fue de 935 Kg ha⁻¹ y con el nivel de manejo 5 fue de 2643 Kg ha⁻¹ (183% de incremento) (Figura 4), la mínima producción se obtuvo con una densidad inicial de 13.3 poslarvas m⁻² y 16 semanas de duración de cultivo y la precosecha a la semana 9, la mayor biomasa se pronosticó con densidades de 33.3 poslarvas m⁻² y 13 semanas de duración del cultivo y la precosecha a la semana 11.

Tabla 3. Modelos de regresión múltiple para calcular los parámetros del modelo de inventario en función de las variables de calidad del agua y manejo.

Modelo	p
$W_f = - 0.1201D + 16.9266$	0.0062
$k = 0.0174DC + 0.6045$	0.0161
$PPC = 17.2981OD - 39.4558$	0.0622

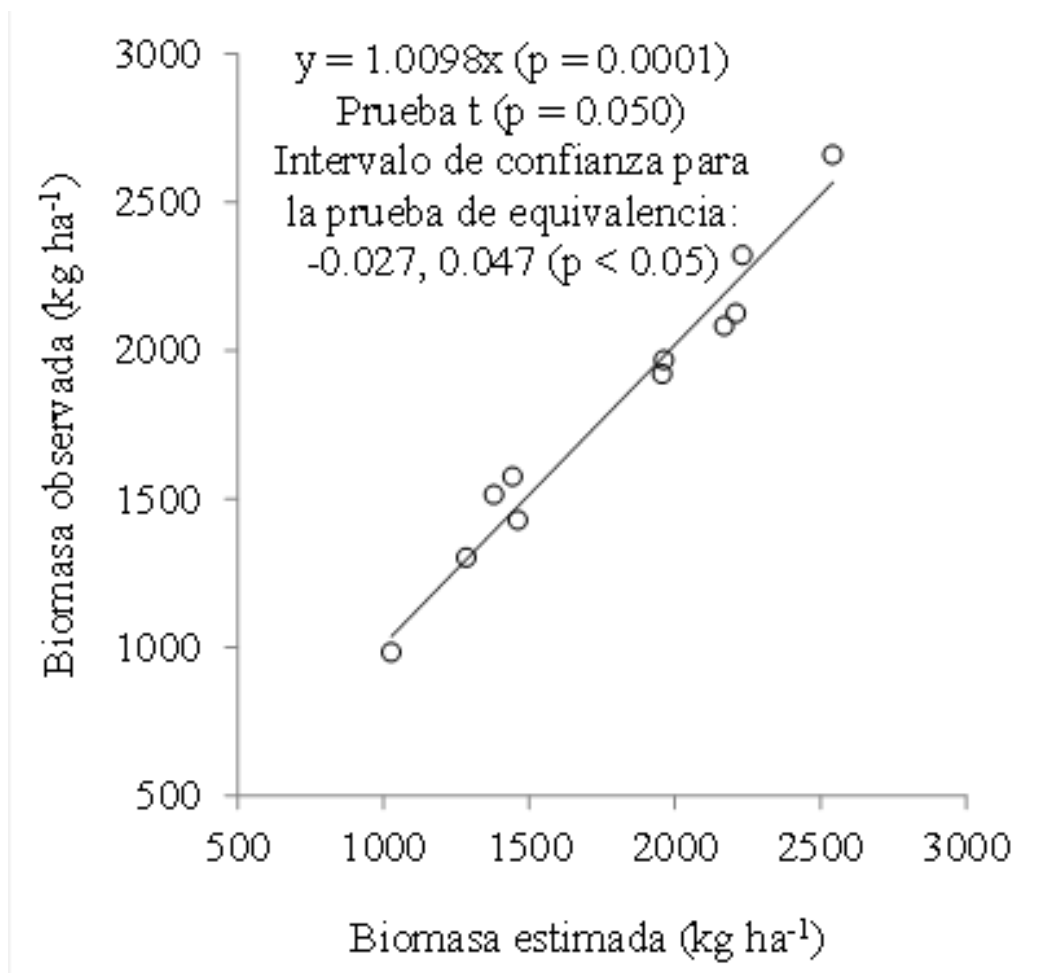
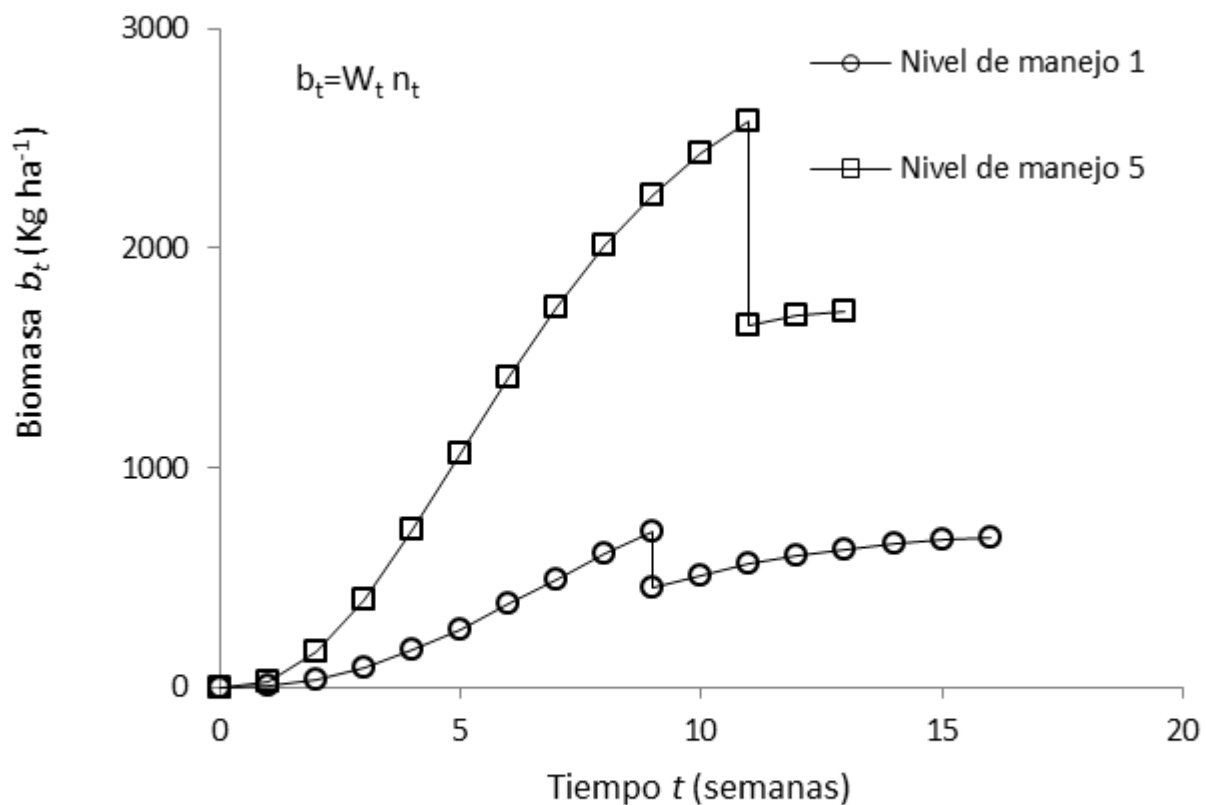


Figura 2. Relación entre la biomasa observada y la estimada usando el modelo de inventario y los coeficientes de la regresión de la Tabla 2.

Figura 3. Producción dinámica pronosticada a lo largo del ciclo de cultivo por el modelo de producción biológica.



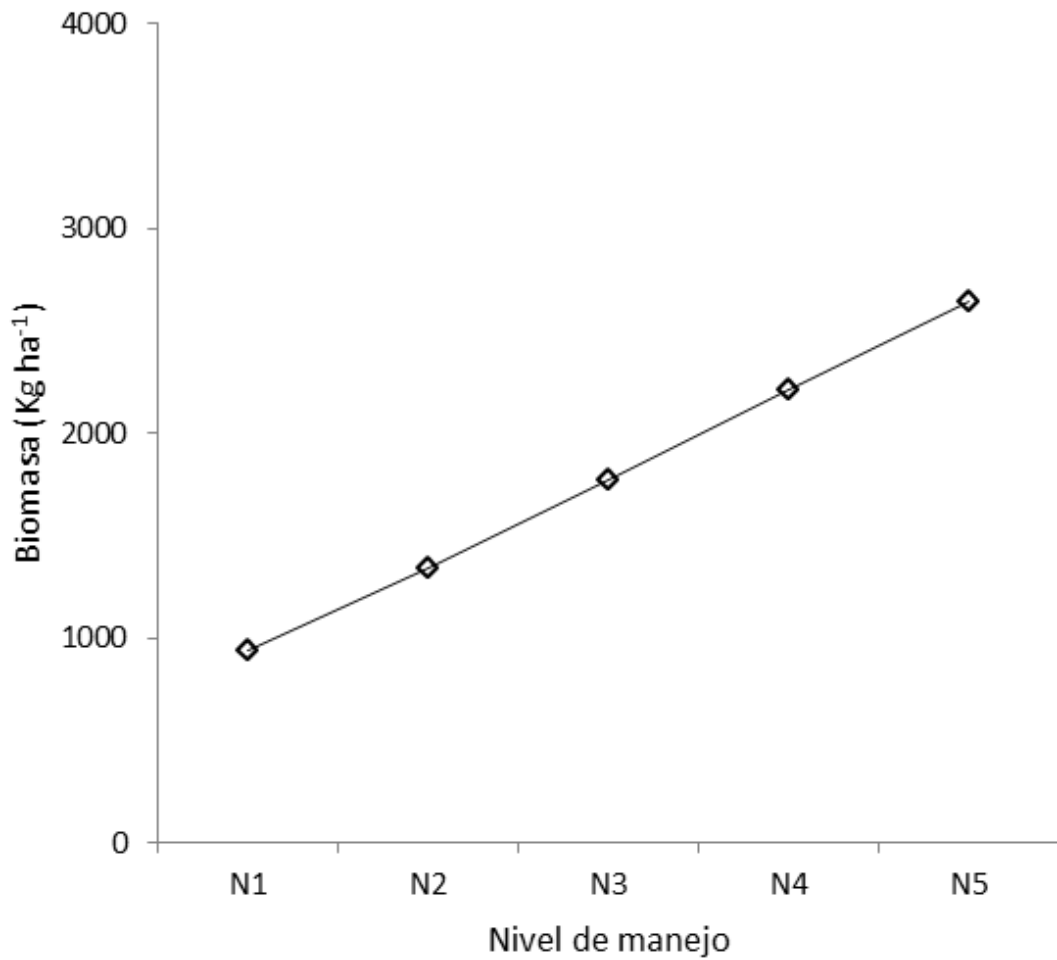


Figura 4. Biomasa proyectada por el modelo de producción biológica para los cinco niveles de manejo.

Análisis de correlación

Los resultados encontrados mediante un análisis de correlación entre los porcentajes precosechados y las tasas de mortalidad subsecuentes, mostraron una relación significativa ($P=0.003$) entre dicho porcentaje precosechado y la tasa de mortalidad después de la precosecha, es decir, mayores tasas de mortalidad se encontraron cuando mayores porcentajes de camarones fueron precosechados.

Análisis de sensibilidad

Los resultados del análisis de sensibilidad de la producción a las variables de manejo (Figura 5) mostraron que la densidad de siembra es la más importante, posteriormente la duración del cultivo y después, los tiempos en que ocurren las diferentes precosechas, esta última como la menos importante.

VI. DISCUSIÓN

Los modelos de regresión lineal múltiple son considerados predictivos más que herramientas explicativas (Ruiz-Velazco *et al.*,

2010b), sin embargo, los modelos implicados para pronosticar la biomasa predijeron de manera adecuada la producción semi-intensiva de camarón *L. vannamei*. También, las relaciones entre las variables ambientales y de manejo con los parámetros de producción son consistentes con lo reportado regularmente en la literatura.

Por otro lado, se verificó que las curvas de crecimiento, así como la supervivencia pronosticada por los correspondientes modelos, se ajustaran adecuadamente a los registros en la base de datos.

Diversos estudios han reportado que hay una relación negativa del peso final con la densidad de siembra del camarón (Araneda *et al.*, 2008; Ruiz-Velazco, 2010a; Estrada-Pérez *et al.*, 2016).

Aunque se esperaba que no se alcanzara a discernir el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del camarón debido a la precosecha, esto no fue así, ya que en el

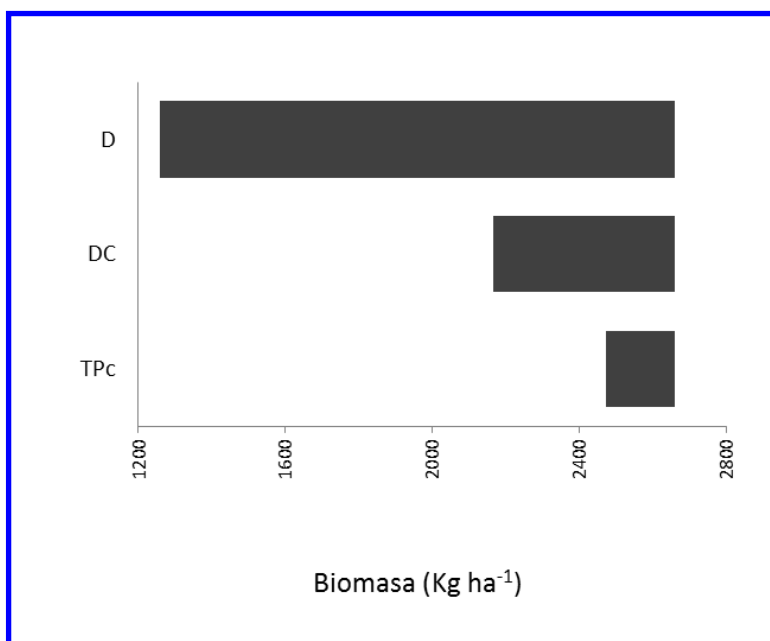


Figura 5. Análisis de sensibilidad de la producción a las variables de manejo. D es la densidad de siembra, DC duración del cultivo, TPc es el tiempo en que ocurre la precosecha.

presente estudio se encontró que la densidad inicial de siembra si afectó el crecimiento en peso del camarón. Altos niveles de oxígeno disuelto favorecen la supervivencia y el crecimiento (Hopkins *et al.*, 1991; Ruiz-Velazco *et al.*, 2010a). En términos generales, se encontró que el porcentaje de camarón precosechado estuvo relacionado directamente con el oxígeno disuelto, por lo que, aparentemente se efectúan mayores precosechas con oxígenos disueltos altos, sin embargo, generalmente los productores utilizan la estrategia de precosechar cuando su capacidad de carga del estanque se encuentra saturada y que generalmente se presenta cuando los oxígenos disueltos son bajos y por lo tanto se pone en riesgo la producción. Lo resultados no explica la poca precosecha con bajos niveles de oxígeno disuelto ya que en esas condiciones sería necesario incrementar el *PPc* y como consecuencia aumenta el oxígeno disuelto y mejora la calidad del agua. Lo anterior podría explicarse cuando el productor toma la decisión de precosechar por otras causas, como por ejemplo, tener liquidez para enfrentar compromisos económicos, lo cual ocurre a menudo.

El parámetro k tuvo una relación directa con la duración del cultivo, situación que coincide con el trabajo reportado por Ruiz-Velazco *et al.* (2010b) quienes explican que la interpretación de las relaciones de la k con las variables ambientales y de manejo no es sencilla, ya que cuando $k < 1$, la curva de crecimiento es de forma sigmoide y se encuentra mejor definida. Cuando $k > 1$, se interpreta que los camarones están creciendo exponencialmente. Las curvas sigmoides y exponenciales podrían estar relacionadas con diferentes condiciones operativas y no existe una razón a priori para

suponer que mejores o peores condiciones de cultivo conduzcan necesariamente a cualquiera de los dos tipos de curvas de crecimiento (Ruiz-Velazco *et al.*, 2010a).

Los resultados indicaron que conforme se mejora el manejo, la producción se incrementa, esto se demostró cuando la producción se incrementó de pasar del nivel de manejo 1 al nivel de manejo 5, por lo que es atribuible a la especial atención que habría que ponerle a las variables de manejo para optimizar la producción, la cual se ve incrementada principalmente por aumentos en la densidad de siembra. Un análisis bioeconómico permitirá determinar la viabilidad de esta estrategia debido a los costos asociados a las altas densidades de siembra. Ruiz-Velazco (2011) y Ruiz-Velazco *et al.*, (2013) reportan para cultivos intensivos y semi-intensivos, respectivamente, que la biomasa se incrementa cuando se mejora el manejo, lo cual es coincidente con el presente estudio. También se observó en el presente estudio, que la mortalidad de la fase final se incrementa con el porcentaje precosechado, esto puede ocurrir como consecuencia del método de captura, el cual requiere la disminución del nivel de agua del estanque y su posterior llenado provocando estrés en los organismos cultivados.

El análisis de sensibilidad determinista de la producción a las variables de manejo mostró que cualquier nivel de manejo y en orden de importancia, la densidad de siembra, la duración del cultivo y el tiempo en que se realiza la precosecha fueron las que salieron en el análisis. Se debe de tener especial atención a la densidad de siembra ya que cambios en los valores de esta variable pueden beneficiar o afectar a la producción de camarón.

Lo anterior es coincidente con los resultados encontrados por Ruiz-Velazco *et al.*, (2013) en producción semi-intensiva sin precosechas. Se concluye que la densidad de siembra se convierte en la variable más importante para definir una estrategia de manejo, ya que tiene un efecto tanto en el crecimiento de los organismos y con las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, otro factor que determina un buen crecimiento y buena supervivencia de los organismos.

VII. LITERATURA CITADA

- Araneda, M., Pérez, E.P., Gasca-Leyva E . (2008). White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight. *Aquaculture* 283: 13-18.
- Chow, S.C., Liu, J.P. (2004). *Design and Analysis of Clinical Trials: Concepts and Methodologies*, 2nd Ed. John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey. 752 p
- Estrada-Pérez, A., Ruiz-Velazco, J. M. J., Hernández-Llamas, A., Zavala-Leal, I., Martínez-Cárdenas, L. (2015). Deterministic and stochastic models for analysis of partial harvesting strategies and improvement of intensive commercial production of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquacult. Eng.* 70: 56-62
- Garret, K.A. (1997). Use of statistical tests of equivalence (bioequivalence tests) in plant pathology. *Phytopathology* 87: 372-374.
- Griffin, W.L., Hanson J.S., Brick, R.W. y Johns, M.A. (1981). Bioeconomic modeling with stochastic elements in shrimp culture. *J. World Mar. Soc.* 12: 94-103.
- Gulland, J.A. (1969). *Manual of Methods for Fish Stock Assessment: Part 1, Fish Population Analysis*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hauck, W.W., Anderson, S. (1986). A proposal for interpreting and reporting negative studies. *Stat. Med.* 5: 203-209.
- Hernandez-Llamas, A., Gonzalez-Becerril, A., Hernandez-Vázquez, S. y Escutia-Zuñiga, S. (2004). Bioeconomic analysis of intensive production of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. *Aquacult. Res.* 35: 103-111.
- Hernández-Llamas, A., Magallón-Barajas, F.J. (1991). Análisis bioeconómico del cultivo del camarón azul (*Penaeus stylirostris*) con fertilizantes orgánicos y alimentación balanceada. *Investigaciones Marinas, CICIMAR* 6(2): 267-281.
- Hernandez-Llamas, A., Ruiz-Velazco, J.M.J., Gomez-Muñoz, V.M. (2013). Economic risk associated with white spot disease and stochastic variability in economic, zootechnical and water quality parameters for intensive production of *Litopenaeus vannamei*. *Reviews in Aquaculture*, 5: 121-131.
- Leung P., El-Gayar, O.F. (1997). The role of modeling in the managing and planning of sustainable aquaculture. In: *Sustainable Aquaculture* (ed. by J. Bardach), pp 149-175. John Wiley & Sons, Inc., New York.

- Martinez, J.A., Seijo, J.C. (2001a). Alternative cycling strategies for shrimp farming in arid zones of Mexico: Dealing with risk and uncertainty.
- Martínez, J.A., Seijo, J.C. (2001b). Economics of risk and uncertainty of alternative water exchange and aeration rates in semi-intensive shrimp culture systems. *Aquacult. Econ. Manage.* 5 (3-4): 129-146.
- Pardy, R., Griffin, W.L., Johns, M.A., Lawrence, A.L. (1983). A preliminary economic analysis of stocking strategies for penaeid shrimp culture. *J. World Mar. Soc.* 14: 49-63.
- Poole, R.W. (1974). *An introduction to Quantitative Ecology*. McGraw-Hill, New York. 532 p.
- Ruiz-Velazco, J.M.J. (2011). Modelo bioeconómico para el análisis de riesgo del cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 128 p.
- Ruiz-Velazco, J.M.J., Hernández-Llamas, A., Gómez-Muñoz, V.M., Magallon, F.J. (2010a). Dynamics of intensive production of shrimp *Litopenaeus vannamei* affected by White spot disease. *Aquaculture* 300: 113-119
- Ruiz-Velazco, J.M.J., Hernández-Llamas, A., Gómez-Muñoz, V.M. (2010b). Management of stocking density, pond size, starting time of aeration, and duration of cultivation for intensive commercial production of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering* 43: 114-119.
- Ruiz-Velazco, J. M. J., Estrada-Pérez, M., Hernández-Llamas, A., Nieto-Navarro, J. T., Peña-Messina, E. (2013). Stock model and multivariate analysis for prediction of semi-intensive production of shrimp *Litopenaeus vannamei* as a function of water quality and management variables: A stochastic approach. *Aquacult. Eng.* 56: 34-41
- Sadeh, A., Griffin W., Johns, M., Lawrence, A. (1983). A preliminary analysis of policulture in shrimp ponds. In: *Proceedings of the 1st International conference on warm water aquaculture crustacean*: 50-67.
- Sadeh, A., Pardy, C.R., Griffin, W., Lawrence, A.L. (1986). Uncertainty consideration resulting from temperature variation on growth of *Penaeus stylirostris* in ponds. *The Texas Journal of Science.* 38 (2): 159-172.
- Sanchez-Zazueta, E., Martinez-Cordero, F.J. (2009). Economic risk assessment of a semi-intensive shrimp farm in Sinaloa, Mexico. *Aquaculture Economics & Management.* 13 (4): 312-327.
- Valderrama, D., Engle, C.R. (2002). Economic optimization of shrimp farming in Honduras. *J. World Aquacult. Soc.* 33(4): 398-409.

Yu, R., Leung, P., Bienfang, P. (2009).
Modeling partial harvesting in intensive
shrimp culture: A network-flow approach.
European Journal of Operational Research
193: 262-271.

Zar, J.H. (2010). Biostatistical Analysis, 5th Ed.
Prentice Hall, Upper Saddle River, New
Jersey. 960p.



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).
3. Institución(es) donde se realizó la investigación y direcciones de la(s) misma(s).
4. Resumen: síntesis de los resultados en menos de 300 palabras.

5. Palabras clave: cinco como máximo.
6. Abstracts and key words: el autor proporcionará resumen y palabras clave traducidas, aunque solicite la traducción del artículo a la revista.
7. Texto: los encabezados de las secciones principales se escriben sólo con mayúsculas, los de las subsecciones con mayúsculas y minúsculas; la primera vez que se menciona una especie se incluye el nombre científico completo en cursivas, con autoridad taxonómica y año; se usará el Sistema Internacional de Unidades, abreviando las unidades sin punto final.
8. Agradecimientos.
9. Referencias. Se listan alfabética y cronológicamente todas las mencionadas en el texto. Los nombres de las revistas, libros, simposio o universidades (en el caso de tesis o informes internos) se imprimirán en negritas y los de espacios en cursivas.

Ejemplos de citas bibliográficas:

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

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

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

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

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

El trabajo original y tres copias deben dirigirse al coordinador editorial de **Acta Pesquera**, Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra, jtulloa@uan.edu.mx, Escuela Nacional de

Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Apartado Postal 10 San Blas Nayarit, CP. 63740, Fax 01 (323) 2 31-21-20 y 01 (311) 2 18 20 14.

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 tipografiada 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