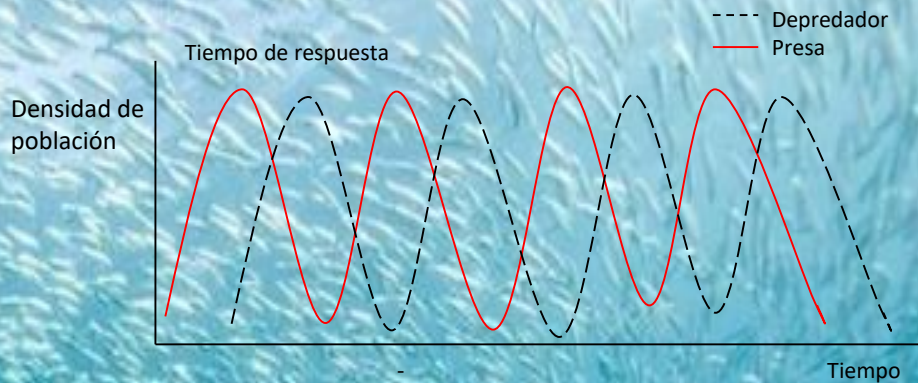


ACTA PESQUERA



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 4, No. 8, Julio – Diciembre de 2018. 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

Dr. Fernando Jiménez Guzmán Facultad de Ciencias Biológicas UANL

Dr. Mario Oliva S. Universidad de la Habana Cuba

Dr. Arturo Ruiz Luna. CIAD

Dr. Adrián Arredondo Álvarez. Secretario de Medio Ambiente del C.E.N. del P.R.I.

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus. CUC. U de G.

Directorio de la Revista

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra

Director / Editor

Dr. Javier Marcial de Jesús Ruíz Velazco Arce

Subdirector

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus

Coeditor

Dr. Oscar Iram Zavala Leal

Coordinador Científico

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca

Coordinador de Contenido

M. en C. Aurelio Benítez Valle

Editor Ejecutivo

M. en C. Elsa García de Dios

Coordinadora de Edición

LDI Gabriela Ulloa García

Coordinadora de Diseño Grafico

Contenido

		Pág.	
1	Editorial	0	
2	Empresas camaroneras de Solidaridad	Adrián Arredondo Álvarez, José Luis del Ángel Lemus	1
3	Fluctuaciones en la composición y abundancia de zooplancton en la laguna costera de Barra de Navidad, Jalisco	Ramiro Flores Vargas, María del Carmen Navarro Rodríguez	15
4	Modelación Presa – Depredador basada en uso de tecnología	José Trinidad Ulloa Ibarra, Juan Felipe Flores Robles, María Inés Ortega Arcega, Jaime L. Arrieta Vera	28
5	Dieta de Marlín azul <i>Makaria mazara</i> (Jordam Synder, 1901) en las capturas de pesca deportiva en la Bahía de Banderas Nayarit – Jalisco	Carlos Gerardo Torres Núñez, Jesús Ricardo Velázquez Luengas, Myrna Leticia Bravo Olivas	41
6	Avance y perspectiva de la investigación del uso de microorganismos antagonicos en la actividad camaronícola	Gutiérrez- García Félix J., Peraza-Gómez Viridiana , Robles- Ravele-ro Maricruz, Castellanos- Cruz Jaime, Trejo- Flores José V. López-Sánchez Armando, Bautista- Covarrubias Juan C., Jiménez- Ruíz Edgar I., Arvizu María D., Isiordia-Pérez Elifonso	48
7	Restos óseos de pez loro (<i>Scarus perrico</i>) y jurel (<i>Caranx caninus</i>) en un depósito cultural en Aztatlán en Maito, Jalisco, México	Fabio Germán Cupul-Magaña, Joseph B. Mountjoy y Rafael García de Quevedo Machain	58
8	A los autores	Comité Editorial	62

ACTA PESQUERA

La explotación del camarón en México comienza a tomar importancia en los años 30 cuando se detecta el camarón de aguas protegidas y comienza a pescarse con lanchas movidas por velas y remos, empleándose las redes de lanzar (tarrayas) de hilo de algodón como arte de pesca. Sin embargo hoy en día se conoce el potencial de este recurso al esta nuestro país entre dos océanos y contar con 1 500 000 hectáreas de aguas protegidas (esteros, bahías, lagunas de aguas interiores). Por lo anterior resulta de interés el estudio que nos presentan Adrián Arredondo y José Luis del Ángel Lemus sobre las empresas camaroneras de Solidaridad.

Plancton es el conjunto de organismos que flotan a merced de los movimientos del mar. La palabra significa "errante" o "vagabundo". Este conjunto de organismos es muy numeroso y diverso y habita tanto en aguas dulces como en aguas marinas. Un elemento importante en la transmisión de la energía dentro de los sistemas de aguas continentales es el zooplancton, su abundancia y distribución varían temporalmente en respuesta a cambios en factores bióticos y abióticos, por lo que su composición y abundancia varía también en respuesta a los cambios en la diversidad y abundancia del fitoplancton. Es por lo anterior que el estudio del zooplancton que nos presenta María del Carmen Navarro y su equipo. provee información invaluable acerca del estado trófico y de los procesos de productividad general del lugar de estudio.

Los peces de pico son organismos pelágicos mayores, notablemente adaptados a su ambiente son grandes predadores que realizan extensas migraciones, comprobándose la evidencia de sus movimientos en estudios específicos, a pesar de su importancia como especie deportiva a nivel mundial, el número de trabajos que hacen referencia a algún aspecto de su biología es bajo,

siendo aún más reducidos los que abordan aspectos sobre sus hábitos alimentarios es por ello que presentamos el estudio realizado por Carlos Gerardo Torres, Jesús R. Velázquez y Myrna Leticia Bravo un trabajo cualitativo y cuantitativo del espectro trófico (dieta) del marlín azul en Bahía de Bandera, Nayarit.

Coincidente con el aspecto depredar contamos con el trabajo de modelos presa depredador, un estudio en el que se hace uso de un método numérico para evadir la solución de ecuaciones diferenciales.

Los fósiles son restos y señales de vida de organismos, que se conservan al no sufrir putrefacción alguna, y que se conservan en forma de rocas sedimentarias. Los fósiles pueden estar formados por el propio organismo muerto, por su imagen plasmada en la roca sedimentaria, o tratarse de restos fósiles (marcas o señales que los organismos dejaron durante su vida). Para que la fosilización tenga lugar, es necesario un entierro rápido, generalmente por sedimento hídrico. A este proceso le sigue una alteración química, en la que pueden añadirse o suprimirse sustancias minerales, agradecemos el trabajo que nos presenta Fabio Cupul, a Joseph B. Mountjoy y Rafael García de Quevedo Machain del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

Finalmente damos la bienvenida a este espacio a Viridiana Peraza docente - investigadora de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la UAN con el trabajo sobre microrganismos antagónicos en la actividad camarónica

Agradecemos a todos su contribución para contar con número más de nuestra revista

Editor

EMPRESAS CAMARONERAS DE SOLIDARIDAD

Adrián Arredondo Álvarez¹, José Luis del Ángel Lemus²

¹ Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, S.C. Instituto Tecnológico Educación Superior Misantla, Ver

² Asesor en materia pesquera H. Cámara de Diputados Federal

Recibido: 06 de agosto de 2018

Aceptado: 31 de octubre de 2018

RESUMEN

El presente trabajo, reúne la información contenida en el Informe: "Acompañamiento Programa de Empresas Camaroneras de Solidaridad", que fue elaborado e instrumentado con la finalidad de conocer paso a paso, desde la planeación hasta los resultados financieros, obtenidos por 15 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Camarón del Altamar del Océano Pacífico Mexicano, asociadas con FONAES y otros acreedores, para poner en mejores condiciones físicas de operación y seguridad en la navegación, durante la temporada 1993-1994 de capturas del crustáceo.

En el documento, queda implícita la metodología acordada y desarrollada, la que llevó a determinar parámetros, índices e indicadores que propiciaron la valoración, producciones, productividad, rendimientos y eficiencias, de cada una de las 102 embarcaciones-empresas y de las 15 organizaciones.

Del esquema de recuperación de los créditos otorgados, arrojó como resultado ser una expresión de los beneficios económicos y financieros del proyecto; y que estos figuraron como medida para el apalancamiento del desarrollo económico, organizativo y productivo de las organizaciones en el futuro.

Con la información anterior, dada a lo largo del texto, se puede confirmar que, con los resultados obtenidos, el esfuerzo y participación de las organizaciones y sus 702 miembros, que, apoyados en su producción, se garantizó con mucho la confianza y garantía, en el sector pesquero de una de las pesquerías más importantes de la pesca en el país.

Palabras clave: solidaridad, empresas camaroneras, organizaciones, cooperativas

ABSTRACT

This work gathers the information contained in the Report: "Accompaniment of the Solidarity Shrimp Business Program", which was prepared and implemented with the purpose of learning step by step, from planning to financial results, obtained by 15 Cooperative Societies of Fishing Production of Shrimp from the Altamar of the Mexican Pacific Ocean, associated with FONAES and other creditors, to put in better physical conditions of operation and safety in navigation, during the 1993-1994 season of catches of the crustacean.

In the document, the agreed and developed methodology is implicit, which led to the determination of parameters, indices and indicators that led to the valuation, productions, productivity, performance and efficiencies of each of the 102 vessels-companies and 15 organizations. The scheme of recovery of the granted credits, resulted as an expression of the economic and financial benefits of the project; and that these were a measure for leveraging the economic, organizational and productive development of organizations in the future.

With the previous information, given throughout the text, it can be confirmed that, with the results obtained, the effort and participation of the organizations and its 702 members, who, supported in their production, were guaranteed with much confidence and guarantee, in the fishing sector of one of the most important fisheries in the country.

Keywords: solidarity, shrimp companies, organizations, cooperatives

Introducción:

El Programa de Empresas Camaroneras de Solidaridad, surgió como compromiso presidencial durante 1993, ello con la finalidad de rescatar y fomentar la capacidad productiva y económica de 102 embarcaciones, pertenecientes a 15 organizaciones sociales (Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera) del litoral del Océano Pacífico Mexicano y del Golfo de California, registradas en los puertos de La Paz BCS (1); Guaymas Son.(2); Mazatlán Sin (7); y en Salina Cruz Oax. (5); que agrupaban a una población total de 702 pescadores socios.

Los apoyos financieros provinieron del Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad (FONAES), la Banca Comercial y con el apoyo de la entonces Secretaría de Pesca; los recursos, se para la rehabilitación básica de las embarcaciones, consistente en el mantenimiento preventivo correctivo (varadero, de los equipos mecánico, eléctrico, refrigeración, pesca, entre otros), al efecto de poner las unidades de pesca en mejores condiciones de seguridad y operación para las faenas pesqueras previo al inicio de la temporada de capturas de camarón 1993-1994

El monto total del proyecto financiero consistió en 62'077,000.00 nuevos pesos; donde las organizaciones sociales con sus activos (embarcaciones), participaron con 49'769,000.00 nuevos pesos, correspondiente al 80.17% del monto total del proyecto; el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad contribuyó con 6'303,020.00 de nuevos pesos equivalente al 10.15% del monto programado; la Banca Comercial aportó 3'557,400.00 nuevos pesos en líquido; equivalente al 5.73%; y las empresas Comercializadoras de Camarón, aportaron 2'448.000.00 de nuevos pesos, correspondiendo el 3.94% del monto total (Fig.1)

En consecuencia, descontando la participación de los activos de las S.C.C.P., las

organizaciones recibieron como crédito en líquido un total de 12'307,400.00 nuevos pesos, cantidad que emplearon en la rehabilitación de las embarcaciones; de otra cuenta para garantizar la cobertura de los adeudos; en acuerdo en sus asambleas, con la participación de la entonces SEPESCA, garantizaron los pagos mediante el planteamiento de sus planes, metas de capturas y ventas del producto de las capturas de camarón de altura temporada 1993-1994.

De ahí que, para FONAES y la SEPESCA, se diseñó el "proyecto de acompañamiento Empresas Camaroneras de Solidaridad", del que damos cuenta en el desarrollo y resultados del presente trabajo.

Objetivos:

Elaborar el esquema y metodología para la planeación y evaluación del "proyecto de acompañamiento Empresas Camaroneras de Solidaridad", asociadas con FONAES.

Analizar el proyecto ex post con los integrantes asociados para su puesta en marcha.

Definir los parámetros y obtener los indicadores, rendimientos, eficiencias e índices de cada proceso desde la planeación hasta utilidades.

Elaborar y presentar en asambleas el informe general de los resultados obtenidos, sobre sus avances y el de cada organización.

Plantear el esquema de recuperación de los créditos obtenidos

3. Resultados pre operativos:

En primera instancia, el grupo coordinador del Proyecto de Acompañamiento Empresas Camaroneras de Solidaridad, se orientó a estructurar los objetivos, mecánica del plan de trabajo y las metas a alcanzar. Con esta información, se celebraron reuniones académicas para que en base a convocatoria se procediera a evaluar y seleccionar al personal de profesionistas que contará con el perfil y los conocimientos.

TEMPORADA CAPTURA CAMARON ALTAMAR 1993-1994 (miles Nuevos pesos)								
S.C.P.P	VARADERO	MECANICO	ELECTRICO	REFRIGERACION	Eq.PESCA	OTROS	SOLICITADO	AUTORIZADO
CHALE	141.76	149.36	0	17.5	0	120.61	686.23	131.8
PAJAROS	112	405	0	102	0	0	619	1440
GODINEZ	174	313.48	39.27	46.43	0	56.58	629.76	433.6
SUBTOTAL	427.76	867.84	39.27	165.93	0	177.19	1934.99	2005.4
Art.27 Const	0	215.18	58.06	15.9	0	107.76	556.9	552.2
ALLENDE	121.99	272	36	27	112.5	45	614.49	602.9
Pto.MAZATLAN	170	340	0	60	0	0	570	358
P. MULTIPLE	24.98	64.86	4.5	0	47.88	30	172.22	115.8
MAZATLECOS	38.8	87.9	18.4	75.45	0	80.1	332.65	318.4
COMONFORT	0	287	0	30.8	3.5	120.04	641.34	590.9
21 de AGOSTO	29.75	173.45	22	0.836	0	61.63	287.666	218.8
SUBTOTAL	385.52	1440.39	138.96	209.986	163.88	444.53	3175.266	2757
SOCONUSCO	75	59.06	6	9.41	33	4.5	186.97	123.3
Perla SOCONUSCO	200	159	12	32.2	0	12	415.2	415.2
TEHUANTEPEC	45	43.59	9	5.85	77.23	6	186.67	90.8
TECNOLOGICA	65.14	474.25	0	0	307.57	0	846.96	611.1
OSTIONEROS	176	49.5	16	8	50.72	0	300.22	300.22
	561.14							
SUBTOTAL		785.4	43	55.46	468.52	22.5	1936.02	1540.62
TOTAL	1374.42	3093.63	221.23	431.376	632.4	644.22	7046.276	6303.02

Figura 1. Solicitud de Inversión para rehabilitación de la flota

Así, se seleccionaron a 10 Ingenieros Pesqueros y 2 Biólogos Pesqueros, a cada uno de ellos, se les asignaron para el acompañamiento 8 embarcaciones.

En Asamblea General celebrada con cada una de las organizaciones, previo al inicio de la temporada de capturas, se analizaron los propósitos, responsabilidades y compromisos, de ambas partes (patrones de embarcaciones, y el personal de acompañamiento).

En coordinación con los administradores de las Cooperativas, se verificó la aplicación de los recursos conforme a los propósitos solicitados

por cada una de las organizaciones y de cada una de las 102 unidades de pesca.

Levantamiento de las características de la flota: Esta fase consistió en el levantamiento del estado físico de las embarcaciones: edad de las embarcaciones, eslora, número cúbico, potencia motores, equipo electrónico, equipo de pesca y de seguridad para la navegación.

En función de los resultados de las capturas y volúmenes de ventas de las temporadas anteriores, se establecieron los objetivos y las metas e captura para la temporada 1993-1994.

Al aplicar los registros de los datos anotados en las bitácoras de pesca, obtenidos en cada uno de los desembarques de todas las embarcaciones en muelle y de las entrevistas con los patrones de pesca, se analizaron todos los conceptos de operación y administración para su integración a la base de datos diseñada sobre el acompañamiento y su presentación en las asambleas programadas.

3.1 Inversión para la rehabilitación de la flota

Las organizaciones pesqueras de camarón de altamar del Océano Pacífico Mexicano y del Golfo de California, durante 1993, enfrentaban problemas de acceso al crédito para operar en la temporada de capturas 1993-1994; de ahí derivó que se organizaran 15 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, para incorporarse al Programa de Empresas Camaroneras de Solidaridad, del Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad, ello les permitió acceder al financiamiento con mezcla de recursos financieros de otras fuentes, como se anotó anteriormente. De particular confianza ante las instancias financieras, fue el hecho de la participación de las empresas pesqueras con sus activos y con el respaldo de sus proyectos productivos.

El crédito otorgado por FONAES, consistente en 6'303,020.00 de nuevos pesos para la rehabilitación de la flota, estos se ejercieron de la manera como se detalla a continuación: Bajo el rubro de los trabajos de varadero, se ocuparon para la rehabilitación de los cascos, cubierta, entre otros, para se destinaron 1'374,420.00 de nuevos pesos, lo que representó el (21.8%) del monto autorizado; las reparaciones de los motores (principal y auxiliares), se aplicaron 3'093,630.00 de nuevos pesos, esto el (49.1%); en el mantenimiento de los equipos electrónicos y sus partes, se aplicaron 221,230.00 de nuevos pesos, equivalente al (3.5%); en cuanto al sistema de refrigeración, invirtieron 431,376.00 de nuevos pesos, correspondiendo al (6.8%); En cuanto a los erogaciones para la adquisición y

reparación de los equipos de pesca, se ocuparon 632'400.00 de nuevos pesos, esto es el (10.0%); y finalmente, bajo el agrupamiento de otros, que cubren una diversidad de materiales propios de la actividad, consistieron en destinar 1'293,220.00 de nuevos pesos, esto es el (10.2%). **(Figura 1)**

3.2 Características de la flota:

Al considerar la diversidad de las 102 embarcaciones que fueron seleccionadas para incorporarlas en el proyecto "Empresas Camaroneras de Solidaridad", fue necesario obtener la información mínima sobre sus principales características físicas; ya que de ello dependería la autonomía, poder de pesca y la factibilidad de su buen funcionamiento y seguridad en el mar, durante el período de las capturas de camarón de altamar de la temporada 1993-1994; en consecuencia, garantizar los compromisos de la asociación con sus acreedores y sus organizaciones. En razón de lo anterior, con cada una de las administraciones de las Sociedades Cooperativas, se tomaron y registraron las evidencias de embarcación por embarcación y que se detallan a continuación:

La flota y sus unidades, registraron una edad en su casco que, fluctuó entre los 5 y 35 años. Un total de 64 embarcaciones (62.7%) contó con una edad de que se ubicó en el rango de los 16 a 35 años; en el segmento de 5 a 15 años, 38 embarcaciones (37,3%). En consecuencia, la flota, presentaba graves índices de obsolescencia y deterioro.

En cuanto a la eslora, ésta fluctuó en el rango de los 18.90 metros (62 pies) a 24 metros (78.2 pies). Las embarcaciones de eslora más frecuentes, 45 de ellas (44%) presentaron una longitud de 21 a 22 metros. Con relación al Número Cúbico, se calculó que la flota, se ubicó en el segmento de 250 a 650 metros cúbicos. Las embarcaciones, 45 de ellas (44%), presentaron un volumen de 450 metros cúbicos.

Referente a la potencia de los motores principales, de las unidades pesqueras, se obtuvo que se ubican en el segmento de 220 a 520 BHP. En este renglón, 55 embarcaciones (53.92%), registraron ubicarse en el rango de 320 a 385 BHP.

Los equipos de pesca (winches, redes de arrastre), de refrigeración, navegación, camarotes, cocina y seguridad, en términos generales se encontraron en condiciones de operar regularmente salvo algunas excepciones. (Figura 2)

FIG.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA

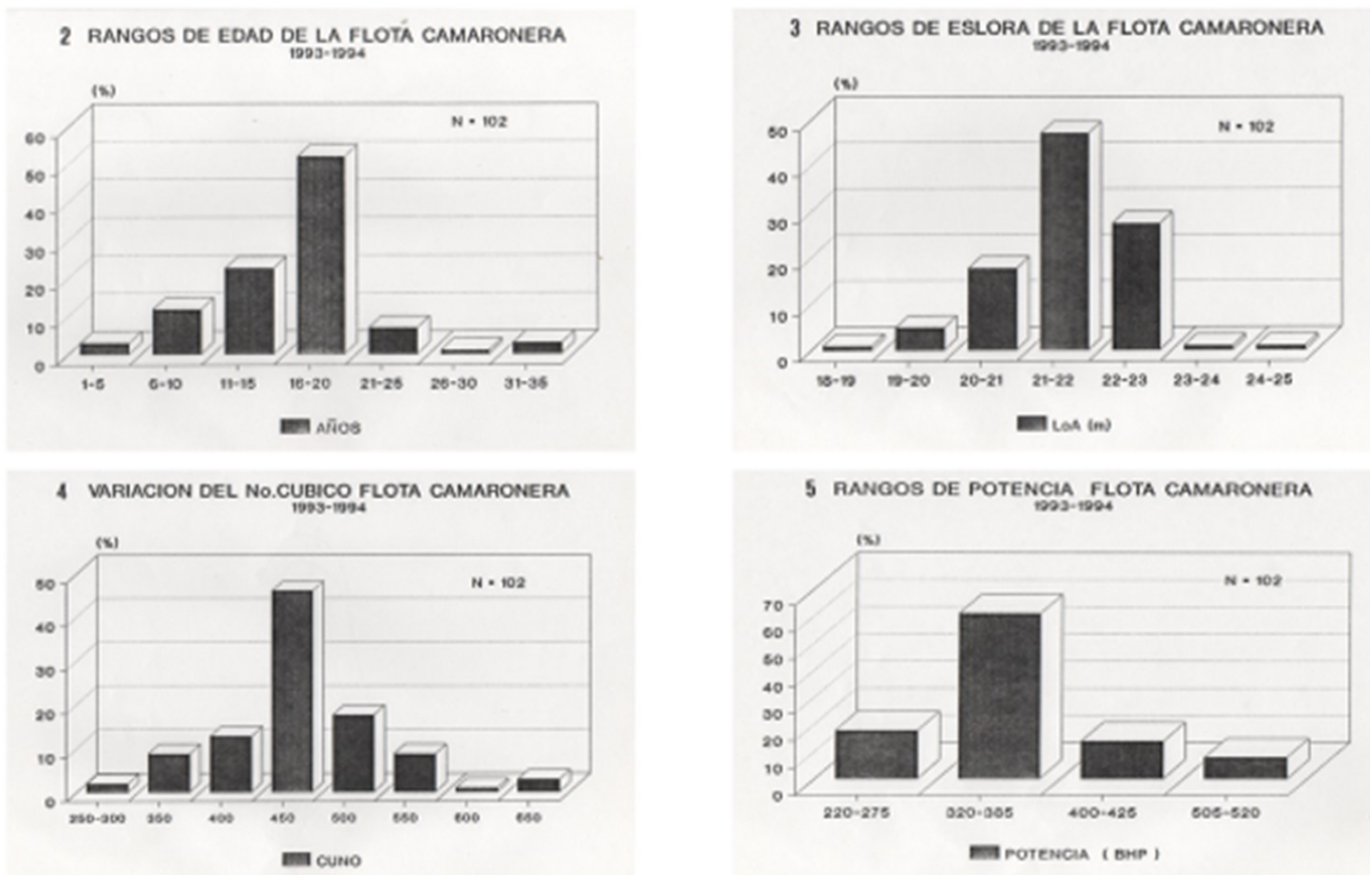


Figura 2. Características de la flota

4 Resultados productivos, económicos

4.1 Comportamiento operacional:

La información y resultados de cada viaje de pesca, fueron obtenidos y registrados por el personal de acompañamiento, a partir de la bitácora de cada embarcación al momento del arribo al puerto durante los desembarques y de entrevistas con

cada patrón de pesca.

La flota, en el curso de la temporada, efectuó un total de 4 a 8 viajes de pesca, debido a la autonomía, condiciones físicas de las unidades de pesca y las facilidades obtenidas para su operación; por tanto, las 102 embarcaciones realizaron un total de 566 viajes de pesca.

Empresas Camaroneras de Solidaridad

La temporada de captura, tuvo una duración de 231 días; a excepción de la suspensión que estableció la SEPESCA en el Golfo de Tehuantepec; en consecuencia, en la zona se tuvo una duración de 201 días de pesca.

La flota operó un total de 16,641 días, lo que arrojó un promedio de operación de 163 días por embarcación; por ello, se obtuvo una eficiencia operacional del orden del 37.7% en función del tiempo que duró la temporada de pesca 1993-1994.

Las embarcaciones, realizaron un esfuerzo pesquero consistente en 13,465 días efectivos de pesca. El promedio por embarcación arrojó de 132 días y que representó una eficiencia de

30.5%.medido en términos del tiempo de duró la temporada de pesca

En total, se contabilizó que la flota realizó un total de 59,879 lances para la captura, por lo que se obtuvo un promedio de 587 lances por embarcación. En otros términos, se emplearon 211,731 horas de arrastre camaroneo; lo que arrojó un promedio de 2'12" horas de arrastre por embarcación.

En el curso de la temporada, la flota consumió 14'193,014 litros de diésel. En promedio, cada embarcación requirió para su operación 139,147 litros de combustible. (Figura 3)

TODAS LAS ORGANIZACIONES TEMPORADA 1993- 1994										
S.C.P.P / Buques	DIAS DE MAR	DIAS DE PESCA	NUMERO DE LANCES	HORAS DE ARRASTRE	CONSUMO DIESEL (Lts)	CAPTURA 92-93 (Kg)	META 93-94 (Kg)	CAPTURA TOT 93-94 (Kg)	MAQUILA TOT (Kg)	ING X Venta mNuevos Pesos
CHALE	850	738	2019	8437	621082.2	68175	72250	94104	81688.23	3590351
PAJAROS	3465	2705	9112	33113	2334330	228907	282338.4	264120	256229.4	12323103
GODINEZ	342	321	963	3517.5	365890	31579.8	65010	44478.74	31882.09	1321036
SUBTOTAL	4657	3764	12094	45067.5	3321302.2	328661.8	419598.4	402702.74	369799.72	17234490
Art.27 Const	1966	1530	6899	26104	1643063	132391.6	131693	172966.2	146155.4	5830350
ALLENDE	1169	859	3608	12307.5	1142800	72003.29	124000	94956.14	60134.14	3107551
Pto.MAZATLAN	1368	963	4696	14440	1138600	83030.26	111944.5	88884.05	74198.15	3104027
P. MULTIPLE	519	393	1748	7212	441000	2402364	32580	27149.63	23474.73	1207378
MAZATLECOS	963	795	3435	13634	968500	69924.25	81180	81122.11	68909.28	3448191
COMONFORT	1252	1004	5305	20346	1293400	106425.8	123250	111861.8	111715.8	4824370
21 de AGOSTO	977	827	4571	14387	872000	71852	74158	79203.95	79203.95	3260775
SUBTOTAL	8214	6371	30262	108430.5	7499363	2937991.2	678805.5	656143.88	563791.45	24782642
SOCONUSCO	450	401	2023	6528	394388	19212.86	36000	59784.68	36117.67	1843173
Perla SOCONUSCO	983	857	4365	15248	912900	128937	83000	121530.2	80701.26	3977910
TEHUANTEPEC	427	401	2385	7155	337651	31589.1	29546.95	52127	29113	1537141
TECNOLOGICA	1230	1040	5008	18076	1208329	78605.8	76922	228862	155534.4	7306811
OSTIONEROS	680	631	3742	11226	519081	34487.47	49220	97334.1	62815.1	2950225
SUBTOTAL	3770	3330	17523	58233	3372349	292832.23	274688.95	559637.98	364281.43	17615260

Figura 3. Comportamiento operacional y resultados

4.2 Estado de resultados:

Para lograr los niveles de producción y productividad, las organizaciones erogaron 55´225,060.00 nuevos pesos; en consecuencia, cada embarcación en promedio gastó 541´422.00 nuevos pesos.

Los Gastos Directos, para la producción, como son los costos de pesca (Avitallamiento), mantenimiento, equipamiento de pesca y el pago a tripulantes incidieron en diferentes proporciones en los gastos efectuados por sociedad y por embarcación. De igual manera, los gastos indirectos de la producción, como la transportación, industrialización y comercialización; de administración, impuestos, derechos y seguros, jugaron un papel importante en el volumen total de las erogaciones efectuadas. Los Gastos Directos fueron del orden de 41´000,675 nuevos pesos, en tanto que, los Gastos Indirectos fueron 14´224,384.00 nuevos pesos.

En cuanto a los Gastos Directos, se obtuvo que los Costos de Pesca, consistieron en 14´223,325.00 nuevos pesos; por tanto, los gastos promedio efectuados por embarcación para la operación ascendieron a 139,444.00 nuevos pesos. Las reparaciones y mantenimiento de las embarcaciones, sus sistemas y partes se destinaron en total de 10´025,274.00 nuevos pesos; bajo este concepto, en promedio se invirtieron por unidad de pesca 98,286,00 nuevos pesos. Con relación al Equipamiento Pesquero, las organizaciones en conjunto adquirieron instrumentos para operación de pesca por un monto de 2´805,833.00 nuevos pesos, esto es, cada embarcación en promedio realizó adquisiciones por 27,508.00 nuevos pesos. Los Pagos destinados a las Tripulaciones consistieron en 13´946,240 pesos, por lo que cada tripulación recibió en promedio 136,727.00 nuevos pesos.

En cuanto al capítulo de Gastos Indirectos, las erogaciones para la transportación, industrialización y la comercialización del producto de las capturas, se ejercieron 7´432,077.00 nuevos pesos; de ahí que, cada embarcación requirió en promedio 72,863.00 nuevos pesos. Las empresas camaronas por concepto de derechos, impuestos y seguros, cubrieron 905,777.00 nuevos pesos, lo

que arrojó un promedio de 12,757.00 nuevos pesos por embarcación. Aquí se destacó que 6 Cooperativas no reportaron gastos bajo este rubro; Adicionalmente, efectuaron pagos para varios propósitos, los que quedaron debidamente justificados y documentados, ellos ascendieron a 1´458,306.00 nuevos pesos; en consecuencia, se aplicaron en promedio 14,297.00 nuevos pesos por embarcación. Las empresas pesqueras para administrar la actividad, cubrieron 4´428,224.00 nuevos pesos; cifra esta última, que arrojó un promedio por buque del orden de 43,414.00 nuevos pesos; en otras palabras, ello significó que administrar una embarcación-empresa, tuvo un costo promedio mensual de 3,617.75 nuevos pesos.

En función de los resultados de operación y de las erogaciones permitió determinar, entre otros que, el 68.75% de los ingresos se destinaron para cubrir los gastos directos: en este rubro los costos de pesca representaron el 34.7%; el mantenimiento; y las reparaciones menores ocuparon el 24.45%; artes de pesca, el 6.84%; y el pago a la tripulación el 34.0%.

En cuanto a los Gastos Indirectos, a la industrialización (congelado, empaque y ventas), se destinó el 52.24%; a la administración, el 31.13%; sin embargo, de las erogaciones totales en el rubro representó el 8.02%; otras erogaciones ocuparon el 10.25%; en cuanto a derechos y seguros, se destinaron el 6.37%, aquí 6 organizaciones no reportaron este gasto. **(Figura 4).**

4.3 Producción, Rendimientos, Eficiencias:

Derivado de la operación de las embarcaciones, se registró una captura de 1´618.484 toneladas métricas de camarón descabezado, equivalente a 2´104.029 toneladas de camarón entero. Para los propósitos del análisis a lo largo del texto, se consideraron los volúmenes de camarón descabezado; por ello, cada embarcación arrojó una producción promedio de 15.87 toneladas métricas. Sin embargo, se presentaron embarcaciones que capturaron volúmenes superiores a las 30 toneladas.

FIG. 4. ESTADO DE RESULTADOS														
FIG. 4. TODAS LAS ORGANIZACIONES TEMPORADA 1993- 1994 (miles Nuevos Pesos)														
S.C.P.P	Buques	INGRESOS	Costo Pesca	Mantenimiento	Artes Pesca	Tripulantes	GASTOS DIRECTOS	Industrial Comercio	Admon	Varios	Impuesto Seguros	GASTOS INDIRECTOS	TOTAL EGRESOS	UTILIDAD PERDIDA
CHALE	3	3590.4	683.53	309.24	13.06	916.02	1921.85	676.5	50	305.28	49.74	1081.52	3003.37	587.03
PAJAROS	17	12322.88	3462.38	1399.88	595.18	3285.7	8743.14	1475.39	426	217.08	361.2	2184.47	10927.61	1395.27
GODINEZ	6	1320.9	371.5	275.4	134.7	166.9	948.5	174	143.4	34.8	9	361.2	1309.7	11.2
SUBTOTAL	28	17234.18	4517.41	1984.52	742.94	4368.62	11613.49	2325.89	619.4	557.16	124.74	3627.19	15240.68	1993.5
Art.27 Const	10	5830.35	1760.34	2706.15	340.66	887	5694.15	675.18	460.51	0	99	1234.69	6928.84	-1098.49
ALLENDE	9	3107.551	802.19	719.969	76.722	440.817	2039.698	256.394	294.642	43.787	292.584	887.407	2927.105	180.446
Pto.MAZATLAN	9	3104.027	964.979	526.647	219.263	501.634	2212.523	478.826	774.126	144.516	122.569	1520.037	3732.56	-628.533
P. MULTIPLE	3	1207.38	381.17	189.15	72.43	208.36	851.11	141.46	87.436	9.588	79.324	317.808	1168.918	38.462
MAZATLECOS	6	3448.191	887.12	505.939	204.095	594.759	2191.913	556.767	441.9	86.22	184.96	1269.847	3461.76	-13.569
COMONFORT	7	4824.37	1252.398	420	404.067	1117.539	3194.004	654.594	269.243	0.4	0	924.237	4118.241	706.129
21 de AGOSTO	6	3260.77	758.99	502.15	99.34	415.47	1775.95	461.97	333.09	107.63	2.6	905.29	2681.24	579.53
SUBTOTAL	50	24782.639	6807.187	5570.005	1416.577	4165.579	17959.348	3225.191	2660.947	392.141	781.037	7059.316	25018.664	-236.025
SOCONUSCO	3	1843.17	394.25	470.36	58.28	421.41	1344.3	257.8	125.52	26.4	0	409.72	1754.02	89.15
Perla SOCONUSCO	7	3977.91	777.32	604.28	253.37	1023.67	2658.64	561.05	289.03	171.01	0	1021.09	3679.73	298.18
TEHUANTEPEC	3	1537.141	258.344	238.668	69.345	429.528	995.885	126.374	115.441	0	0	241.815	1237.7	299.441
TECNOLOGICA	7	7306.812	1081.109	982.29	238.994	2605.078	4907.471	659.811	430.29	116.45	0	1206.551	6114.022	1192.79
OSTIONEROS	4	2950.223	387.705	175.151	26.327	932.358	1521.541	275.961	187.596	195.145	0	658.702	2180.243	769.98
SUBTOTAL	24	17615.256	2898.728	2470.749	646.316	5412.044	11427.837	1880.996	1147.877	509.005	0	3537.878	14965.715	2649.541
TOTAL	102	59632.075	14223.325	10025.274	2805.883	13946.243	41000.675	7432.077	4428.224	1458.306	905.777	14224.384	55225.059	4407.016

Figura 4. Estado de Resultados

De ahí que, cada embarcación obtuvo un ingreso promedio de 584,630.00 nuevos pesos; sin embargo, una organización registró valores superiores al millón de nuevos pesos.

En síntesis, la flota en promedio, registró los siguientes rendimientos: Por día de pesca se obtuvieron 120.2 kg, correspondiente a 27.03 kg de camarón por lance; mientras que por cada hora de arrastre camaronero, se obtuvo una captura de 7.64 kg. De ahí se derivó que por cada litro de diésel consumido se obtuvieron 0.114 kg del crustáceo y por cada kilo de camarón producido, se consumieron 8.77 litros de diésel. (Figura 5)

4.4 Costo - Precio - Utilidad:

En razón de que en toda la temporada las 15 organizaciones y su flota erogaron, 55'225,059.00 nuevos pesos, para producir 1'618,484 toneladas métricas de camarón de línea y para el consumo local, con el que se alcanzó un registro de venta del orden de 59'632,392.00 nuevos pesos, lo que arrojó una utilidad neta de 4'407,333.00 nuevos pesos.

Lo anterior permitió determinar el que, para producir un kilo de camarón descabezado, se requirieron en promedio 34.20 nuevos pesos; sin embargo, se registró que los gastos fluctuaron entre 22.40 y 43.05 pesos, según el poder de pesca de las unidades, el área de operación, días de pesca, composición de las capturas y los costos de transportación a los puntos de venta.

Por otro lado, las organizaciones por cada kilo de camarón comercializado, obtuvieron en promedio 36.84 nuevos pesos, los precios obtenidos por kilogramo variaron a lo largo de la temporada entre 29.49 a 46.66 pesos, esto último, estuvo sujeto a la oferta y demanda, así como a la composición de las tallas, calidad del producto en el mercado internacional. Así, en términos generales, por cada kilogramo de camarón capturado, descabezado, procesado y comercializado obtuvieron una utilidad neta del orden de 2.72 de nuevos pesos.

De las 15 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, asociadas con el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad, tres de ellas presentaron pérdidas. De las 102 embarcaciones tratadas como empresas individuales en este proyecto, 27 unidades arrojaron pérdidas; mientras que el resto, 75 unidades generaron utilidades; esto es, el 73.53% cerraron la temporada con utilidades. (Figura 4, 5)

TODAS LAS ORGANIZACIONES. POR BARCO / COOPERATIVA. TEMPORADA CAPTURA 1993 - 1994																	
S.C.P.P	Chale	Pajaros	Godínez	Art27	Allende	Mazatlan	Múltiple	Mazatlecos	Comofort	21-ago	Soconusco	Perla Soco	Tehunatepec	Tecnológica	Playita	PROMEDIO	PROMEDIO
No. Barcos	5	17	6	10	9	9	3	6	7	6	3	7	3	7	4	15	102
Días Pesca	147.5	156.5	53.5	153	95.44	107	131	132.5	143.4	137.8	133.7	122.4	133.7	148.6	157.8	897.6	132
No. Lances	403.8	537.6	160.5	689.8	400.9	521.8	582.7	572.5	757.9	760.2	674.3	623.6	795	715.4	935.5	3992	587
Hrs Arrastre	1687	1814	610.3	2610	1367	1604	801.3	2269	2907	2398	2177	2150	2385	2582	2807	14117	2076
Cons Diesel Lts	124216	165490	60148	164306	126978	126511	49000	156917	184771	145333	131463	130414	112520	172618	129770	946200	139147
Captura Nac Kgs	2483	464.2	2099	2681	3869	1632	1225	2035	20.86	0	7889	5833	7671	10475	8630	21372	3143
Captura Expor Kgs	16338	15072	5314	14616	6682	8244	7825	11485	15969	13201	12039	11529	9704	22219	15704	86530	12725
Captura Tot Kgs	18821	15536.2	7413	17297	10551	9876	9050	13520	17990	13201	19928	17362	17375	32694	24334	107916	15870
Ingresos mN\$	718.1	724.9	220.2	584.2	345.3	344.9	134.2	574.7	689.1	543.5	614.3	568.3	512.3	1042	735.5	3975.5	584.63
Egresos mN\$	600.7	650.1	218.3	684.4	322.6	414.8	129.9	577	588.3	446.8	584.7	525.7	412.7	873.4	545	3682	541.4
Utilidad mN\$	117.4	74.76	1.833	-100	22.78	-69.9	4.3	-2.33	1009.9	96.67	29.67	42.57	99.67	169	192.5	293.8	43.21
EFICIENCIAS																	
Kg / Día	127.5	99.26	138.6	113	110.5	92.3	69.08	102	111.4	95.77	149.1	141.8	130	220.1	154.3	120.02	120.2
Kg / Lance	46.61	28.9	46.19	25.07	26.32	18.93	15.53	23.62	21.09	17.37	29.55	27.84	21.86	45.7	26.01	27.04	27.03
Kg / Hr	11.15	8.565	12.15	6.626	7.716	6.155	11.29	5.958	5.498	5.505	9.155	8.075	7.285	12.66	8.67	7.645	7.644
Kg / Lit	0.152	0.094	0.123	0.105	0.083	0.078	0.185	0.086	0.086	0.091	0.152	0.133	0.154	0.189	0.188	0.114	0.114
Precio Kgs / N\$	38.15	46.66	29.7	33.78	32.73	34.92	14.83	42.5	43.12	41.17	30.83	32.73	29.49	31.88	30.31	36.84	36.84
Costo Kg/N\$	31.91	41.84	29.45	39.57	30.57	42.0	14.35	42.68	36.81	33.85	29.34	30.28	23.75	26.71	22.4	34.12	34.12
Precio/Costo N\$	6.239	4.812	0.247	-5.79	2.159	-7.08	0.475	-0.17	6.311	7.323	1.489	2.452	5.736	5.169	7.911	2.723	2.723

Figura 5 Rendimientos, eficiencias promedio

4.5 Metas y producción de camarón:

Al definir el universo del proyecto de apoyo a la flota camaronera de altamar del Pacífico Mexicano, entre otros se consideró la capacidad productiva de las organizaciones. Para ello, se tuvieron en cuenta y se analizaron los resultados obtenidos en la temporada 1992-1993. Con la finalidad de definir las proyecciones y metas de producción para la temporada 1993-1994 (ex post).

En términos generales, las 15 organizaciones, durante la temporada de captura registraron un volumen de 1,181 toneladas; en conjunto proyectaron y comprometieron una captura-meta del orden de 1,373.093 toneladas; al final de la temporada 1993-1994, se registró una captura total de 1,618.485 toneladas de camarón. Así, la cual fue superior en un 37.02% superior a la obtenida durante 1992-1993; y en un 17.87% superior a la meta comprometida. A nivel individual de las organizaciones, 14 sociedades cooperativas, superaron los niveles de captura obtenidos durante la temporada de captura 1992-1993; mientras que 8 cooperativas, superaron las metas-objetivo formuladas para la temporada 1993-1994 (Fig.3)

4.6 Amortización, Utilidades:

Al final de la temporada de capturas de camarón de altamar 1993-1994, de conformidad a los acuerdos suscritos que celebraron las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera y el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad; con fundamento en Informe del Programa de Acompañamiento de Empresas de Solidaridad, después de ser planteado y analizado en asamblea el informe específico sobre los resultados de cada una de ellas y quedar aceptados; se procedió a integrar el Informe General para su entrega a FONAES y la SEPESCA.

En el Informe Global, se reportó lo siguiente: las cooperativas cubrieron la cantidad de

1'584,000.00 nuevos pesos, por concepto de amortización correspondiente al primer año. De los pagos efectuados, 13 organizaciones cumplieron ampliamente los compromisos contraídos. Una de ellas solicitó reestructurar su proyecto, por el hecho de no disponer de suficientes utilidades. Otra organización, no alcanzó a cubrir los objetivos, metas y resultados.

En otro orden una S.C.P.P. al primer año, desincorporo al 100% sus embarcaciones-empresas (7); esto es, una cooperativa completa finiquitó los compromisos con FONAES; mientras que una organización, al vender una embarcación alcanzó de igual manera su desincorporación al 100%.

En suma, FONAES recuperó la cantidad de 1'298,000.00 de nuevos pesos, para el primer año, lo que represento un 21% mayor que lo programado en el proyecto originalmente. Adicionalmente, por concepto de utilidades, se entregaron 771,000.00 de nuevos pesos, que tuvieron su origen en 14 sociedad cooperativas. A más detalle, 74 embarcaciones-empresas, al final de la temporada reportaron utilidades y las 27 restantes resultaron con pérdidas económicas. La cantidad depositada a FONAES por este concepto fue superior en 184,000.00 de nuevos pesos, equivalente en un 31.35% superior a lo comprometido originalmente.

En el Balance General, el Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad, apporto apoyos económicos por la cantidad de 6'303,020.00 de nuevos pesos; en el primer año de ejecución de todo el proyecto, por concepto de amortización y utilidades recuperó 2'355,000.00 de nuevos pesos, por tanto, la recuperación fue del orden 37.37% de las inversiones programadas. (Figura 6)

TODAS ORGANIZACIONES. TEMPORADA 1993-1994						
S.C.P.P	CAPTURA Toneladas	INGRESOS m. N \$	EGRESOS m.N\$	UTILIDAD m.N\$	% PARTICIPACION FONAES	UTILIDAD FONAES mN\$
CHALE	94.105	3590.4	3003.3	587.09	2.51	13.29
PAJAROS	264.11	12323	11052	1271.4	12.45	166.92
GODINEZ	44.479	1321.2	1310	11.165	14.58	1.3559
ART. 27	173.04	5842	6845.3	-1003.2	10.1	81.595
ALLENDE	94.954	3107.6	2903.2	204.32	13.41	37.6
MAZATLAN	88.884	3104	3732.6	-628.53	8.02	0
P. MULTIPLE	27.149	1207.4	1168.9	38.459	9.44	4.3465
MAZATLECOS	81.123	3448.2	3461.8	-13.567	9.34	10.454
COMONFORT	111.66	4824.4	4118.2	706.13	10.76	73.568
21 AGOSTO.	79.202	3260.8	2681.2	579.53	6.25	32.967
SOCONUSCO	59.785	1843.2	1754	89.151	7.78	13.197
PERLA SOCONUSCO	121.53	3977.9	3679.7	298.17	10.89	48.409
TEHUANTEPEC	52.127	1537.1	1237.7	299.43	7.88	24.252
TECNOLOGICA	228.86	7296.8	6114	1182.8	14.29	163.09
OSTIONEROS	97.333	2949.9	2180.2	769.08	13.03	99.476

Figura 6. Captura, Ingresos, Egresos, Utilidades

COMENTARIOS:

En esencia, los comentarios que se vierten a continuación, se derivaron de las situaciones y problemática que se generaron durante la ejecución del proyecto, en consecuencia, están orientados y ordenados para ampliar la exposición sobre los diferentes apartados dados en el documento.

De origen, las embarcaciones –empresas asociadas con FONAES, presentaban problemas en cuanto a su antigüedad, la falta durante varios años de apoyos crediticios, las previsiones, las depreciaciones y la falta de un programa preventivo correctivo oportuno, de

conservación y su mantenimiento. Todo ello, las convirtió en una flota deteriorada y con serios índices de obsolescencia; así, apremiaba un mecanismo de apoyo financiero para recobrar la capacidad de producción y productiva para mantener en mejores condiciones de operación a las unidades de pesca.

La asignación de recursos como capital de riesgo, permitió financiar reparaciones mayores y menores prácticamente en todos sus equipos para ponerlas en condiciones de operar y seguridad para la navegación.

Esto adicionalmente, conllevó previamente a reconvertir las organizaciones, reestructurar carteras vencidas, ganar confiabilidad con otros acreedores con créditos de avío; en sí y en conjunto para presentar al proyecto con rentabilidad productiva y financiera.

El apoyo institucional, propició el que se contara con una flota de mejor aspecto, equipada y rehabilitada.; asimismo, favoreció y contribuyó a reducir cargas financieras. En suma, el programa incidió en términos generales en el amortiguamiento y apalancamiento para el desarrollo económico y productivo de las organizaciones seleccionadas.

Como resultado de lo anterior, la flota en general presentó buenos índices de operación en sus diferentes parámetros. Sin embargo, la eficiencia operacional podría mejorar, reduciendo los días de estadía en puerto optimizando la localización de las áreas de pesca, y general estableciendo un programa operativo para las capturas.

Salvo algunas excepciones, los volúmenes de captura y valor de la producción obtenido por unidad de pesca y por organización, no correspondieron al esfuerzo pesquero realizado. Ello, podría mejorarse en la medida que se cuente con un programa de trabajo que acompañe la actividad administrativa con la operacional y sus mecanismos de estímulos y de control.

En términos de volumen y valor, se lograron niveles de producción, productividad y eficiencia, por encima de temporadas de captura anteriores. En esto, influyó también que: se presentó una buena abundancia de camarón para soportar una favorable temporada para la captura del recurso; los apoyos económicos e institucionales otorgados; la incidencia de otros agentes en la actividad. Como fueron la participación de las comercializadoras; proveedores; la reducción

de los precios y costos del diesel; la voluntad y participación de los productores, entre otros.

En cuanto a los resultados obtenidos, los gastos, inversiones y sus conceptos, estos reflejaron una distribución y participación acordes a la actividad. No obstante, a nivel organizacional presentaron incongruencias, producto de la falta de precisión y de control administrativo.

En el catálogo de gastos, se reflejó que las organizaciones tuvieron que reinvertir en el mantenimiento, conservación y reparaciones mayores en elevadas proporciones, lo cual, fue producto de que la flota, a pesar de haber recibido apoyos económicos, ellos fueron insuficientes y tuvieron que ser absorbidos por las cooperativas.

La relación obtenida, entre los costos-precios de la producción, industrialización, transportación, comercialización y administración, fue positiva; sin embargo, la relación promedio fue desigual a las obtenidas entre las organizaciones y entre las embarcaciones-empresa.

En el caso, de tres organizaciones, que resultaron negativas, se caracterizaron por incluir cargas financieras y gastos independientes del proceso productivo, así como por haber efectuado altos gastos adicionales en el mantenimiento, reparaciones y conservación de las embarcaciones. En términos generales, aunque la mayor parte de las organizaciones resultaron positivas, también sus gastos de mantenimiento y conservación fueron elevados.

Por lo anterior, podemos destacar que las utilidades pueden ser mayores en cada una de las embarcaciones empresas y en cada organización, en la medida que logren mayores y mejores medidas de control operativo, administrativo y de racionalización económica.

Independientemente que las metas operativas

y de producción 1993-1994 fueron superadas en la temporada, se encontró que los esquemas de organización y planeación del trabajo tuvieron inconsistencias, por lo que, se requiere intensificar sobre los métodos y técnicas de planeación empresarial y de los mecanismos de autoevaluación para la toma de decisiones.

No obstante que los montos de recuperación obtenidos por FONAES, tanto por concepto de amortizaciones como de utilidades, las cantidades obtenidas fueron superiores a las previstas en el proyecto inicial; a las organizaciones les arrojaron buenos dividendos, ya que a dos de ellas les permitió desincorporarse liquidando los compromisos crediticios previstos en el proyecto; a otras efectuar múltiples reparaciones; así como otorgar mayores ingresos a los tripulantes; y finiquitar adeudos con acreedores, entre otros.

En suma, se puede hacer mención que el esquema de financiamiento con la mezcla de recursos y el programa en general, contribuyeron a satisfacer los objetivos del Proyecto Empresas Camaroneras de Solidaridad.

Finalmente, todos los resultados y comentarios vertidos, pertenecen al resumen Informe "Proyecto de Acompañamiento. Empresas Camaroneras de Solidaridad", presentado a FONAES y la SEPESCA, mientras que, a cada una de las 15 organizaciones, se presentó y entregó un ejemplar del informe de los resultados obtenidos; sin embargo, a fin de obtener detalles ellos, se puede acceder mediante la interiorización en los anexos del presente trabajo.

Propuestas:

Al tomar como referencia la experiencia vertida por los productores y los Consejos de Administración de las Organizaciones; de los

resultados obtenidos y durante el desarrollo y ejecución del proyecto Empresas Camaroneras de Solidaridad, se desprendieron las recomendaciones y propuestas, tendientes a mejorar la Operación y Administración de las Empresas, mismas que se detallan a continuación:

- Dado que la flota presentó una edad promedio de 16 a 20 años, de que su vida útil se encuentra por encima de los óptimos y de que presentan altos índices de deterioro, se sugirió: Apoyar las solicitudes de ampliación en las asociaciones; Verificar las solicitudes y su validación; Formular los programas preventivos y correctivos de mantenimiento de las embarcaciones, sus sistemas y partes; Instrumentar la depreciación real de cada unidad; Formular un Proyecto Financiero de Sustitución de Embarcaciones; Instrumentar la capacitación necesaria sobre materia organizativa.
- Considerando que las reformas económico financieras demandan la conformación, ampliación, fortalecimiento y consolidación de Empresas Productivas y rentables se recomendó: Asistir a las Organizaciones en la formulación de programas, proyectos con métodos y técnicas de Planeación Empresarial.
- Dado que la Productividad resultante, de cada organización y por embarcación presentaron diferencias significativas e importante, para optimizarlas, se recomendó: Instrumentar un paquete de Desarrollo Tecnológico Integral, que abarque la incorporación de Métodos y Técnicas para la localización del recurso; la navegación; diseño, construcción y operación de artes de pesca; el manejo, conservación, desembarco y transportación del producto; Manejo y buen uso de las Bitácoras de Pesca.

BIBLIOGRAFIA:

- Anuario Estadístico de Pesca 1993; 1995; SEMARNAP; México D.F.
- Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2014; 2018; CONAPESCA/SAGARPA; CDMX;
- Arredondo.A.A; 2014; Los Mares Mexicanos, Aguas Continentales y Sus Recursos. In: Futuros Previsibles. Propuestas para el Desarrollo del Campo la Pesca y Acuicultura; Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, A.C. México, D.F. Documento Interno 22pp.
- Arredondo A.A. El Sector Pesquero y Acuícola Nacional 1990-2012 Indicadores del Desempeño; 2014; XIII Foro Aquamar Internacional Boca del Río Ver. (Ponencia); 19pp
- Carta Nacional Pesquera; 2012; INAPESCA/SAGARPA; CDMX; D.O.F.24/08/2012: 39-40 pp
- Carta Nacional Pesquera; 2018; INAPESCA/SAGARPA; CDMX; D.O.F.11/06.2018: 26-29 pp.
- Del Angel Lemus. J.L N. Martin del Campo; 1995; Seguimiento a la Flota Camaronera Asociada con FONAES; Tesis Licenciatura Ingeniería en Pesca Industrial; Inst.Tec. del Mar; Mazatlán Sin; 370pp.
- Grande-Vidal, J.M. y Arias, U.A. 1991. Selectividad de los principales tipos de redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota comercial de Mazatlán, Sin. Ciencia Pesquera 8:83-106
- Grande-Vidal, J.M., Aguilar D., Gil-López H.A. y Sarmiento-Náfate S. 1998. Pesca experimental comparativa de las redes de arrastre camaroneras utilizadas en el Golfo de Tehuantepec. SEMARNAP/INP. Informe de investigación. 20 p.
- Ley Federal para el Fomento de la Pesca; 1972; Departamento de Pesca; México D.F. 89pp
- Lluch B.D. 1974. La pesquería de camarón de alta mar en el noroeste. Un análisis biológico-pesquero. Inst. Nal. Pesca, México. SC/9, 76 p. Lluch B.D. 1975. Selectividad de las redes de arrastre camaroneras en el Pacífico mexicano. S.I.C./Subsecretaría de Pesca. México INP/SC:6: 24 pp
- Poffenberger, J.R. 1984. An economic perspective of problems in the management of penaeid shrimp fisheries. En: Gulland, J. & B. Rotschild. (eds). Penaeid Shrimp. Their Biology and Management. Fishing News Books. Farnham, U.K
- Rodríguez de la Cruz M.C. 1974. Estudio biológico estadístico sobre la pesquería del camarón del Golfo de California. Serie Técnica No. 1., Inst. Nal. Pesca. México.
- Rodríguez de la Cruz C; 1978; Estado Actual de la Pesquería del Camarón en el Pacífico Mexicano; Rev Ciencia Pesquera.Inst,Nac.Pesca; Depto Pesca; México;No1(I):53-60
- Rodríguez de la Cruz C; 1981; Aspectos Pesqueros del Camarón de Alta Mar en el Pacífico Mexicano; Rev Ciencia Pesquera.Inst,Nac.Pesca; Depto Pesca; México;No1(2):1-19
- <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/cienciapesquera/CP02/CP02-01.pdf>



Fluctuaciones en la composición y abundancia del zooplancton en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco.

Fluctuations in the composition and abundance of zooplankton in the coastal lagoon Barra de Navidad of Jalisco.

Ramiro Flores-Vargas¹ y María del Carmen Navarro-Rodríguez²

^{*1}Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta, Departamento de Ciencias, Universidad de Guadalajara

Recibido: 09 de agosto de 2018

Aceptado: 28 de octubre de 2018

Resumen.

Se analizaron 48 muestras de zooplancton colectadas bimestralmente por un periodo de dos años (2002-2003) en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco, México. Fueron identificados 20 grupos zooplanctónicos, de los cuales, las larvas de braquiuros y carídeos fueron los grupos más representativos de la temporada de estudio. La biomasa (ml/1000m³), temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno disuelto (mg/l), mostraron una serie de fluctuaciones en respuesta a los cambios climáticos presentes en el área de estudio, observando que durante la temporada de sequía, la densidad de la biomasa fue alta (10.31 ml/1000 m³), con valores promedios, de temperaturas cálidas durante el verano (31.6 °C), altas salinidades (33 ups) y concentraciones máximas de

oxígeno (6.1 mg/l); en tanto que, durante el periodo de lluvias, la biomasa zooplanctónica presentó una disminución (0.58 ml/1000 m³) en su abundancia, con bajos registros promedio de temperatura (24.7 °C), salinidad promedio de 22.8 (ups) y oxígeno disuelto de 4.4 (mg/l).

Palabras clave: Zooplancton, Ciclo bianual, Laguna Barra de Navidad

Abstract

Was analyzed 48 samples of zooplankton collected bimonthly for a period of two years (2002-2003) were analyzed in the coastal lagoon of Barra de Navidad, Jalisco, Mexico. Twenty zooplankton groups were identified, of which brachyuros and caridia larvae were the most representative groups of the study season. The biomass (ml / 1000m³), temperature (°C), salinity (ups) and dissolved oxygen (mg / l), showed a series of fluctuations in response to the climatic changes present in the study area, observing that during the season of drought, the density of the biomass was high (10.31 ml / 1000 m³), with average values, of warm temperatures during the summer (31.6 °C), high salinities (33 ups) and maximum oxygen concentrations (6.1 mg / l); whereas, during the rainy season, the zooplankton biomass showed a decrease (0.58 ml / 1000 m³) in its abundance, with low average temperature records (24.7 °C), average salinity of 22.8 (ups) and dissolved oxygen of 4.4 (mg / l).

Key words: Zooplankton, Biannual cycle, Laguna Barra de Navidad,

Introducción

El zooplancton es un importante componente en la trama alimentaria acuática, por ser un conjunto heterogéneo que abarca una gran variedad de taxas de diversos tamaños, morfología y composición química (Cifuentes *et al.* 1987). Su importancia en las lagunas costeras radica principalmente en su papel como transformadores de la energía originada por el fitoplancton y que es puesta a disposición de niveles tróficos superiores donde pueden encontrarse organismos de importancia comercial; debido a lo anterior, se puede afirmar que, de la abundancia de estos organismos en una zona determinada, dependen en gran medida la cantidad de recursos que puedan capturarse (Álvarez-Silva *et al.* 2006).

Los patrones de distribución y abundancia del zooplancton son afectados por fenómenos climáticos y oceanográficos de diferentes escalas de tiempo y espacio, tales como la estacionalidad, las corrientes, los giros y los afloramientos (Owen 1981, Denman y Powell 1984).

Estudios llevados a cabo en el área de trabajo son los desarrollados por, Filonov *et al.* (2000) llevaron una investigación sobre la variabilidad estacional de la temperatura y la salinidad en la zona costera de Jalisco y Colima, así como Bulgakov *et al.* (2006) los cuales realizaron un estudio numérico de la circulación tridimensional en la parte central del Pacífico mexicano. Por su parte Galicia-Pérez *et al.* (2006) estudiaron las condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral del estado de Colima. En este mismo contexto, Olivos-Ortíz *et al.* (2006) realizaron un estudio en la plataforma continental de Colima, sobre

la distribución horizontal de los nutrientes inorgánicos, clorofila-a y su relación con las corrientes. Algunos trabajos desarrollados en la plataforma continental de Jalisco y Colima en los que se describen aspectos de la variabilidad de la biomasa zooplanctónica son: Franco-Gordo *et al.* (2001 y 2004) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2002); sobre aspectos ecológicos del ictioplancton; Flores-Vargas *et al.* (2004), Navarro-Rodríguez *et al.* (2001 y 2006b), Franco-Gordo *et al.* (2008). En lo que respecta a temas desarrollados en sistemas estuarinos de Jalisco, sobre la distribución y abundancia del ictioplancton están los de Navarro-Rodríguez *et al.* (2004), Navarro-Rodríguez *et al.* (2006).

Referente a la laguna de Barra de Navidad, estudios que describen las asociaciones de la ictiofauna fueron abordados por Escobar *et al.* (1981); por su parte Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martel (1982) referente a las clases Bivalva y Gasterópoda; Álvarez del Castillo *et al.* (1992) sobre crustáceos decápodos; Rodríguez-Cajiga (1993), sobre ecología de la macrofauna se reporta el trabajo de Sandoval-Rojo *et al.* (1988) y el de Ramos-Ruíz (2005). El trabajo más reciente realizado en el área de estudio es el de Flores-Vargas *et al.* (2017). El principal objetivo del presente estudio, es conocer las fluctuaciones de la composición y la abundancia de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la laguna de Barra de Navidad.

Métodos

Área de estudio

La laguna Barra de Navidad se ubica en la región sur del estado de Jalisco, en las coordenadas 19° 12' y 19° 14' de Latitud Norte

y los 104° 43' y 104° 45' de Longitud Oeste la cual cuenta con una extensión aproximada de 3.81 km². Este sistema constituye una laguna de boca efímera de comunicación permanente con la Bahía de Navidad. Descrita por Carranza Edwards *et al.* (1975), como un sistema ubicado en las unidades morfo tectónicas

tipo VIII continentales de las costas mexicanas; con una profundidad promedio de un metro en las áreas someras y de siete metros en el área de intercomunicación con el mar (Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martel 1982) (Fig.1).

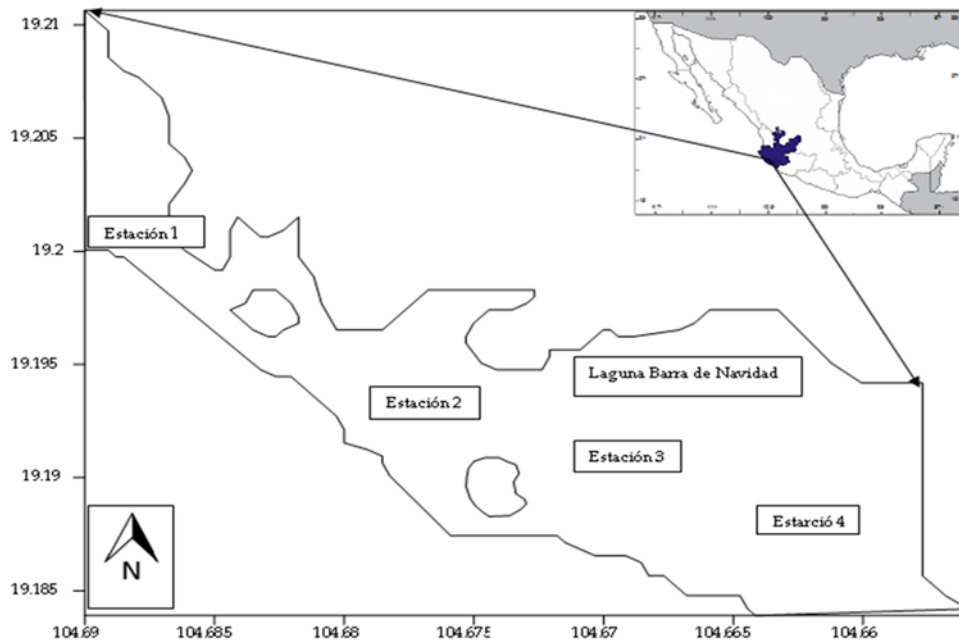


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo

Trabajo de Campo

Se establecieron cuatro sitios de muestreo, cubriendo un área estimada de 2,964.2 m², y a una distancia aproximada de 150 m entre los sitios, en total se realizaron 48 arrastres planctónicos, diurnos con periodicidad bimestral de enero de 2002 a noviembre de 2003. Para la recolecta de las muestras biológicas, se empleó una lancha con motor fuera de borda según el método propuesto por

Smith y Richardson (1979) utilizando una red tipo Zeppelin de 0.60 cm de diámetro de boca, 1.5 m de largo y una luz de malla de 505 micras. Los arrastres fueron rectilíneos, con una duración de 10 minutos a una velocidad aproximada de tres nudos y a 10 cm por debajo del agua. Para estimar los volúmenes de agua filtrada en metros cúbicos la red se equipó con un flujómetro tipo torpedo GENERAL OCEANIC.

Simultáneamente a cada arrastre en los sitios establecidos se determinaron la transparencia mediante un disco de Secchi, la temperatura, la salinidad y el oxígeno con un múltiparametro YSI 556. Las muestras biológicas se depositaron en frascos plásticos transparentes de un litro de capacidad y preservadas con formalina al 10 % y saturadas con borato de sodio.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, la biomasa zooplanctónica se estimó mediante el método de volumen desplazado por Beers (1976). y estandarizados a un volumen de mL/1000m³ de agua filtrada (Smit y Richardson ,1979). Los grupos zooplanctónicos fueron separados y colocados en frascos de (50mL) debidamente etiquetados e identificados a nivel de orden mediante la bibliografía especializada (Russell y Yonge, 1969; Boschi, 1996; Moser, 1996; Pierrot-Bults, 1996; Pugh, 1996; Buckland-Nicks *et al.* 2002; Harvey *et al.* 2002 y Todd *et al.* 2002) y normalizados a org/1000m³ mediante la fórmula:

$$N = n \times 1000 / V$$

Donde:

N= número de organismos por 1000 m³

n= número de organismos en la muestra analizada

V= volumen de agua filtrada (m³).

A través del coeficiente de correlación de Spearman (Zar 1996), se analizaron las relaciones de la biomasa zooplanctónica total normalizada con los parámetros ambientales; salinidad, profundidad, transparencia y concentración de oxígeno disuelto, cada sitio de muestreo.

Resultados

De las muestras colectadas durante el periodo de 2002 se identificaron un total de 20 grupos zooplanctónicos y 19 para 2003, cabe mencionar que también se incluyeron los huevos y larvas de peces por ser organismos temporales del zooplancton. La abundancia entre grupos fue variable, así para el 2002, las larvas de braquiuros fueron el grupo más importante con el 43 % de abundancia relativa total y una abundancia promedio de 3,784.54 org/1000 m³, con una desviación estándar de 4.934; seguido por los carideos con el 40.08 % de abundancia relativa total y promedio de 3.527 org/1000 m³, con una desviación estándar de 8.025, el resto de los grupos zooplanctónicos quedó por debajo del 10 % (Tabla I).

Durante el 2003 el zooplancton fue constituido por 19 grupos, de los cuales, la mayoría fueron similares a los identificados al ciclo anterior, a excepción de los pterópodos que estuvieron ausentes, los resultados obtenidos en este periodo mostraron que los grupos más representativos fueron principalmente larvas de carideos con el 36.11 % de abundancia relativa total, con una abundancia promedio de 1,565.6 org/1000 m³ y, una desviación estándar de 1.331, seguidas por las larvas de braquiuros que representaron el 28.11 % de abundancia relativa total con 1,218.6 org/1000 m³ de abundancia promedio, así como una desviación estándar de 1.236. En menor porcentaje se encontraron los copépodos (11.08 %) y larvas de anomuros (10.51 %), mientras que el resto de los grupos presentaron abundancias por debajo del 10 % (Tabla 2).

Tabla 1. Abundancia promedio (org/1000m³), desviación estándar y abundancia relativa (%) de los grupos zooplácticos identificados en la Laguna Barra de Navidad durante 2002.

Grupos/mes	Ene. 02	Mar. 02	May. 02	Jul. 02	Sep. 02	Nov. 02	Abund.Promed.Org/10 00m ³	Abund. Relativa %
Braquiuros	9430,75 (564,4)	11227,25 (352,1)	335,75 (155,7)	869,25 (158,3)	679,75 (12,2)	164,5 (139,5)	3784,54 (4934,53)	43,00
Carideos	5406,25 (3546)	13255,25 (17466)	916,75 (327,1)	588,25 (178,0)	377,75 (63,52)	621,5 (112,0)	3527,63 (8025,09)	40,08
Copépodos	239,25 (218,2)	3522,5 (182,4)	109 (8,37)	838 (914,6)	628,75 (73,87)	274,25 (175,4)	935,29 (1419,62)	10,63
Huevos de pez	159,25 (21,44)	267,75 (153,3)	133,75 (25,62)	461,25 (190,0)	231,5 (91,41)	33,75 (24,17)	214,54 (166)	2,44
Larvas de pez	288 (74,24)	73,75 (74,91)	101 (17,22)	69,25 (11,95)	47,5 (22,28)	34,25 (9,54)	102,29 (96,13)	1,16
Anonuros	---	---	76,5 (59,61)	71,75 (60,83)	129,75 (19,26)	41,5 (23,84)	53,25 (57)	0,60
Amfípodos	9,5 (3,7)	10,25 (0,96)	148,25 (116)	13,25 (8,46)	3,5 (0,58)	14,5 (11,09)	33,21 (67,5)	0,38
Quetognatos	4,25 (3,4)	5,75 (7,68)	39,5 (11,56)	5,75 (4,35)	96,75 (76,72)	31,75 (10,24)	30,63 (43,83)	0,35
Poliquetos	4,5 (1,29)	3,25 (4,57)	2,75 (3,77)	86,25 (9,46)	2,5 (1,29)	50,75 (38,39)	25 (36,14)	0,28
Gasterópodos	8,75 (3,59)	4,25 (4,43)	22,5 (23,36)	49 (96,67)	54,5 (37,04)	10,5 (10,28)	24,92 (43,55)	0,28
Estomatópodo	18 (3,46)	10,5 (4,04)	8,25 (5,68)	7,25 (2,63)	22,25 (10,24)	18,5 (6,61)	14,13 (7,88)	0,16
Sifonóforos	---	1,25 (0,50)	0,5 (1)	0,5 (1)	---	55,25 (41,66)	9,58 (25,73)	0,11
Salpas	3 (2,94)	20 (4,69)	---	---	---	29,25 (28,55)	8,71 (15,85)	0,10
Apendiculados	4,75 (6,6)	---	1,25 (1,5)	2,25 (2,63)	40,25 (10,78)	1,75 (1,71)	8,38 (15,38)	0,10
Ostrácodos	28,5 (2,89)	5,25 (3,4)	2,5 (5)	2,5 (5)	2,5 (2,08)	0,75 (0,96)	7,00 (10,4)	0,08
Medusas	8,25 (2,22)	11,5 (3,11)	2 (4)	16,25 (15,35)	5,25 (3,86)	1,25 (1,26)	7,42 (8,12)	0,08
Larvas nauplio	4,5 (1,73)	18,75 (22,5)	---	---	---	14,5 (7,94)	6,29 (11,6)	0,07
Cumáceos	9,25 (7,23)	6,75 (5,56)	12,25 (2,63)	6,75 (3,86)	---	---	5,83 (5,92)	0,07
Pterópodos	---	5,75 (4,86)	---	---	---	5,75 (5,19)	1,92 (3,78)	0,02
Bivalvos	2,75 (0,96)	0,75 (0,5)	---	2,75 (1,71)	1,25 (1,26)	1,75 (1,71)	1,54 (1,47)	0,02
Totales	15629,5	28450,5	1912,5	3090,3	2323,8	1406,0	8802,1	100,0

Fluctuaciones en la composición y abundancia de zooplancton

Tabla 2. Abundancia promedio (org/1000m³), desviación estándar y abundancia relativa (%) de los grupos zooplácticos identificados en la Laguna Barra de Navidad durante 2003.

Grupos/mes	Ene. 03	Mar. 03	May. 03	Jul. 03	Sep. 03	Nov. 03	Abund.Promed. Org/1000m ³	Abund Relativa %
Carideos	2608,5 (1002)	1077 (187,7)	162 (33,73)	1079 (425,07)	714 (189,9)	3753,25 (516,9)	1565,6 (1331,07)	36,11
Braquiuros	3066 (1246)	1018,25 (145)	268,5 (49,86)	412 (79,95)	175,25 (81,52)	2371,5 (485)	1218,6 (1236,56)	28,11
Copépodos	1134 (595,13)	914 (442,35)	82,25 (12,69)	542,5 (221,61)	130,5 (48,61)	78,5 (7,85)	480,3 (512,91)	11,08
Ancmuros	970,5 (263,43)	471,5 (90,67)	386 (75,87)	557,5 (152,41)	172,25 (3,77)	176 (16,87)	455,6 (300,50)	10,51
Huevos de pez	77 (19,34)	568,5 (374,52)	11,5 (4,20)	370,25 (128,03)	42,75 (28,19)	5,5 (4,20)	179,3 (261,70)	4,13
Quetognatos	920 (743,85)	3,5 (1,91)	19,75 (5,91)	15,75 (4,35)	16,75 (8,77)	14,5 (6,14)	165,0 (437,23)	3,81
Estomatópodos	266,5 (81,36)	48,25 (19,16)	19,75 (9,29)	13,5 (3,7)	99,25 (52,3)	139,5 (76,61)	97,8 (100,11)	2,26
Larvas de pez	173,5 (91,48)	71,25 (36,85)	11,75 (8,66)	33,75 (12,71)	9,75 (6,65)	29,25 (17,39)	54,9 (68,62)	1,27
Larvas nauplio	40 (8,37)	---	33,5 (11,56)	---	10,25 (9,53)	52,25 (20,07)	22,7 (22,83)	0,52
Ostrácodos	---	83,25 (11,59)	2 (4)	10,5 (12,5)	2 (1,63)	16,5 (26,75)	19,0 (32,07)	0,44
Amfipodos	3,75 (1,71)	5,75 (1,26)	6,75 (5,12)	6,25 (2,22)	3,25 (2,36)	79,25 (7,80)	17,5 (28,47)	0,40
Poliquetos	31 (27,63)	2 (4)	11,25 (18,71)	9 (4,83)	8,75 (6,4)	13,75 (3,30)	12,6 (15,52)	0,29
Gasterópodos	10,5 (9,04)	26,75 (8,26)	3,25 (2,87)	2,75 (3,40)	3,75 (1,71)	23 (6,38)	11,7 (11,27)	0,27
Sifonóceros	---	47,5 (95)	1,75 (3,5)	6 (2,71)	1,5 (3)	---	9,5 (38,56)	0,22
Medusas	---	---	4,75 (9,5)	0,75 (1,5)	3,25 (4,72)	40 (80)	8,1 (23,63)	0,19
Apendiculados	---	---	8 (1,41)	1,75 (0,96)	14,5 (27,68)	22 (30,2)	7,7 (17,02)	0,18
Salpas	8,75 (6,24)	6,5 (2,08)	3,25 (2,06)	1,25 (1,26)	3,25 (2,06)	13,25 (3,77)	6,0 (5,09)	0,14
Cumaceos	---	---	3,5 (2,89)	---	1,75 (2,06)	7,25 (3,30)	2,1 (3,22)	0,05
Bivalvos	1,75 (1,26)	3,25 (2,63)	---	---	---	4,5 (1,29)	1,6 (2,15)	0,04
Totales	9311,8	4347,3	1039,5	3062,5	1412,8	6839,8	4335,6	100,00

Respecto a la abundancia promedio de los tres grupos más importantes se identificó cierta variación de acuerdo a la época del año; de esta forma los carideos, grupo dominante capturado en 2002 presentó un valor promedio máximo de 13,255.25 org/1000 m³, durante marzo (primavera), en tanto que para 2003 su valor promedio fue de 3,753.25 (org/1000 m³), durante noviembre (otoño). Un segundo grupo fue el de las larvas de braquiuros que, capturadas en el 2002, mostraron una abundancia importante (11,277.25 org/1000 m³) durante el mes de marzo (primavera), para el 2003 la mayor abundancia (3,066 org/1000 m³) correspondió al mes de enero (invierno). Un tercer grupo fue el de los copépodos que en 2002 fueron abundantes en marzo (primavera) con un valor máximo de 3,522.05 (org/1000 m³) y en 2003 durante el mes de enero de con 1,134 (org/1000 m³) (Tablas 1 y 2).

Por otra parte, la temperatura promedio (°C) registrada en el periodo de 2002, presentó fluctuaciones que se vieron reflejadas en el valor mínimo (24 °C) correspondiendo al primer bimestre (enero-febrero) del año, para segundo bimestre (marzo-abril) el promedio fue de 25.8 °C, y para el tercero (mayo-junio) se presentó un incremento alcanzando los 29 °C, valores que corresponden a la temporada fría (invierno), para la segunda mitad del año correspondiendo a los meses de julio, septiembre y noviembre del cuarto, quinto y sexto bimestre los promedios fueron de 31, 31.5 y 31.6 °C respectivamente (Fig. 2a).

Respecto a 2003, la temperatura superficial promedio (TS), del primer bimestre (enero-febrero) presentó valores bajos (27.3 °C), para el segundo bimestre (marzo-abril) disminuye hasta los 24.7 °C, incrementándose

nuevamente para el tercer bimestre (mayo-junio), alcanzando los 27.6 °C. De acuerdo a los resultados refleja un periodo frío al inicio del año, manifestándose una temporada cálida a partir del cuarto bimestre (julio-agosto) alcanzando una temperatura promedio de 30 a 30.9 °C, ya para el final del año se registra un descenso alcanzando un valor promedio de 28.1 °C (Fig. 2b).

En ambos periodos fue observada una mayor variabilidad de los parámetros durante los meses de enero, marzo y mayo (los tres primeros bimestres) coincidiendo con los cambios de régimen térmico que anualmente se presenta en la región.

En cuanto a la variación en la concentración de la salinidad (ups) en 2002, es asociada a la época seca o de estiaje y a la influencia del ambiente marino, el cual predomina regularmente la mayor parte del año en el sistema, debido a la presencia de una boca perenne de intercomunicación entre la laguna y la bahía, así como cambios de menor intensidad que se presentan bajo condiciones de lluvia, de esta forma los promedios en el primer bimestre (temporada de estiaje, enero-febrero) fue de 33.3 ups, registrando un decremento (27.8 ups) para el segundo bimestre (marzo-abril), en tanto que para el tercer y cuarto bimestre (mayo-agosto) se presenta un incremento de 31.5 y 33.5 ups respectivamente, posteriormente en el quinto bimestre (septiembre-octubre) y bajo condiciones de lluvia, se obtuvo el promedio más bajo de toda la temporada con 26.0 (ups), finalmente para el sexto bimestre (noviembre-diciembre), se incrementa hasta alcanzar los 30.8 (ups) considerado el periodo más estable (Fig. 2a).

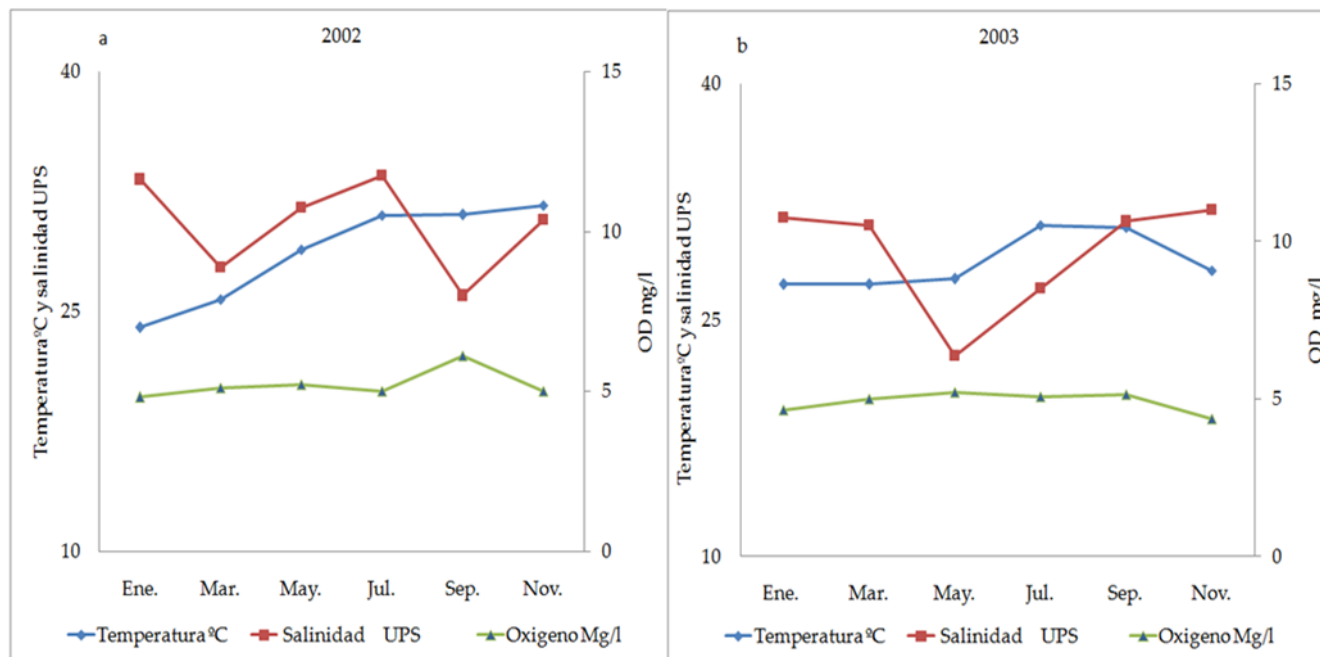


Figura 2. Variación de los parámetros físico-químicos analizados bimestralmente en la Laguna Barra de Navidad: a) periodo 2002 y b) periodo 2003.

Para 2003 la salinidad (ups) presentó un patrón muy similar al ciclo anterior, presentándose en el primer bimestre (enero-febrero) 31.5 (ups) mientras que en el segundo bimestre (marzo-abril) fue de (31.0 ups), para el tercero (mayo-junio), se obtuvo el promedio más bajo incluso de toda la temporada (22.8 ups) debido al temporal de lluvias en la región, posteriormente en el cuarto bimestre (julio-agosto) se presenta un incremento alcanzando los 27 (ups), así al finalizar la temporada (quinto y sexto bimestre, septiembre-diciembre) los valores fueron más elevados (31.3 y 32 ups, respectivamente), debido al periodo de sequía que se presentó en este intervalo de tiempo (Fig. 2b).

Referente al oxígeno disuelto (mg/l), éste fue relativamente homogéneo durante el periodo de 2002, sin embargo, los valores registrados

fueron regularmente bajos, de tal forma que para el primer bimestre (enero-febrero) el valor promedio registrado fue de 4.8 mg/l, para el segundo (marzo-abril) presenta un ligero incremento (5.1 mg/l), de igual forma se presentan para el tercero (mayo-junio) un registro de 5.2 mg/l, y de 5 mg/l, para el cuarto bimestre (julio-agosto), para finales del periodo (quinto bimestre, septiembre octubre) se presentó un incremento en el oxígeno (6.1mg/l) (Fig. 2a).

Asimismo, el periodo 2003 presenta similitud con el ciclo 2002, así para el primer bimestre (enero-febrero) el promedio fue de 4.7 mg/l, incrementándose a 5 (mg/l) para el segundo bimestre (marzo-abril), para el tercer bimestre (mayo-junio) fue registrado el valor de 5.2 (mg/l), en tanto que, para el cuarto y quinto bimestre (julio-octubre) presentaron 5.1 y 5.2 (mg/l), respectivamente, descendiendo a 4.4 mg/l al final de la temporada (Fig. 2b).

De acuerdo a los resultados del coeficiente de correlación de Spearman, la biomasa presentó una relación inversa con la temperatura (-0.744) y la concentración de oxígeno (-0.36) siendo significativas para ambas variables ($P > 0,05$). Por otra parte, la variación del oxígeno disuelto solo mostró una relación directa proporcional con la temperatura (0.307), es decir, a mayor concentración de oxígeno, mayor valor en la temperatura.

DISCUSIÓN.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la comunidad zooplánctica en la laguna de Barra de Navidad, se registraron 20 grupos zooplanctónicos, en los que sobresalieron por su abundancia los carideos, larvas de braquiuros y copépodos en ambos periodos de muestreo (2002-2003) con abundancias relativas altas (93.71 y un 75.3 %), concordando con lo señalado por De Silva-Dávila *et al.* (2006) quienes reportan para el sistema lagunar de Navachiste, en Sinaloa, los principales grupos que contribuyeron con el 90% del total de la abundancia zooplanctónica fueron los copépodos, decápodos, cladóceros y quetognatos; además de reportar que la variación de algunos componentes del zooplancton se dio en función de la variación de la biomasa zooplanctónica, debido a los cambios estacionales como a la misma variabilidad estacional de la composición de los grupos que integran a esta comunidad, por otro lado destaca la presencia masiva de las postlarvas de camarón asociadas con la época de lluvias durante el verano. Sin embargo, Meyer-Willerer *et al.* (2006), reportaron para la laguna Barra de Navidad y sus estuarios que el principal componente del zooplancton estuvo constituido por rotíferos, copépodos, larvas de crustáceos y moluscos; siendo estos últimos

más abundantes en la zona de mezcla y durante la época de lluvias. Al respecto, en el presente trabajo difiere en cuanto a los rotíferos, no así para el resto de los grupos, posiblemente esta diferencia se pueda atribuir al diseño metodológico, ya que en el presente trabajo no se contempló el monitoreo de la periferia del sistema, excluyéndose el canal de agua dulce, trabajando hacia la región más profunda e influenciada por las aguas marinas, en donde sobresalieron por su abundancia las larvas y juveniles de carideos, copépodos, quetognatos, anomuros, así como la presencia de huevos y larvas de peces, larvas y juveniles de braquiuros, de crustáceos (*Penaeus* sp.), fauna endémica de organismos adultos asociados al sistema lagunar que se reproducen durante la época de lluvias en la región.

Respecto a la temperatura superficial del agua en los periodos 2002 y 2003, se estableció un periodo frío (24.6 °C) asociado en cierta medida a los cambios climáticos presentes en la zona de enero a mayo y un periodo cálido que por lo general se presenta de julio a noviembre, en este lapso de tiempo la temperatura superficial del agua alcanzo valores promedio entre los 30.9 y 31.6 °C, al respecto Meyer-Willerer *et al.* (2006) reportaron valores de bajas temperaturas (25.3 °C) específicamente en la zona somera durante el mes de marzo, en tanto que hacia la región más profunda se presentaron valores de 28.0 a 30.6 °C; mencionan que durante el verano la distribución del calor en el cuerpo de agua se debe principalmente a los cambios climáticos estacionales, que propiciaron en la época de lluvias, procesos de circulación en las zonas más profundas, así como procesos de mezcla por efecto de la intensidad del viento, coinci-

diendo con lo reportado para este trabajo, ya que las altas y bajas temperaturas fueron registradas en ambos periodos, aunque no a las mismas profundidades. En cuanto a la salinidad, durante las dos temporadas de monitoreo, se observó que los valores de ésta mostraron ciertas fluctuaciones coincidiendo con lo señalado por Navarro-Rodríguez (2002) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2004), indican que para la región costera las variaciones en la salinidad, se deben principalmente a la presencia de lluvias, así como por el aporte de agua proveniente de ríos que desembocan a lo largo de la zona costera. En el área de estudio durante el periodo de 2002 en la época seca (invierno a primavera) el promedio máximo de la salinidad fue de 33.5 (ups) mientras que en la temporada de lluvias y los aportes fluviales de aguas vertida por los ríos tributarios durante el verano y el otoño, se presentan valores bajos (26 ups), este patrón coincide con el observado durante el periodo 2003, obteniéndose valores de 32.0 (ups) como máximos y como mínimos de 22.8 (ups), esto mismo es señalado por Meyer-Willerer *et al.* (2006) indican que para esta área de estudio se registró un valor mínimo de 20.5 (ups), debido a la presencia de agua dulce proveniente de la cuenca del río Marabasco.

En lo que respecta al oxígeno disuelto, mostró una relación directamente proporcional con la temperatura a lo largo del periodo de estudio, sin embargo, se obtuvieron valores que oscilaron entre los 6.5 (2002) y 4.5 mg/l (2003), valores que en cierta medida fueron bajos de acuerdo a lo señalado por Meyer-Willerer *et al.* (2006) quienes reportaron para el mismo sistema, valores de hasta 10 mg/l en la superficie, sin embargo también reportan valores bajos (2.2 mg/l) sobre todo para áreas

profundas, mencionan que el hecho de que en el sistema se halla presentado una elevada producción de oxígeno, pudiera deberse a la presencia de una cantidad considerable de nutrientes de origen continental suministrados por procesos fluviales que anualmente se depositan en el sistema lagunar, además de los aportes por actividades antropogénicas provenientes de aguas residuales domésticas, propiciando así el desarrollo del fitoplancton, que a su vez propició procesos fotosintéticos, observado en los cambios estacionales; por otra parte Ramos-Ruiz (2005) señala que este sistema al ser un cuerpo de agua abierto la energía generada por los procesos de mareas son también un mecanismo que interviene en el funcionamiento hidrobiológico a así como en la composición de la comunidad zooplanctónica de la misma.

LITERATURA CITADA

- Álvarez del Castillo, M., Hendrickx, M. E. y Rodríguez, S. (1992). Crustáceos decápodos de la laguna barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 27:1-9.
- Álvarez-Silva, C., Miranda-Arce, G., De Lara-Isassi, G. y Gómez-Aguirre, S. (2006). Zooplancton de los sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas, en época de secas y lluvias. *Hidrobiología* 16(2): 175-172.
- Beers, J.R. (1976). Volumetric methods. En: Steedman HF (ed). *Zooplankton fixation and preservation*, pp. 56-60. UNESCO Press, Paris.

- Boschi, E. E. (1996). Larvas de crustácea Decápoda. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). Introducción al estudio del zooplankton marino, pp. 342-405. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Buckland-Nicks, J., Gibson, G. y Koss, R. (2002). Phylum Mollusca: Gasteropoda. En: Young C.M., Sewell, M.A. y Rice, M.E.(eds). Atlas of marine invertebrate larvae, pp. 261-287. Academic Press, New York.
- Bulgakov, S.N. y Martínez-Zatarain, A. (2006). Surgencias y vientos favorables en la costa oriental del Pacífico mexicano. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, pp. 29-40. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Carranza-Edwards, R., Gutiérrez-Estrada, M. y Rodríguez-Torres, R. (1975). Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 2(1): 81-88.
- Cifuentes, J.L., Flores-García, P. y Frías, M. (1987). El Océano y sus recursos. 5. Plancton: 1-161. Fondo de Cultura Económica, México.
- Denman, K.L. Powell, T.M. (1984). Effects of physical processes on plankton ecosystems in the coastal ocean. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 22: 125-168.
- De Silva-Dávila, R., Palomares-García, R., Zavala-Norzagaray, A., Escobedo-Urías, D.C. (2006). Ciclo anual de los grupos dominantes del zooplankton en Navachiste, Sinaloa. Pp. 26-39. En: Hendrickx, M.E. (Ed). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 4(1). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.
- Escobar, J., y López, D. (1981). Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, 98 p.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M.C., Hernández-Vázquez, S., Saldierna-Martínez, R y Funes-Rodríguez, R. (2004). Distribución y abundancia de larvas de Pleuronectiformes en la costa de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 38(2): 65-80.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M.C., González-Guevara, L.F. y Saucedo-Lozano, M. (2017). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos y parámetros físicos del Área Natural Protegida Laguna barra de Navidad, Jalisco. *Acta Pesquera* 3(6):34-50.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E. y Suárez-Morales, E. (2001). Zooplankton biomass variability in the Mexican eastern tropical Pacific. *Pacific Science* 55(2): 191-202.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E., Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E. y Freire, J. (2004). Plankton biomass and larval fish abundance prior to and during the El Niño period of 1997-1998 along the central Pacific coast of Mexico. *Progress in Oceanography* 63: 99-123.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E., Suárez-Morales, E. y Freire, E. (2008). Interannual and seasonal variability of the diversity and structure of ichthyoplankton assemblages in the central Mexican Pacific. *Fisheries Oceanography* 17(3): 170-190.

- Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E., Monzón, C.O., González-Ruelas, M.E. y Godínez-Domínguez, E. (2000). Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 26(2): 303-321.
- Galicia-Pérez, M.A., Gaviño-Rodríguez, J.H., Torres-Orozco, E. y Sánchez-Barajas, M. (2006). Condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral de Colima durante el año 2002. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 135-148. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Harvey, A.W., Martin, J.W. y Wetzer, R. (2002). Phylum Arthropoda: Crustacea. En: Young, C.M., Sewell, M.A. y Rice, M.E. (eds). *Atlas of marine invertebrate larvae*, pp. 337-369. Academic Press, New York.
- Meyer-Willerer AO, BB Velázquez-González & M Patiño-Barragán. 2006. Ciclo anual de variables hidrológicas en el estuario Barra de Navidad, México. En: Jiménez-Quiroz MC & E Espino-Barr (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 135-148. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Moser, H.G. (1996). The early stages of fishes in the California Current region. *CalCOFI Atlas* 33: 1-1505.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Hernández Vázquez, S., Funes Rodríguez, R. y Flores Vargas, R. (2001). Distribución y abundancia de larvas de peces de las Familias Haemulidae, Sciaenidae y carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.* 35(1):1-94.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Flores-Vargas, R. y González-Ruelas, M.E. (2002). Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.* 36 (3):244-265.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Flores-Vargas, R., González-Guevara, L.F. y González-Ruelas, M.E. (2004). Distribution and abundance of *Dormitator latifrons* (Richardson) larvae (Pisces: Eliotridae) in the natural protected area "Estero El Salado" in Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(1):31-36.
- Navarro-Rodríguez, M.C., González-Guevara, L.F., Flores-Vargas, R., González-Ruelas, M.E. y Carrillo-González, F.M. (2006). Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 35-43.
- Navarro-Rodríguez, M.C. y Flores-Vargas, R. (2006b). Distribución y abundancia de las larvas de peces perciformes y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 281-296. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Olivos-Ortiz, A., Salas-Pérez, J.J., García-Uribe, G., Galicia-Pérez, M.A., Torres-Orozco, e. y Quijano-Scheggia, S.I. (2006). Distribución horizontal de nutrientes y clorofila-a sobre la plataforma continental del estado de Colima durante 2002. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 53-65. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.

- Owen, R.W. (1981). Fronts and eddies in the sea: mechanisms interactions and biological effects. En: Longhurst AR (ed). *Analysis of marine ecosystems*, pp 197-233.
- Pierrot-Bults, A.C. (1996). Phylum Chaetognata. En: Gasca, E. y Suárez-Morales, E. (eds). *Introducción al estudio del zooplancton marino*, pp. 529-596. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Pugh, P.R. (1996). Phylum Cnidaria, Clase Hydrozoa. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). *Introducción al estudio del zooplancton marino*, pp. 71-100. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Ramos-Ruíz, J.L. (2005). Diagnóstico ambiental de la laguna Barra de Navidad, Jalisco-Colima, México. Tesis de Licenciatura. CucSur-Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 79 p.
- Rodríguez-Cajiga, S. (1993). Macrofauna de la laguna Barra de Navidad, Jalisco. En: Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. (eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*, pp 499-508. CONABIO y CIQRO, México.
- Rodríguez-Sánchez, M. y Ramírez-Martell, J.A. (1982). Contribución al estudio taxonómico de la clase Bivalva y Gasterópoda del Phylum Mollusca, de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, 65 p.
- Russell, F.S. y Yonge, M. (1969). *The biology of Euphassis*. *Advances in Marine Biology*. Vol 7, 454 pp. Academic Press, New York.
- Sandoval-Rojo, L.C., Flores-Verdugo, J.E., Zaragoza-Araujo, U., Day, J.W. y Estrada-Mercado, J.A. (1988). Phytoplankton productivity in the Barra de Navidad coastal lagoon on the Pacific coast of Mexico. *Revista Hidrobiología Tropical* 21(2): 101-108.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos. *FAO Documento Técnico de Pesca* 175: 1-107.
- Todd, C.D., Laverack, M.S. y Boxshall, G.A. (2002). *Coastal marine zooplankton. A practical manual for students*, 106 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662 p.



Modelación Presa - Depredador basada en uso de tecnología

José Trinidad Ulloa Ibarra¹, Juan Felipe Flores Robles¹, María Inés Ortega Arcega¹, Jaime Arrieta Vera²

¹ Universidad Autónoma de Nayarit

² Universidad Autónoma de Guerrero

Recibido: 02 de agosto de 2018

Aceptado: 05 de noviembre de 2018

Resumen.

El estudio de algunos fenómenos biológicos requiere de herramientas matemáticas de diversa complejidad. Para modelarlos y analizarlos se usan ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales y/o ecuaciones diferenciales estocásticas. Sin embargo, en muchas ocasiones quien desea analizar este tipo de fenómenos carece de la formación para poder trabajar con esa matemática, por lo que se requiere buscar alternativas para subsanar esa deficiencia, el avance tecnológico cuenta con diversas herramientas para ello, es nuestro caso recurriremos a la hoja de cálculo de Excel. Con lo anterior incidimos en la problemática de algunas licenciaturas que carecen de una formación sólida en matemáticas como los son las del área biológico-agropecuaria pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, que es y ha sido nuestra área de estudio. Presentamos una versión del modelo de Lotka - Volterra también conocido como modelo presa - depredador cuya representación matemática es:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax - Bxy \\ \frac{dy}{dt} = -Cy + Dxy \end{cases}$$

donde x e y representan el número de presas y depredadores, respectivamente, con A , B , C , D constantes positivas que reflejan las condiciones de crecimiento de las especies y sus interacciones. El estudio de estos temas resulta ser de importancia en áreas como: el manejo de recursos renovables, la evolución de variedades resistentes a pesticidas, los fenómenos de sustitución tecnológica, el cambio organizativo o el aprendizaje organizativo

Palabras clave: Modelación, presa, depredador, dinámica poblacional, pesca

Abstract

The study of some biological phenomena requires mathematical tools of different complexity. To model and analyze them, we use ordinary differential equations, partial differential equations and / or stochastic differential equations. However, in many cases who wants to analyze this type of phenomena lacks the training to be able to work with that mathematics, so it is necessary to look for alternatives to correct this deficiency, the technological advance has various tools for this, in our case we will resort to the Excel spreadsheet. With the foregoing, we have an impact on the problems of some bachelor's degrees that lack a solid formation in mathematics, such as those in the biological-agricultural-fishing area of the Autonomous University of Nayarit, which is and has been our area of study. We present a version of the Lotka -

- Volterra model also known as prey - predator model whose mathematical representation is:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = Ax - Bxy \\ \frac{dy}{dt} = -Cy + Dxy \end{cases}$$

where x and y represent the number of prey and predators, respectively, with A, B, C, D positive constants that reflect the growth conditions of the species and their interactions. The study of these issues turns out to be of importance in areas such as: the management of renewable resources, the evolution of varieties resistant to pesticides, the phenomena of technological substitution, organizational change or organizational learning

Key words: Modeling, prey, predator, population dynamics, fishing

Introducción.

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 biología es, como todas las otras, una ciencia en constante evolución, con una multiplicidad de ramas por explorar que requieren de métodos, técnicas, enfoques particulares, a veces nuevos, a veces novedosos, a veces completamente tradicionales.

La Matemática Aplicada en las Ciencias Biológicas permite brindar criterios y herramientas básicas para entender, 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).

Los modelos matemáticos son recursos explicativos fundamentales en todas las áreas del conocimiento y particularmente en aquellas ciencias en las que es dudoso que podamos contar con leyes científicas genuinas, como es el caso de la biología (y de las ciencias sociales). Surgen entonces dos situaciones que debemos tener presentes: como llegar a obtener esos modelos partiendo de datos de observaciones y el cómo interpretarlos. Con respecto de cómo se interpretan los modelos ha despertado una gran atención en las últimas décadas y, sin embargo, sigue siendo una cuestión controvertida. Hay muchos tipos de modelos y no es de extrañar, por tanto, que puedan proporcionar explicaciones de los fenómenos de formas muy diversas. Si se puede señalar un rasgo común a todos estos modos diferentes de explicar, es el hecho de que los modelos nos ofrecen una mejor comprensión de los fenómenos. Se argumenta en este trabajo que la noción de 'comprensión' aquí implicada no es irremediamente subjetiva (Diéguez, 2013). Con relación a como poder llegar a modelos confiables el profesionalista debe contar con una serie de conocimientos no sólo con respecto al fenómeno que trata de modelar, sino también debe conocer matemáticas.

La aplicación de herramientas matemáticas en el estudio de fenómenos, procesos y conceptos biológicos es obviamente, una actividad de creciente importancia que se ha desarrollado fundamentalmente al amparo de colaboraciones multidisciplinarias entre científicos de diversas áreas biológicas y matemáticos interesados en aplicar sus métodos a problemas surgidos de la teoría, el laboratorio o el trabajo de campo biológicos.

Los primeros modelos matemáticos aplicados en Biología han sido quizá los modelos que intentan describir la dinámica de poblaciones, entre los que destacan el modelo de Fibonacci, el de Malthus, el de Verhulst, llegando a los que intentan representar las interacciones entre poblaciones diferentes y para los que se requiere el uso de ecuaciones diferenciales, como lo es el modelo presa depredador (Lotka - Volterra), el trabajo tiene como objetivo presentar alternativas para representarlo sin utilizar ecuaciones diferenciales.

Es decir se muestra otra propuesta para el área biológico agropecuaria pesquera (ABAP) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) ya que, al establecerse la unidad de aprendizaje de modelación matemática como parte de la Reforma Educativa de 2003, en donde los antecedentes con que cuentan los estudiantes se limitan a un curso de lenguaje y pensamiento matemático, 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.

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, Torres y Frías, 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 (Ulloa, 2013)

Antecedentes

Para entender los procesos que ocurren en la historia de vida de los organismos es necesario determinar la abundancia de los individuos que constituyen una determinada población. El estudio de los eventos de nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte de los elementos que la componen son fundamentales para comprender la dinámica demográfica de la misma (Begon, 1987).

Cada población tiene un nivel de organización y una estructura propia a medida que desarrollan sus fases de ciclo biológico el cual debe cumplirse y repetirse con cierta frecuencia en el espacio y en el tiempo para garantizar la continuidad de esta y su relación en la presencia de una especie en sí misma con respecto a las demás. Existe además otro aspecto, que está relacionado con la explotación pesquera, y que resulta de gran importancia para el estudio de estos organismos y para la pesca misma, la alimentación natural de las especies.

El crecimiento y decrecimiento de las poblaciones en la naturaleza y la lucha de las especies por sobrevivir han sido tema de interés y estudio desde hace mucho tiempo. La mayor parte de los estudios sobre dinámica poblacional se centran en el desarrollo de herramientas que permitan predecir la evolución futura de los ecosistemas sometidos a ciertas condiciones, con el fin de introducir técnicas de control en estos. En tal dinámica, las poblaciones interactúan de múltiples formas, teniendo en cuenta que la idea que se persigue es conservar su equilibrio –para lo cual se controlan las poblaciones alimento y las que se alimentan, y además se evita la extinción – y al mismo tiempo, mantener las especies en ciertos valores, tolerables por el ecosistema. En estas condiciones hay tres tipos básicos de interacción:

Si la tasa de crecimiento de una población decrece mientras la tasa de crecimiento de otra población crece, se habla de una situación presa - depredador.

Si las tasas de crecimiento de cada población decrecen, entonces se tiene competencia entre las especies.

Si las tasas de crecimiento de cada población aumentan, entonces se habla de mutualismo o simbiosis.

Las ecuaciones de Lotka-Volterra, también conocidas como ecuaciones presa - depredador, son un sistema no lineal de dos ecuaciones diferenciales, y se usan para modelar sistemas biológicos donde interactúan dos especies: una presa y un depredador.

Teóricamente, el depredador puede destruir toda la presa, de modo que esta última llegue a extinguirse. Sin embargo, si esto ocurre también se extinguirá, puesto que depende de la presa para su existencia. De esta forma se desarrolla un ciclo en el cual la presa puede ser abundante y los depredadores pocos, y luego, debido a la abundancia de presa, la población de depredadores aumenta, disminuyendo la primera, y el ciclo continúa.

En el estudio de las ecuaciones diferenciales las herramientas numéricas han jugado un papel importante debido a que la mayor parte de las ecuaciones que aparecen en los problemas no se pueden resolver exactamente y, por tanto, hay que recurrir a algún tipo de aproximación de la solución. Sin embargo, durante el siglo XIX y buena parte del XX no se usaron muchos de los métodos que se desarrollaron teóricamente ya que no existían máquinas en los que se pudieran computar. Este hecho cambió a mediados del siglo XX con la aparición de ordenadores que ya poseían una cierta capacidad de cálculo y de almacenamiento de datos.

Para la solución del sistema de ecuaciones diferenciales que representa al molde de Lotka

Volterra, hay dos enfoques principales: analítico y numérico. Los métodos analíticos como ya se mencionó son complicados y requieren buenas habilidades matemáticas. Además, muchas ecuaciones diferenciales no tienen ninguna solución analítica. Los métodos numéricos son fáciles y más universales (sin embargo, hay problemas con la convergencia). Por ello este trabajo se centró en la utilización de métodos numéricos Excel.

Justificación

Interpretar fenómenos biológicos, tales como situaciones en la naturaleza donde una especie animal se alimenta de otra, y esta a su vez se alimenta de otras, genera una dinámica poblacional que es posible interpretar a través de medios matemáticos, como la modelación. Sin embargo, en el caso de este tipo de modelos que requieren de ecuaciones diferenciales en el área de estudio de la UAN representa un grave problema para el que deben buscarse alternativas que permitan la interpretación del fenómeno. El único antecedente es el curso de Lenguaje y Pensamiento Matemático cuya unidad cuatro es la introducción a la modelación matemática.

Por lo anterior se ha recurrido a la búsqueda de soluciones que permitan cursar modelación matemática sin hacer uso de las ecuaciones diferenciales, destacando entre éstas la utilización de software: Ulloa, Benítez y Rodríguez, 2008; Ulloa, Arrieta y Benítez, 2015; Ulloa, Ortega, Rodríguez y Benítez, 2015; Ulloa y Rodríguez, 2013.

Por lo que, se presenta una situación de aprendizaje que sirve de ayuda en el estudio, analítico y gráfico, del modelo presa - depredador con el uso de una metodología que involucra el empleo de la tecnología y que muestra una alternativa para modelar. Para ello, hemos dividido el trabajo de la forma siguiente:

En primera instancia, se expone al modelo

presa - depredador como concepto y se desarrolla un análisis gráfico de los parámetros que intervienen en él. Posteriormente, se fundamenta el papel que juega el contexto social para la creación de situaciones de aprendizaje y la forma en que éstas, aunado al empleo de la tecnología, dando origen a una nueva forma de modelar que promueve la interacción entre los tres marcos representacionales (verbal, numérico/tabular y gráfico). Estableciendo así a la modelación como vínculo para acortar la separación existente entre los contenidos aprendidos en el aula escolar y su aplicación en la práctica profesional.

Objetivo General

Diseñar una situación de aprendizaje con apoyo en la hoja de cálculo de Excel que permita analizar tres marcos de representación de un fenómeno biológico. Se trata pues de:

1. Analizar la evolución temporal de poblaciones en situaciones de competencia y depredación.
2. Conocer el significado y la influencia de las distintas constantes que participan en los modelos.
3. Interpretar adecuadamente el espacio de fase

Metodología

El sistema predador-presa es una consecuencia de la Ley del Balance, que se puede resumir en la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad Neta Cambio Población} &= \text{Velocidad} \\ \text{Incremento} - \text{Velocidad Decremento} & \\ &= \text{nacimientos} - \text{muertes} + \text{migración} \end{aligned}$$

En general, en los sistemas predador - presa, la población oscila en el tiempo; es decir, las hipótesis de modelación implican:

- a. Los valores iniciales de ambas poblaciones que oscilan en el tiempo.
- b. El número medio de presas por debajo de un cierto valor admisible.

c. Estabilidad global del sistema ante un aumento brusco de la plaga (presa).

d. Las ecuaciones LV se plantean suponiendo que la velocidad de variación de las poblaciones es conjuntamente proporcional a los ritmos intrínsecos de variación de predadores - presas y la cantidad de población:

$$\frac{dx}{dt} = R_1x$$

$$\frac{dy}{dt} = R_2x$$

Siendo

$$R_1 = A - By$$

$$R_2 = -C + Dy$$

R_1 y R_2 son los ritmos de predadores y presas, respectivamente, y reflejan el crecimiento o decrecimiento de las poblaciones en función de sus signos, si son constantes. Elecciones diferentes para estos ritmos determinan diferentes tipos de modelos. A su vez, x e y representan el número de presas y predadores, respectivamente. A , B , C y D son constantes positivas. Los cuatro términos tienen el siguiente significado:

A y C reflejan las condiciones de crecimiento de las especies y B y D sus interacciones. En ausencia de predadores ($y = 0$) la velocidad de variación del número de presas aumenta con el tiempo, de forma proporcional al número de presas. El crecimiento es exponencial y A es su ritmo o tasa de crecimiento (tasa de reproducción).

En ausencia de presas ($x = 0$) la velocidad de variación de predadores disminuye exponencialmente, y de forma proporcional (con ritmo C) al número de predadores presentes.

Suponiendo la existencia de presas suficientes para poder crecer, o al menos mantener la población actual, en presencia de predadores, el número de presas disminuye como consecuencia de los posibles encuentros entre presa-predador y este efecto se supone proporcional al producto de ambas poblaciones ($-Bxy$), mientras que la población de predadores aumenta como consecuencia de estos encuentros en una forma similar (Dxy).

El más simple y menos preciso es el método de Euler. Considere una ecuación diferencial estacionaria:

$$\frac{dx}{dt} = f(x)$$

Primero necesitamos condiciones iniciales. Asumiremos que en el momento en que el valor de la función es $x(t_0)$.

Ahora podemos estimar los valores de x en un momento posterior (o anterior) utilizando la ecuación:

$$x(t_0 + \Delta t) = x(t_0) + \Delta t * f(x(t_0))$$

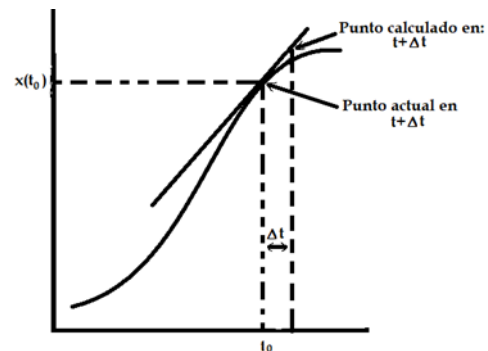


Fig. 1 En este gráfico estimamos la pendiente $f(x)$ de la función en el punto $t = t_0$ y extrapolamos esa pendiente a través de todo el intervalo de tiempo.

La principal fuente de error en el método de Euler es la estimación de una derivada al inicio del intervalo de tiempo. La dirección de la solución real puede cambiar drásticamente durante este intervalo de tiempo y el punto predicho numéricamente podría estar lejos de la solución real (observe la figura).

El método de Euler se puede mejorar si la derivada (pendiente) se estima en el centro del intervalo de tiempo Δt . Sin embargo, la derivada en el centro depende del valor de la función en el centro que se desconoce. Por lo tanto, primero debemos estimar el valor de la función en el punto medio utilizando el método simple de Euler, y luego podemos estimar la derivada en el punto medio.

$$k = x(t_0) + 0.5 * \Delta t * f(x(t_0))$$

k es el valor de la función en el centro del intervalo de tiempo Δt . Finalmente, podemos estimar el valor de la función al final del intervalo de tiempo:

$$x(t_0 + \Delta t) = x(t_0) + \Delta t * f(k)$$

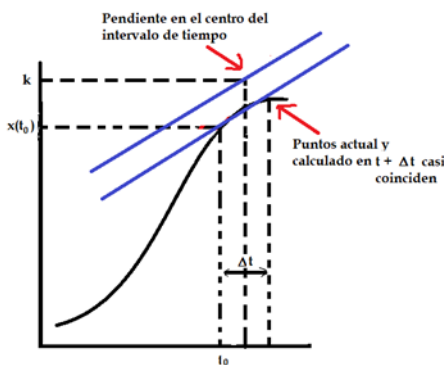


Figura 2. Método de Runge – Kuta de Segundo Orden

El más popular es el Método de Runge-Kutta de cuarto orden. Sin embargo, para nuestros propósitos es suficiente para usar el Método de segundo orden (Barreras, 2005).

Este método se aplica a las ecuaciones de Lotka -Volterra en una hoja de cálculo de Excel.

Primero, calculamos las densidades de presas y depredadores (H y P), respectivamente) en el centro del intervalo de tiempo:

$$\begin{cases} H' = H + 0.5 * \Delta t * (rH - aHP) \\ P' = P + 0.5 * \Delta t * (bHP - MP) \end{cases}$$

El segundo paso es calcular las densidades de presas y depredadores (H y P) al final del tiempo, paso 1 Δt

$$\begin{cases} H'' = H + 0.5 * \Delta t * (rH' - aH'P') \\ P'' = P + 0.5 * \Delta t * (bH'P' - MP') \end{cases}$$

El método de Runge-Kutta es muy útil para obtener una solución numérica de un tipo concreto de ecuaciones diferenciales, las cuales pueden expresarse como:

$$y'(x) = f(x, y)$$

De forma general, se pueden resolver por este método todos los sistemas de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que puedan expresarse mediante la forma canónica siguiente:

$$y_1'(x) = f_1(x, y_1, y_2, \dots, y_m)$$

$$y_2'(x) = f_2(x, y_1, y_2, \dots, y_m)$$

$$y_m'(x) = f_m(x, y_1, y_2, \dots, y_m)$$

El método de Runge-Kutta se puede por este motivo generalizar para un número n de variables que dependan de una variable fundamental x y cuyas derivadas primeras estén relacionadas con la variable principal y el

resto de las variables, pero no con las derivadas de éstas.

Se puede observar que cuando $m = 1$ estamos en el caso de dos variables exclusivamente. Este tipo de métodos se basan en aproximaciones a través de las propiedades del polinomio de Taylor, y considerando un espacio discreto dividido en un número de intervalos finito de una longitud determinada denominada, generalmente, paso y representada por h .

Al convertir toda función en un espacio discreto con un número finito de intervalos, se denominan nodos a cada uno de los puntos entre cada intervalo. Haciendo una aproximación lineal entre cada nodo y el siguiente, la forma de calcular la solución es secuencial de la siguiente forma:

$$y_{n+1} = y_n + h * \varphi(x_n, y_n)$$

Es así para el caso de dos variables y para el caso general tendría la forma canónica:

$$(y_1)_{n+1} = (y_1)_n + h * \varphi_1(x_n, (y_1)_n, (y_2)_n, \dots, (y_m)_n)$$

$$(y_2)_{n+1} = (y_2)_n + h * \varphi_2(x_n, (y_1)_n, (y_2)_n, \dots, (y_m)_n)$$

$$(y_m)_{n+1} = (y_m)_n + h * \varphi_m(x_n, (y_1)_n, (y_2)_n, \dots, (y_m)_n)$$

Dada una ecuación diferencial o sistema de ecuaciones diferenciales que cumpla las condiciones descritas se puede obtener las funciones φ_i a partir de cada una de las ecuaciones diferenciales.

Para determinar dicha función hay que tener en cuenta primero el tipo de orden en la

aproximación, que en general para este procedimiento está entre 1 y 4.

La aproximación más sencilla es la de primer orden, la cual coincide con el método de Euler donde se puede deducir fácilmente que:

$$\varphi(x_n, y_n) = f(x_n, y_n)$$

Las aproximaciones más utilizadas de orden superior son el segundo y el cuarto orden.

- Método de Runge-Kutta de segundo orden para dos variables:

$$\varphi(x_n, y_n) = \frac{1}{2}(k_1 + k_2)$$

$$k_1 = f(x_n, y_n)$$

$$k_2 = f(x_n + h, y_n + h * k_1)$$

El método de Runge-Kutta simplifica la resolución del problema mediante un método no iterativo, lo que simplifica la obtención de una solución numérica muy aproximada, y que si se programa adecuadamente puede resultar muy eficiente (Carrascal, 2011). Las cualidades, pues que aporta son las siguientes:

- Método no iterativo: el cálculo de la solución es secuencial, pero no iterativo, esto significa que no necesita ningún criterio de convergencia, simplemente se ajusta el grado de exactitud que se quiere alcanzar desde el principio y las soluciones se calculan en serie, es decir, partiendo del valor inicial se van calculando sucesivamente los valores de la función solución.

- Ajuste sencillo de la exactitud: es fácil ajustar la exactitud, basta con aumentar el orden del método o disminuyendo la longitud de paso.

-- Simplificación del cálculo: no es necesario resolver ningún tipo de ecuación diferencial, se aplican fórmulas sencillas, derivadas de las propias ecuaciones diferenciales del problema y sin apenas modificaciones.

-- Fácilmente implementable: la sencillez del método ayuda a programar con gran facilidad y acortamiento del código de programación.

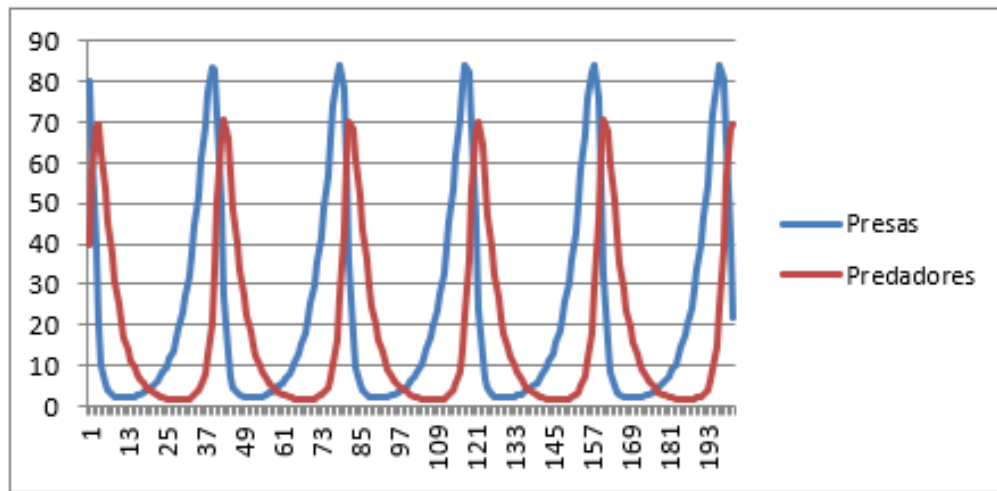


Fig. 3. Modelo presa - depredador

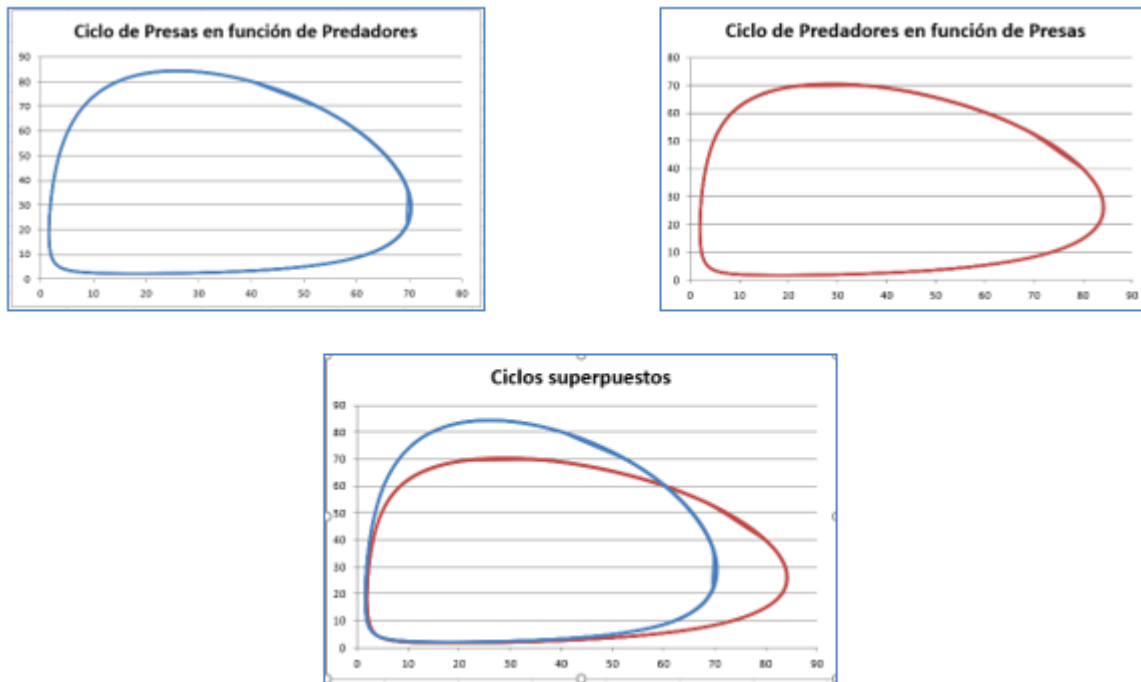


Fig. 4 Modelo presa depredador con los tres ciclos

Estas figuras muestran los cambios relativos en la densidad del depredador de presas para ambas condiciones iniciales. Las trayectorias son líneas cerradas.

Se plantea realizar un análisis para los datos siguientes:

(r) Tasa de crecimiento de las presas (Tasa de Natalidad de Presas)	0.100
(a) Tasa de eliminación de las presas por parte de los predadores (Eficiencia de	0.010
(b) Tasa de mortandad de los predadores (Tasa de Mortalidad de Predadores)	0.010
(m) Tasa de crecimiento de los predadores como resultado del consumo de presas	0.050
H(t) Población Inicial de presas	50
P(t) Población Inicial de predadores	15

En la columna A se escriben los ciclos de tiempo, en la columna B la población de presas en la C la población de predadores, en las celdas E3 y E4 se anotan las fórmulas de Runge Kuta, en las celdas

G4 - G7 se anotan los títulos de los índices de presas y depredadores y H4 - H7 se escriben los índices.

Modelo del Sistema Lotka-Volterra Presa - Depredador			
	$dH/dt = rH - aPH$	Parametros	
	$dP/dt = bPH - mP$	<i>r</i>	0.1
		<i>a</i>	0.01
		<i>b</i>	0.001
		<i>m</i>	0.05

Fig. 5 Condiciones iniciales

En la celda J4 se realiza el primer cálculo: $=r*B4 - a*B4*C4$; en la celda K4 se anota un 0; en la celda L4 se hace el cálculo: $=B4 + 0.5*J4$; en la celda M4 se calcula: $=C4 + 0.5*K4$; en la celda N4 se hace el cálculo: $=r*L4 - a*L4*M4$ y en la celda O4: $=b*L4*M4 - m*M4$

Se copian las fórmulas de las columnas B, C, J, K, L, M, N, O hasta que se llega a un tiempo de 200 el cual fue preestablecido con base en la experiencia de los peritos.

Modelo del Sistema Lotka-Volterra Presa - Depredador											
Tiempo	Presa	Depredador									
t	H(t)	P(t)	$dH/dt = rH - aPH$	Parametros	H(t)	P(t)	H(t+0.5)	P(t+0.5)	H(t+0.5)	P(t+0.5)	
0	50	15	$dP/dt = bPH - mP$	r 0.1	-2.5	0	48.75	15	-2.4375	-0.01875	

Fig. 6 Primeros datos calculados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Modelo del Sistema Lotka-Volterra Presa - Depredador														
2	Tiempo	Presa	Depredador												
3	t	H(t)	P(t)	$dH/dt = rH - aPH$	Parametros	H(t)	P(t)	H(t+0.5)	P(t+0.5)	H(t+0.5)	P(t+0.5)				
4	0	50	15	$dP/dt = bPH - mP$	r 0.1	-2.5	0	48.75	15	-2.4375	-0.01875				
5	1	47.5625	14.98125		a 0.01	-2.36921	-0.03652	46.3779	14.96299	-2.30173	-0.0542				
6	2	45.26077	14.9270525		b 0.001	-2.23002	-0.07074	44.14576	14.89168	-2.15947	-0.08718				
7	3	43.1013	14.839873		m 0.05	-2.08605	-0.10238	42.05828	14.78869	-2.01404	-0.11745				
8	4	41.08726	14.7224253			-1.94032	-0.13122	40.1171	14.65682	-1.86818	-0.14485				
9	5	39.21908	14.5775735			-1.79528	-0.15716	38.32144	14.49899	-1.72408	-0.16933				
10	6	37.495	14.4082461			-1.65287	-0.18018	36.66857	14.31816	-1.58341	-0.19088				
11	7	35.91159	14.2173646			-1.51452	-0.2003	35.15433	14.11721	-1.44738	-0.20958				
198	194	29.73492	12.9849873			-0.88758	-0.26314	29.29113	12.85342	-0.8358	-0.26618				
199	195	28.89912	12.7188076			-0.78571	-0.26838	28.50627	12.58462	-0.73678	-0.27049				
200	196	28.16235	12.4483171			-0.6895	-0.27184	27.81759	12.3124	-0.64325	-0.27312				
201	197	27.51909	12.1751986			-0.59859	-0.27371	27.2198	12.03834	-0.55483	-0.27424				
202	198	26.96426	11.9009626			-0.51258	-0.27415	26.70797	11.76389	-0.4711	-0.274				
203	199	26.49316	11.6269578			-0.43103	-0.27331	26.27764	11.4903	-0.39162	-0.27258				
204	200	26.10154	11.3543808			-0.35351	-0.27135	25.92479	11.2187	-0.31595	-0.27009				

Fig. 7 Cálculo de todos con periodos de tiempo

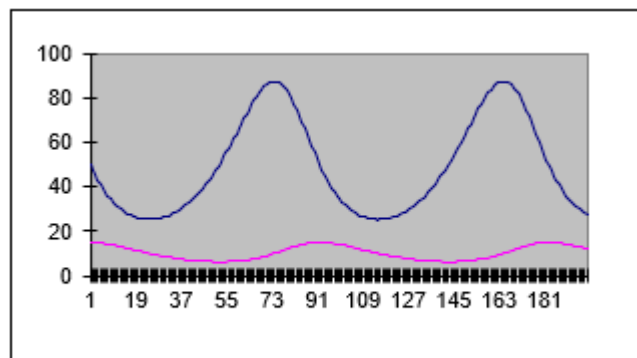


Fig. 8. Modelo para el caso de estudio

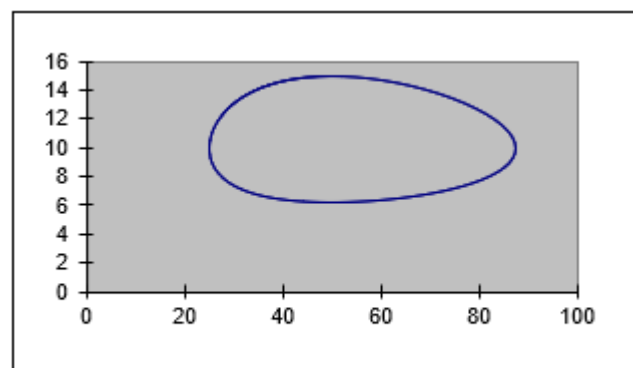


Fig. 9. Ciclo para el caso de estudio

Conclusiones

Un problema importante en la ecología es investigar la cuestión de coexistencia de las dos especies, y decidir lo que debería hacer la humanidad, si algo puede, para preservar el balance ecológico. Para responder esto y otras cuestiones relacionadas, es natural buscar una formulación matemática de este problema.

El modelo presa - depredador de Lotka-Volterra es una representación rudimentaria de la complejidad ecológica de este mundo. Supone una sola presa para el depredador, y viceversa, y tampoco asume influencias externas como la enfermedad, las condiciones cambiantes, la contaminación, etc. Sin embargo, el modelo se puede ampliar para incluir otras variables. Podemos pulir las ecuaciones agregando más variables y obtener una mejor imagen de la ecología. Pero con más variables, el modelo se vuelve más complejo y requeriría más inteligencia o recursos de computadora. También muestra una relación especial entre la biología y las matemáticas.

El modelo de Lotka y Volterra no es muy realista. No considera todas las competencias entre presas o depredadores. Como resultado, la población de presas puede crecer infinitamente sin ningún límite de recursos. Los depredadores no tienen saturación: su tasa de consumo es ilimitada. La tasa de consumo de presas es proporcional a la densidad de presas. Por lo tanto, no es sorprendente que el comportamiento del modelo no sea natural y no muestre estabilidad asintótica. Sin embargo, existen numerosas modificaciones de este modelo que

lo hacen más realista.

Referencias Bibliográficas

Barreras, M. (2005). Matemáticas con Excel. Ed. Rama.

Begon, M., J. L. Harper, Townsend, C. R. (1987). Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 886 pp.

Carrascal, U (2011). Estadística descriptiva con microsoft excel 2010. Ed. Rama

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

Diéguez, A. (2013). La función explicativa de los modelos en biología. Contrastes. Revista Internacional de Filosofía: Suplemento 18 (2013), pp. 41-54. Málaga (España)

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.

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/numero>

Ulloa, J. (2013). Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales: un estudio socioepistemológico. Tesis de Doctorado no publicada. Centro de Investigación y Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. México.

Ulloa, J., Benítez, A., y Rodríguez, G. 2008. *Modelos alométricos e isométricos en Mojarra y Lobina con apoyo de tecnología*. Acta Pesquera. Volumen 1, Número 1



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., y Benítez, A. 2015. *Alternativas para la elaboración de modelos matemáticos*. Acta Pesquera, Año 1. Número 1

Ulloa, J., Ortega, M., Rodríguez, G., Benítez, A. 2015. Modelos lineales del crecimiento de la Carpa Común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Acta Pesquera, Año 1. Número 2

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

Dieta del Marlin azul *Makaira mazara* (Jordan & Snyder, 1901), en las capturas de pesca deportiva en la Bahía de Banderas Nayarit-Jalisco.

Torres-Nuñez, Carlos Gerardo¹, Velázquez-Luengas, Jesús Ricardo², Bravo-Olivas, Myrna Leticia¹.

¹ Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

² Unidad Académica de Ecología Marina. Acapulco Guerrero

Recibido: 22 de agosto de 2018

Aceptado: 15 de noviembre de 2018

RESUMEN

Se realizaron muestreos en tres de los principales torneos de pesca deportiva que se realizan en la bahía de Banderas, en el cual se colectaron 21 estómagos, de los cuales diez fueron analizados. Se aplicaron índices ecológicos (numérico, gravimétrico, presencia de ocurrencia, índice de importancia relativa y el índice de amplitud de dieta). A través de estos índices se determinó que el marlin azul tuvo como el grupo principal a los peces seguidos por los cefalópodos, siendo las especies *Euthynnus lineatus* y *Dosidicus gigas* las principales presas. El índice de amplitud de dieta lo coloca como un depredador especialista.

Palabras clave: Marlin azul, espectro trófico, depredador.

ABSTRACT

Samples were taken in three of the main sport fishing tournaments held in Banderas Bay, in which a total of 21 stomachs were obtained, of which ten were analyzed. Ecological indexes

were applied (numerical, gravimetric, presence of occurrence, relative importance index and niche breadth index). Through these indexes it was determined that the blue marlin had as the main group the fishes followed by the cephalopods, being the main species *Euthynnus lineatus* and *Dosidicus gigas*. Niche breadth index places it as a specialist predator.

Key words: Blue marlin, trophic spectrum, predator.

INTRODUCCION

Los picudos son especies de uso exclusivo para la pesca deportiva (DOF, 1995), sin embargo han sido ampliamente utilizados para la pesca comercial, son peces grandes que se caracterizan por tener una prolongación de la mandíbula superior en forma de pico, se pueden encontrar cinco especies de la familia Istiophoridae en el océano Pacífico (Nakamura, 1985).

El marlin azul *Makaira mazara* es una especie epipelágica y oceánica con preferencia de aguas cálidas y migraciones estacionales de norte a sur, depredadores activos y voraces (Nakamura, 1985). Son organismos que cuentan con una preferencia en la alimentación por los peces y por los cefalópodos, en donde sus presas más dominantes son *D. gigas*, *Auxis* spp (Abitia *et al.*, 2010). Para otras especies de marlin, como el negro, la dieta está conformada por el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) y el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) (Shimose *et al.*, 2008).

Los estudios de la dieta de los picudos para el caso de los marlines, no están dirigidos a una especie en particular, dejando dudas sobre sus variaciones en su dieta, además conocer el espectro trófico aporta conocimiento de la de la estructura de una población, para poder determinar niveles tróficos y las variaciones en su dieta.

El presente estudio tiene como objetivo determinar los hábitos alimenticios del marlin azul *Makaira mazara* en la pesca deportiva que se realiza en la bahía de Banderas, tomando en cuenta los torneos de pesca realizados en el año 2016.

METODOLOGÍA

Los muestreos fueron realizados en los torneos de pesca deportiva que se llevaron a cabo en los meses de septiembre y noviembre del 2016, Se utilizó un ictiómetro y cinta métrica para tomar las medidas morfométricas; longitud total, longitud furcal y para el peso total se utilizó una báscula. Enseguida con un cuchillo se realizó un corte ventral al pez desde las aletas pélvicas hasta el ano, con la finalidad de determinar el sexo y extraer el estómago de los mismos. Cada estómago se colocó en bolsas plásticas junto con la etiqueta correspondiente y se conservaron en hielo para evitar su descomposición, fueron llevados al laboratorio para su posterior análisis.

Análisis cualitativo

Para la descripción de la composición alimenticia del marlin azul, se identificaron las presas encontradas por medio de guías especializadas para cada uno de los grupos encontrados. Allen & Robertson (1994) y Fischer *et al.*, (1995) para peces, Brusca, (1980) para crustáceos y para los moluscos se identificaron por medio de los picos utilizando a Wolff, (1984).

Análisis cuantitativo

A través de los siguientes índices se describió la composición específica de la dieta del marlin azul.

El índice número (N%) (Pinkas *et al.*, 1971), es utilizado para registrar numéricamente las presas que se encontraron en un estomago a nivel de clase, orden, familia, especie, en el cual los valores se expresan en porcentaje.

$$N\% = \left(\frac{n}{NT} \right) 100$$

Dónde:

N%= Índice numérico

n= sumatoria del número de cada uno de los grupos presa.

NT= sumatoria del número de todos los componentes alimenticios.

El índice gravimétrico (P%) (Parker, 1963), es la proporción que representa cada presa respecto al peso total de los alimentos.

$$P\% = \left(\frac{p}{PT} \right) 100$$

Dónde:

P%= Índice gravimétrico

p= peso (g) de un determinado tipo de presas

PT= peso (g) de la totalidad de las especies presa

El índice de frecuencia de aparición (FA) (Cailliet *et al.*, 1986), indica cuales son las principales especies alimentarias.

$$FA\% = \left(\frac{n}{NE} \right) 100$$

Dónde:

FA%= Frecuencia de aparición

n= número de estómagos que tienen la misma presa

NE= número total de estómagos con presa

El índice de importancia relativa (IIR) (Yañez *et al.*, 1976), muestra la importancia general de cada presa en particular.

$$IIR\% = (P\% + N\%) * FA\%$$

Dónde:

IIR%= índice de importancia relativa

P%= porcentaje en peso

N%= porcentaje del número de organismos

FA%= porcentaje de frecuencia de ocurrencia

El índice de amplitud de dieta de Levin (Hurlbert, 1978; Krebs, 1999), nos permite conocer si el marlín azul es un depredador especialista o generalista.

$$Bi = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum P_{ij}^2} - 1 \right)$$

Dónde:

Bi= índice estandarizado de Levin para el depredador i

P_{ij}^2 = proporción de la presa j en la dieta del depredador i

n= número de componentes alimenticios.

Los valores de este índice varían de 0 a 1. Un valor <0.6 indica una dieta de pocas presas que corresponden a un depredador especialista y

un valor ≥ 0.6 supone un depredador generalista que consume diversas presas.

RESULTADOS

Durante los tres torneos realizados en septiembre y noviembre del 2016, se obtuvieron un total de 21 estómagos de marlín, de los cuales once se encontraban regurgitados por lo que solamente se analizaron diez estómagos, de los cuales, seis fueron de machos y cuatro de hembras, las tallas fueron de 220 a 341 cm de la longitud total.

Índices ecológicos

Índice numérico

El espectro trófico general se compuso de 9 presas, las más importantes fueron *Euthynnus lineatus* (35%), *D. gigas* (17%) y peces sin identificar (15%) lo cual representó más del 50% del total (Fig. 1).

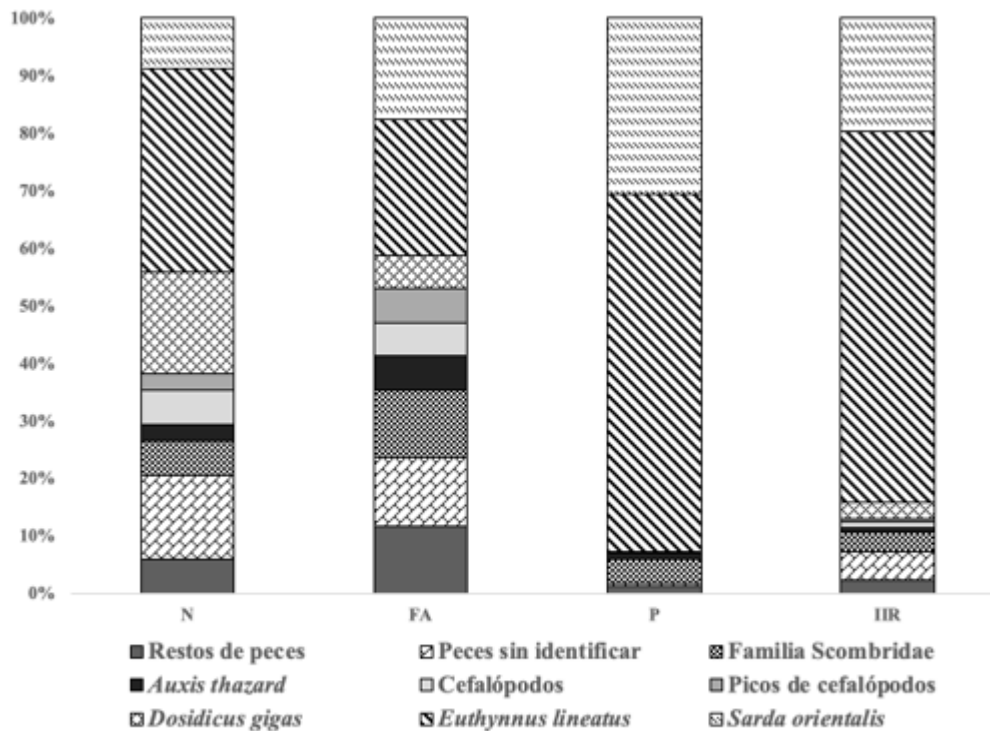


Figura 1. Porcentajes general sobre los índices N%, FA%, P%, IIR%

El espectro trófico por sexos mostró que, en el caso de los machos fueron *Euthynnus lineatus* (57%), *Sarda orientalis* (10%) y restos de peces (10%), las principales presas (Fig. 2), para las hembras fueron *D. gigas* (40%) y peces sin identificar (33%) (Fig. 3).

Índice gravimétrico

Se obtuvo un total de 18,162.8 g de presas,

siendo las especies *Euthynnus lineatus* (62%) y *Sarda orientalis* (30%) las principales (Fig. 1). Para los machos los que mejor se representaron fueron *Euthynnus lineatus* (67%), *Sarda orientalis* (25%) (Fig. 2) y en el caso de las hembra fue *Euthynnus lineatus* (46%) y *Sarda orientalis* (46%) (Fig. 3).

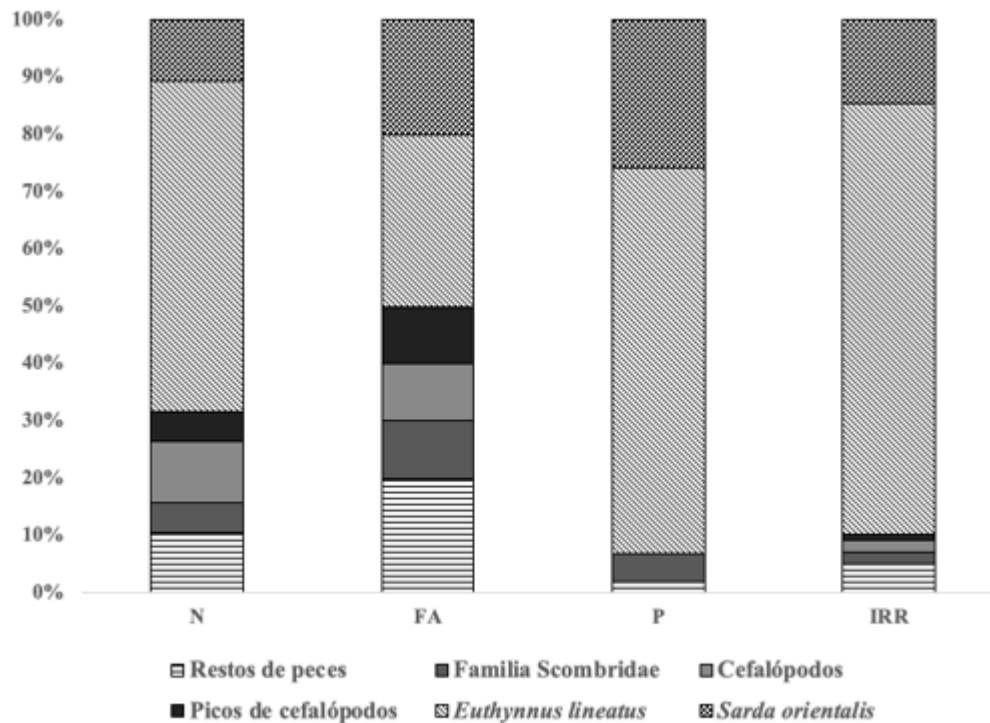


Figura 2. Porcentaje para machos sobre los índices N%, FA%, P%, IIR%

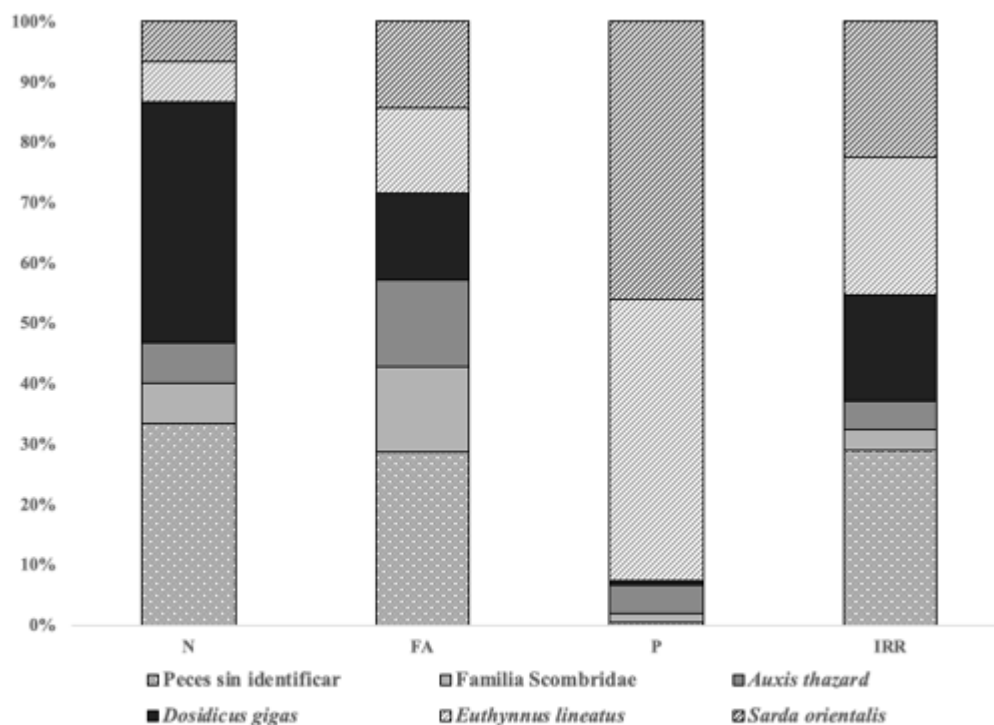


Figura 3. Porcentaje para hembras sobre los índices N%, FA%, P%, IIR%

Frecuencia de aparición

El grupo de los peces fueron los de mayor número de aparición con el 83% de los estómagos analizados, las presas con mayor frecuencia fueron *Euthynnus lineatus* (24%), *Sarda orientalis* (17%), y restos de peces (14%) (Figura 1). Las presas con mayor frecuencia en machos fueron *Euthynnus lineatus* (30%), *Sarda orientalis* (20%) y restos de peces (20%) (Figura 2), para las hembras fueron peces sin identificar (20%) (Figura 3).

Índice de importancia relativa

Los peces fueron el grupo más importante en la dieta del marlín azul con un 92%, teniendo como presas más importante a *Euthynnus lineatus* (65%) y *Sarda orientalis* (20%) (Fig. 1). Las especies más importantes en la dieta de los machos fueron *Euthynnus lineatus* (75%), *Sarda orientalis* (14%) (Fig. 2), en hembras fueron peces sin identificar (28%), *Euthynnus lineatus* (22%) (Fig. 3).

Amplitud de dieta

La dieta del marlín azul tuvo como resultado un valor de $Bi = 0.5$ lo cual nos indica que se trata de un depredador especialista.

DISCUSIÓN

Se encontró gran cantidad de estómagos vacíos, esto puede deberse a que consumieron presas en el transcurso de la noche. Beardsley (1978) y Carey y Robinson (1981) mencionan que el pez espada realiza movimientos verticales, descendiendo durante el día hasta los 600 o 1000 m de profundidad y emerge a la superficie 0-90 m durante la noche para alimentarse de peces pelágicos y calamares. Aunque otro fenómeno que ocurre en los peces es la regurgitación, esto se debe a la presión que sufren los organismos al ser capturados de una manera violenta, provocando estrés en ellos al estimular la dilatación en los gases de su vejiga natatoria provocando la expulsión del alimento, dicha actividad que describió en

Xiphias gladius en el noroeste del Atlántico, mencionando que los peces regurgitan durante y después de la captura (Tibbo *et al.*, 1961).

El marlin azul presento un espectro trófico de nueve presas, dos de ellas representaron el 85% del IIR%, lo cual concuerda con Eldrige y Wares (1974) y Abitia *et al.* (2010) en donde dos presas conformaban el 50% total del IIR%.

Shimose *et al.* (2008), Eldrige y Wares (1974) y Abitia *et al.* (2010), reportan que las presas principales fueron los peces, siendo las especies más importante *Auxis* spp y *Euthynnus lineatus*, lo cual concuerda el presente estudio ya que *Euthynnus lineatus* constituyo el 65% del total del IIR%. Galván-Magaña (1999) describe que los peces del género *Auxis* forman cardúmenes grandes siendo estos las presas favoritas de los atunes, y otros depredadores incluyendo a los peces de pico. Los peces *B. polylepis* también suelen agrupar cardúmenes, en su estadio juvenil se les considera como pelágico aunque en estado adulto es demersal y se asocia a arrecifes rocosos (Fischer *et al.*, 1995).

CONCLUSIONES

Los marlines azules de la bahía de Banderas presentaron como el grupo más importante los peces el cual represento el 92% del total de las presas. Siendo las especies *Euthynnus lineatus* y *Sarda orientalis* el 85% del total.

Los machos presentaron una dieta con preferencia para *Euthynnus lineatus* y *Sarda orientalis* con el 89% y en el caso de las hembras sus preferencias alimenticias fueron peces sin identificar y *Euthynnus lineatus* que conformaron el 50%.

El marlin azul presento ser un depredador especialista (0.5) por lo cual podría deberse por el numero bajo de estómagos analizados.

Es necesario ampliar al tamaño de muestra para confirmar los resultados.

REFERENCIAS

Abitia Cárdenas, L., Arizmendi, Rodríguez, D., Gu-
diño, González, N., & Galván, Magaña, F.

(2010). Feeding of blue marlin *Makaira nigricans* off Mazatlan, Sinaloa, Mexico/ Alimentación del marlin azul *Makaira nigricans* del área de Mazatlán, Sinaloa, México. Latin American Journal of Aquatic Research, 38(2), 281.

Allen, G. R. y D. R. Robertson. (1994). Peces del Pacífico Oriental Tropical. Conabio, Agrupación Sierra Madre y Cemex. México. 327pp.

Beardsley, J.L. 1978. Report of the swordfish workshop held at the Miami laboratory southeast fisheries center, National Marine Fisheries Service Miami Florida. June 7-9. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7(1): 149-158.

Brusca, R.C. (1980). Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. 513 pp.

Caillet, M. G., M. S. Love y A. W. Ebeling. (1986). Fishes. A field and laboratory manual on their structure identification and natural History. 194pp.

Carey, F.G. & B.H. Robinson. 1981. Daily patterns in the activities of swordfish, (*Xiphias gladius*) observed by acoustic telemetry. Bull. Fish. U.S.A., 79: 277- 292.

DOF. (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 9 de mayo de 1995.

Eldridge, M.B., Wares, P.G. (1974). Some biological observations of billfish taken in the eastern Pacific Ocean 1967-1970. In: Shomura, R.S., Williams, F. (Eds.), Proceedings of the International Billfish Symposium. Part 2. Review and Contributed Papers, Kaliua-Kona, Hawaii, August 9-12, 1972. US Department of Com. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675, pp. 89-101.

Fischer, W., F. Krupp., W. Schneider., C. Sommer., K. E. Carpenter & V. H. Niem. (1995). Guía FAO para la identificación de peces para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. II y III. Vertebrados, Parte 1 y 2: 647-1813.

- Galván-Magaña, F. 1999. Relaciones tróficas interespecíficas de la comunidad de depredadores epipelágicos del Océano Pacífico Oriental. Tesis de Doctorado en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California. 212 p.
- Hurlbert, S. H. (1978). The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*. 59 (1): 67-77.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology*. Addison Wesley. California. 620 pp.
- Nakamura I. (1985). Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfish, spearfish and swordfish known to date. *FAO Fish Synop. Roma*. 125(5): 65.
- Parker, R. R. (1963). Effects of formalin on length and weight of fishes. *Journal of the Fisheries Board of Canada*. 20 (6), 1441-1455.
- Pinkas, L. M. S., Oliphant., Iverson, L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. California Department of fish and Game. *Fish Bull*. 152: 105.
- Shimose, T., Yokawa, K., Saito, H., & Tachihara, K. (2008). Seasonal occurrence and feeding habits of black marlin, *Istiompax indica*, around Yonaguni Island, southwestern Japan. *Ichthyological Research*, 55(1), 90-94.
- Tibbo, S.N., L.R. Day & W.F. Doucet. 1961. The swordfish (*Xiphias gladius*), its life-history and economic importance in the northwest Atlantic. *Bull. Fish. Res. Board Canada*, 130: 47.
- Wolff, C. A. (1984). Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Service, Technical Report. 17:50 pp.
- Yáñez. A. A. (1976). *Ecología de la zona costera, análisis y tópicos*. AGT editores. México. 189 p.



Avance y perspectiva de la investigación del uso de microorganismos antagónicos en la actividad camaronícola

Gutiérrez- García Félix J.¹, Peraza- Gómez Viridiana ^{1,2*}, Robles- Ravelero Maricruz ², Castellanos-Cruz Jaime ³, Trejo- Flores José V. ⁴, López- Sánchez Armando ^{1,2}, Bautista- Covarrubias Juan C.^{1,2}, Jiménez- Ruíz Edgar I.^{2,5}, Arvizu María D.¹, Isordia-Pérez Elifonso¹

¹Unidad Académica Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit.

²Programa de Maestría en Ciencias, Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit.

³Egresado de la licenciatura de Biología Marina de la Universidad del Mar.

⁴Insumos Novanatura, S.A de C.V

⁵Unidad de Tecnología de Alimentos, Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit,.

Recibido: 22 de septiembre de 2018

Aceptado: 23 de noviembre de 2018

Resumen. Este trabajo tuvo como objetivo valorar los avances y perspectivas del empleo de antagonistas microbianos en el manejo integrado de las diferentes enfermedades que atentan contra la estabilidad de los cultivos camaronícolas. Provocadas principalmente por especies del género *Fusarium*. Se resumen los principales componentes del manejo de las enfermedades como es el uso de antibióticos, antibióticos naturales y probióticos, profundizando en el uso y perspectivas de hongos antagonistas. Los antagonistas microbianos constituyen una alternativa a utilizar dentro del manejo integrado del cultivo de camarón, ya que pueden mitigar los efectos deletéreos ocasionados por *Fusarium sp.* Tres aislados de hongos nativos de granjas camaronícolas de Nayarit preservados en el laboratorio (LABME-ENIP) presentan actividad antagonista *in vitro* ante *Fusarium sp* lo que sugiere sus potencialidades para el manejo de la fusariosis.

Palabras clave: Camaronicultura, enfermedades

de camarón, control biológico, microorganismos antagónicos, *Fusarium sp.*

Abstract. This work was aimed to demonstrate the advances and perspective use of microbial antagonists in the integrated management of different diseases that threaten the stability of shrimp farms. . Caused mainly by species of the genus *Fusarium*. Some of the main management strategies of diseases are summarized, such as the use of antibiotics, natural antibiotics and probiotics, making emphasis on the use and perspectives of antagonists fungi. Microbial antagonists are suggested as an alternative in the integrated management of the shrimp farms, since they could mitigate the deleterious effects caused by *Fusarium sp.* Three isolates of native fungi from Nayarit shrimp farms preserved in the laboratory (LABME-ENIP) have antagonistic activity *in vitro* against *Fusarium sp*, which suggests their potentialities for the management of fusariosis.

Keywords: Shrimp farming, shrimp diseases, biological control, antagonistic microorganisms, *Fusarium sp.*

Introducción

Acuicultura, un panorama mundial. La acuicultura es una actividad de innovación constante que genera altas tasas de crecimiento y producciones pesqueras y acuícolas con excelentes perspectivas (Norzagaray-Campos, 2012; FAO, 2016). Los principales organismos acuáticos producidos son peces, moluscos, crustáceos y otros invertebrados (FAO, 2016). De esta manera la actividad promueve el desarrollo socio-económico, generación de ingresos, y provisión de empleo para la población mundial (DeWalt et al., 2002). Esta actividad se encuentra sustentada con la producción mundial del año 2016 donde se produjeron 105.3 millones de toneladas, de las cuales el 73.8 millones de toneladas procedían de la acuicultura, lo que representa más de un 70% de producción por parte de este sector; y uno de los cultivos del sector acuícola con mayor demanda es el camarón, ocupando la segunda posición después de los peces (FAO, 2016; FAO 2018) con una producción mundial de camarón superior a los seis millones de toneladas (Awad y Awaad, 2017).

La camaronicultura. La camaronicultura es una de las industrias de mayor crecimiento a nivel mundial, logrando que en más de 50 países se realice esta actividad, aunque las mayores producciones de camarón se concentran en 12 países de Sureste de Asia y América Latina (FAO, 2018). En México la producción acuícola promedio de camarón *Penaeus vannamei* para el año 2014 fue de 176 mil 638 toneladas, volumen que fue superado en el año 2016 con 196 mil 132 toneladas, las cuales corresponden a las cinco entidades más productoras en el país que realizan camaronicultura como son Sinaloa, Sonora, Nayarit, Tamaulipas y Baja California Sur. El estado de Nayarit representa el tercer lugar en producción acuícola a nivel nacional produciendo un total de 17 mil 617 toneladas (SAGARPA, 2017).

Presencia de enfermedades en la actividad camaronícola. Sin embargo, junto con el crecimiento de esta industria, se ha incrementado la aparición de diversas enfermedades de carácter infeccioso, cuyos agentes causales son principalmente virus, bacterias, parásitos y hongos (Rosales-Inzunza y Acevedo-Valerio, 2008), siendo las enfermedades virales y bacterianas unas de las más letales que provocan epizootias de hasta el 100% de mortalidad.

Las enfermedades virales. Existen aproximadamente 20 virus en especies de camarón silvestre o de cultivo, algunos con subtipos que difieren en virulencia, sólo unos pocos plantean una grave amenaza para los productores de camarón, y la lista de virus graves difiere según la especie de camarón y el país de cultivo (Lightner, 1996a; Lightner y Redman, 1998; Flegel, 2012). Los virus que provocan las enfermedades en el camarón se agrupan en cuatro familias de virus de ADN y cuatro familias de virus de ARN (Lightner, 1996b). Cuatro de estos agentes causales son de particular interés en América: el virus de la cabeza amarilla (YHV, *por sus siglas en inglés*), el virus del síndrome del taura (TSV, *por sus siglas en inglés*), el virus de la necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética (IHNV, *por sus siglas en inglés*) y el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV, *por sus siglas en inglés*) (Lightner, 2003).

En Nayarit sólo se han reportado oficialmente los tres últimos patógenos (DOF 2013).

Las enfermedades bacterianas. Las enfermedades bacterianas del género *Vibrio*, se han registrado a menudo como patógenos oportunistas para camarón tanto en la fase de larvicultura como en la engorda. *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus* y *Photobacterium damsela* afectan principalmente estanques de engorda, mientras que *Vibrio harveyi* y *Vibrio splendidus* se reconocen como dominantes en el cultivo larvario. Muchas de estas especies también han sido encontradas en la hemolinfa y el hepatopáncreas de camarones juveniles (Gómez-Gil *et al.*, 1998). Es por ello que la infección causada por bacterias del género *Vibrio* se considera una de las más dañinas para la industria camaronícola.

Las enfermedades parasitarias. Los principales parásitos de camarones causantes de la parasitosis son gregarinas, epicomensales (protozoarios, algas y bacterias filamentosas), microsporidios, haplosporidios y metazoarios (nematodos o tremátodos). Los protozoarios son los que más comúnmente afectan a los camarones, pudiendo ser observados en branquias, apéndices, exoesqueleto y tracto digestivo (intestino medio y eventualmente hepatopáncreas) (Cuéllar-Anjel, 2014).

Las enfermedades fúngicas. Otra de las enfermedades no menos importante que las provocadas por virus, bacterias y parásitos aunque de menor incidencia y que afectan la producción acuícola son las enfermedades fúngicas provocadas por hongos, los cuales fungen como patógenos de los camarones, en etapas larvianas, juveniles y adultos. Los géneros más comunes que se encuentra en las larvas son: *Lagenidium*, *Sirolopidium* y *Haliphthoros* (Brock y LeaMaster, 1992). En los juveniles y adultos, *Fusarium* es el género que ocasiona mayores problemas, la infección es progresiva y sirve como punto de entrada a otros patógenos oportunistas (Johnson, 1989).

En vista a la gran problemática que representan las enfermedades y su significativo impacto económico en la industria camaronícola se ha imple.

mentado y promovido el uso de diferentes alternativas que ayuden a prevenir o combatir las enfermedades en los camarones cultivados. Tales como:

1.- Antibióticos. Un antibiótico es una sustancia química derivada o producida por microorganismos que poseen la capacidad de matar o inhibir el desarrollo de otros microorganismos (Santiago *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos son adicionados en el alimento (Morales-Covarrubias, 2013; Han *et al.*, 2015). En México, los antibióticos son utilizados para contrarrestar las enfermedades producidas por bacterias del género *Vibrio* (Roque *et al.*, 2001; Soto *et al.*, 2006). Sin embargo, en ocasiones han sido utilizados contra enfermedades causadas por virus resultando nulamente efectivos, esto no ha sido suficiente para el control de las enfermedades, incluso el uso excesivo de antibióticos químicos y compuestos químicos formulados con sales cuaternarias de amonio (Espinosa-Plasencia *et al.*, 2012; Gómez-Gil *et al.*, 2014) ha generado un impacto directo en medio ambiente, ya que una vez que se aplican los antibióticos estos se acumula en el medio (agua, sedimento, organismos) alterando los procesos de circulación biogeoquímica del medio; además la exposición de antibióticos a largo plazo puede causar estrés en los organismos, lo cual incrementa la producción bacteriana resistente a esos antibióticos (Abreu *et al.*, 2018); además la acumulación de antibióticos en los organismos tiene una repercusión indirecta en la salud de los seres humanos mediante la ingesta de los organismos medicados.

2.- Antibióticos naturales. En perspectiva al control de las enfermedades y al uso indiscriminado de antibióticos se han implementado: El uso de antibióticos naturales a base de sustancias naturales (SN) y/o plantas medicinales (PM). La aplicación de SN y PM, en los sistemas de cultivo es una técnica relativamente nueva, la cual ha tenido efectos positivos en el control de las enfermedades debido a sus compuestos naturales los cuáles funcionan como antioxidantes, aperitivos, tónicos,

inmunoestimulantes y antimicrobianos (Awad y Awaad, 2017), son biodegradables y biocompatibles, es por ello que no generan efectos contradictorios en el medio ni en el bienestar de los organismos (Reverter *et al.*, 2014; Trejo-Flores *et al.* 2016). La tabla 1 presenta de forma resumida los datos principales de varios trabajos elaborados con SN y PM.

Sin embargo, de acuerdo a Peraza-Gómez (2015) una de las principales desventajas de usar tratamientos a base de plantas medicinales ante un episodio de enfermedad y no de infección es que suelen ser utilizadas bajo términos profilácticos y no de combate y/o eliminación, aunque esto no cuestiona su efectividad sino que hace hincapié a la importancia de establecer una adecuada concentración y administración previa y constante de los antibióticos naturales.

3.- Probióticos. Como tantas del léxico científico, la palabra probiótico deriva del griego “pro-vida”, es decir “a favor de la vida”, en oposición al término antibiótico puesto a la luz previamente y que significa “contra la vida”. Las ventajas de los probióticos sobre los antibióticos fue discutido por Moriarty (1998), donde enfatizó los beneficios de los probióticos. El proceso de selección de cepas con potencial probiótico consiste en aislar y caracterizar microorganismos presentes en el intestino de camarones adultos o bien del medio habitual de estos organismos de cultivo. Existen muchas especies de microorganismos con potencial probiótico, entre los que destacan mayormente bacterias y hongos, y su efecto es atribuido a diversos mecanismos de acción como: Exclusión competitiva y antibiosis, competencia por nutrientes, secreción de enzimas y/o sustancias inhibitorias, entre otros (Naydenov y Dragonova, 2007). La tabla 2 presenta de forma resumida los datos principales de varios trabajos elaborados con probióticos que desarrollan el antagonismo como su principal mecanismo de acción.

Antibiosis. Sin embargo, la fusariosis causada por un hongo del género *Fusarium* hasta el momento ha sido tratada con antibióticos y

fungicidas químicos usados comúnmente para la erradicación o tratamiento de otros patógenos de camarón y no han dado resultados favorables en la cura de esta enfermedad; es por ello que es importante reconocer y controlar las infecciones con *Fusarium sp* en los cultivos de camarón ya que representa un potencial foco de infección en las instalaciones de producción (Lozano-Olvera *et al.*, 2012). En este sentido, algunas de las estrategias para contrarrestar los brotes de fusariosis de acuerdo a Martínez-Córdova *et al.*, 2009 sugieren como medida preventiva la eliminación de las fuentes de conidiosporas de *Fusarium* y la destrucción de organismos infectados. Por lo anterior, se hace necesaria la investigación sobre nuevas estrategias y/o productos de control biológico para el combate de las enfermedades fúngicas en el camarón sin causar un efecto negativo para el ambiente y los camarones en cultivo como: la antibiosis, utilizando hongos antagonistas nativos de las granjas de camarón mismos que aportarían un valor de cultivo orgánico. La antibiosis es el fenómeno mediante el cual un microorganismo antagonista inhibe o destruye a un organismo por medio de la producción metabólica de pequeñas moléculas tóxicas, compuestos volátiles y de enzimas, por efectos fungistáticos (no permite el crecimiento) o por efecto fungicida (elimina al patógeno). Los modos de acción incluyen: limitación de la formación de la pared celular o su degradación, inhibición o interferencia en la síntesis de proteínas y ADN, bloqueo de procesos metabólicos, entre otros (Haggag y Mohamed, 2007). Entre los principales hongos antagonistas destacan especies pertenecientes al género *Trichoderma sp*, que destaca principalmente por su alta capacidad de combatir a otras especies de hongos patógenos de plantas y algunos animales, y sus principales mecanismos de acción son micoparasitismo, competencia y antibiosis (Naydenov y Dragonova, 2007). En el caso de estos hongos, sus compuestos difusibles de bajo peso molecular son capaces de inhibir el

crecimiento de otros microorganismos. Algunos de estos compuestos son metabolitos tóxicos volátiles y no volátiles que impiden colonización por microorganismos antagonizados; entre otros metabolitos, podrían encontrarse el ácido harzianico, alamicinas, tricholinas, peptaiboles, antibióticos, 6-pentyl α pirona, massoilactona, viridina, gliovirina, glisoperonas y ácido heptéldico (Howell *et al.*, 1998).

Por lo anterior, la principal razón para desarrollar el biocontrol y nuevas alternativas a través del uso de hongos antagonistas para combatir enfermedades del camarón es concientizar a los productores y a la sociedad para disminuir y mitigar los daños causados al medio ambiente y a la salud del consumidor por parte de antibióticos sintéticos y otras sustancias químicas que impactan gravemente al ecosistema.

Avance y perspectivas. Los trabajos actuales sobre microorganismos antagonistas evidencian su potencial de empleo en el control de patógenos que afectan al cultivo de camarón. En la búsqueda de antagonistas microbianos se han evaluado 15 aislados de hongos (*Trichoderma sp*) para el manejo de hongos patógenos (*Fusarium sp*) en camarón de cultivo, sugiriendo que pueden representar una alternativa a utilizar en la camaronicultura. La aplicación de estos hongos y sus productos activos potenciarían las técnicas acuícolas-biotecnológicas, permitiendo obtener organismos con respuestas de defensa ante *Fusarium sp* para que prevalezca una mayor sobrevivencia de los camarones en cultivo; y posiblemente de otras especies de importancia acuícola, aspectos que constituyen objeto de investigaciones en el Laboratorio de Biotecnología Molecular Experimental (LABME) de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (ENIP) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN).

Autor/año	Alternativas naturales	Enfermedad	Efecto/resultados
Balasubramanian, <i>et al.</i> , (2008)	<i>Cuonodon dactylon</i>	Síndrome de la mancha blanca (WSSV)	El uso de extractos de plantas antivirales derivados de <i>Cuonodon dactylon</i> mejora la modulación de la inmunidad del camarón, contra la infección por WSSV.
Yong-Chin <i>et al.</i> , (2011)	<i>Gracilaria tenuistriata</i>	Síndrome de la mancha blanca (WSSV)	La aplicación de <i>G. tenuistriata</i> mostró un efecto positivo a la inmunidad de la confección de WSSV. Mejor el rendimiento de la actividad de la lisozima y la respuesta antioxidante en camarones infectados con WSSV.
Peraza-Gómez <i>et al.</i> , (2011)	<i>Ucaria tomentosa</i> <i>Echinacea purpurea</i> <i>Ocimum sanctum</i> Guayaba	Síndrome de la mancha blanca (WSSV)	Los extractos de plantas y plantas en polvo, mostraron una alta supervivencia, y una disminución en la prevalencia de WSSV en el camarón, además aumento la actividad de las enzimas lisosomales, N-Acetil - β - glucosaminidasa y ácido fosfatasa.
Harikrishnan, Ramasamy, <i>et al.</i> , (2012)	<i>Vithania somnifera</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	La administración de <i>V. somnifera</i> mejora positivamente el sistema inmunitario innato y aumenta la tasa de supervivencia en <i>M. rosenbergii</i> contra la infección por <i>A. hydrophila</i> .
Chin-Chuan <i>et al.</i> (2013)	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Lactococcus garriusae</i>	El extracto de <i>E. crassipes</i> tuvo un efecto positivo como inmunostimulante para el camarón mejorando la resistencia inmunitaria contra <i>L. garriusae</i> .
Peraza-Gómez <i>et al.</i> , (2014)	<i>Ucaria tomentosa</i> <i>Echinacea purpurea</i> <i>Redicoccus parvulus</i> <i>Canthida parasitosis</i>	Síndrome de la mancha blanca (WSSV)	La mezcla de plantas en polvo (PP) y inmunostimulantes microbianos (MI) son una buena alternativa para el uso antiviral contra WSSV ya que la prevalencia de WSSV en camarones con baja carga viral presentaron una disminución del 100%.
Trejo-Flores <i>et al.</i> , (2016)	<i>Aloe vera</i>	Síndrome de la mancha blanca (WSSV) y <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	El aloe vera es una buena alternativa como tratamiento profiláctico ya que protege a los camarones contra las infecciones de WSSV y <i>V. parahaemolyticus</i> , mejorando la supervivencia y crecimiento de los camarones.
Konechum, Pawapol, <i>et al.</i> , (2016)	Té verde	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	La exposición al extracto de té verde funciona como un agente antibacteriano para el control de <i>V. parahaemolyticus</i> en larvas de camarón.
Fierro-Coronado <i>et al.</i> , (2018)	Ácido fúlvico	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	El ácido fúlvico mejora la supervivencia en el camarón blanco desafiado con <i>V. parahaemolyticus</i> y modula la respuesta inmune.

Tabla 1. Estudios experimentales elaborados con sustancias naturales y plantas medicinales.

Probiótico	Origen	Observaciones	Modo de administración	Posible modo de acción	Referencia
<i>Bacillus cepa 514</i>	<i>Pennisae monodon</i> mudas y agua de los estanques de camarón	Incremento en el peso y supervivencia de larvas y <i>post-larvas</i> de <i>P. monodon</i> . Reducción de la mortalidad luego de una infección con <i>V. karstevi</i> D331	Adicionado en la dieta	Antagonismo	<i>Renepipat et al.</i> , (1998)
<i>Bacillus</i> y <i>Vibrio</i> sp.	Cultivo de <i>Litopenaeus setiferus</i>	Incrementa la resistencia a <i>Vibrio karstevi</i> y mancha blanca en <i>L. setiferus</i>	Adicionado en la dieta	Antagonismo, <i>in vitro</i> , estimulación	Balcázar (2003)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Pennisae monodon</i>	Incrementa la supervivencia <i>in vivo</i> en una infección experimental con <i>V. karstevi</i>	Adicionado al agua del cultivo	Antagonismo	<i>Vaseharian Y Ramasamy</i> (2003)
<i>Pasteurella</i> spp., <i>E. cereus</i> y <i>Pa. polydora</i>	Agua de mar, sedimento y muestras de intestino de peces marinos	Actividad probiótica de <i>Pasteurella</i> spp., <i>E. cereus</i> y <i>Pa. polydora</i> luego de infecciones con <i>Vibrios</i> en <i>post-larvas</i> de <i>P. monodon</i>	Cepas aisladas	Antagonismo	<i>Ravi et al.</i> (2007)
<i>Apelvinia nasuta</i> , <i>Apelvinia lacunosa</i> , <i>Donax</i> sp.	Cepas aisladas de esponjas de mar y bivalvos	El porcentaje total de interacción antagonística entre estas cepas bacterianas fue del 64 %, por lo que se propone la interacción bacteriana antagonística como posible mecanismo de regulación del crecimiento poblacional de <i>Macrobrachium</i> .	Cepas aislada	Antagonismo	<i>Mora-Cristancho et al.</i> , (2009)
<i>Trichoderma</i> Fitopatógenos	Cepas aisladas de hongos	El aislamiento de <i>Trichoderma</i> manifieste varios modos de acción: más eficiente y duradero será el control sobre el patógeno, aspectos que no poseen los plaguicidas químicos.	Cepas aislada	Antagonismo	<i>Infante-Dauay et al.</i> , (2009)
Bacterias de ácido láctico Levadura <i>Vibrio</i> <i>Shewanella</i>	Cultivo de <i>Litopenaeus setiferus</i>	Los resultados indican que estos inmunostimulantes microbianos son un buen aditivo alimentario contra <i>Vibrio</i> spp. En el cultivo del camarón.	Antagonismo, <i>in vitro</i> , estimulación	Antagonismo	<i>Flores-Miranda et al.</i> , (2011)
<i>Lactobacillus</i> <i>Bifidobacterias</i>	Cepas de aislados 8 especies de hongos y de 10 especies de bacterias del pepino de mar	El enfrentamiento entre estas especies bacterianas no reflejó actividad inhibitoria en el crecimiento, mientras que para las especies fúngicas si hubo un efecto inhibitorio en las pruebas de enfrentamiento dual.	Cepas aislada	Antagonismo	<i>Luna-Fontalvo et al.</i> , (2014)

Tabla 2. Estudios experimentales elaborados con probióticos

No obstante, las potencialidades de estos antagonistas, han sido desarrollados y se ha evaluado su eficacia *in vitro* hasta el momento, obteniendo resultados positivos contra *Furarium sp*, por lo que se debe profundizar en el estudio de los microorganismos antagonicos, y en sus mecanismos de acción *in vivo*, así como evaluar la supervivencia y crecimiento de los organismos suplementados con estas cepas, después de ser retados con algún patógeno a nivel experimental, con escalamiento comercial. En este contexto, recurrir al control biológico haciendo uso de hongos antagonicos nativos de granjas camaroneras del estado de Nayarit, ofrece una alternativa atóxica de control natural contra un hongo patógeno, sin generar un efecto negativo en el ambiente y además de bajo costo comparado con el empleo de fungicidas. Estas características potencialmente favorables han motivado plantear este tipo de investigación.

Agradecimientos.

Los autores agradecen el apoyo de financiamiento a PRODEP a través del proyecto (511-6/17-7645). Gutiérrez- García Félix J. ha recibido una beca de estudios de licenciatura (PRODEP 511-6/17-7645).

Literatura citada.

Abreu, M. S., Giacomini, A. C. V. V., Zanandrea, R., Dos Santos, B. E., Genario, R., de Oliveira, G. G., Friend, A. J., Amstislavskaya, T. G. y Kalueff, A. V. (2018). Psychoneuroimmunology and immunopsychiatry of zebrafish. *Psychoneuroendocrinology*, 92, 1-12.

Awad, E. y Awaad, A. (2017). Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. *Fish Shellfish Immunol*, 67, 40-54.

Balasubramanian, G., Sarathi, M., Venkatesan, C., Thomas, J., y Hameed, A. S. (2008). Studies on the immunomodulatory effect of extract of *Cyanodon dactylon* in shrimp, *Penaeus monodon*, and its efficacy to protect the shrimp from

white spot syndrome virus (WSSV). *Fish & Shellfish Immunology*, 25(6), 820-828.

Balcázar, J. L. (2003). Evaluation of probiotic bacterial strains in *Litopenaeus vannamei*. Final Report, National Center for Marine and Aquaculture Research, Guayaquil, Ecuador

Brock, J. A., y LeaMaster, B. (1992). A look at the principal bacterial, fungal and parasitic diseases of farmed shrimp. En J. Wyban (Ed.), *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming* (pp. 212-226). Baton Rouge, Louisiana, USA: World Aquaculture Society.

Chin-Chyuan, C., Hui-Ching, T. y Winton, C. (2013). Effects of dietary administration of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) extracts on the immune responses and disease resistance of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & shellfish immunology*, 35 (1), 92-100.

Cuéllar-Anjel, J. (2014). Métodos para el diagnóstico de enfermedades en camarones Penaeidos. En: V. Morale y J. Cuéllar-Ánjel (eds), *Guía técnica - Patología e inmunología de camarones Penaeidos* (pp. 21-96). Panamá: OIRSA.

De la Federación, DO (2013). Plan Nacional de desarrollo 2013-2018. Acuerdo mediante el cual se instrumenta el dispositivo nacional de emergencia de sanidad acuícola, en los términos del artículo 116 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, con objeto de controlar y erradicar la ocurrencia de mortalidades atípicas en las unidades de producción de camarón en los estados de Nayarit, Sinaloa y Sonora. Secretaria de Gobernación, México. 22/08/2013.

DeWalt, B. R., Zavala, J. R. R., Noriega, L., & González, R. E. (2000). *Shrimp aquaculture, the people and the environment in coastal Mexico*. World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment.

Espinosa-Plascencia, A. y Bermúdez-Almada, M. C. (2012). La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 2, 221-232.

- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma.
- FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sustentable. Roma.
- Fierro-Coronado, J. A., Angulo, C., Rubio-Castro, A., Luna-González, A., Cáceres-Martínez, C. J., Ruiz-Verdugo, C. A., y Diarte-Plata, G. (2018). Dietary fulvic acid effects on survival and expression of immune-related genes in *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus*. *Aquaculture Research*, 49(9), 3218-3227.
- Flegel, T. W. (2012). Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in Asia. *Journal of invertebrate pathology*, 110, 166-173.
- Flores-Miranda, M. C., Luna-González, A., Campa-Córdova, Á. I., González-Ocampo, H. A., Fierro-Coronado, J. A., y Partida-Arangure, B. O. (2011). Microbial immunostimulants reduce mortality in whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) challenged with *Vibrio sinaloensis* strains. *Aquaculture*, 320(1-2), 51-55.
- Gómez-Gil, B., Tron-Mayen, L., Roque, A., Turnbull, J. F., Inglis, V. y Guerra-Flores, A. L. (1998). Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 163, 1-9.
- Gómez-Gil, B., Soto-Rodríguez, S., Lozano, R. y Betancourt-Lozano, M. (2014). Draft Genome Sequence of *Vibrio parahaemolyticus* Strain M0605, Which Causes Severe Mortalities of Shrimps in Mexico. *Genome Announcements*, 2 (2), 55-14.
- Haggag, W. M., & Mohamed, H. A. L. A. (2007). Biotechnological aspects of microorganisms used in plant biological control. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7-13.
- Han, J., Mohny, L., Tang, K., Pantoja, C. y Lightner, D. V. (2015). Plasmid mediated tetracycline resistance of *Vibrio parahaemolyticus* associated with acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in shrimps. *Aquaculture Rep*, 2, 17-21.
- Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Jawahar, S. y Heo, M. S. (2012). Immunomodulatory effect of *Withania somnifera* supplementation diet in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) against *Aeromonas hydrophila*. *Fish & shellfish immunology*, 32 (1), 94-100.
- Howell, C. R. (1998). The role of antibiosis in biocontrol. *Trichoderma and Gliocladium*, 2, 173-84.
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24 (1), 14-21.
- Johnson, S. K. (1989). Handbook of shrimp diseases. USA: Texas A & M University.
- Kongchum, P., Chintong, S., Chareansak, N., y Subprasert, P. (2016). Effect of Green Tea Extract on *Vibrio Parahaemolyticus* Inhibition in Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Postlarvae. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 11, 117-124.
- Lightner DV. (1996a). A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. Baton Rouge, Louisiana, USA: World Aquaculture Society.
- Lightner, D. V. (1996b). Epizootiology, distribution and the impact on international trade of two penaeid shrimp viruses in the Americas. *OIE Revue Scientifique et Technique*, 15 (2), 579-601.
- Lightner, D. V. y Redman, R. M. (1998). Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, 164 (1-4), 201-220.
- Lightner, D. V. (2003). The Penaeid shrimp viral pandemics due to IHHND, WSSV, TSV and YHV: history in the Americas and Current Status. *Aquaculture and pathobiology of crustacean and other species. proceedings of 32nd UJNR aquaculture pane symposium*, November 17-18 and 20th 2003 (pp. 1-20), Davis and Santa Barbara, California, USA.

- Luna-Fontalvo, J., Rodríguez-Forero, A. y Sarmiento-Rodríguez, J. (2014). Microbiota aislada del pepino de mar (*Isostichopus badionotus*) nativo de la bahía de Taganga, Caribe colombiano. *Revista Intropica*, 9, 75–83.
- Lozano Olvera, R., Marrujo López, F. I., & Abad Rosales, S. M. (2012). Necrosis cuticular en camarón *Litopenaeus vannamei* asociada a *Fusarium sp.* (Cuticular necrosis in shrimp *Litopenaeus vannamei* associated with *Fusarium sp.*). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(7), 1-7.
- Martínez- Córdova, L. R., Martínez- Porchas, M., & Cortés- Jacinto, E. (2009). Camaronicultura mexicana y mundial: ¿actividad sustentable o industria contaminante?. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(3), 181-196.
- Mora-Cristancho, J., Zea-Sjoberg, S. y Gil-Agudelo, D. (2009). Actividad antagónica entre bacterias epibióticas aisladas de esponjas marinas del caribe colombiano y su relación con la macroepibiosis. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 38 (1), 25–38.
- Morales-Covarrubias M. S. (2013). Camaronicultura en aguas de baja salinidad. México: Trillas.
- Moriarty, DJW (1998). Control de especies luminosas de *Vibrio* en estanques de acuicultura peneidos. *Acuicultura*, 164 (1-4), 351-358.
- Naydenov, M. y Draganova, D. (2007). Screening of antagonistic fungi from *Trichoderma spp.* for biological control of important plant pathogens. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 8 (3), 616–624.
- Norzagaray-Campos, M., Muñoz-Sevilla, P., Sánchez-Velasco, L., Capurro-Filigrasso, L. y Llánes-Cárdenas, O. (2012). Acuicultura: estado actual y retos de la investigación en México. *AquaTIC*, 37 (7), 20–25.
- Peraza-Gómez, V., Luna-González, A., Campa-Córdova, Á. I., Fierro-Coronado, J. A., González Ocampo, H. A. y Sainz-Hernández, J. C. (2011). Dietary microorganism and plant effects on the survival and immune response of *Litopenaeus vannamei* challenged with the white spot syndrome virus. *Aquaculture Research*, 42 (4), 559–570.
- Peraza-Gómez, V., Luna-González, A., González-Prieto, J. M., Fierro-Coronado, A. y González-Ocampo, H. A. (2014). Protective effect of microbial immunostimulants and antiviral plants against WSSV in *Litopenaeus vannamei* cultured under laboratory conditions. *Aquaculture*, 420, 160–164.
- Peraza-Gómez, V. (2015). Efecto de plantas medicinales e inmunoestimulantes microbianos en el crecimiento, supervivencia, prevalencia de WSSV e IHNV y sistema inmune del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado. Tesis de Doctorado en Ciencias en Biotecnología, CIIDIR- IPN Unidad Sinaloa, Guasave, México.
- Ravi, A.V., Musthafa, K.S., Jegathammbal, G., Kathiresan, K. y Pandian, S.K. (2007). Screening and evaluation of probiotics as a biocontrol agent against pathogenic *Vibrios* in marine aquaculture. *Letters in Applied Microbiology* 45, 219–223.
- Rengpipat, S., Phianphak, W., Piyatiratitivorakul, S. y Menasveta, P. (1998). Effect of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 167 (3–4), 301–313.
- Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B. y Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433, 50–61.
- Roque, A., Molina, A. A., Bolán, M. C. y Gómez G. B. (2001). In vitro susceptibility to 15 antibiotics of vibrios isolated from penaeid shrimps in Northwestern México. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 17, 383–387.
- Rosales-Inzunza, S. y Acevedo-Valerio, V. A. (2011). La política Acuícola, ¿instrumento para el desarrollo regional?. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 52, 53–62.
- SAGARPA. (2017). Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2017 de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México.

- Santiago, M., Espinosa, A. y Bermúdez, M. (2009). Uso de antibióticos en la camaronicultura. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40 (3), 22-32.
- Soto, R. S., Simoes, N., Roque, A. y Gómez, G. B. (2006). Pathogenicity and colonization of *Litopenaeus vannamei* larvae by luminescent vibrios. *Aquaculture*, 258, 109-115
- Trejo-Flores, J. V., Luna-González, A., Álvarez-Ruíz, P., Escamilla-Montes, R., Peraza-Gómez, V., Diarte-Plata, G, and Rubio-Castro, A. (2016). Protective effect of *Aloe vera* in *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus* and white spot syndrome virus. *Aquaculture*, 465, 60-64.
- Vaseeharan, B. y Ramasamy, P. (2003). Control of pathogenic *Vibrio* spp. by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Lett. Appl. Microbiol.* 36, 83-87.
- Yong-Chin, L., Su-Tuen, Y., Chang-Che, L., Li-Li, C., Ann-Chang, C. y Jiann-Chu, C. (2011). An immersion of *Gracilaria tenuistipitata* extract improves the immunity and survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* challenged with white spot syndrome virus. *Fish & shellfish immunology*. 31 (6), 1239-46.
- Naydenov, M. y Draganova, D. (2007). Screening of antagonistic fungi from *Trichoderma* spp. for biological control of important plant pathogens. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 8, 3, 616-624.



Restos óseos del pez loro (*Scarus perrico*) y jurel (*Caranx caninus*) en un depósito cultural Azatlán en Maito, Jalisco, México

Fabio Germán Cupul-Magaña, Joseph B. Mountjoy y Rafael García de Quevedo Machain

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

Recibido: 22 de septiembre de 2018

Aceptado: 01 de diciembre de 2018

Resumen

El sitio arqueológico Arroyo Piedras Azules (años 1165 al 1265 de nuestra era) está ubicado en el extremo este de localidad de Maito, Jalisco, a 1.5 km de la costa del Pacífico en el oeste de México. Aquí, informamos sobre el hallazgo de fragmentos del hueso faríngeo superior e inferior y el primer pterigióforo de la aleta dorsal con hiperostosis del pez loro (*Scarus perrico*) y el jurel (*Caranx caninus*), respectivamente. La presencia de los huesos dentro del depósito cultural Arroyo Piedras Azules, sugiere el uso de estas especies de peces como alimento por parte de los pobladores Azatlán.

Palabras clave: Arroyo Piedras Azules, Carangidae, depósito cultural, hiperostosis, hueso faríngeo, Scaridae.

Abstract

The archaeological site Arroyo Piedras Azules (from 1165 to 1265 AD), is located on the eastern edge of the village of Maito, Jalisco, at 1.5 km from the Pacific coast in western Mexico. Here, we report finding the bone fragments of upper and lower pharyngeal and first dorsal-fin pterigiophore with hyperostosis of Parrotfish (*Scarus perrico*) and Pacific crevalle Jack (*Caranx caninus*), respectively. The presence of these bones within the Arroyo Piedras Azules cultural deposit, suggests the

use of these species of fishes as food by Azatlán people.

Key words: Arroyo Piedras Azules, Carangidae, cultural deposit, hyperostosis, lower pharyngeal bone, Scaridae.

Introducción

Durante los años 2017 y 2108, el segundo autor de este trabajo realizó campañas de excavaciones arqueológicas en un sitio descubierto en el 2015 y denominado Arroyo Piedras Azules, ubicado a 1.5 km de la costa en las cercanías del poblado de Maito, municipio de Cabo Corrientes, Jalisco, México (20°15'42.7" N, 105°34'30.2" O; elevación 29 m).

Arroyo Piedras Azules, en donde se excavaron 48 pozos arqueológicos exploratorios de entre 50 cm por lado a 2 m por lado y a una profundidad de entre 20 cm a 2 m (Fig. 1), está asociado con la cultura Azatlán (por una uniformidad en forma y decoración de las vasijas de cerámica, entre otros aspectos) del periodo Posclásico Temprano (Mountjoy, 2016; Mountjoy *et al.*, 2016) y fechado (años calibrados) por radiocarbono entre el 1165 al 1265 de nuestra era (para mayores detalles sobre el fechado y las características del sitio ver Cupul-Magaña y Mountjoy, 2018).

Desarrollo

El sitio, de 3 ha de superficie, corresponde a un depósito cultural; es decir, a un depósito de desechos producto de actividades humanas (Schiffer, 1991; Renfrew y Bahn, 2007). En el caso particular de Arroyo Piedras Azules, se han encontrado restos óseos de vertebrados, tiestos de cerámica policromada, figuras antropomorfas de cerámica, así como objetos de metal y concha (Cupul-Magaña *et al.*, 2016; Mountjoy, 2016; Cupul-Magaña y Mountjoy, 2018).

La presencia de restos óseos de mamíferos y reptiles, probablemente evidencie su uso como recurso alimenticio por parte de los antiguos pobladores de la zona (Cupul-Magaña *et al.*, 2016; Cupul-Magaña y Mountjoy, 2018).

En esta contribución documentamos el hallazgo de restos óseos de peces oceánicos en el depósito cultural Arroyo Piedras Azules, material que se depositó en la Colección de la Estación de Biología Chamela del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (EBCH). Así, en el año 2017, se encontraron tres fragmentos óseos de la mandíbula faríngea del pez perico, *Scarus perrico* Jordan & Gilbert, 1882, en los estratos arqueológicos de 60-130 cm y 95-155 cm de profundidad de los pozos #3 (8 de marzo) y #4 (22 de junio), respectivamente. Estos fragmentos, uno en el pozo #3 y dos en el pozo #4, correspondieron al hueso faríngeo superior (pozo #4, Fig. 2) e inferior con dientes molariformes (pozo #3, Fig. 3; pozo #4), que ayudan al pez en actividades tróficas al moler finamente el material ingerido (Clements *et al.*, 2017).

Los fragmentos de hueso faríngeo se identificaron con el apoyo de la Dra. Alma Rosa Raymundo Huizar del Departamento de Ciencias Biológicas del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara y su colección de referencia de estructuras bucales de peces bioerosionadores de las Islas Marietas, Nayarit. *Scarus perrico* es un pez bioerosionador de las comunidades de arrecifes de coral de varias localidades del Pacífico mexicano (Raymundo-Huizar, 2015); además, es parte de la captura en redes de enmalle en la pesquería comercial artesanal ribereña de Jalisco (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001).

Por otra parte, en el pozo #1+ (22 de junio) y en el estrato arqueológico de 50-60 cm, se encontraron dos huesos que

correspondieron al primer pterigióforo de la aleta dorsal con hiperostosis del jurel *Caranx caninus* Günther, 1867 (Fig. 4). La hiperostosis es una condición que se presenta básicamente en peces y consiste en la formación exagerada de tejido óseo (forma huesos voluminosos y deformes), que no parece tener efectos nocivos sobre los individuos; sin embargo, tiene gran valor taxonómico en la determinación de ejemplares adultos hasta el nivel de especie (Guzmán y Polanco, 2002). En este trabajo, los huesos pterigiófidos hipertrofiados de *C. caninus* se identificaron con el apoyo de los trabajos de Guzmán y Polanco (2002), así como de Smith-Vaniz y Carpenter (2007).

Caranx caninus es una especie de importancia en la pesquería ribereña artesanal de la costa de Jalisco (Rojo-Vázquez *et al.*, 2001) y, al igual que *S. perrico*, parece que también lo fue para los miembros de la cultura Aztatlán de Maito, que los utilizaron como fuente de alimento junto con los otros animales encontrados en el depósito cultural (Cupul-Magaña *et al.*, 2016; Cupul-Magaña y Mountjoy, 2018). Asimismo, el hallazgo de anzuelos de metal y de madre perla, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), en el sitio arqueológico (observaciones personales) puede ser evidencia de que los pescaban. También, en algunos otros pozos de exploración de la zona se encontraron fragmentos quemados de vertebras de peces no identificados (aunque posiblemente sean de estas especies; Fig. 5), como resultado de su contacto secundario con una fuente de calor (como un fogón) para su uso como recurso alimenticio (Cupul-Magaña y Mountjoy, 2018).

Agradecimientos

A la Dra. Alma Rosa Raymundo Huizar, Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, por su apoyo en la identificación de huesos de peces. Al Centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en Jalisco, por su permiso para excavar la zona.

Referencias

- Clements, K.D.; German, D.P.; Piché, J.; Tribollet, A.; Choat, J.H. (2017). Integrating ecological roles and trophic diversification on coral reefs: multiple lines of evidence identify parrotfishes as microphages. *Biological Journal of the Linnean Society*, 120(4): 729-751.
- Cupul-Magaña, F.G.; Mountjoy, J.B. (2018). Huesos de mamíferos (Carnivora: Canidae, Artiodactyla: Cervidae y Lagomorpha: Leporidae) en un depósito cultural de la costa de Jalisco, México. *Mammology Notes / Notas Mastozoológicas*, 4(2): 15-17.
- Cupul-Magaña, F.G.; Mountjoy, J.B.; Escobedo-Galván, A.H. (2016). Reptiles in a cultural deposit in western Mexico. *Mesoamerican Herpetology*, 3(3): 808-810.
- Guzmán, A.F.; Polanco, O.J. (2002). Hiperostosis en peces mexicanos. *Archaeofauna*, 11: 45-62.
- Lucano-Ramírez, G.; Ruiz-Ramírez, S.; Aguilar-Palomino, B.; Rojo-Vázquez, J.A. (2001). Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*, V(15): 13-20.
- Mountjoy, J.B. (2016). La cultura nativa (1300-1750). Pp. 59-103. En: T. Calvo y A. Regalado Pinedo (eds.). *Historia del Reino de la Nueva Galicia*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Mountjoy, J.; Cupul-Magaña, F.G.; García de Quevedo Machain, R.; López Mestas Camberos, M.L. (2016). The Early Postclassic Aztatlán colonization of the coast of Jalisco, Mexico. Pp. 309. En: *Abstracts of the 81st Annual Meeting of Society for American Archaeology*. The Society for American Archaeology Press, Orlando, Florida, Estados Unidos de América.
- Raymundo-Huizar, A.R. (2015). Bioerosión por peces (familias Balistidae, Tetraodontidae, Diodontidae y Scaridae) en las comunidades de coral de las Islas Marietas, Nayarit, México. Tesis de doctorado. Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México. 52 pp.
- Renfrew, C.; Bahn, P. (2007). *Arqueología: teoría, métodos y práctica*. Ediciones Akal, S. A., España. 656 pp.
- Rojo-Vázquez, J.A.; Aguilar-Palomino, B.; Galván-Piña, V.H.; Godínez-Domínguez, E.; Hernández-Vázquez, S.; Ruiz-Ramírez, S.; Lucano-Ramírez, G. (2001). Ictiofauna de la pesquería ribereña en Bahía de Navidad, Jalisco, México, asociada al evento El Niño 1997- 1998. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4): 915-929.
- Schiffer, M.B. (1991). Los procesos de formación del registro arqueológico. *Boletín de Antropología Americana*, 23: 39-45.
- Smith-Vaniz, W.F.; Carpenter, K.E. (2007). Review of the crevalle jacks, *Caranx hippos* complex (Teleostei: Carangidae), with a description of a new species from West Africa. *Fishery Bulletin*, 105(2): 207-233.



Figuras 1-5. 1) El segundo autor en la excavación de un pozo de exploración en Arroyo Piedras Azules, costa de Jalisco, México. 2) Vista ventral de la mandíbula faríngea superior (parte anterior hacia la izquierda de la figura) del pez perico, *Scarus perrico*, extraída del pozo #4. 3) Vista ventral de la mandíbula faríngea inferior (parte anterior hacia abajo de la figura) del pez perico, *S. perrico*, extraída del pozo #3. 4) Vista lateral de los huesos del primer pterigióforo de la aleta dorsal con hiperostosis del jurel, *Caranx caninus*, extraídos del pozo #1+. 5) Ejemplos de vertebras quemadas de peces no identificados (vista lateral y frontal) extraídas del pozo general en el sitio arqueológico Arroyo Piedras Azules. Las divisiones mínimas en las escalas de las figuras 2 a 5 corresponden a 1 mm.



A los autores:

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

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

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

Orden de presentación y características:

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

artículo a la revista.

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

Ejemplos de citas bibliográficas:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

