

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 5, No. 10, Julio – Diciembre de 2019. Publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic, Nayarit, México. C. P. 63155. Correo electrónico: actapesquera@gmail.com, Director/Editor Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra. Número de reserva de derechos al uso exclusivo 04 - 215 - 012609390000 - 102 otorgada por el INDAUTOR. ISSN: 2395-8944. Impresa en el Taller de Artes Gráficas de la UAN. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo” C. P. 63190. Tepic, Nayarit, México.

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

Acta Pesquera

Comité Editorial

Dr. Guillermo Compean. Director del CIAT Comisión Interamericana del atún tropical.

Dr. Luis Galán Wong. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Dra. Mariana Fernández Facultad de ciencias de la UNAM

Dr. Javier de la Garza. CIEES

Dr. Fabio Germán Cupul Magaña. CUC U de G

Dr. Libertad Leal Lozano. Facultad de Ciencias Biológicas UANL.

Dra. Gilda Velásquez Portillo SAGARPA CONAPESCA

Dra. Guadalupe de la Lanza Espino Instituto de Biología UNAM

Dra. Teresa Rayno Trujillo Instituto de Geografía de la UNAM

Dra. Fernando Jiménez Guzmán Facultad de Ciencias Biológicas UANL

Dr. Mario Oliva S. Universidad de la Habana Cuba

Dr. Arturo Ruiz Luna. CIAD

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

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

Directorio de la Revista

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra

Director / Editor

Dr. Javier Marcial de Jesús Ruíz Velazco Arce

Subdirector

Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus

Coeditor

Dr. Oscar Iram Zavala Leal

Coordinador Científico

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca

Coordinador de Contenido

M. en C. Aurelio Benítez Valle

Editor Ejecutivo

M. en C. Elsa García de Dios

Coordinadora de Edición

LDI Gabriela Ulloa García

Lic. Francisco Rafael Martínez nosense

Coordinador de Diseño Grafico

Contenido

		Pág.
1	Editorial	0
2	Variación espacio-temporal de las densidades de los quetognatos y su relación con la temperatura y salinidad en bahía de banderas, México	1–15
3	Determinación de la CL50-96 horas del fertilizante ultrasol (K ⁺) en postlarvas de camarón blanco <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).	16 - 23
4	Regresión multilínea y química de alimentos	24–32
5	Instalación de arrecifes artificiales en la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel”	33–49
6	Pesquería de los bagres marinos y estuarinos: Un análisis de los sistemas de captura	50 - 57
7	Monitoreo de tiburón ballena (<i>Rhincodon typus</i>) en la costa de San Blas, Nayarit. Con la participación de estudiantes para el fortalecimiento de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales.	58– 67
8	A los autores	68–69

ACTA PESQUERA

Los quetognatos son metazoos marinos transparentes que viven en todos los hábitats marinos, constituyen dentro del zooplancton marino un grupo de especial interés, principalmente por su elevada abundancia, además presentan un amplio rango de distribución geográfica. Sobre este tipo de organismos nos dan cuenta la Doctora María del Carmen y sus colegas del Centro Universitario de la Costa de la Universidad Autónoma de Guadalajara, colaboradores frecuentes de esta revista.

La producción de camarón en México da inicio en el tecnológico de Monterrey Campus Guaymas, al experimentar con el camarón café (*Farafntepenaues californiensis*) y con las investigaciones con camarón blanco (*L. vannamei*), realizadas por la Universidad de Sonora a principios de la década de los 70's hasta la segunda mitad de la década de los 80's, donde inician los cultivos comerciales. Desde entonces, el volumen de producción se ha incrementado notablemente, así como la capacidad instalada, principalmente en Sinaloa, Sonora y Nayarit. Juan Carlos Bautista nos presenta un aspecto sobre la fertilización y sus efectos en las postlarvas del camarón.

Los arrecifes de coral conforman comunidades marinas muy productivas, juegan un papel crítico como áreas de reproducción, cría y protección de aproximadamente 10-20% de los recursos que soportan las pesquerías del mundo. En México se reconocen tres zonas de arrecifes coralinos: a) La costa del Pacífico; b) las costas de Veracruz y Campeche y c) la costa este de la Península de Yucatán. Estos ecosistemas sostienen recursos biológicos que proporcionan diversos usos, entre ellos el turismo náutico y la actividad pesquera.

Los Arrecifes Artificiales (AA) son estructuras incorporadas al ambiente acuático, posicionadas estratégicamente con la finalidad de proveer hábitat, refugio y crecimiento a las especies de la flora y fauna marina. Estas estructuras generan nuevos nichos ecológicos, comunidades y ecosistemas. La creación de los AA data de hace muchos años y se han incorporado nuevos materiales y formas de estructuras que van desde cilindros de concreto, hasta grandes embarcaciones inservibles para su propósito original. Parte del trabajo desarrollado en la Isla Isabel nos lo presentan el grupo de profesionales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Parque Nacional Isla Isabel constituido entre otros por egresados de la ENIP.

El tomar decisiones es una tarea a la que nos enfrentamos continuamente en virtud de que prácticamente todas nuestras acciones son precedidas por una decisión. Sin embargo, la mayor parte de estas decisiones se toman basándose en la intuición. No obstante, antes de decidir sobre algún asunto importante es indispensable realizar un análisis de las posibles alternativas. Este análisis debe ser más cuidadoso cuanto más importante sea la consecuencia de la decisión. En ocasiones, el resultado de una decisión equivocada es tan drástico que puede causar angustia el tener que decidir, y es deseable poder auxiliarse de algún instrumento que facilite la elección de la mejor alternativa. Ahora bien, la matemática proporciona numerosos instrumentos que apoyan esta tarea. Entre ellos se puede mencionar el uso de los modelos que permiten un mejor análisis de la situación. Si bien los modelos utilizan el lenguaje matemático para lograr esta representación, también suministran un consejo sobre la mejor decisión indicando cuál será el resultado obtenido en caso de seguir la indicación, contamos nuevamente con un trabajo sobre los modelos desde la perspectiva matemática

La pesquería de escama es sumamente compleja por su enorme diversidad de especies, la cual abarca a los recursos asociados tanto a la línea de costa y ambientes estuarinos, como a las aguas continentales (ríos, lagos y presas). Las artes de pesca empleadas en la pesquería de escama son muy variadas, dada la gran diversidad que la compone. El tamaño y tipo de captura depende de varios factores, principalmente del arte de pesca empleado y de la hora y las zonas de pesca. Los impactos provocados en el medio por la pesquería de escama no se conocen ampliamente. Sin embargo, el uso inadecuado de las artes de pesca, su baja selectividad, así como la sobreexplotación y la afectación a sustratos y especies asociadas, constituyen importantes causas de deterioro, para tener una mejor perspectiva en cuanto a esta problemática Marcial nos presenta un análisis de los sistemas de captura.

Contamos nuevamente con el apasionante tema de la observación del tiburón ballena, en esta participación Ricardo Murillo muestra evidencias de la importancia de la inclusión de jóvenes estudiantes en este tipo de actividades con la finalidad de fortalecer las competencias disciplinares y genéricas.

Editor

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS DENSIDADES DE LOS QUETOGNATOS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y SALINIDAD EN BAHÍA DE BANDERAS, MÉXICO.

SPACE-TEMPORARY VARIATION OF THE DENSITIES OF THE QUETOGNATOS AND ITS RELATIONSHIP WITH THE TEMPERATURE AND SALINITY IN BAHÍA DE BANDERAS, MEXICO

Liliana Chona-Gallegos, María del Carmen Navarro-Rodríguez, Ramiro Flores-Vargas, Luis Fernando González-Guevara

Centro de Investigaciones en Recursos Naturales (CIRENA), Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

Recibido: 30 de octubre de 2019

Aceptado: 18 de noviembre de 2019

RESUMEN

El presente estudio analiza la variación espacio temporal de las densidades de los quetognatos y su relación con la temperatura y salinidad en Bahía de Banderas durante un ciclo anual. Se obtuvieron un total de 54 muestras de primavera, verano e invierno de 2005, mediante arrastres zooplanctónicos, semicirculares y diurnos. Los valores de la abundancia fueron normalizados a 1000m³. La densidad total en primavera fue de 19,586.92 org./1000m³, representando el 57.51%, seguida de verano con una densidad de 9,325.55 org./1000m³, correspondiendo el 27.3% y finalmente invierno con solo 5,140.01 org./1000m³, con un 15.09% de la densidad total. Los resultados indican que en la temporada de secas los valores de las densidades fueron mayores que de la temporada de lluvias. La prueba de Kruskal Wallis, mostró una diferencia significativa (p=0.0064) entre las densidades temporales, en tanto que la prueba de Bonferroni nos indica que hubo diferencia significativa entre primavera y verano (p=0.01) y primavera con invierno (p=0.02), dominando en ambos casos

las densidades en primavera. El análisis de regresión lineal, mostró que no existe una relación significativa entre las variables densidad-temperatura (p=0.84) y densidad-salinidad (p=0.94). Sin embargo, se registró un incremento en las densidades con valores de temperaturas y salinidades moderadas (30.44° C y 31.1 ups, respectivamente). Por otro lado, la mayoría de los valores de las densidades fueron registradas en la categoría "alta" (4000-39,999), con el 40.42%. siendo Costa Vida el sitio de mayor representatividad. Las densidades más altas se presentaron en los sitios localizados cerca de la costa este y las menores densidades en la zona oceánica norte y sur de la bahía, además de pronunciarse un gradiente de distribución costa-oceano.

Palabras clave: Quetognatos, densidades, temperatura, salinidad, Jalisco, Nayarit.

ABSTRACT

The present study analyzes the temporal space variation of chaetognaths densities and its relationship with temperature and salinity in Banderas Bay during an annual cycle. 54 spring, summer and winter samples of 2005 by semicircular and diurnal zooplanktonic trawls, were obtained. The abundance values were normalized to 1000 m³. The density total in spring was 19,586.92 org./ 1000m³, representing 57.51%, followed by summer with a density of 9,325.55 org./1000m³, corresponding to 27.3% and finally winter with only 5,140.01 org./ 1000m³, with 15.09% of the total density. The results indicate that in the dry season the values of the densities were higher than the rainy season. The Kruskal Wallis test showed a significant difference (p = 0.0064) between temporal densities, while the Bonferroni test indicates that there was a significant difference between spring and summer (p = 0.01) and spring with winter (p = 0.02), dominating in both cases the densities in spring. The linear regression analysis, showed that there is no significant relationship between the variables density-temperature

($p = 0.84$) and density-salinity ($p = 0.94$). However, an increase in densities with temperature values and moderate salinities was recorded (30.44 °C and 31.1 ups, respectively). The most density values were registered in the “high” category (4000-39,999), with 40.42%. Costa Rica being the site of greatest representativeness. The highest densities occurred at the sites located near the east coast and the lowest densities in the north and south oceanic zone of the bay, besides pronouncing a distribution gradient from coast to ocean.

Key words: Chaetognaths, densities, temperature, salinity, Jalisco, Nayarit.

INTRODUCCIÓN

Los quetognatos constituyen dentro del zooplancton marino un grupo de especial interés, principalmente por sus grandes densidades, también son conocidos como gusanos flecha, son exclusivamente marinos que miden aproximadamente entre uno y 10 centímetros. La progenie joven se asemeja a los adultos sólo que, en miniatura, es decir, a diferencia de otros grupos no pasan por estadios larvales, y desde su nacimiento comienzan una vida de depredación activa (Navarro-Rodríguez *et al.* 2001). Este phylum es uno de los grupos carnívoros más abundantes del zooplancton (Raymont, 1983; Alvarino, 1985), tanto en aguas oceánicas como neríticas (McLelland y Perry, 1989; Stuart y Verheye, 1991; Álvarez-Cadena *et al.*, 1996). Su abundancia y alta capacidad depredadora, principalmente de copépodos (Álvarez-Cadena *et al.*, 1996; Oresland, 2000), lo convierte en un grupo importante dentro de las cadenas tróficas del sistema marino (Stuart y Verheye, 1991). A la vez son considerados como depredadores de larvas y huevos de peces, lo cual puede llegar a tener efectos negativos sobre la pesca de interés comercial, reconociéndose incluso, que llegan al grado del

canibalismo (Revé, 1996). Casanova *et al.* (2013) señalan que en la actualidad los quetognatos ya no deben de ser considerados como depredadores activos y que su papel en las redes tróficas debe ser analizado detalladamente, tema que debe de analizarse a detalle y que aún queda abierto al debate sobre sus hábitos y estrategias alimentarias.

Poco a poco los diferentes estudios que se han realizado sobre estos organismos han determinado la importancia que presentan dentro del zooplancton. Desde la década de los 60's se establece su relevancia en el papel que desempeñan como organismos indicadores de algunos fenómenos hidrográficos, de esta forma se han encontrado que algunas especies son indicadoras de cambios de temperatura en las masas de agua o bien de la presencia de corrientes marinas durante los procesos comúnmente conocidos como mezclas o surgencias (McLelland y Perry, 1989; Bone *et al.* 1991 y Navarro-Rodríguez *et al.* 2001).

Como indicadores pesqueros, se ha destacado que los quetognatos señalan las posibilidades y perspectivas pesqueras. Estudios indican que se han asociado a la presencia de *Sagitta crassa* y *Sagitta enflata* con la abundancia de escombridos en aguas de Corea, otros estudios señalan que se observó una clara relación inversa entre la abundancia de *Sagitta lyra* y la magnitud de la pesca del salmón en el Pacífico Noroeste (Alvarino, 1963; Boltovskoy, 1981 y Contreras Espinoza, 1993). Estos ejemplos muestran la utilidad de los estudios de los quetognatos para entender un poco más los factores hidrológicos y las interacciones biológicas que condicionan la distribución y abundancia de las poblaciones ícticas.

La información sobre los quetognatos en el Pacífico Central, es escasa si se compara con otras regiones del Pacífico Mexicano, principalmente en el Golfo de California (Cota-Meza y Fernández-Álamo, 2012).

En la región de Bahía de Banderas la información sobre quetognatos es casi nula, puesto que solo se cuenta hasta el momento, con los trabajos de Fernández-Álamo (2000), Mar Castellanos (2004) y González-Padilla *et al.* (2017), por lo que es necesario llevar a cabo estudios sobre este grupo principalmente por el papel que desempeñan en la trama alimentaria de las comunidades pelágicas y la importancia que presentan como indicadores de la productividad y dinámica de las masas de agua. El presente trabajo tiene como finalidad, generar información sobre la variación en espacio y tiempo de la densidad de los quetognatos, recolectados en la bahía, durante el 2005.

Métodos

Área de estudio

La Bahía de Banderas se impone como una de las grandes bahías del litoral centro occidente del Pacífico mexicano. Sus costas bañadas por las aguas del Océano Pacífico, se dividen con fines prácticos en tres: la costa norte, con una longitud de 24 km, se extiende desde Punta de Mita hasta Bucerías, Nayarit; la costa este, mide 39 km desde Bucerías, Nayarit hasta Boca de Tomatlán, Jalisco; y la costa sur la más vasta (52 km), se dispersa desde Boca de Tomatlán hasta Cabo Corrientes, Jalisco (Cupul-Magaña, 1998, 1999 y 2000). La costa norte en su mayoría, está formada por playas arenosas relativamente amplias, a diferencia de la parte sur de la costa este y toda la costa sur; que son particularmente rocosas y escarpadas, con una importante carencia de playas arenosas, debido probablemente, a la presencia de un cañón submarino o fosa tectónica de 1,436 a 1,754 m de profundidad (frente a las costas de

Quimixto y Yelapa), en la parte sur de la bahía. El cañón submarino tiene la particularidad de atrapar el sedimento de las descargas de los ríos Ameca, Pedrera, palo María Pizota, Tecomate, Horcones y Chimo (al sur de Puerto Vallarta), evitando de esta manera la formación de nuevas playas, presentando un caudal considerable que desemboca en la bahía. Se localiza geográficamente entre los 20° 15' y 20° 47' de Latitud Norte y los 105° 15' y 105° 42' de Longitud Oeste (Fig. 1). Los límites morfológicos de este cuerpo marino son: al norte Punta de Mita, Nayarit, y Cabo Corrientes, Jalisco al sur. Dicha Bahía presenta con respecto a la línea de costa, una longitud aproximada de 115 km, y un ancho promedio de 42 km con una profundidad de hasta 200 m en su parte norte, y en su parte sur de hasta 1700 m, abarcando una superficie total del área de 1,407 km² (Cupul-Magaña, 1998 y 2000).

Su clima es de tipo semiárido subhúmedo fresco, con lluvias en verano. En esta categoría, se presentan tres subtipos climáticos: el más húmedo AW2 (W), comprendido entre Punta de Mita y Yelapa; el de humedad media AW1 (W) desde Yelapa a Chimo y el húmedo AW (W) delimitado entre Chimo y Cabo Corrientes. La temperatura y precipitación pluvial promedio anual, oscilan entre los 26 a 28°C y de 930.8 a 1668.0 mm respectivamente (García, 1973).

Trabajo de Campo

Se ubicaron 18 sitios de muestreo a lo largo y ancho de la Bahía de Banderas cubriendo una longitud aproximada de 115 km y un ancho promedio (norte-sur) de 42 km.

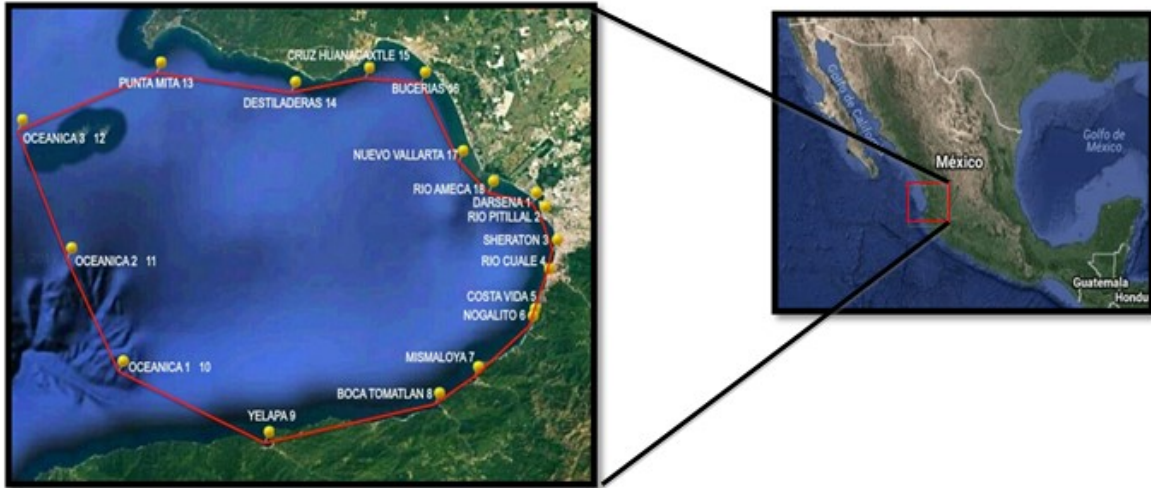


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo en la Bahía de Banderas

La ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la configuración de la bahía, la batimetría del área y a la influencia de la desembocadura de ríos sobre la misma.

Las muestras se obtuvieron mediante arrastres zooplanctónicos en primavera, verano e invierno de 2005, cabe mencionar que en otoño no fue posible obtener datos debido a una falla en la red. Dichos arrastres se iniciaron durante el día empleando la técnica descrita por Smith y Richardson (1979); utilizando una lancha con motor fuera de borda y una red tipo “Zeppelin” de luz de malla 505 μm por 1.50 m de longitud y 0.60 m de diámetro de boca. Para estimar los volúmenes de agua filtrada en metros cúbicos, la red se equipó con un flujómetro digital tipo torpedo GENERAL OCEANIC. Los arrastres fueron semicirculares con una duración de 10 minutos y a 10 cm por debajo de la superficie del agua para evitar tomar materia orgánica suspendida. El material colectado se colocó en frascos transparentes de plástico con una capacidad de 1lt, fijándose con formol al 10% y 20 ml de una solución saturada de borato de sodio. Simultáneamente fueron tomadas la temperatura y la salinidad de cada sitio con un multiparámetro YSI 556.

Trabajo de laboratorio

Los quetognatos fueron contados y separados

del resto de los grupos zooplanctónicos, utilizando una caja de Petri, microscopio estereoscópico, lámpara con lupa y pinzas de relojero. Los especímenes fueron almacenados en frascos transparentes de plástico de 50 ml de capacidad, previamente etiquetados con información referente a localidad, fecha, número de estación y finalmente fueron preservados en una solución de formalina al 4%.

Las fuentes bibliográficas utilizadas para reconocer los quetognatos de los otros grupos zooplanctónicos fueron Boltovskoy (1981), Gómez-Aguirre (1988), Jiménez y Lara (1990), Palomares *et al.*, (1998).

El número de quetognatos por muestra fue normalizado a org. /1000 m^3 mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

N = número de individuos en 1000 metros cúbicos

n = número de organismos en la muestra analizada

V = volumen de agua filtrada por la red, m^3

Para estimar el volumen de agua filtrada, se empleó la siguiente fórmula:

$$V = \pi \times r^2 \times d$$

Donde:

V = volumen de agua filtrada en m³

π = 3,1416

r² = radio de la boca de la red

d = distancia recorrida del arrastre

Una vez obtenidos los valores de la densidad mediante la normalización de los datos, se elaboraron mapas de distribución y abundancia (densidad). Determinando cuatro categorías, **escasa** (1-39 org./1000m³), **media** (40-399 org./1000 m³), **alta** (400-3999 org./1000m³) y **muy alta** (4000-39999 org./1000m³). Para la elaboración de los mapas se utilizó el programa ArcView Gis 3.2. y ArcMap 10.3., Se llevaron a cabo los análisis de Variancia no paramétrica de Kruskal Wallis para tres muestras independientes), así como

la prueba de Bonferroni por medio del programa estadístico PAST

RESULTADOS

Variación espacio-temporal de la densidad de quetognatos

Por orden de abundancia y estacionalmente en primavera se registró un total de 19,586.92 quetognatos representando el 57.51% sigue verano con una densidad de 9325.55 (org. /1000m³) correspondiendo el 27.38% de la densidad total y finalmente invierno en el que se registró una densidad de 5140.01 (org. /1000m³) correspondiente al 15.09% (Fig.2). De acuerdo con las densidades obtenidas, primavera es la estación del año donde se presentó la densidad máxima de la reproducción de los quetognatos para 2005. Así mismo los resultados indicaron que en la temporada de secas los valores de las densidades son mayores que en la temporada de lluvia (verano).

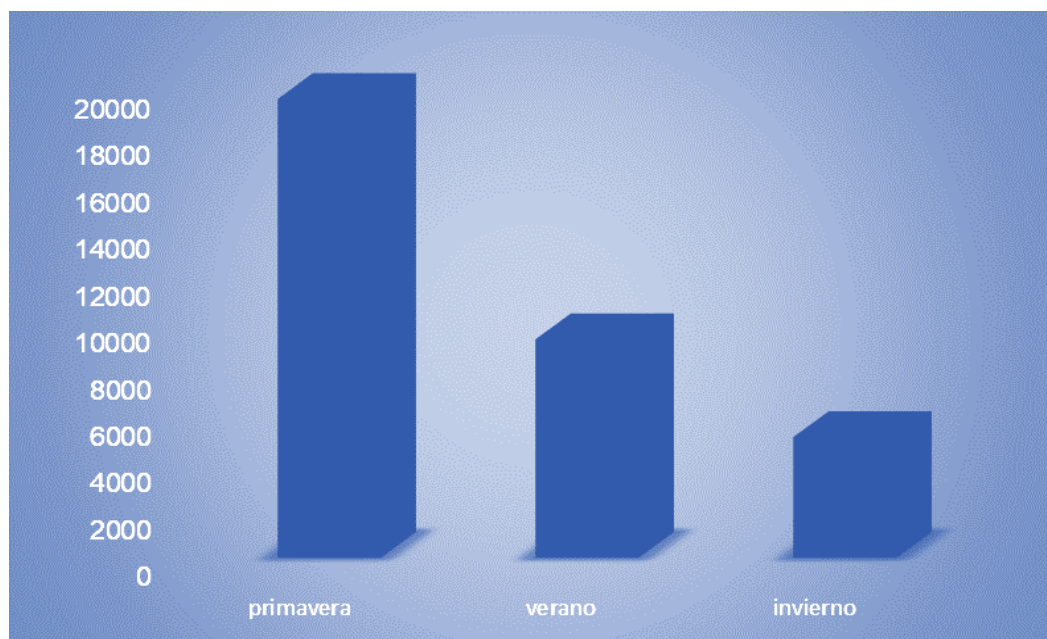


Figura 2. Densidad estacional de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005

La densidad espacial durante el 2005 nos indicó la presencia de dos picos de densidades importantes durante el año; en Costa Vida (5) con 14,148.01 org. /1000m³, un segundo pico importante en Bucerías (6) con 5,539.7 org. /1000m³, con una diferencia de hasta 8,608.31 org. /1000m³. Concentraciones menores, pero no menos importantes se presentaron en Dársena (1) 3,394.11 org. /1000m³, Sheraton (3) con 2,896.24 org./1000m³ y Río Pitillal (2) y Cruz de

Huanacaxtle (15) con 1564.86 y 1402.2 org. /1000m³ respectivamente (Fig. 3). Las 11 estaciones restantes presentaron valores menores a los 1000 org. /1000m³. Sin embargo, es importante señalar que se registraron densidades menores de 100 org. /1000m³ (Fig. 3). Las altas densidades principalmente en Costa Vida, nos indica que esa área es idónea (concentración de nutrientes y condiciones hidrográficas) para la agregación de estos individuos.

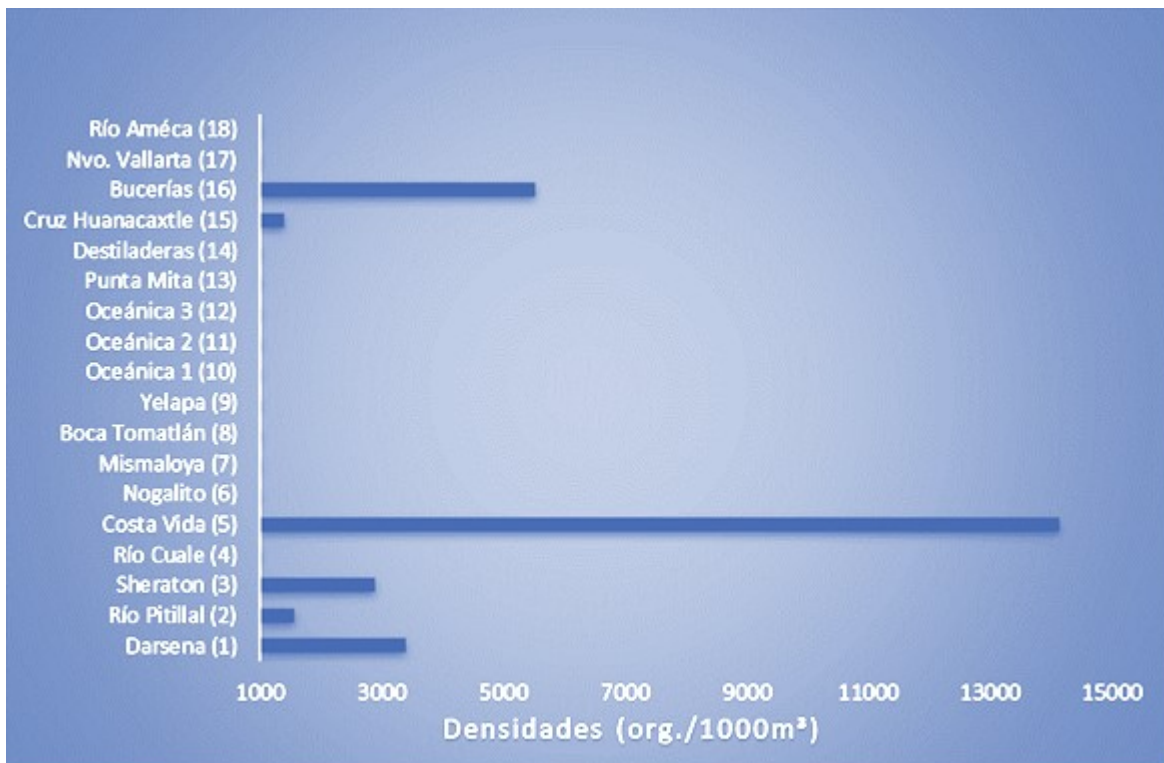


Figura 3. Densidad espacial de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

Durante primavera las densidades más altas se presentaron en Costa Vida (7,878.68 org./1000m³), seguida de Bucerías (5,522.43 org./1000m³), Cruz de Huanacaxtle (1,253.87 org./1000m³) y Nuevo Vallarta (709.46 org./1000m³). En tanto que las densidades menores se registraron en Río Pitillal (185.18 org./1000m³), Sheraton (124 org./1000m³), Mismaloya (72.45 org./1000m³), Río Améca

(57.93 org./1000m³) y finalmente Destiladeras (29.03 org./1000m³) el resto de las estaciones registraron valores que fluctuaron entre los 656.92 y los 388.54 org./1000m³ (Fig. 4). Sin embargo cabe mencionar que Destiladeras y Punta Mita fueron los sitios con los valores más bajos de densidades registrados durante primavera (29.03 y 1.56 org./1000m³ respectivamente).

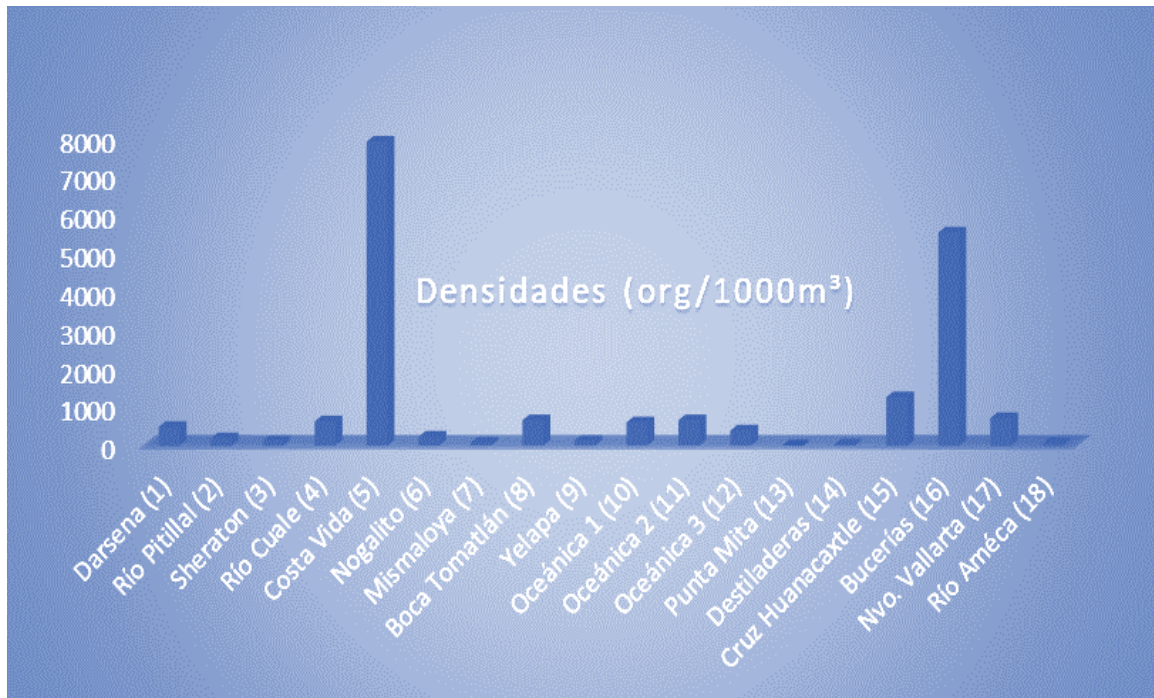


Figura 4. Densidad espacio temporal (primavera) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

En tanto que en verano los registros de las densidades fueron menores que en primavera. De igual forma, Costa Vida es el sitio con mayor densidad (6,136.7 org. /1000m³), Dársena (1883.19 org. /1000m³) y Río Pitillal (487.14 org. /1000m³), en tanto que, los sitios de muestreo que presentaron valores de 0.71 a 9.09 org. /1000m³, fueron Oceánica 3, Oceánica 2, Boca de Tomatlán, Yelapa y Punta Mita. Nueve del total de los sitios de muestreo presentaron fluctuaciones desde los 323.09 hasta los 11.72 org. /1000m³ (Fig.5). Tal parece que Costa Vida es el sitio idóneo del periodo de muestreo, ya que presenta los valores de densidades más elevados durante primavera y verano, aun cuando en primavera se presenta una diferencia de hasta 1,741.98 org. /1000m³ con respecto a verano.

Finalmente, en invierno, se observó una concentración importante en Sheraton con la mayor densidad (2,655.04 org./1000m³) y dos más, aunque con densidades menores pero importantes en Dársena (1,029.18 org. /1000m³) y Río Pitillal (892.54 org. /1000m³). Por otro lado, los sitios con registros menores a 150 fueron Costa Vida, Cruz de Huanacaxtle, Yelapa, el Nogalito y Río Améca, el resto de las estaciones registraron valores aún más bajos (29.0 hasta 2.11 org./1000m³), con amplios rangos de densidades entre el total de sitios de muestreo (Fig.6).

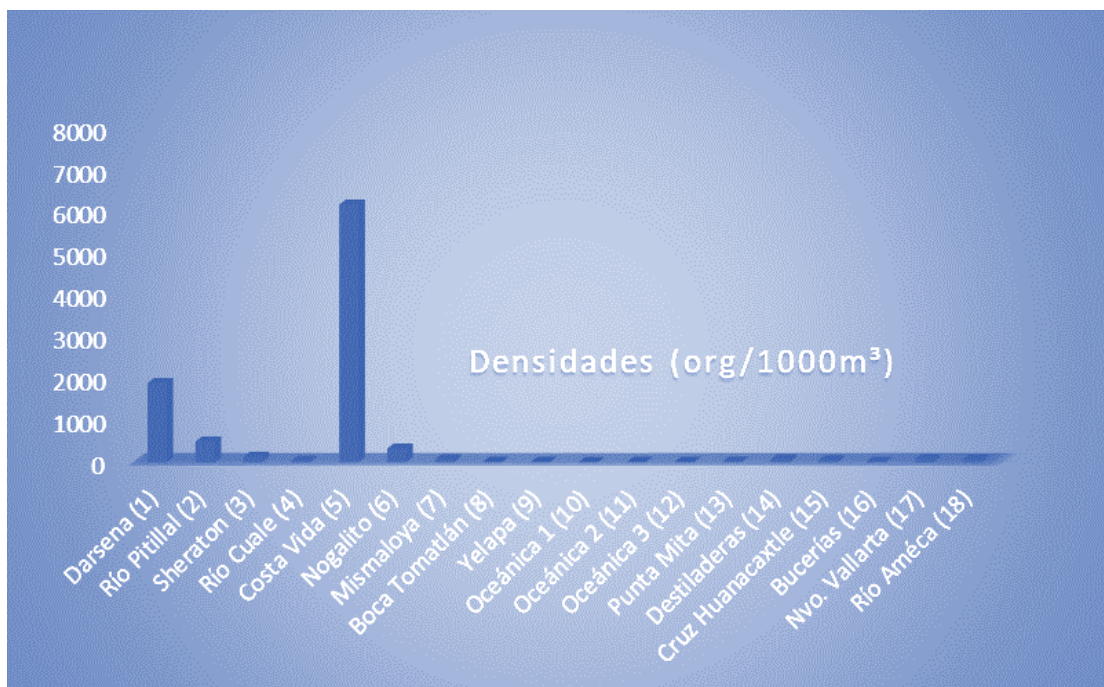


Figura 5. Densidad espacio temporal (verano) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

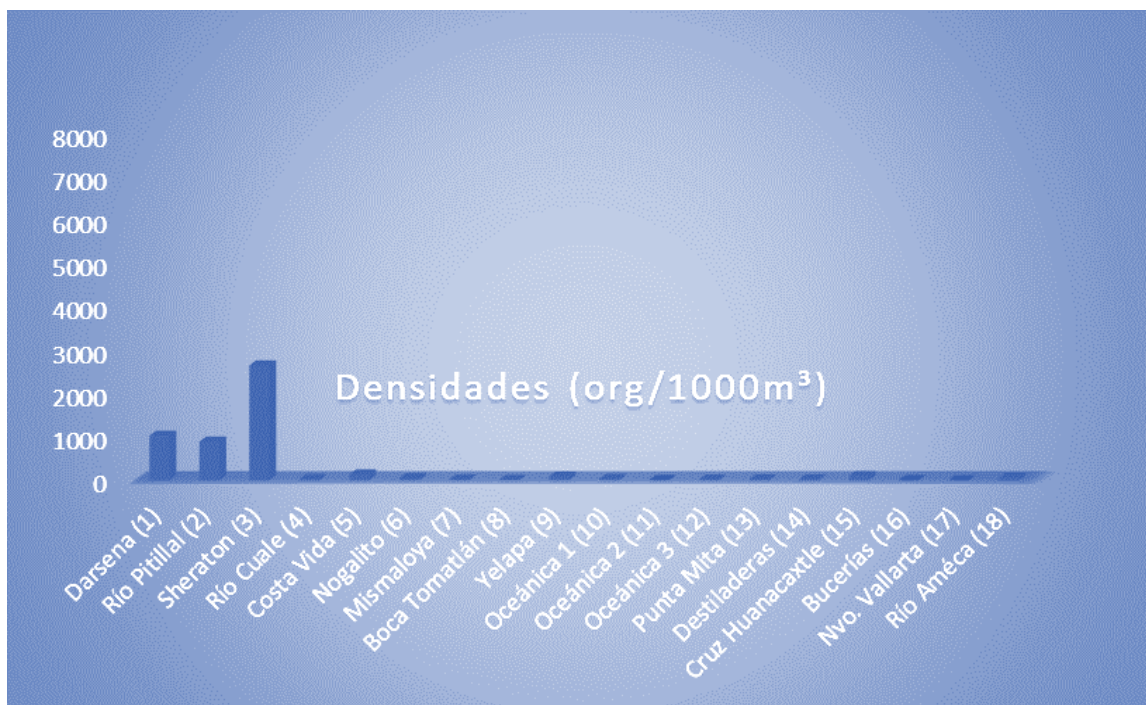


Figura 6. Densidad espacio temporal (invierno) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

De acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis, mostró una diferencia significativa ($p= 0.0064$) entre las densidades temporales, en tanto que la prueba de Bonferroni nos indica que hubo diferencia significativa entre primavera y verano ($p=0.01$) y primavera con invierno ($p= 0.02$), dominando en ambos casos las densidades en primavera.

En lo que respecta a la variación temporal de la densidad de los quetognatos y su relación con la temperatura y la salinidad, se realizó un análisis de regresión lineal con promedios y sugiere que no existe una relación entre las variables, es decir son independientes, obteniendo una $p= 0.84982$ entre densidad-temperatura y un valor de $p= 0.94558$ densidad-salinidad. Sin, embargo se observó un incremento en las densidades (19,586.92 org./1000m³) con valores de temperatura de 30.44°C y salinidades de 31.1 ups; y un decremento en la temperatura (24.13°C), mientras que la salinidad aumentó hasta los 32.2 ups, al mismo tiempo que las densidades disminuyeron considerablemente en verano (9325.55 org./1000m³) continuando su decremento hasta invierno (5149.55 org./1000m³). Observando bajas densidades con bajas temperaturas y altas salinidades (Fig. 7A).

Asimismo, se pudo observar que la variación espacial de la temperatura es más estable en los primeros cuatro sitios de muestreo (27.0 a 27.6 °C), mientras que la salinidad es más variable (27.3 a 30.5 ups) y con bajas densidades (3394.11 hasta 686.44 org./1000 m³). Por otra parte, en el resto de los sitios de muestreo la temperatura se mantiene entre los 27.6 y 28.3°C, en tanto que la salinidad varió constantemente de 21 hasta 32.3 ups, con densidades por debajo de los 800 org./1000m³), para posteriormente presentar un incremento importante (5539.7 org./1000m³) en Bucerías (16) y posteriormente disminuyo drásticamente en Nuevo Vallarta

(17). Cabe señalar que en Costa Vida (5) se observó un pico con altas densidades (14148.01 org./1000m³), altas salinidades (31.5 ups) y temperaturas más estables (27.3 °C) (Fig.7 B). Tal parece que durante el verano y en ciertos puntos como Río Cuale y Costa Vida (4 y 5 respectivamente) se presento una asociación entre la densidad con el aumento en la salinidad y no así para la temperatura.

Categorías de la distribución y abundancia de quetognatos

La mayoría de las densidades registradas durante primavera, verano e invierno quedaron dentro de la categoría, "alta" (4000-39999) con un 40.42%, seguida la categoría escasa (1-39 org./1000m³) representando el 38.29% finalmente la categoría media (40-399 org./1000m³) representando el 21.27%.

En este caso primavera y verano fueron las estaciones con mayor registro en la distribución y abundancia. Cabe señalar que el 0.02% representó a la categoría de <1 (Figs.8-10).

Al relacionar los resultados de las tres estaciones del año se observó una densidad mayor en los sitios de muestreo que se localizan cerca de la costa este. En cambio, donde se obtuvo una densidad menor coincidió con los sitios de muestreo que se localizan en la zona oceánica, norte y sur de la bahía. Además, se observó un gradiente en la distribución y abundancia costa-océano.

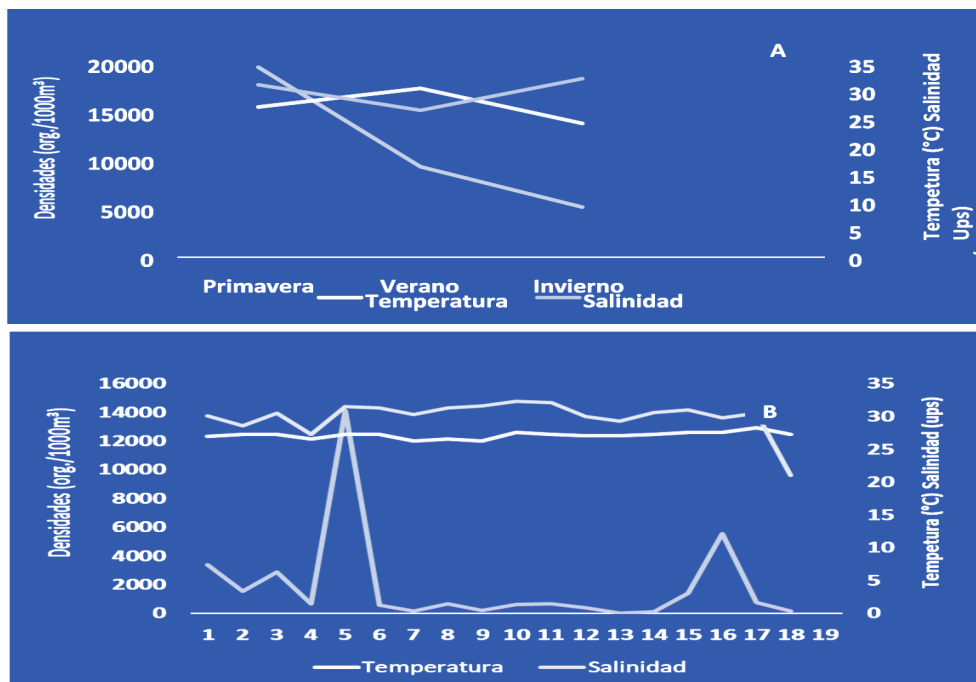


Figura 7. Variación espacio temporal (A y B) de las densidades de quetognatos, salinidad y temperatura en Bahía de Banderas en 2005.

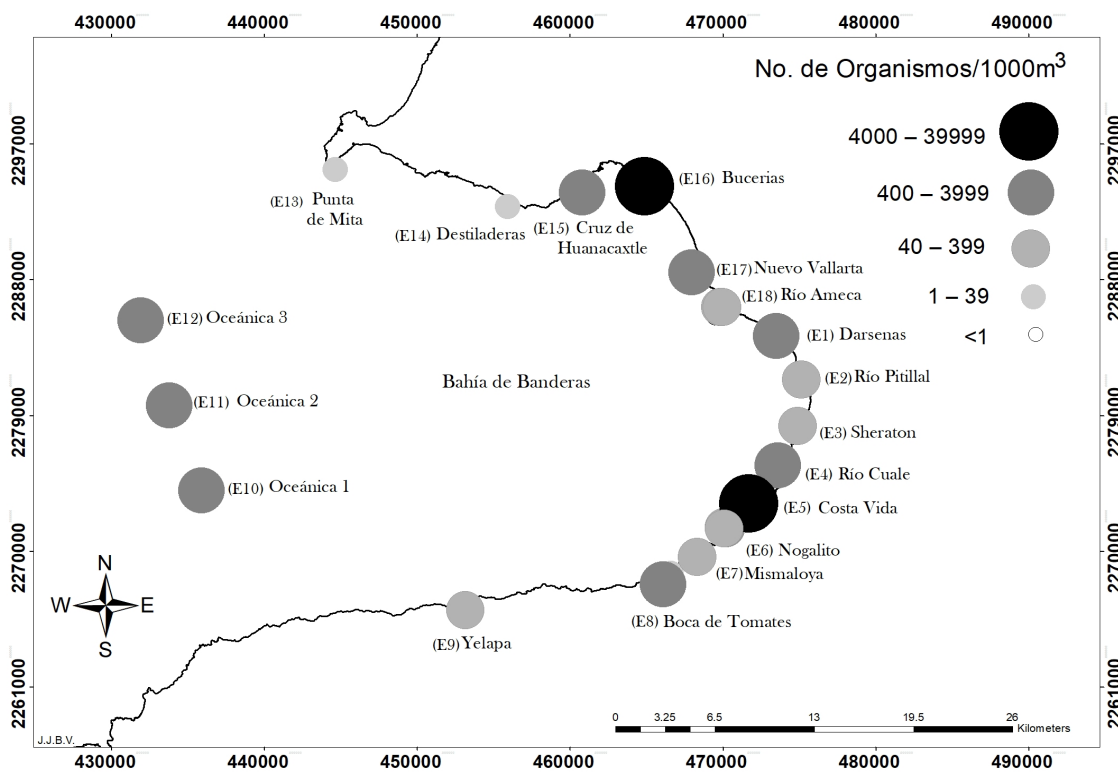


Figura 8. Distribución y abundancia (densidades) durante primavera en la Bahía de Banderas, 2005

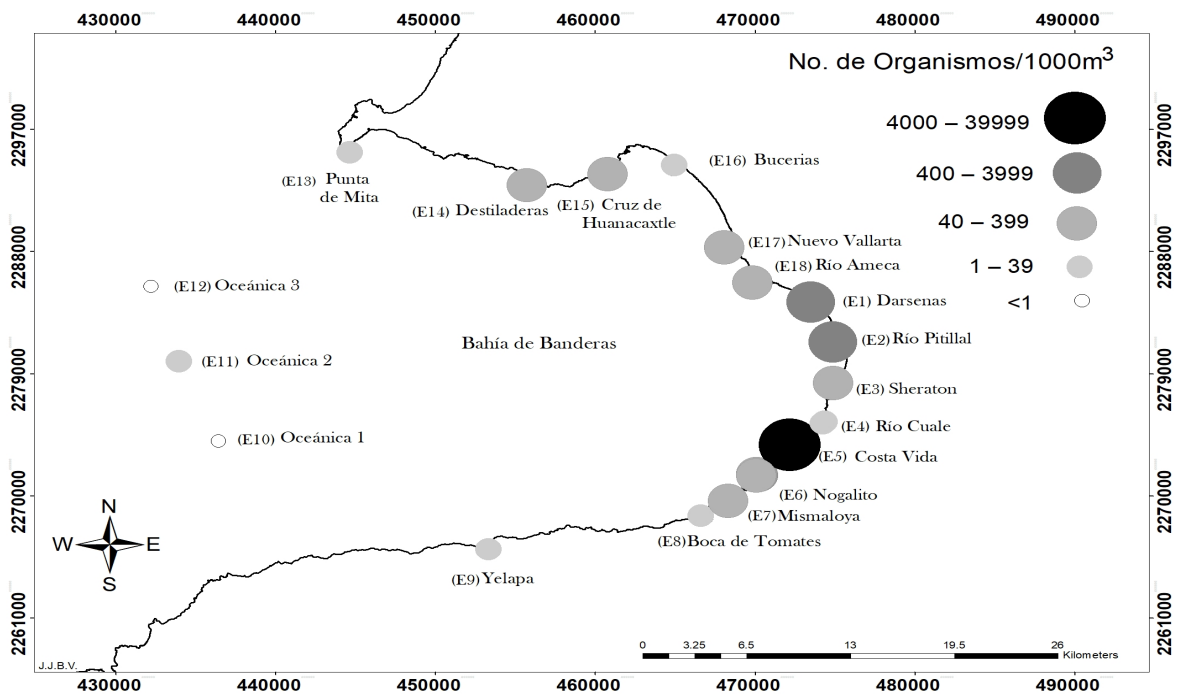


Figura 9. Distribución y abundancia (densidades) durante verano en la Bahía de Banderas, 2005.

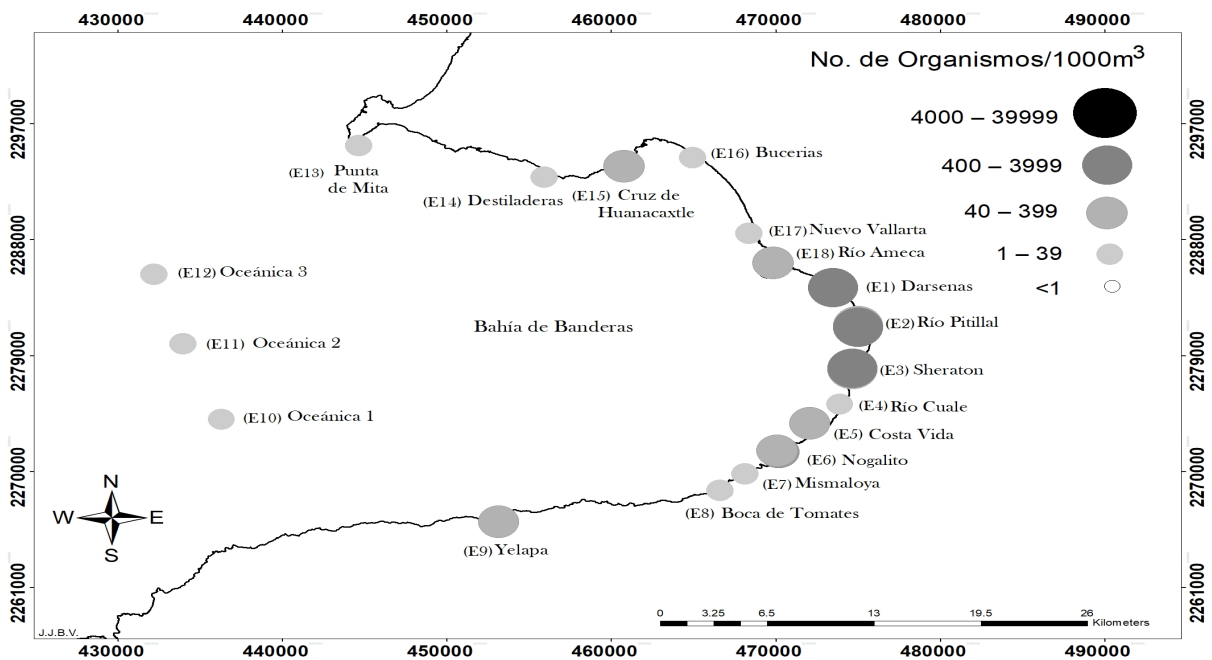


Figura 10. Distribución y abundancia (densidades) durante invierno en la Bahía de Banderas, 2005.

DISCUSIÓN

Algunos autores han reportado que el incremento de la biomasa zooplanctónica en algunas localidades de Jalisco y Colima se debe a la gran cantidad de nutrientes aportados por los ríos al interior de las bahías, con efectos favorables la mayor parte del año (Alvarez-Cadena *et al.*, 1984; Contreras Espinoza, 1993; Navarro-Rodríguez *et al.*, 200; Navarro Rodríguez *et al.*, 2015). Sin embargo, cabe destacar que en este periodo de estudio es lo contrario, es decir algunos sitios con desembocadura de ríos fueron los que reportaron menores densidades tal es el caso de río Améca con un promedio de la densidad de 59.95 org./1000 m³, reportándose el valor más bajo (57.93 org./1000 m³) en el periodo seco (primavera), seguido de río Cuale y Nogalito, no así para río Pitillal que fue el sitio que registró el valor más alto (con respecto a los anteriores) reportando la mayor densidad en invierno (892.54 org./1000 m³), posiblemente estas diferencias se puedan deber principalmente al patrón de circulación de la bahía, a las escasas lluvias cuyos aportes de nutrientes terrígenos fueron escasos, entre otros factores. Suárez-Morales (1994), indica que la distribución del zooplancton no es uniforme en un sistema costero, sino que existen elementos que confirman, que la distribución se establece en parches, de modo que en ciertos espacios donde las condiciones son adecuadas el zooplancton tiende a concentrarse, no así en las desfavorecidas. Por otro lado, Álvarez-Borrego (1988) señala que durante el desarrollo de las surgencias existe una importación de nutrientes hacia las bahías, sin embargo, Cardona *et al.*, (1990) indican que estos nutrientes no son utilizados sino hasta el periodo de debilitamiento de este proceso, lo que pudiera estar asociado a los resultados obtenidos, además cabe señalar que los sitios con los valores de densidades más elevados fueron Dársena (1) y principalmente Costa Vida (5), esto puede ser explicado con lo comentado anteriormente por lo diferentes

autores, ya que Dársena se encuentra cerca de río Pitilla y Costa Vida se localiza en medio del río Cuale y Nogalito favoreciendo a estos dos sitios de muestreo el aporte de los nutrientes y materia orgánica en suspensión como el resultado del transporte efectuado por los ríos a través de las desembocaduras de éstos (Álvarez-Cadena *et al.*, 1984; Contreras Espinoza, 1993; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015 y González-Padilla *et al.*, 2017). Por otro lado, Thibault *et al.*, (1994) (en Sánchez-Ramírez, 1997) señala, que la acumulación mecánica de los nutrientes, es un ejemplo, de la circulación convergente frecuentemente asociada con los frentes costeros, los cuales pueden funcionar como barreras hidrográficas, a la vez que se observan cambios notables en la composición y abundancia de los individuos. Acal (1991) señala que frente a las costas de Jalisco se encuentra una zona de convergencia de dos corrientes superficiales de norte a sur, por lo que Jalisco (principalmente), Colima, Michoacán y parte de Guerrero, constituyen una región de interfase de dos sistemas oceánicos de alta productividad se encuentra una zona de convergencia de dos corrientes, esto pudiese explicar en cierta forma las altas densidades en los sitios y estaciones del año registrados en este trabajo.

En cuanto a la variación temporal de los quetognatos ésta evidenció que las densidades más altas se registraron en primavera, estación que corresponde a la época de secas, representando el 57.51 % de la densidad. Lo anterior, coincide con lo reportado por Álvarez-Cadena *et al.* (2008) quienes mencionaron en su estudio sobre la composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe Mexicano que las densidades más altas se registraron durante la época de secas. Estas altas densidades se pueden deber a una mayor productividad en el hábitat que se registra en este periodo del año. Esto mismo es señalado por Cantor-Atlatenco (1996).

Respecto a la variación espacial de las densidades de quetognatos los valores más altos se registraron en los sitios correspondientes a la costa este, en cambio donde se obtuvo una densidad menor coincidió con los sitios de muestreo que se localizan en la zona oceánica, norte y sur de la bahía. Lo cual se podría atribuir a especies de hábitos costeros, debido a que estas pueden presentar densidades elevadas, ya que pueden aprovechar las condiciones biológicas de las aguas costeras en zonas de surgencia (Pineda, 1974; Gili *et al.*, 1987; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015, González-Padilla *et al.*, 2017). Por su parte, Gili *et al.*, (1987) y Palma (1994), señalan un gradiente muy marcado de densidades presentando una concentración de mayor a menor, es decir de la costa hacia los océanos abiertos, este patrón fue observado claramente en el presente trabajo ya que las menores densidades fueron registradas en los sitios oceánicos y principalmente en verano (lluvias) en tanto en periodos secos fueron más elevadas las concentraciones en los sitios costeros y principalmente en primavera.

LITERATURA CITADA

- Acal, D.E. (1991). Abundancia y diversidad de ictioplankton en el Pacífico Centro de México. *Ciencias Marinas* 7(1):25-50.
- Álvarez-Borrego, S. (1988). The El niño Effect on the phytoplankton of a north-western Baja California coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27:109-115.
- Álvarez-Cadena, J.N., M.A. Aquino, F. Alonso, J.G. Millán y T. Torres. (1984). Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Parte I Agua Dulce 1978. Instituto de Ciencias de Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 11(1): 163-180.
- Álvarez-Cadena, J. N., E. Suárez-Morales y J. A. McLelland. (1996). Observations on an isolated population of *Sagitta hispida* Conant (Chaetognatha) in a tropical lagoon system of northeast Yucatan (Mexico) 9 (3):197-204.
- Álvarez-Cadena, J. N., A. R. Almaral-Mendivil, U. Ordóñez-López y A. Uicab-Sabido. (2008). Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica* 18(1), 37-48. Recuperado en 06 de febrero de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018888972008000400007&lng=es&tlng=es
- Alvariño, A. (1963). Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortes. *Sociedad Mexicana de Historia Natural* .1 (24):97-202.
- Alvariño, A. (1985). Predation in the plankton realm: mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 2 (1): 72-77.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de investigaciones y desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina.
- Bone, Q.H., A.C. Pierrot-Bults.(1991). The Biology of Chaetognaths. Oxford University. Press, Oxford.
- Cantor-Atlatenco F. (1996). Contribución al conocimiento del zooplancton, de la plataforma occidental de la Península de Yucatán. Tesis de literatura. Escuela de biología, Universidad Autónoma de Puebla.
- Cardona, C.C., R. Millann, J.R. Lara y J.E. Valdez. (1990). Variabilidad espacio temporal de la clorofila en una zona de surgencias frente a Baja California. *Ciencias Marinas* 16(2):53-65.
- Casanova, J.P., R.M. Barthélémy, M. Duvert y E. Faure. (2013). Chaetognaths feed primrily on dissolved and fine particulate organic matter, not on prey: Implication of marine food web. *Hipoteses in the Liffe Sciences*. (2):20-29.

- Contreras Espinoza, F. (1993). Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 1-412 p.
- Cota Meza, M.S., M.A. Fernández Álamo, J.N. Álvarez Cadena y E. González Rodríguez. (2012). Variación mensual de los estudios gonádicos de *Sagitta euneritica* (Chaetognatha) en el complejo lagunar, Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Hidrobiológicas*. 22(3):377-387.
- Cupul-Magaña, F.G. (1998). ¿Quién es la Bahía de Banderas? *Divulgare* 21:48-52.
- Cupul-Magaña, F.G. (1999). La laguna El Quelele, Nayarit, México, como hábitat de aves acuáticas. *Ciencia y Mar* 3(8):21-28.
- Cupul-Magaña, F.G. (2000). Notas sobre la avifauna acuática de las islas y los humedales costeros de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. *Mexicoa*, 2(1):85-92.
- Esteves F.A., A Caliman, J.M. Santangelo, R.D. Guariento, V.F. Farjalla y R.L. Bozelli. (2008). Neotropical coastal lagoons: An appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 967-981.
- Fernández Álamo, M.A. 2000. Sifonóforos, medusas, poliquetos y quetognatos pelágicos de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Informe Final del Proyecto S147.CONABIO.
- Gili, J.M., F. Pages y T. Riera. (1987). Distribución de las especies más frecuentes de sifonóforos calicóforos en la zona norte del Mediterráneo occidental. *Invest. Pesq.*, Barcelona, 51 (3): 323-338.
- García, E. 1973. Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2ª ed, 246 pp.
- Gómez-Aguirre, S. (1988). Comunidades planctónicas representativas de estuarios y lagunas costeras del Noroeste de México (105-110 W y 22-27 N), en los años de 1968 a 1973 (tesis de doctorado) México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jiménez, P.L.C. y J. R. Lara. (1990). Distribución de biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton en el estero de Punta Banda. *Ciencia y Mar* 16 (1): 35-48.
- González-Padilla, J. A., M.C. Navarro-Rodríguez, L.F. González-Guevara y R. Flors Vargas. (2017). Variación espacio-temporal de los quetognatos de Bahía de Banderas durante un ciclo anual. *Acta Pesquera* 3(6):21-33.
- Mar Castellanos, M. (2004). Variación espacio temporal de la distribución y abundancia de quetognatos en la laguna Del Quelele, Nayarit, México. (primavera -invierno 2001). Tesis Profesional. Instituto tecnológico del Mar No.6. Bahía de Banderas, Nayarit.
- McLelland, J. A. y H. M. Perry. (1989). Records of deep-water chaetognaths from the northern Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports* 8(2): 181-187.
- Navarro-Rodríguez, M.C., S. Hernández-Vázquez, R. Funes-Rodríguez y R. Flores-Vargas (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 de Invest. Biol.* 35(1):1-24.
- Navarro-Rodríguez, M.C., M.E. González-Ruelas, L.F. González-Guevara y R. Flores-Vargas. (2002). Quetognatos. *Instituto de Astronomía y Meteorología*. 16: 13-17.
- Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y M.E. González-Ruelas. (2002). Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplánctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.* 36 (3):217-374.

- Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y L. F. González-Guevara. (2015). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos del área natural protegida estero El Salado, Jalisco, México. *Bio Ciencias*. 3(2): 103-115.
- Oresland, V. (2000). Diel feeding of the chaetognath *Sagitta enflata* in the Zanzibar Channel, western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 193: 117-123.
- Palma, S. (1994). Distribución del macroplankton gelatinoso en un área de desove de peces frente a la costa central de Chile (32°-33° S). *Biología Marina y Oceanografía* 29:23-45.
- Palomares, R., E. Suárez-Morales y S. Hernández-Trujillo. (1998). Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. ECOSUR 1a edición. México: Editorial Regina de los Ángeles S.A. de C.V. 352.
- Pineda, F. (1974). Seasonal distribution of the Chaetognaths in the Bight of Panama. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 18 (1-2): 65:88.
- Plascencia-Palomera V. (2010). Estructura de la comunidad de chaetognatos (*Chaetognatha*) y su respuesta a las variaciones hidrológicas en la costa de Jalisco y Colima. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco.
- Raymont, J. E. G. (1983). Plankton and productivity in the oceans. Vol. II, Seg. Pp 824 Ed. Pergamon Press., USA.
- Revé, M. R. (1996). Observation of the biology of a chaetognath. Pp 613-630. En some contemporary studies in marine Science. Barnes Edt.
- Sánchez-Ramírez, M. (1997). Alimentación, crecimiento y mortalidad de larvas de *Chloroscombrus chrysurus* (*orqueta*) (Pisces:Carangidae), en el sur del Golfo de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM, México D.F. 85p.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1977). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura No.175, 101.
- Stuart, V. y H. M. Verheye. (1991). Diel Migration and feeding patterns of the chaetognath, *Sagitta friderici*, of the west coast of South Africa. *Journal of Marine Research* 49: 493-515.
- Suárez-Morales, E. (1994). Comunidades zooplanctónicas de las lagunas costeras. En: de la Lanza Espino G. y Cáceres Martínez C. comp. *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Baja California Sur.



Determinación de la CL50-96 horas del fertilizante ultrasol (K⁺) en postlarvas de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).

Determination of the LC50-96 hours of the ultrasol fertilizer (K⁺) in postlarvae of white shrimp *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).

Bautista-Covarrubias, Juan Carlos, Hernández Mendoza, Edgar Gabriel, López Sánchez, José Armando, Zamorano Machuca, José Alfredo & González Hermoso, Juan Pablo.

Laboratorio de Indicadores Biológicos de Estrés Ambiental. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit.

Recibido: 20 de septiembre de 2019

Acceptado: 30 de noviembre de 2019

RESUMEN

Se determinó el efecto tóxico del fertilizante comercial ultrasol® en postlarvas (PL13), se evaluaron cuatro concentraciones del fertilizante (10, 15, 25 y 35 mL) al final de 96 horas, el 100% de mortalidad se registró a partir de 25 mL del fertilizante. La concentración letal media (CL50) fue calculada mediante la NOM-074-ECOL-1994 y con el uso del software IBM SPSS Probit®. La CL50 obtenida por ambos procedimientos difirió 0.383 mL. Con el procedimiento de la NOM, se obtuvo una CL50 de 15.381± 2.332 mL, mientras que con el uso del software fue de 15.764±1.198 mL. La incorporación de fertilizante a base de potasio podría ocasionar un impacto positivo sobre la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas durante el proceso de la aclimatación, sin embargo puede llegar a ser tóxico si se excede la concentración. Los bioensayos de toxicidad son una herramienta para conocer la cantidad del fertilizante que no ocasione mortalidad de los camarones cultivados en agua de baja salinidad.

Palabras clave: Camarón, Toxicidad, fertilizante, salinidad, bioensayo.

ABSTRACTS

The toxic effect of the ultrasol® commercial fertilizer in PL13 postlarvae was determined, four fertilizer concentrations (10, 15, 25 and 35 mL) were evaluated at the end of 96 hours, 100% mortality was recorded from 25 mL of the fertilizer. The lethal concentration (LC50) was calculated using NOM-074-ECOL-1994 and with the use of IBM SPSS Probit® software. The LC50 obtained by both procedures differed 0.383 mL. With the NOM procedure, an LC50 of 15,381 ± 2,332 mL was obtained, while with the use of the software it was 15,764 ± 1,198 mL. The incorporation of potassium-based fertilizer could have a positive impact on the survival and growth of postlarvae during the acclimatization process. However, it can become toxic if the concentration is exceeded. Toxicity bioassays are a tool to know the amount of fertilizer that does not cause mortality of shrimp grown in low salinity water.

Key words: Shrimp, toxicity, fertilizer, salinity, bioassay.

INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes son sustancias naturales o sintéticas que se usan en los estanques acuícolas para aumentar la producción del fitoplancton y aumentar la concentración de nutrientes y lograr alimento natural (Graslund *et al.*, 2003). En el cultivo de camarones en agua de baja salinidad es también necesario aplicar fertilizantes como potasio y magnesio necesarios para el proceso de muda. Además Lyle-Fritch *et al.* (2006) señalan que en Sinaloa, México 134 sustancias fueron identificadas que se utilizan continuamente en el agua de granjas acuícolas, y que el uso de fertilizantes es la sustancia más frecuente. Sin embargo, estudios para conocer la toxicidad de los fertilizantes en organismos acuáticos pocos son los realizados.

El cultivo de crustáceos en agua a baja salinidad es una alternativa de engorda y venta de este organismo de importancia comercial, el cultivo es una actividad productiva que va en aumento en muchas regiones del mundo (Boyd, *et al.*, 2002; Atwood, *et al.*, 2003; Jaime-Ceballos, *et al.*, 2012). Actualmente se lleva a cabo el cultivo a baja salinidad de camarón (*Penaeus vannamei*, sinonimia; *Litopenaeus vannamei*) en diferentes regiones del país de México, debido principalmente a la lejanía al agua de sal requerida para el cultivo de crustáceos, además debido también a la problemática que se presentan en los cultivos de camarones en agua salobre y que es principalmente la mortalidad ocasionada por presencia de microorganismos patógenos. Valenzuela-Quiñonez, *et al.* (2010) Hacen referencia que el cultivo de camarón en agua de baja salinidad constituye una alternativa productiva en zonas de alta marginación.

La composición iónica en agua necesaria para el crecimiento y desarrollo del camarón, de acuerdo a Boyd *et al.* (2002), son aniones (bicarbonato, carbonato, sulfato, cloruro) y principales cationes (calcio, magnesio, potasio y sodio). Davis *et al.* (2005) menciona que los iones clave en agua de mar para la osmoregulación son el cloruro y el sodio, además de potasio como los más importantes en la activación de la bomba Na^+/K^+ (Péqueux, 1995; Saoud *et al.*, 2003). Roy y Davis (2010) sugieren agregar K^+ y Mg^{2+} al agua para una mayor supervivencia, crecimiento y producción de *Litopenaeus vannamei* en cultivo con agua de baja salinidad. Sin embargo, no mencionan el riesgo de toxicidad que puede presentar estas sustancias en las postlarvas de camarón.

Uno de los métodos para conocer la toxicidad de alguna sustancia son las pruebas de concentración letal media (CL50), la cual refiere la concentración del compuesto tóxico que afecta al 50% de la población de la espe-

cie modelo, causando muerte, bajo condiciones de prueba en un tiempo determinado (Paredes y Avella, 2007). Por esto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la toxicidad del fertilizante comercial ultrasol® y conocer la CL50-96 horas en postlarvas (PL13) de camarón blanco *Penaeus vannamei*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las postlarvas (PL13) fueron donadas por el propietario del Laboratorio de larvas de camarón Acuacultura Integral S.A. de C.V., localizado en el municipio de San Blas, Nayarit. El total de las postlarvas permanecieron en aclimatación a las condiciones de sal (10 ups) por un período de tres días y fueron alimentadas con alimento comercial (Api camarón S.A de C.V.).

Se realizó un experimento preliminar con la finalidad de obtener la concentración menor que no ocasionara mortalidad en un tiempo de 24 h y una concentración mayor que ocasionara el porcentaje de mortalidad mayor a 80% en 96 h de exposición, las concentraciones del fertilizante utilizadas fueron 10, 100 y 200 mL.

Posteriormente para el experimento definitivo 10 postlarvas fueron tomadas al azar y colocadas por triplicado en recipientes de tres litros de capacidad, se pesaron 50 gramos del fertilizante y fueron diluidos en 400 mL de agua destilada, a partir de la solución madre se añadieron cuatro concentraciones (10, 15, 25 y 35 mL), además de un grupo control sin fertilizante. El experimento fue estático a 96 horas de exposición, al término de 96 h se registraron los datos mortalidad en cada tratamiento. Finalmente los resultados fueron procesados a través de la NOM-074-ECOL-1994 y mediante el software IBM SPSS Probit® para la determinación de la concentración letal media (CL50-96 h).

Determinación de la CL50–96 horas del fertilizante ultrasol (K+)

RESULTADOS

En función de la mortalidad observada, fue calculado el porcentaje de mortalidad y posteriormente con la Tabla 2, se obtuvo los valores probit (Finney, 1971). Una vez que se obtuvieron los valores Probit, se graficó el Log10 de las concentraciones en el eje "X" y en el eje "Y" los valores Probit. Posteriormente se realizó el ajuste de la

recta por el método de mínimos cuadrados, para lo cual se utilizó la ecuación de la recta que se describe a continuación:

$$Y=7.7551x-4.2088$$

Con esta ecuación se obtuvo el probit calculado (CP)

Tabla 1. Registro de mortalidad en el experimento de exposición a diferentes concentraciones de K⁺ y los respectivos valores Probit empíricos

Concentración mL.	Log 10 Conc. (x)	No. De organismos expuestos (N)	Mortalidad observada. (r)	Mortalidad % (P)	Probit Empírico (EP)	Probit Calculado (CP)
35	1.544	30	30	100.000	7.330	7.765
25	1.397	30	30	100.000	7.330	6.625
15	1.176	30	11	36.666	4.670	4.911
10	1.000	30	2	6.666	3.520	3.546

Tabla 2. Relación de porcentaje (%) de mortalidad/Probit empírico

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
%	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

Fuente: Finney, 1971.

Para obtener el valor de Log10 de la CL50 96h, se realiza el despeje de X de la ecuación de la recta y el valor de Y es igual a 5.

Posteriormente se aplica el antilogaritmo a X, y se obtiene el valor de la concentración letal media (CL50).

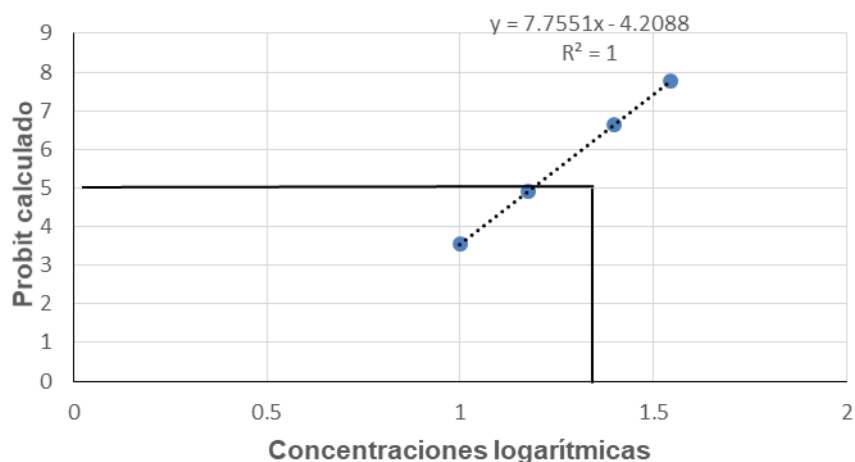


Figura 1. Representación gráfica del método Probit para obtener la CL50 de K⁺, valor de Log10 en X.

Valor de la concentración letal media (CL50).

concentración teórica de K⁺, a la cual se detecta el 50% de mortalidad en las postlarvas expuestas.

CL50= antilogaritmo 1.187

CL50-96h = 15.381 mL

Para el cálculo del error patrón (SE) se elaboró la siguiente Tabla 3, el factor ponderado (W) se obtuvo a partir de la Tabla 4.

El valor de 15.381 mililitros representa la

Tabla 3. Cálculo del error patrón log CL50

Log Conc (X)	No. De organismos (N)	Probit calculado (CP)	Factor ponderado (W)	Producto (NW)	Producto (NWX)	Producto (NWX*X)
1.544	30	7.765	0.031	0.930	1.436	2.217
1.397	30	6.625	0.238	7.140	9.975	13.934
1.167	30	4.911	0.630	18.900	22.226	26.138
1.000	30	3.546	0.269	8.070	8.070	8.070
				$\Sigma=35.040$	$\Sigma=41.707$	$\Sigma=50.359$

Tabla 4. Valores de factor ponderado (W) para el cálculo de Probit (CP)

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.01
2	0.015	0.019	0.025	0.031	0.040	0.050	0.062	0.076	0.092	0.11
3	0.131	0.154	0.180	0.208	0.238	0.269	0.302	0.336	0.370	0.40
4	0.439	0.471	0.503	0.532	0.558	0.581	0.601	0.616	0.627	0.63
5	0.637	0.634	0.627	0.616	0.601	0.581	0.558	0.532	0.503	0.47
6	0.439	0.405	0.370	0.336	0.302	0.269	0.238	0.208	0.180	0.15
7	0.131	0.110	0.092	0.076	0.062	0.050	0.040	0.031	0.025	0.01
8	0.015	0.011	0.008	0.006	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.00

Fuente: NOM-074-ECOL-1994.

La siguiente fórmula representa la determinación del error patrón de la CL50

$$SE_{Log10 LC50} = \left[S^2 \left(\frac{1}{\sum NW} + \frac{\sum NW (m-z)^2}{\sum NW (\sum NW X * X) - (\sum NW X)^2} \right) \right]^{0.5}$$

S= Rango de incremento del Log10 de la concentración (X) por unidad de incremento en el Probit Empírico (EP) y tiene la siguiente relación:

$$S = \frac{X2 - X1}{CP2 - CP1}$$

X1 y X2, son los valores más bajos y más altos respectivamente obtenidos a partir de la concentración en Log10 (X)

CP1 y CP2, son los valores más bajos y más altos respectivamente obtenidos a partir del Probit calculado (CP).

Z= Es el valor que se obtiene de dividir los siguientes productos

$$Z = \frac{NWX}{NW}$$

$$SE_{Log10 LC50} = 1.013$$

El intervalo de confianza de la CL₅₀ está dado por la siguiente relación:

$$IC = (SE \text{ Log } CL50) (\text{Ln } 10)$$

$$IC \text{ CL50} = 2.332$$

Por lo tanto,

$$CL50-96h = 15.381 \pm 2.332$$

La CL50-96 horas del fertilizante (K⁺) se encuentra en el siguiente intervalo de confianza

$$13.049 \text{ mL} < CL50-96h > 17.713 \text{ mL}.$$

La CL50 determinada con el software IBM SPSS STATISTICS fue

$$CL50-96h = 15.764 \pm 1.198$$

$$14.566 \text{ mL} < CL50-96h > 16.962 \text{ mL}.$$

DISCUSIÓN

Al suministrar concentraciones de K⁺ y Mg²⁺ se tiene un impacto positivo sobre la supervivencia y el crecimiento de las postlarvas durante el proceso de la aclimatación (Saoud *et al.*, 2003; Aruna y Felix, 2017) y es posible que se logren buenos resultados en el cultivo de camarón en agua de baja salinidad con la incorporación de K⁺ y Mg²⁺ en el alimento (Jahan *et al.*, 2018).

Además se ha identificado que el Mg^{2+} tiene una mayor influencia sobre la supervivencia de postlarvas de *L. vannamei* (Davis *et al.*, 2005). A pesar de la importancia de K^+ y Mg^{2+} , es poca la información para conocer el efecto tóxico de fertilizantes utilizados con fines de incorporación de iones durante el cultivo de crustáceos en agua de baja salinidad. En el presente trabajo la CL50-96 horas del fertilizante ultrasol® fue de 15.381mL, el cual fue tóxico para las postlarvas de *Penaeus vannamei* (PL13). Existen diversos estudios de efectos con plaguicidas en organismos acuáticos; por ejemplo Bautista (1996) determinó la CL50 de 0.078 mgL^{-1} para juveniles de *L. vannamei* expuestos al plaguicida organofosforado malatión. El diquat es un herbicida utilizado para controlar la presencia de la maleza o mala hierba en lagos y ríos, igual ha sido evaluado el efecto sobre el crustáceo *Caridina nilotica*, el reporte indica que la concentración $>2.417 \times 10^8 \text{ ng L}^{-1}$ resulta tóxica para la especie (Kevan y Pearson, 1993). El butaclor es un herbicida sistémico que ha sido evaluado para conocer la CL50 en *Cryphiops caementarius* el cual resultó tóxico en un rango de $3.18\text{-}6.25 \text{ mgL}^{-1}$ (Paredes y Anaya 2015). Por otro lado, el sulfato de cobre también se ha aplicado al agua de los estanques de granjas de camarón para combatir y disminuir la presencia de microalgas y de mejillones, la toxicidad ha sido evaluada en *Macrobrachium lamarrei* y *Macrobrachium dayanum*, la CL50-96 horas determinadas fueron de 0.304 y 0.418 mgL^{-1} respectivamente (Lodhi *et al.*, 2006). En lo que respecta al uso de fertilizantes existe poca información sobre qué tan tóxico puede llegar a ser para postlarvas de *Penaeus vannamei*. El potasio es de importancia para procesos de muda del camarón, sin embargo, puede llegar a ser tóxico como también lo demuestran Pillard *et al.* (2002), hallazgos de sus resultados coincide con el presente trabajo, ellos mencionan que el K^+ causó mayor mortalidad que Mg^{2+} en el camarón *Americamysis bahia*, al igual que nuestros resultados demuestran mortalidad en postlarvas de *P. vannamei* por la presencia del fertilizante ultrasol®.

Los iones (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- , y SO_4^{2-}) se encuentran presentes como sólidos disueltos totales en efluentes descargados a los ambientes mari-

nos en diferente proporción al agua de mar, mientras algunos organismos marinos son tolerantes a la fluctuaciones de iones, a otros organismos sensibles les puede ocasionar efectos tóxicos que pueden afectar la supervivencia y ocasionar efectos o diferentes respuestas en ellos aún a concentraciones subletales (Pillard *et al.*, 2002). Los bioensayos de toxicidad han sido una herramienta importante para conocer el efecto tóxico de una sustancia, por lo tanto, es necesario conocer la toxicidad y en este caso del fertilizante (K^+) para obtener la CL50 antes de ser utilizado en el cultivo de crustáceos en agua de pozo o de baja salinidad, esto con la finalidad de aplicar la dosis necesaria y no provocar mortalidad a las postlarvas sembradas en los estanques. Hay reportes de modelos predictivos para conocer la toxicidad de los principales iones (K^+ , Mg^{2+}), ya que a pesar de que son necesarios en los crustáceos para funciones importantes como crecimiento, supervivencia y osmorregulación pueden llegar ser tóxicos (Mantel y Farmer, 1983; Pequeux, 1995).

CONCLUSIÓN

El efecto del fertilizante ultrasol® a base de potasio (K^+) en diferente concentración ocasiona mortalidad en las postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*), La CL50-96h determinada por la Norma Oficial Mexicana 074-ECOL-1994 y mediante el software IBM SPSS STATISTICS 24, difirieron con 0.383mL. El fertilizante en agua de baja salinidad debe utilizarse aproximadamente 100 veces menos que el valor de la CL50-96h determinada en el presente trabajo.

Nota aclaratoria: La NOM-074-ECOL-1994, establece que el error patrón y el Ln, deben de multiplicarse por el valor de la CL₅₀. Sin embargo, al multiplicarse se obtiene un valor muy elevado que no corresponde a un intervalo de confianza. Por tal motivo, en este artículo sólo se multiplico el error patrón y el Ln. Posteriormente se corroboró mediante estimas insesgadas y eficientes y se obtuvo un intervalo con 95 % de confiabilidad igual a $13.558 < CL_{50-96h} > 17.203$, el cual fue similar al que se obtuvo mediante la NOM-074-ECOL-1994.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento del proyecto fue con recursos provenientes del impuesto especial destinado a la UAN 2018 y con recurso del proyecto PRODEP: FPRODEP-38/Rev-04 SEP-23-005.-UAN-EXB277.

REFERENCIAS

- Aruna, S., Felix, S. (2017). The effect of ionic concentration of low saline waters on growth characteristics of *Penaeus vannamei*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 5 (3): 73-76.
- Atwood, H.L., Young, S.P., Tomaso, J.R., Browdy, C.L. (2003). Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low salinity and mixed-salt environments. Journal of the World Aquaculture Society. 34 (4): 518-523.
- Bautista-Covarrubias, J.C. (1996). Estudio preliminar de la toxicidad aguda del malatión sobre camarón blanco *Penaeus vannamei*. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México. 51 pp.
- Boyd, C.E., Thunjai, T., Boonyaratpalin, M. (2002). Sales disueltas en agua de cultivo de camarón en tierras continentales y baja salinidad. Boletín Nicovita. 7 (1): 1-14.
- Davis, D.A., Allen, Boyd, C.E., Rouse, D.B., Saoud, I.P. (2005). Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in inland low salinity well waters in West Alabama. Journal of the World Aquaculture Society. 36 (3): 416-418.
- Finney, D.J. (1971). Probit analysis. 3rd ed. Cambridge University. Press, New York, 668 p.
- Graslund, S., Holmstrom, K., Wahlstrom, A. (2003). A field survey of chemicals and biological products used in shrimp farming. Marine Pollution Bulletin. 46, 81-90.
- Jahan, I., Reddy, A.K., Sudhagar, S.A., Harikrishna, V., Singh, S., Varghese, T., Srivastava, P.P. (2018). The effect of fortification of potassium and magnesium in the diet and culture water on growth, survival and osmoregulation of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* reared in inland ground saline water. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 18: 1235-1243.
- Jaime-Ceballos, B., Cabrera-Machado, J.E., Vega-Villasante, F. (2012). Cultivo tierra adentro de camarón marino *Litopenaeus vannamei*: evaluación del agua de dos granjas acuícolas en Cuba (Evaluation of two sources of water supply for inland low salinity culture of *Litopenaeus vannamei* in Cuba). REDVET Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 13, N° 6.
- Kevan, S.D., Pearson, R.G. (1993). Toxicity of diquat pulse exposure to tropical fresh water shrimp (*caridina niloticus* Atyidae). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 51: 564-567.
- Lodhi, H.S., Khan, M.A., Verma, R.S., Sharma, U.D. (2006). Acute toxicity of copper sulphate to fresh water prawns. Journal of Environmental Biology. 27(3): 585-588.
- Lyle-Fritch, L.P., Romero-Beltrán, E., Páez-Osuna, F. (2006). A survey on use of the chemical and biological products for shrimp farming in Sinaloa (NW Mexico). Aquacultural Engineering. 35 (2): 135-146.
- Mantel, L.H., Farmer, L.L. (1983). Osmotic and ionic regulation. En: (Ed. by L.H. Mantel) the Biology of Crustacea, vol. 5, Internal Anatomy and Physiological Regulation 1983; pp. 54-162. Academic Press, New York, NY.
- NOM-074-ECOL-1994 (1994). Proyecto de norma oficial mexicana, que establece el método de prueba de toxicidad aguda con *Daphnia magna* Straus (Crustacea-cladocera). Comité consultivo Nacional de Normalización para la Protección al Ambiente. 21 pp.
- Paredes, A.J.B., Avella, A.P.R. (2007). Determinación de la concentración letal media (CL50-48h) del mercurio por medio de bioensayos de toxicidad acuática sobre *Daphnia pulex*. Tesis de grado. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá Colombia. 157 p.
- Paredes, C., Anaya, R. (2015). Efecto agudo del oxiclورو de cobre y del butaclor sobre el "camarón de río" *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782). Ecología Aplicada. 14(1): 71-74.
- Péqueux, A. (1995). Osmotic regulation in crustaceans. Journal of Crustacean Biology. 15: 1-60.

- Pillard, D.A.,*† Dufresne, D.L., † Mickley, M.C. (2002). Development and validation of models predicting the toxicity of major seawater ions to the mysid shrimp, *Americamysis bahia*. Environmental Toxicology and Chemistry 21 (10): 2131-2137.
- Roy, L., Davis, A. (2010). Requirements for the culture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters: water modification and nutritional strategies for improving production. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M.G., Villarreal-Cavazos, D. A., Gamboa-Delgado, J. (Eds), Avances en Nutrición Acuícola X - Memorias del Décimo Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, 8-10 de Noviembre, San Nicolás de los Garza, N. L., México. ISBN 978-607-433-546-0. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 61-78 pp.
- Saoud, I.P., Davis, D.A., Rouse, D.B. (2003). Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Aquaculture. 217: 373-383.
- Valenzuela-Quñonez, W., Rodríguez-Quiroz, G., Esparza-Leal, H.M. (2010). Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. Ra Ximhai 6 (1): 1-8.



Regresión multilineal y química de alimentos

Multilinear Regression and Food Chemistry

José Trinidad Ulloa Ibarra¹, José Trinidad Nieto Navarro¹,
María Inés Ortega Arcga¹, Juan Felipe Flores Robles¹, Nidia D. Uribe Olivares

1 Universidad Autónoma de Nayarit
2. CBETIS 100

Recibido: 30 de septiembre de 2019
Aceptado: 12 de noviembre de 2019

Resumen.

Continuando con el estudio de los trabajos de modelación que realizan los miembros de la comunidad de profesionales de la pesca, se aborda en este caso, la modelación multilineal para situaciones de la química de alimentos y cuyo fin es mostrar que las herramientas matemáticas nos permiten establecer modelos matemáticos que relacionan diferentes componentes químicos con una aproximación aceptable y que nos permite inferir la cantidad de componentes con base en las determinaciones proximales de bajo costo y tiempo, lo que redundará en un ahorro económico y de tiempo que en el caso de los productos perecederos es algo de gran importancia. Seguimos tomando como sustento teórico a la socioepistemología que analiza el fenómeno educativo considerando el medio en el que se realiza el mismo, por ello sostenemos que realizamos un estudio en una comunidad cuyos resultados al ser transferidos al aula benefician los dos polos en los que se interactúa.

Palabras clave: Regresión multilineal, análisis proximales, alimentos, grasa

Abstract

Continuing with the study of modeling work carried out by members of the community of fisheries professionals, in this case, multilinear modeling for situations of food chemistry is addressed and whose purpose is to show that mathematical

tools allow us to establish mathematical models that relate different chemical components with an acceptable approximation and that allow us to infer the quantity of components based on the proximal determinations of low cost and time, which results in an economic and time saving than in the case of perishable products. It is something of great importance. We continue to take the socio-epistemology that analyzes the educational phenomenon as a theoretical support considering the environment in which it is carried out, so we maintain that we carry out a study in a community whose results when being transferred to the classroom benefit the two poles in which it interacts.

Key words: Multilinear regression, proximal tests, food, fat.

Introducción.

Las ciencias son un conjunto de conocimientos adquiridos por la humanidad, una necesidad del ser humano para su progreso y desarrollo, son un acto creativo del individuo. La gran mayoría de estas ciencias están relacionadas con la ciencia lenguaje del universo: la matemática. Ésta les ha aportado criticidad y les ha permitido el desarrollo de grandes teorías y aplicaciones; basta estudiar alguna de ellas en particular para ver su huella plasmada en el fantástico concierto de sus teorías, que da muestra del profundo poder de creación que tiene la figura más compleja del universo: el hombre (Rodríguez, 2011).

En todas las ciencias está presente la matemática y por tanto puede y debería usarse la relación matemática-ciencias como recurso didáctico en cualquier nivel educativo, es en este sentido en que cobra relevancia la propuesta socioepistemológica ya que se debe ofrecer al estudiante un acercamiento a otras ciencias desde la matemática y viceversa, percibiendo que todos los campos del saber están relacionados de alguna manera; mostrar la profunda transdisciplinariedad de las ciencias, enseñar matemática como si estuviesen aisladas es una distorsión del conocimiento.

Convendría enseñar Matemática yendo más allá de las propias Matemática: considerando sus relaciones y buscando su sintonía con las corrientes principales del pensamiento. Esta nueva actitud motivaría a los estudiantes, crearía nuevas aplicaciones y abriría nuevas vías de debate (Gómez, 2002).

El conocimiento no está aislado, sino que se encuentra intrínsecamente relacionado en sus diferentes componentes por lo que sus partes deben ser contextualizadas en el marco de determinado problema concreto que desafíe al sujeto y que le permita retomar un aprendizaje significativo. Se trata de un aprendizaje que, para el logro de su objetivo en cuanto a resolución de un problema, requiere en su aplicación del tránsito desde el problema de realidad que se pretende resolver, al reconocimiento y fortalecimiento de las categorías lógicas-matemáticas que involucra dicha resolución.

A diferencia de lo que ocurre en el contexto escolar, en los contextos laborales -o de la vida cotidiana- se presentan situaciones problemáticas menos estructuradas y más difusas respecto de las variables que deben seleccionarse para un correcto planteo y eficaz resolución. Estos últimos contextos requieren por parte de los adultos -sus protagonistas- el desarrollo o fortalecimiento de habilidades que permitan:

- Buscar, analizar y seleccionar datos disponibles o inferidos.
- Organizar los datos como información.
- Formular hipótesis que permitan traducir al lenguaje matemático el problema presentado.
- Diseñar variables que contribuyan a explicar el fenómeno o el problema presentado.
- Establecer razonamientos y relaciones que hagan posible plantear o diagnosticar el problema.
- Establecer relaciones matemáticas que permitan orientar la decisión sobre la mejor forma de resolver el problema.
- Verificar sobre la situación problemática real si la solución matemática es aceptable.

Las personas interactúan con el mundo coti-

diano mediante el uso de lenguajes que permiten el desarrollo de determinadas capacidades. En particular, el lenguaje matemático, a diferencia de otros, posibilita el desarrollo y fortalecimiento de las siguientes capacidades:

- Pensar y razonar. Incluye plantear formas de identificar, discriminar, diferenciar, cuantificar, buscar, entender y manipular el rango y los límites de ciertos conceptos matemáticos.
- Argumentar. Incluye establecer y/o evaluar cadenas de argumentos lógico-matemáticos de diferentes tipos; desarrollar procedimientos intuitivos, y construir y expresar argumentos matemáticos.
- Comunicar. Involucra la habilidad de expresarse, tanto en forma oral como escrita, sobre asuntos con contenido matemático. Implica también entender las aseveraciones orales y escritas expresadas por otros sobre los mismos temas.
- **Modelar.** Traduce la "realidad" -o la situación problemática identificada- a un modelo matemático, el cual deberá ser validado a través del análisis y la crítica de este y de sus resultados, estableciendo un monitoreo y control del proceso de modelado. El modelo y sus resultados deberán ser comunicables y permitir el señalamiento de sus limitaciones y restricciones.
- Plantear y resolver problemas. Comprende las habilidades de formular y definir diferentes clases de problemas matemáticos, y de resolverlos mediante el uso de diversos métodos, estrategias y algoritmos.
- Representar. Incluye la habilidad de codificar y decodificar, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones de objetos y situaciones matemáticas. Esta habilidad contempla la elección entre las diferentes formas de representación y sus interrelaciones de acuerdo con la situación y el propósito particular.
- Utilizar lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas. Comprende la habilidad de decodificar e interpretar lenguaje formal y simbólico, y entender su relación con el lenguaje coloquial; traducir desde el lenguaje

al lenguaje simbólico/formal; manipular proposiciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; realizar cálculos, utilizar variables y resolver ecuaciones.

- Utilizar ayudas y herramientas. Involucra la habilidad de conocer y ser capaz de utilizar diversas ayudas y herramientas, incluidas las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Química y Matemáticas

La relación química - matemáticas es tan antigua como la humanidad, los alquimistas usaron las matemáticas solo con propósitos mágicos; parece que nunca desarrollaron modelos matemáticos para explicar fenómenos químicos. Las únicas herramientas matemáticas usadas por los alquimistas fueron de tipo aritmético y geométrico, únicos campos de las matemáticas bien desarrollados en aquellos tiempos.

El primer intento de "matematizar" la química se debe a Alexander Crum Brown (1838 -1922) un químico orgánico escocés, subestimado en la historia de la química. En un artículo (¡de 19 líneas!), representaba: compuestos químicos 'operandos' y los procesos químicos 'operadores'. Arthur Cayley (1821-1895) desarrolló las matrices que más tarde han resultado esenciales para el progreso de la química cuántica y la química matemática. Heisenberg redescubrió las matrices cuando desarrollo la mecánica de matrices. De los 342 artículos publicados por James Sylvester (1814-1897) solo dos están dedicados a la química (1878) y son fundamentales en química matemática ('química algebraica'). En un artículo en Nature introdujo el término chemigraph (graph = grafo) para la notación gráfica química.

La matematización de la Química servirá para:

- Establecer las bases teóricas (fundamentales).
- Interpretar más fácilmente los resultados.
- Aumentar el poder de predicción.

La Química matemática es el área científica que se encarga de las aplicaciones de las matemáticas en la química. Se trata de usar instrumentos matemáticos que ayuden a Química Matemática: Se trata de usar instrumentos matemáticos que ayuden a modelizar los procesos químicos y no se debe confundir con la química computacional

Uno de los objetivos del presenta trabajo es analizar los resultados de composición de especies marinas a la luz de las herramientas matemáticas que se requieren, así como proponer alternativas para realizar interpretaciones y predicciones dejando como última opción el uso de software especializado ya que consideramos que en el campo laboral éste no está siempre presente.

Antecedentes

La investigación tiene diversos antecedentes, los principales antecedentes son los trabajos acerca de la modelación como práctica social y las prácticas de análisis de los resultados de la composición de las especies, el primero desarrollado en diferentes centros de investigación y docencia y los segundos referidos a los trabajos realizados en la Unidad Académica Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Uno de los aspectos fundamentales de esta línea de investigación consiste en situar el estudio de las prácticas de modelación en una comunidad, en un lugar y en un tiempo.

Sobre la modelación aplicada a relacionar los principales componentes de las especies marina, resaltamos los trabajos realizados por Nieto, 2006 y los trabajos posteriores de tesis en la licenciatura, tales como el desarrollado por Munguía en 2004, Hermosillo y Caamal, 2005; se tiene registros de los trabajos de Ramos, 2009 y de Mónico, 2010. En todos ellos, el análisis matemático para relacionar los componentes se basó en la utilización de software tal como SPSS, Sigma Stat y Excel con lo que se determinaron los gráficos y la correlación entre dos o más componentes químicos

Justificación

La principal técnica de determinación del tiempo de vida útil que se ha utilizado es el estudio de vida de anaquel, la cual es costosa, puesto que se deben realizar pruebas de calidad en un periodo de tiempo prolongado. Actualmente la determinación se realiza por medio de pruebas aceleradas que permiten, mediante modelación matemática establecer con exactitud la fecha de vencimiento del alimento evaluado.

Recientemente la empresa Kraft se ha centrado en el desarrollo de una tecnología de análisis/rastreo que utiliza las matemáticas para identificar nuevos compuestos con efectos específicos sobre la salud. Kraft, en colaboración con Medisyn Technologies, aclara que con este estudio esperan poder acortar el tiempo y los costes derivados de la investigación y el desarrollo de los ingredientes funcionales. La empresa ha utilizado esta tecnología para escanear y registrar cientos de miles de compuestos para encontrar los modelos que se adapten a cada tipo de actividad biológica deseada.

Este método es, en su esencia, el opuesto a la forma tradicional de encontrar este tipo de ingredientes activos. En lugar de desarrollar propiedades a través de compuestos ya conocidos, se establece primeramente un modelo matemático que responde a una propiedad o actividad específica concreta, y luego se aplica este modelo a las bases de datos creadas con los miles de compuestos para tratar de encontrar uno que se acople a dicho modelo. De esta forma se consigue relacionar una propiedad previamente establecida (definida por un modelo matemático), con un compuesto específico, almacenado en la base de datos.

El uso de las tablas de composición química de los alimentos es muy amplio. A nivel nacional, permiten evaluar la adecuación de la disponibilidad nacional de alimentos con res-

pecto a las necesidades nutricionales de la población, en términos de nutrientes, permitiendo además identificar eventuales deficiencias en dicha disponibilidad FAO 1992.

Estamos en cierto sentido en el terreno de la Química matemática que es el área científica que se encarga de las aplicaciones de las matemáticas en la química. Se trata de usar instrumentos matemáticos que ayuden a modelar los procesos químicos y no se debe confundir con la química computacional. La matematización de la Química servirá para: Establecer las bases teóricas (fundamentales); Interpretar más fácilmente los resultados; Aumentar el poder de predicción. Esto último por medio de la modelación

Metodología

Una extensión útil en la regresión lineal es el caso en el que la variable dependiente (y) es una función lineal de dos o más variables independientes (x_1, x_2, x_3, \dots) de la forma:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Esta ecuación es útil particularmente cuando se ajustan datos experimentales como es el caso de la composición química de alimentos en donde la variable que se está analizando es función de otras dos o más variables.

En el caso bidimensional:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

La representación de la regresión ya no es una línea recta ni una curva, sino un plano en el espacio, lo cual dificulta en cierto grado su representación, sin embargo, es posible utilizar el método de mínimos cuadrados para encontrar los coeficientes a_0, a_1 y a_2 de con base en el procedimiento que se describe.

Se debe obtener la suma de los cuadrados de las diferencias o errores

$$Sr = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1x_1 - a_2x_2)^2$$

Derivando con respecto a cada uno de los coeficientes se tiene.

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_0} - 2 \sum (y_i - a_0 - a_1x_1 - a_2x_2) = 0$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_1} - 2 \sum x_1(y_i - a_0 - a_1x_1 - a_2x_2) = 0$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a_2} - 2 \sum x_2(y_i - a_0 - a_1x_1 - a_2x_2) = 0$$

Los coeficientes que generan la suma mínima de los cuadrados se obtienen al igualar a cero las derivadas parciales y se genera el sistema de ecuaciones:

$$\sum y_i = na_0 + \sum x_{1i}a_1 + \sum x_{2i}a_2$$

$$\sum x_{1i}y_i = \sum x_{1i}a_0 - \sum x_{1i}^2 a_1 + \sum x_{1i}x_{2i}a_2$$

$$\sum x_{2i}y_i = \sum x_{2i}a_0 + \sum x_{1i}x_{2i}a_1 + \sum x_{2i}^2 a_2$$

Las expresiones anteriores se pueden escribir en la forma matricial

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_{1i} & \sum x_{2i} \\ \sum x_{1i} & \sum x_{1i}^2 & \sum x_{1i}x_{2i} \\ \sum x_{2i} & \sum x_{1i}x_{2i} & \sum x_{2i}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_{1i}y_i \\ \sum x_{2i}y_i \end{bmatrix}$$

El coeficiente de correlación se calcula me-

diante la ecuación

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

Resultados

Utilizando los datos observados por Munguía (2004) para la sierra *Scomberomorus sierra*

MES	HUMEDAD g/100g	CENI- ZAS g/100g	E. ETÉ- REO g/100g
Enero	72.35	1.39	7.43
Febrero	72.36	1.29	7.18
Marzo	68.51	1.48	9.39
Abril	73.05	1.37	7.36
Mayo	72.06	1.48	7.77
Junio	74.04	1.47	8.83
Julio	73.80	1.30	7.00
Agosto	72.71	1.27	8.35
Septie	74.88	1.53	7.27
Octubre	72.80	1.59	8.71
Noviem	67.93	1.20	10.88
Diciemb	69.38	1.51	10.56

El modelo tiene la forma de la ecuación

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

El sistema que se debe plantear es

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_{1i} & \sum x_{2i} \\ \sum x_{1i} & \sum x_{1i}^2 & \sum x_{1i}x_{2i} \\ \sum x_{2i} & \sum x_{1i}x_{2i} & \sum x_{2i}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_{1i}y_i \\ \sum x_{2i}y_i \end{bmatrix}$$

En consecuencia, se debe construir una tabla como la siguiente:

	yi	x1i	x2i	x1i * x2i	xi1^2	x2i^2	x1i*yi	x2i*yi
	7.43	72.35	1.39	100.5665	5234.5225	1.9321	537.5605	10.3277
	7.18	72.36	1.29	93.3444	5235.9696	1.6641	519.5448	9.2622
	9.39	68.51	1.48	101.3948	4693.6201	2.1904	643.3089	13.8972
	7.36	73.05	1.37	100.0785	5336.3025	1.8769	537.648	10.0832
	7.77	72.06	1.48	106.6488	5192.6436	2.1904	559.9062	11.4996
	8.83	74.04	1.47	108.8388	5481.9216	2.1609	653.7732	12.9801
	7	73.8	1.3	95.94	5446.44	1.69	516.6	9.1
	8.35	72.71	1.27	92.3417	5286.7441	1.6129	607.1285	10.6045
	7.27	74.88	1.53	114.5664	5607.0144	2.3409	544.3776	11.1231
	8.71	72.8	1.59	115.752	5299.84	2.5281	634.088	13.8489
	10.88	67.93	1.2	81.516	4614.4849	1.44	739.0784	13.056
	10.56	69.38	1.51	104.7638	4813.5844	2.2801	732.6528	15.9456
Σ =	100.73	863.87	16.88	1215.7517	62243.0877	23.9068	7225.6669	141.7281
Prom =	8.3941666 = 67							

Lo que se representa como

$$\begin{bmatrix} 12 & 863.87 & 16.88 \\ 863.87 & 62243.09 & 1215.7517 \\ 16.88 & 1215.7517 & 23.9068 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100.73 \\ 7225.6669 \\ 141.7281 \end{bmatrix}$$

$$r = \sqrt{\frac{19.22389167 - 6.35200144}{19.22389167}} = 0.82119851$$

Coefficiente de correlación múltiple = 0.82198151

Resolviendo se tiene:

$$a_0 = 41.6483074$$

$$a_1 = -0.5007406$$

$$a_2 = 1.98608596$$

El modelo es: $y = 41.6483074 - 0.5007406x_1 + 1.98608596x_2$

Es decir:

$$Grasa = 41.6483074 - 0.5007406 * Humedad + 1.98608596 * Ceniza$$

El cálculo del coeficiente de correlación nos da:

$r = 0.82198151$ el cual indica que es un valor medianamente aceptable por su cercanía a 1.0.

Utilizando la calculadora TI - Nspire CX, el modelo que se obtiene se muestra en la siguiente figura.

$$y = 41.6483 - 0.5007406x_1 - 1.98609x_2$$

Es decir:

$$Grasa = 41.6483 - 0.5007406 * Humedad + 1.986096 * Ceniza$$

Con un coeficiente de correlación $r = 0.821982$

The following table represents the data entered in the spreadsheet:

	A	B	C	D
1	7.43	72.35	1.39	
2	7.18	72.36	1.29	
3	9.39	68.51	1.48	
4	7.36	73.05	1.37	
5	7.77	72.06	1.48	

The regression results shown in the final screenshot are as follows:

	B	C	D	E
1:	72.35	1.39	Título	Regresió...
2:	72.36	1.29	RegEqn	$b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2$
3:	68.51	1.48	b0	41.6483
4:	73.05	1.37	b1	-0.500741
5:	72.06	1.48	b2	1.98609

.Discusión

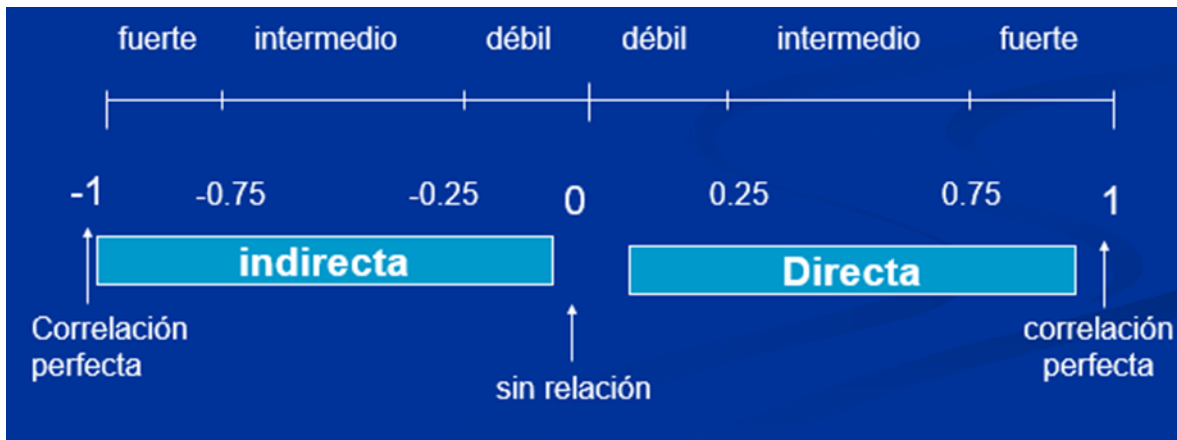
Puede establecerse que el modelo obtenido por cualquiera de los dos procedimientos es igual por lo que el método de obtención puede ser el que sea mejor comprendido por quien lo está proponiendo y esto dependerá de las herramientas de que disponga, ya que en nuestro caso la utilización de la calculadora es un procedimiento común, para este y otro tipo de modelos.

El modelo de regresión múltiple de predicción de grasa (extracto etéreo) muestra un

comportamiento cercano a los resultados de los análisis, por lo que su utilización debe ser con fines de tener un aproximado, por lo que si se considera un factor de corrección el modelo se ajusta más a los valores reales.

No obstante, y de tomando como base la definición de Coeficiente de Correlación:

El valor de r denota la fuerza de la asociación como se ilustra en el siguiente diagrama.



La valoración y uso de los modelos es responsabilidad de quien los utilice (Ulloa, Nieto, Ortega, Flores y Arrieta, 2019).

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos se encuentra que es posible realizar predicciones acerca del contenido de grasa basándose para ello en la determinación de la humedad y la ceniza, pero es necesario considerar lo expuesto por Munguía, 2004, en el sentido de que la composición química de los peces está influenciada por la alimentación, la temporada del año, y otros factores del hábitat propio de la especie en cuestión.

Este ejercicio del establecimiento de modelos multilineales que es propio de la comunidad en estudio en donde la matemática y el uso de herramientas tecnológicas, tales como calculadora o software son de gran importancia para poder llegar a una buena aproximación y por lo tanto contar con una base para realizar predicciones que permitan ahorro de dinero y de tiempo.

Para este fin, un análisis de múltiples variables permite, en un primer estadio reconocer los valores de aproximación en un modelo general, pero a su vez con estos datos modificar las condiciones del proceso para recoger resultantes distintos y llegar a un consumo óptimo de recursos (Ulloa, et al. 2019).

Referencias Bibliográficas

- Arrieta, J.; Díaz, L. (2014). Una perspectiva de la modelación desde la Socioepistemología. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (2015) 18 (1): 19-48
- FAO. (1992). AGROSTAT. Hojas de balance de alimentos
- Gómez, J. (2002). De la enseñanza al aprendizaje de las matemática. Barcelona: Paidós.
- Hermosillo, M.; Caamal, J. (2005). Composición química proximal en la almadraba durante el periodo febrero 2002 - 2003 en la Bahía de Matanchén. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Mónico, L. (2010). Modelos matemáticos asociados a los análisis proximales del *Centropomus robalito* (Constantino) en San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Munguía, J. (2004). Análisis químico proximal de *Scomberomorus sierra* durante el periodo de Enero a Diciembre de 2003 en San Blas Nayarit. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit
- Nieto, J. (2006). Análisis proximal de peces comerciales de la región de San Blas Nayarit. Tesis de Maestría no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit - Universidad de Guadalajara, México
- Ramos, D. (2009). Modelos matemáticos asociados a la composición proximal de *Orthopristis Chalceus* (Burrito) y *Cynoscion Parvipinnis* (Corvina). Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Rodríguez, M. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. Números revista didáctica de las Matemáticas. Vol. 77, pp. 35 - 49.
- Ulloa, J.; Nieto, J.; Ortega, M.; Robles, F.; Arrieta, J. (2019). Regresión multilineal como apoyo a los análisis proximales. Acta Pesquera Volumen 5, No. 9. Universidad Autónoma de Nayarit



“Instalación y monitoreo de arrecifes artificiales en la zona marina adyacente al Parque Nacional Isla Isabel”

“Installation and monitoring of artificial reefs in the marine area adjacent to Isla Isabel National Park”

Armando Calderón Rodríguez, Gonzalo Pérez Lozano, Jorge Antonio Castrejón Pineda, Cayetano Robles Carrillo, Melissa Palma Cruz
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
Parque Nacional Isla Isabel

Recibido: 21 de octubre de 2019
Aceptado: 10 de diciembre de 2019

RESUMEN

Entre diciembre de 2014 y enero de 2015, los pescadores autorizados para realizar actividades pesqueras en el Parque Nacional Isla Isabel (PNII) en colaboración con la dirección de esta área natural protegida

federal llevaron a cabo la colocación de estructuras de concreto en dos sitios de la zona marina adyacente al PNII para formar arrecifes artificiales buscando disminuir la presión antrópica en los arrecifes coralinos naturales por actividades como pesca y buceo recreativo; y además, generar más hábitat disponible en sitios arenosos para favorecer el refugio y reclutamiento de peces comerciales y de arrecife. Se colocaron 72 estructuras de concreto en dos sitios (36 por sitio) y se monitoreo la sucesión ecológica en solo uno de estos en tres ocasiones (al mes de instalación, a los 12 meses y por último a los 20 meses). Los resultados se presentaron como se esperaba, o incluso mejor, ya que se observó al pez lija (*Aluterus scriptus*) y a la cabrilla piedrera y (*Epinephelus labriformis*) buscar refugio en las estructuras en el mismo instante que estas se depositaron en el fondo arenoso.



Al mes de instalación se observó que ya había recubrimiento considerable de productores primarios y algunos hidrozooos sobre las estructuras, dando lugar a la llegada de una variada ictiofauna tanto de arrecife (8 especies) como comercial (3 especies). Después de un año se registró que las estructuras semiesféricas estaban prácticamente cubiertas de productores primarios (destacando los géneros de macroalgas *Caulerpa* y *Dyctiota*) e hidrozooos. Además, se observaron algunos invertebrados como la madre perla (*Pinctada mazatlanica*) y el erizo coronado (*Centrostephanus coronatus*). Las especies de peces registradas aumentaron a 18 (13 de arrecife y 5 comerciales). A los 20 meses las estructuras se observaron cubiertas totalmente por una densa capa de macroalgas principalmente *Caulerpa* sp. y se registraron sobre las estructuras dos especies de moluscos que no se habían observado (una ostra y un caracol). Las especies de peces registradas aumentaron a 21 (18 de arrecife y 3 comerciales), muchas de estas en etapa juvenil aunque también se observaron depredadores como la barracuda (*Sphyræna qenie*). Todo esto, sin duda beneficia al sector pesquero artesanal y a los prestadores de servicios turísticos al disponer de otro lugar atractivo para los buzos, generándose beneficios sociales, económicos (de influencia local) y ambientales; mientras que los impactos físicos y biológicos negativos se presentan exclusivamente en la etapa de instalación de las estructuras con un efecto en la suspensión de sedimentos limitado y reversible.

ABSTRACT

Between december 2014 and january 2015, fishermen authorized to carry out fishing activities in Isabel Island National Park (PNII) in collaboration with the management of this federal protected natural area carried out the placement of concrete structures at two sites in the marine area adjacent to PNII to form artificial reefs, seeking to reduce the

anthropogenic pressure on natural coral reefs by activities such as fishing and recreational diving, and generate more available habitat in sandy sites to encourage the refuge and recruitment of commercial and reef fish. Seventy-two concrete structures were placed in two sites (36 per site) and ecological succession was monitored at one of the sites three times: at the month of installation, at 12 months and finally at 20 months. The results were as expected or better, since the scribbled leatherjacket filefish (*Aluterus scriptus*) and the starry grouper (*Epinephelus labriformis*) were observed to seek refuge in the structures at the time of installation. In the first month of installation it was observed that there was already considerable coverage of primary producers and some hydrozoans on the structures, resulting in the arrival of varied ichthyofauna of both reef (8) and commercial (3) species. After a year it was recorded that the hemispherical structures were practically covered by primary producers (in particular macroalgae of genera *Caulerpa* and *Dyctiota*) and hydrozoans. In addition, some invertebrates such as the Mazatlan pearl oyster (*Pinctada mazatlanica*) and the crowned sea urchin (*Centrostephanus coronatus*) were observed. Registered fish species diversity increased to 18 (13 reef and 5 commercial). At 20 months the structures were observed completely covered by a dense layer of macroalgae mainly *Caulerpa* sp. and two species of mollusks that had not been observed (an oyster and a snail) were recorded on the structures. Registered fish species increased to 21 (18 reef and 3 commercial), many of them in juvenile stage although predators such as barracuda (*Sphyræna qenie*) were also observed. All this undoubtedly benefits the artisanal fishing sector and tourism service providers by offering another attractive place for divers, generating social, economic (local) and environmental benefits; while negative physical and biological impacts occur exclusively at the stage of installation of structures with a limited and reversible effect on sediment suspension.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el calentamiento de los océanos (y a nivel regional-local el fenómeno de “El Niño”), el creciente número e intensidad de las tormentas y ciclones tropicales, las redes de pesca furtiva, y los visitantes que practican buceo SCUBA y otras actividades acuáticas, constituyen factores de alta presión sobre los arrecifes de coral los cuales son uno de los ecosistemas más diversos y también más vulnerables del planeta. Los arrecifes coralinos adyacentes al Parque Nacional isla Isabel (PNII) se han visto afectados por algunos de estos factores, pero principalmente por las masas de agua cálida que llegan al área en años “niño”.

En 2010, el grupo de pescadores autorizados para llegar al Parque Nacional isla Isabel y realizar sus prácticas de pesca en aguas adyacentes decidió implementar un proyecto que favoreciera la restauración de los corales de la isla, y como consecuencia la recuperación de las poblaciones de peces comerciales de los cuales dependen para obtener sus ingresos económicos. En 2011 solicitaron apoyo a la dirección del PNII para realizar un proyecto de mejoramiento del fondo marino empleando arrecifes artificiales hechos de cemento, arena y grava (concreto). La dirección de PNII los apoyo a través del programa de subsidio llamado PROCODES (Programa de

Conservación para el Desarrollo Sostenible) que se implementa en muchas áreas protegidas administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). El objetivo era llevarlo a cabo en las aguas adyacentes a la isla Isabel en zonas donde se tiene el potencial para reclutar nuevos corales pero no hay sustratos duros a donde puedan fijarse las larvas para desarrollar nuevas colonias. Además, las estructuras una vez colocadas proporcionarían de manera inmediata refugio para peces juveniles y con el paso del tiempo también alimento ya que los productores primarios y diferentes organismos sésiles no tardan en adherirse a los arrecifes artificiales, mejorando las condiciones de fondo marino. Este proyecto resulto apoyado por la CONANP con un monto de 85,000.00 (ochenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).

El proyecto tuvo como fin construir y colocar en el fondo marino 120 estructuras semiesféricas parecidas a un “Volcán” de diseño propio de los guardaparques del PNII (Fig. 1). La profundidad de colocación osciló entre los 10 y 20 metros en sitios principalmente arenosos con la finalidad de crear un arrecife artificial y hábitat para favorecer el reclutamiento y refugio para peces; y sustrato para especies marinas productoras primarias, reclutadoras de especies secundarias, como crustáceos, moluscos y peces (Bohnsack, 1989).



Fig. 1. Estructura semiesférica de concreto.

En junio de 2014 el arrecife coralino de isla Isabel presentó señales de estrés o “blanqueamiento” en la parte somera por las altas temperaturas en el agua (≈ 32 °C), y posteriormente (meses después) murió un gran porcentaje de las colonias del género *Pocillopora* (Fig. 2), el principal formador del arrecife a baja

profundidad (observación personal). En las áreas afectadas las estructuras de carbonatos de calcio muertas siguen brindando refugio y protección a pequeños organismos y peces juveniles, pero ya no proporcionan todos los servicios ambientales que ofrecen los corales vivos.



Fig. 2. Coral del género *Pocillopora* parcialmente muerto y con signos de estrés (blanqueamiento).

Frente a un panorama como este, el proyecto de instalación de arrecifes artificiales es una gran alternativa para generar más espacios de refugio y crianza para los peces juveniles. Además estos arrecifes pueden ser un sitio alternativo que reduzca la presión de las actividades de buceo recreativo en los arrecifes naturales.

Estas estructuras se construyeron en la playa de desembarco de la isla Isabel, con arena propia de la isla, agua de lluvia, grava y cemento, sin armado de acero (Fig. 3). Las estructuras tienen hoyos de diferentes diámetros y una abertura en la parte superior. Cada estructura mide 1.2 m de diámetro en la base, 0.45 m de diámetro superior, 0.8 m de altura y 0.10 m de espesor. Su peso es de aproximadamente 250 kilogramos

METODOLOGÍA



Fig. 3. Estructuras construidas en la playa de desembarco de la isla Isabel.

La transportación de las estructuras desde la playa de desembarco hasta el sitio de plantado se llevó a cabo con boyas inflables de materiales muy resistentes (Fig. 4). A cada estructura se le amarró

una boya para después remolcar con una embarcación con motor fuera de borda series de hasta cinco estructuras a la vez.



Fig. 4. Estructuras amarradas a boyas inflables listas para remolcarse al sitio de plantado.

Una vez en el sitio las estructuras se bajaron una por una con un sistema adaptado a la lancha que libera lentamente el cabo que sujeta la estructura,

lo que evita que caiga abruptamente y levante sedimentos o se fracture (Fig. 5).



Fig. 5. Bajado de una estructura por medio de cabos y un sistema de liberación gradual.

La disposición de los módulos en el fondo presenta un diseño que favorece el flujo de las corrientes dominantes (Fig. 6). Desde su instalación se han monitoreado para evaluar el

impacto que estos arrecifes artificiales tienen en la dinámica de los sedimentos arenosos y en la estructura y cantidad de vida marina en el sitio de plantado

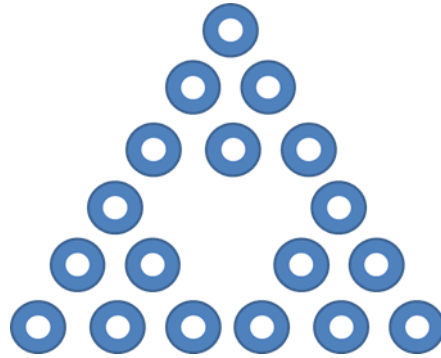


Fig. 6. Disposición de las estructuras en el fondo (módulo de 18 estructuras).

Se trabajó en dos sitios a diferente profundidad y en cada uno se tienen dos formaciones o módulos de 18 estructuras separadas 20 metros una de la otra; y el área que ocupa cada formación es de aproximadamente 60 m². En total el área que ocupan las cuatro formaciones en los dos sitios es de alrededor 240 m².

Al colocar un conjunto de estructuras artificiales con cavidades de diferentes diámetros se infiere que habrá un incremento en la diversidad y complejidad de las estructuras de especies. Al incrementar las áreas de fijación para productores primarios aumentará, en consecuencia, el flujo de energía en la red trófica del sitio (Larkum, 1983; Fitzhardinge y Bailey-Broc, 1989; Seaman y Sprague, 1991; Kostylev *et al.*, 1996; Rilov y Benayahu, 2002; Sale, 2002; Lukens y Selberg, 2004; Precht, 2006). Las estructuras artificiales en el sitio del proyecto proporcionarán sustrato y refugio para diversas especies de flora y fauna marina, algunas de ellas endémicas del Golfo de California y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el ángel de Cortés (*Pomacanthus zonipectus*); así como un espacio que favorece la rehabilitación del ecosistema arrecifal y la práctica de actividades acuático-recreativas.

El desarrollo del proyecto no provocó desequilibrios ecológicos por su extensión limitada (superficie que ocuparán las cuatro formaciones: 240 m²); por su apropiada ubicación (zona con fondos de arena gruesa, con presencia de rodolitos); y por las técnicas y métodos utilizados para la construcción, transportación e instalación de las estructuras.

Las observaciones realizadas son relevantes para futuras investigaciones de la sucesión serial en el proceso de colonización de los arrecifes artificiales hechos con concreto, y de su aprovechamiento sustentable como recurso turístico.

ÁREA DE COLOCACIÓN

Los sitios de colocación de estos arrecifes se encuentran en las aguas adyacentes a la isla Isabel que es un Área Natural Protegida (ANP) de carácter Federal con categoría de Parque Nacional. El decreto de ésta ANP solo considera la parte terrestre de la isla, por lo cual, aunque están muy cerca los sitios con arrecifes artificiales quedan fuera del polígono protegido.

El sitio uno está localizado a una distancia de 350 m de la isla entre Las Monas y el Cerro Pelón, con una profundidad de 12 m y un fondo arenoso. Las coordenadas de localización del sitio son:

21° 51.369' latitud norte y 105° 53.027' longitud oeste.

El sitio dos se instaló a una distancia de 100 m del sitio uno a una profundidad de 17 m con el

mismo tipo de fondo arenoso, con una distancia aproximada de 450 m de la isla (coordenadas 21° 51.422' latitud norte y 105° 52.984' longitud oeste) (Fig. 7).



Fig. 7. Sitios donde se plantaron los arrecifes artificiales marcados con 1 y 2.

Antes de la instalación de las estructuras de concreto estos sitios no se usaban para buceo recreativo porque el fondo es arenoso y esta condición no atrae a muchos peces. Se espera que los prestadores de servicios empiecen a usar los sitios con más frecuencia conforme pase el tiempo y se dé la sucesión biológica sobre la superficie de cada estructura o semiesfera haciendo más complejo y atractivo el ensamblaje en el sitio. Además, estos espacios pueden servir de sustrato para la propagación de corales y para futuras investigaciones.

RESULTADOS

Entre diciembre de 2014 y enero de 2015 se instalaron 72 estructuras en dos sitios al lado este de isla Isabel (36 por sitio), donde los fondos están compuestos principalmente de arena y rodolitos, pero los resultados presentados en este documen-

to corresponden solo al sitio uno, a 12 metros de profundidad y coordenadas geográficas 21° 51.369' latitud norte y 105° 53.027' longitud oeste. Para este proyecto la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a través de la Dirección Regional Occidente y Pacífico Centro solicitó a la delegación de SEMARNAT en el estado de Nayarit por medio del oficio No. F00/DROPC/PNII/075 con fecha del 29 de julio de 2011 la exención de la Manifestación de Impacto Ambiental establecida en el artículo 5 fracción "U" subíndice IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, toda vez que el proyecto favorecerá procesos de restauración del ecosistema coralino en la zona marina de influencia del Parque Nacional isla Isabel.

La Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Nayarit informó mediante el oficio No. 138.01.00.01/3812/11 “que el proyecto Instalación de Arrecifes Artificiales en las aguas del Parque Nacional Isla Isabel fue aprobado, ya que encuadra en el supuesto de excepción del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de la Evaluación de Impacto Ambiental en su inciso Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; el cual exceptúa a las obras correspondientes a arrecifes artificiales, cuando tengan como propósito la protección mediante la utilización de especies nativas; como es el presente caso. Asimismo el artículo 5 del reglamento de la LGEEPA en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental, en su inciso U) Actividades acuícolas que puedan poner el riesgo la preservación de una o más especies o causar daños a los Ecosistemas; el cual no contempla entre sus supuestos las obras correspondientes a arrecifes artificiales”.

Para minimizar el impacto negativo al ambiente se aplicaron las siguientes medidas preventivas y de mitigación: a) fabricación de estructuras o semiesferas en un espacio

externo al sitio de colocación, b) manufactura de base de concreto de alta calidad, arena del sitio y agua de lluvia, c) transportación marítima e instalación de las estructuras por personal con amplia experiencia, y d) colocación de estructuras en el fondo por medio de cabos y boyas para un suave plantado.

Durante los trabajos de instalación se identificó que el impacto negativo solo se da en el momento del plantado y colocación de las estructuras semiesféricas en el lecho marino, ya que las maniobras para moverlas generan suspensión de sedimentos que pueden afectar a las colonias de coral cercanas. Para facilitar estas maniobras, suavizar los movimientos de acomodo de las semiesferas y disminuir la suspensión de sedimentos se usaron bidones con aire atados a las estructuras (Fig. 8), lo cual redujo mucho el esfuerzo de los buzos para mover cada estructura a su posición final. Con este sistema puede presentarse una ligera suspensión de materiales, pero su impacto se considera bajo, no relevante y reversible. También se observó que durante los trabajos la perturbación a la fauna marina fue mínima.



Fig. 8. Colocación de estructura semi-esférica con apoyo de bidones con aire

Una vez colocadas las estructuras semiesféricas en su posición final e incluso antes (casi al tiempo de asentarse en el fondo marino) algunos peces ya buscaban resguardo en ellas. Los primeros peces que buscaron protección en los arrecifes artificiales fueron la

lija trompa (*Aluterus scriptus*) y la cabrilla piedrera (*Epinephelus labriformis*) (Fig. 9), y minutos después la mariposa de tres bandas (*Chaetodon humeralis*) merodeaba las estructuras.

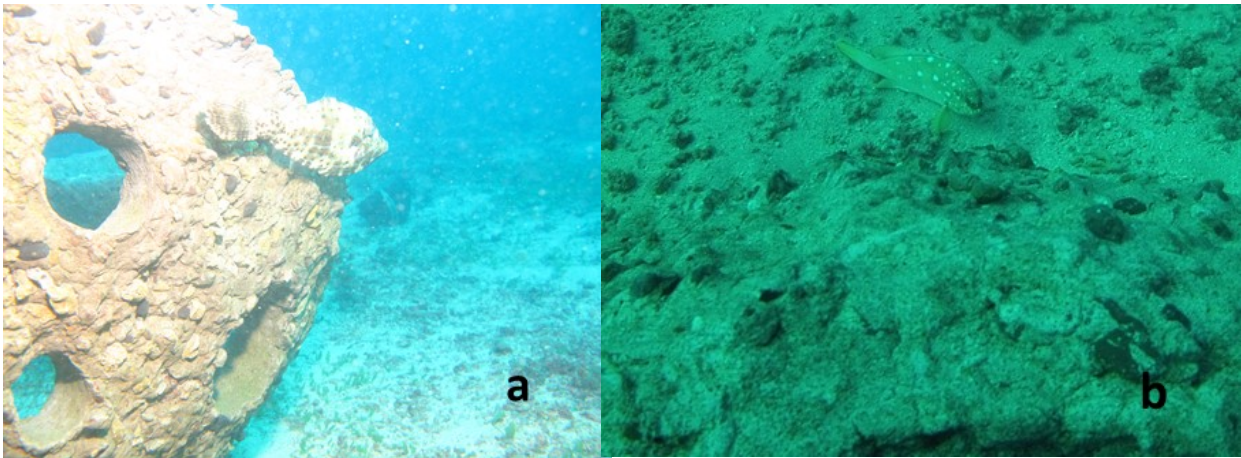


Fig. 9. Lija trompa (*Aluterus scriptus*) (a) y cabrilla piedrera (*Epinephelus labriformis*) (b).

Monitoreo al mes de su instalación

Después de la instalación del primer módulo de 36 estructuras en el sitio uno transcurrió un mes y se hizo el primer monitoreo donde se observó

que ya había recubrimiento considerable de productores primarios y algunos hidrozooos (Fig. 10), dando lugar a la llegada de una variada ictiofauna tanto de arrecife como comercial.

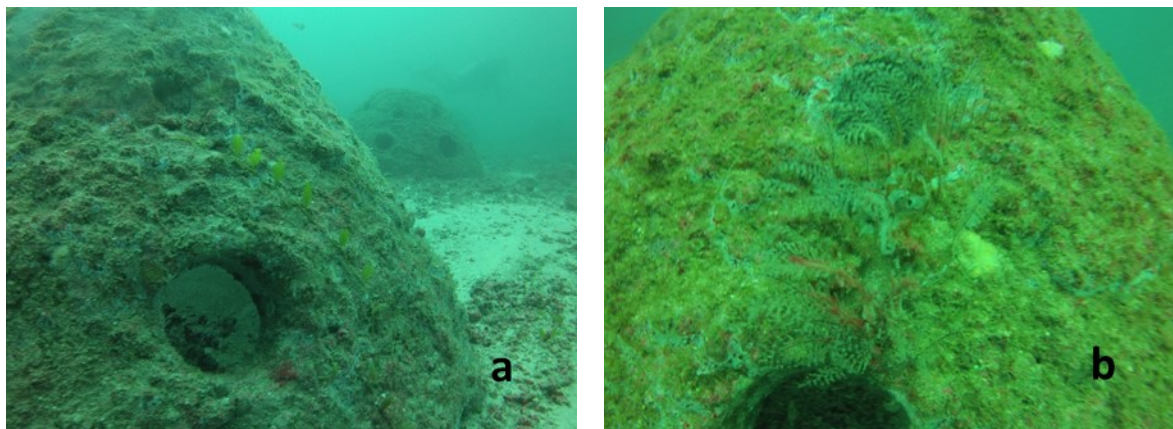


Fig. 10. Productores primarios (a) e hidrozooos (b) recubriendo las estructuras un mes después.

Las especies de arrecife más conspicuas al mes de la instalación fueron la mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*) (Fig. 11), el cochito bota (*Pseudobalistes naufragium*), la cabrilla piedrera (*Epinephelus labriformis*), la mariposa de tres bandas (*Chaetodon humera-*

lis), el chivo barbón (*Mulloidichthys dentatus*), el botete bonito (*Canthigaster punctatissima*), el cirujano aleta amarilla (*Acanthurus xanthopterus*) y muchos ejemplares del genero *Halichoeres*.



Fig. 11. Mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*) dentro de una estructura semiesférica

Las especies comerciales presentes al paso de un mes de la instalación de los arrecifes artificiales fueron el pargo canario (*Lutjanus argentiventris*), el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) (Fig. 12) y el pargo coconaco (*Hoplopagrus guentherii*), las tres especies en etapa juvenil. El pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) se observó en grandes cardúmenes aso-

ciado con el chivo barbón (*Mulloidichthys dentatus*) nadando alrededor de las estructuras y entrando ocasionalmente en ellas buscando ocultarse; en cambio el pargo coconaco (*Hoplopagrus guentherii*) se presentó solitario con un nado pausado deteniéndose frecuentemente pegado a los arrecifes artificiales.



Fig. 12. Pargos lunarejos (*Lutjanus guttatus*) nadando alrededor de las estructuras instaladas

Monitoreo después de un año de instalación

Después de un año, en el monitoreo se registró que las estructuras semiesféricas estaban prácticamente cubiertas de productores primarios (Fig. 13) destacando macroalgas como *Dyctiota* sp. y

Caulerpa sp, lo que se tradujo en mayor biodiversidad en el sitio. Los hidrozoos sobre las estructuras fueron más evidentes y se presentaron en la mayoría de las estructuras



Fig. 13. Estructuras cubierta de productores primarios (a) y Macroalga del género *Dyctiota* (b).

Se registró la presencia de moluscos bivalvos como la madreperla (*Pinctada mazatlanica*) (enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie sujeta a protección especial) adheridos a las es-

tructuras artificiales (Fig. 14), y algunos caracoles posados en las cavidades. También se observaron caracoles en el sustrato arenoso adyacente a las estructuras.

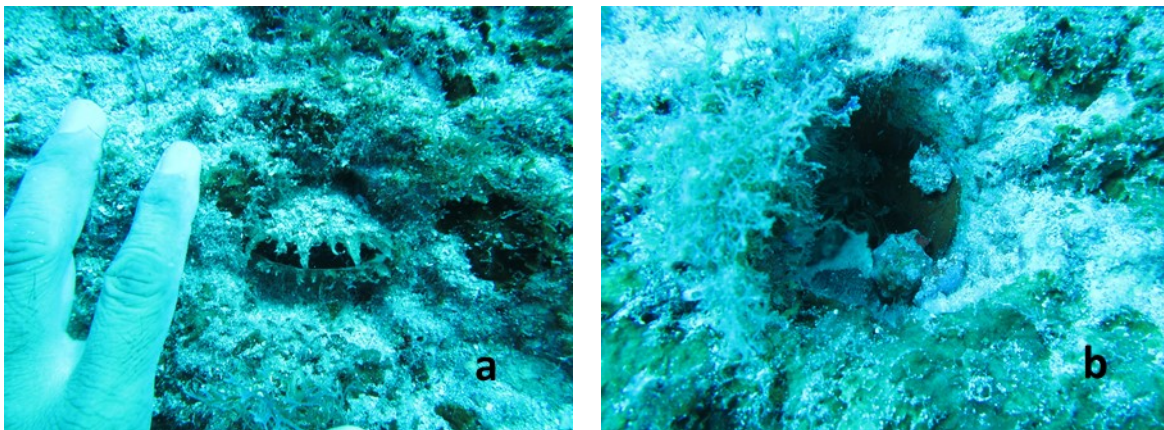


Fig. 14. Madreperla (*Pinctada mazatlanica*) (a) y un pequeño caracol (b) sobre arrecife artificial.

En el interior de las estructuras se han desarrollado algas calcáreas incrustadas en las paredes y en el fondo arenoso se encontraron

macroalgas de la especie *Halimeda discoidea* (Fig. 15).

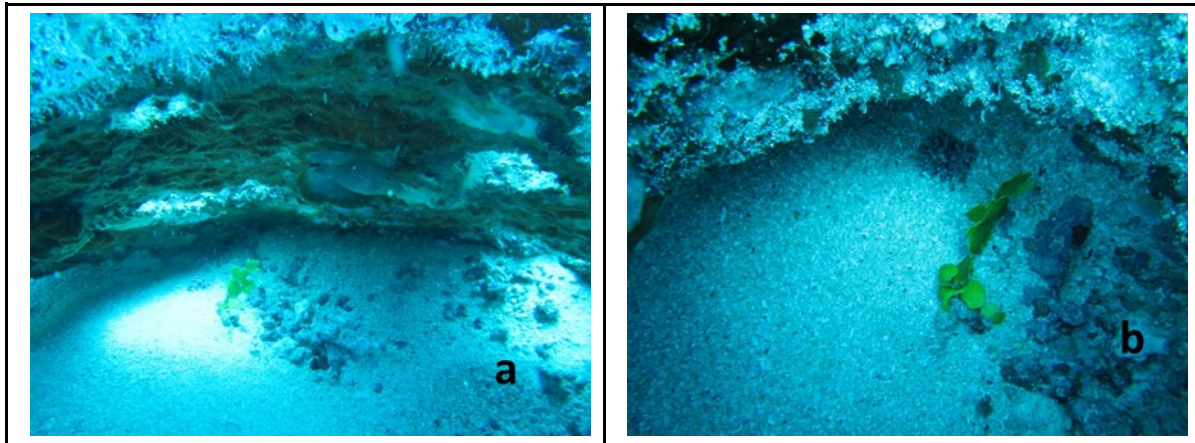


Fig. 15. Pared interior de una estructura semiesférica (a) y macroalga *Halimeda discoidea* al fondo

Del grupo de los equinodermos se observó el erizo bandeado (*Centrostephanus coronatus*) en los huecos o entradas de las estructuras arrecifales, y

se le distinguió por sus espinas características blanco y negro (Fig. 16).



Fig. 16. Erizo bandeado (*Centrostephanus coronatus*) en un hueco de una estructura artificial

Como se previó, en un año la variedad de ictiofauna se incrementó notablemente y también la biomasa. Los peces que se registraron durante el monitoreo fueron el ángel real (*Holocanthus passer*), la cabrilla piedrera (*Epinephelus labriformis*), la mariposa de tres bandas (*Chaetodon humeralis*), el pez

sandia (*Paranthias colonus*), el ídolo moro (*Zanclus cornutus*), la señorita herida (*Halichoeres chierchiae*), el botete bonito (*Canthigaster punctatissima*), el chivo barbón (*Mulloidichthys dentatus*), la mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*), el pargo coconaco (*Hoplopagrus guentherii*), el pargo canario

(*Lutjanus argentiventris*), el pez erizo apache (*Diodon holocanthus*), el halcón del coral (*Cirrhitichthys oxycephalus*), el cirujano aleta amarilla (*Acanthurus xanthopterus*), la morena verde (*Gymnothorax castaneus*), el ángel de cortes

(*Pomacanthus zonipectus*), el cochito bota (*Pseudobalistes naufragium*) y el pez cochi (*Balistes polylepis*); este último se observó en un gran cardumen en el sitio uno en el mes de abril, a los 4 meses de la instalación de las estructuras (Fig. 17).



Fig. 17. Cardumen de pez cochi (*Balistes polylepis*) en el sitio uno.

Monitoreo de las estructuras al año y ocho meses

En agosto del 2016 se realizó el último monitoreo a las estructuras instaladas, y se observó que ya estaban completamente cubiertas por una densa capa de productores primarios, destacando las macroal-

gas *Caulerpa* sp y *Dyctiota* sp, y en mucho menor proporción *Padina* sp y *Halimeda* sp; también se apreciaron muchos hidrozooos o “corales de fuego” entre éstas macroalgas (Fig. 18).

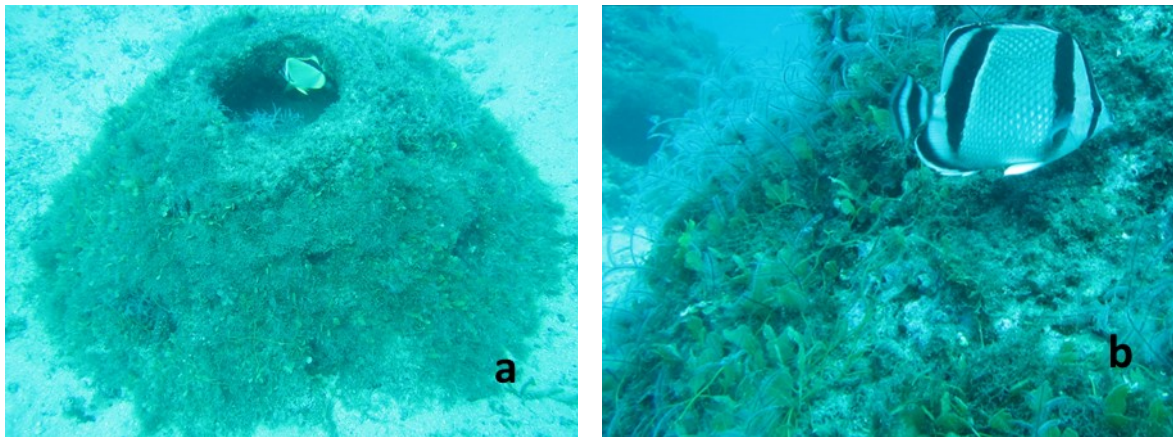


Fig. 18. Estructura cubierta de macroalgas e hidrozooos (a) y detalle de la misma (b).

Se registró la presencia de moluscos bivalvos como la madreperla (*Pinctada mazatlanica*) y otra especie de ostra con bordes ondulados que no se

había registrado (Fig. 19). También se observaron nuevas especies de caracoles sobre las estructuras.

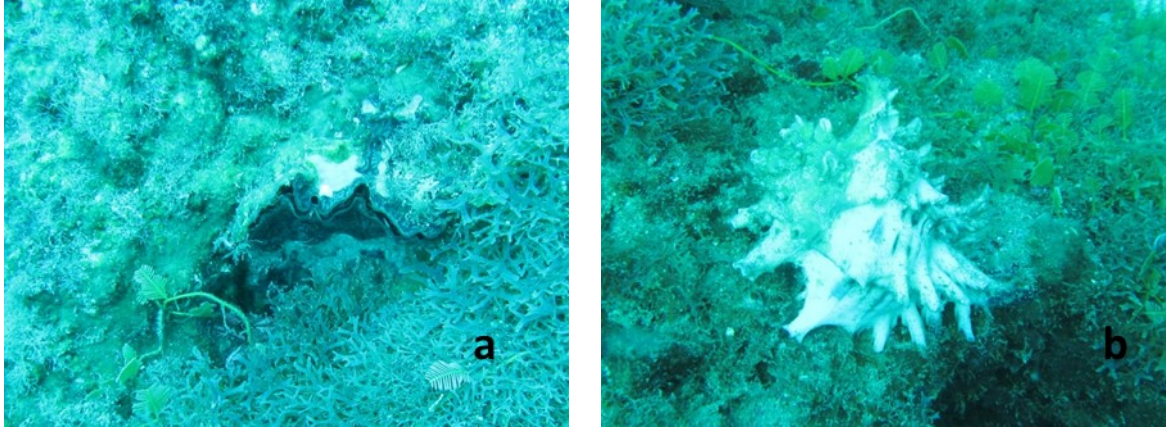


Fig. 19. Ostra (a) y caracol (b) registrados en las estructuras arrecifales en el monitoreo.

Además del erizo bandeado (*Centrostephanus coronatus*) presente en las estructuras semiesféricas, dentro del grupo de los equinodermos se observó la estrella de mar *Pentaceraster cumingi* en el fondo

arenoso dentro del área de instalación de los arrecifes artificiales, misma que se distinguió por sus llamativos diseños (Fig. 20).



Fig. 20. Estrella de mar *Pentaceraster cumingi* en el área de instalación de los arrecifes artificiales

En este monitoreo se incrementó la variedad de ictiofauna y notoriamente su biomasa, ya que se

observaron varios ejemplares de cada especie interactuando en el arrecife artificial (Fig. 21).



Fig. 20. Estrella de mar *Pentaceraster cumingi* en el área de instalación de los arrecifes artificiales.

En este monitoreo se incrementó la variedad de ictiofauna y notoriamente su biomasa, ya que se observaron varios ejemplares de cada

especie interactuando en el arrecife artificial (Fig. 21).



Fig. 21. Diversidad de peces en el arrecife artificial después de 20 meses de instalación.

Las especies de peces más conspicuas en el arrecife artificial fueron la cabrilla piedrera (*Epinephelus labriformis*), la mariposa de tres bandas (*Chaetodon humeralis*), el pez sandía (*Paranthias colonus*), el cirujano aleta amarilla (*Acanthurus xanthopterus*), el ídolo moro (*Zanclus cornutus*), la mariposa barbero (*Johnrandallia nigrirostris*), el chivo barbón (*Mulloidichthys dentatus*), el pargo canario (*Lutjanus argentiventris*) y el pargo coconaco (*Hoplopagrus guentherii*). Además, en menos abundancia, y algunas por su tamaño menos notorias se registraron el botete bonito (*Canthigaster punctatissima*), la señorita herida (*Halichoeres chierchiae*),

el halcón del coral (*Cirrhichthys oxycephalus*), la morena verde (*Gymnothorax castaneus*), el ángel real (*Holocanthus passer*), el ángel de cortes (*Pomacanthus zonipectus*) (Fig. 22; etapa juvenil), el cochito bota (*Pseudobalistes naufragium*), el pez cochi (*Balistes polylepis*), el pez erizo apache (*Diodon holocanthus*), el serrano guaseta (*Serranus psittacinus*) y el pez cofre moteado (*Ostracion meleagris*). En esta etapa es notable la diversidad y biomasa de ictiofauna en el arrecife artificial, tanto así que depredadores como la barracuda (*Sphyræna qenie*) se han observado nadando en el sitio



Fig. 22. Juvenil de ángel de cortes (*Pomacanthus zonipectus*).

DISCUSIÓN

A pesar de que los monitoreos de la sucesión ecológica en los arrecifes artificiales instalados fueron muy espaciados, la experiencia reportada permite proponer que en el corto, mediano y largo plazo la concentración de vida marina aumentará a partir de la rápida presencia de especies de flora pioneras, a las que sigue una también inmediata presencia de ictiofauna con gran cantidad de juveniles de los cuales podemos distinguir al ángel de Cortes (*Pomacanthus zonipectus*) que está en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de Sujeta a protección especial. Otra especie en la lista de esta norma es el molusco llamado madre perla (*Pinctada mazatlanica*) con categoría de Sujeta a protección especial. Todo esto, sin duda se convertirá

en un atractivo para los buzos, generando beneficios sociales y económicos de influencia local y de conservación de los arrecifes naturales; mientras que los impactos físicos y biológicos negativos se presentan exclusivamente en la etapa de instalación de las estructuras con un carácter limitado y reversible.

A mediano y largo plazos la complejidad esperada en la estructura de especies habitando en estos arrecifes artificiales (conformados por 72 estructuras semiesféricas) será reforzada por comunidades coralinas, pues el sitio se encuentra en la trayectoria de estadios larvales de corales buscando sustratos para su reclutamiento (Álvarez-Filip, 2008).

La cantidad de visitantes a isla Isabel va aumentando gradualmente año con año, y el potencial biológico de los arrecifes artificiales plantados puede ser una alternativa para reducir la carga de buzos en los sitios autorizados para su actividad en el parque, lo que representa menos presión para los arrecifes coralinos naturales.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este tipo de estudios permite la inserción de nuevos espacios bióticos marinos en ciclos económicos sustentables, que favorece a los prestadores de servicios turísticos, comunidad en general y entorno ambiental, pues diversifican los sitios de atracción para la práctica de buceo recreativo, y con ello, descargan la presión ejercida sobre los espacios arrecifales naturales (Santander *et al.*, 2012).

Por las características, dimensiones, acciones y alcances del estudio, no se identificaron acciones que puedan considerarse críticas o negativas, en asociación a su colocación y su posterior interacción con el entorno natural. Por el contrario, una vez cubiertos por productores primarios y colonizados por ictiofauna, los arrecifes artificiales constituirán nuevos hábitats de refugio para peces juveniles y espacios de crecimiento para corales, esponjas, algas, crustáceos, equinodermos y moluscos.

Los principales impactos negativos, de dimensiones menores y puntuales en su localización, ocurren durante la instalación de los arrecifes artificiales. No obstante, gracias a las técnicas utilizadas para ubicar las estructuras, la remoción y suspensión de sedimento fue de baja magnitud y no ha generado afectación relevante o irreversible al medio ambiente.

Una vez instalados y asimilados al entorno, los arrecifes artificiales claramente generaran un sin número de impactos positivos naturales, sociales y económicos permanentes, particularmente en una escala local.

Asimismo, el fomento de las actividades de esparcimiento en arrecifes artificiales contribuirá a la dosificación y rehabilitación del ecosistema marino arrecifal natural, hoy sometido a una fuerte carga

de estrés ambiental. En este contexto, la concientización y participación de los diferentes usuarios del Parque Nacional Isla Isabel han sido metas incorporadas al proyecto desde su inicio.

LITERATURA CITADA

Bohnsack J. A. (1989). Are high densities of fish at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference?. *Bulletin of Marine Science*, 44: 631-645.

Larkum A. W. D. (1983). The primary productivity of plant communities on coral reefs. In: *Perspectives on Coral Reefs* (pp. 221-230). Townsville: Australian Institute of Marine Science.

Fitzhardinge R. C., Bailey-Brock, J. H. (1989). Colonization of artificial reef materials by corals and other sessile organisms. *Bulletin of Marine Science*, 44: 567-579.

Seaman W., Sprague L. M. (1991). *Artificial Habitat Practices in Aquatic Systems. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries* (pp. 1-29). San Diego, California: Academic Press, Inc.

Kostylev V. E., Williams G. A., Mak Y. M. (1996). Macrofaunal community structure and habitat complexity: the importance of substratum complexity in assessing rocky shore communities. Spatial heterogeneity and habitat complexity affecting marine littoral fauna. PhD thesis, Göteborg University, Alemania.

Rilov G., Benayahu Y. (2002). Rehabilitation of coral reef-fish communities: The importance of artificial reef relief to recruitment rates. *Bulletin of Marine Science*, 70: 185-197.

Sale P.E. (2002). *Coral Reef: Fishes Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*. San Diego, California: Academic Press Inc.

Lukens R. R., Selberg C. (2004). *Guidelines for Marine Artificial Reef Materials*. Atlantic and Gulf States Marine Fisheries Commissions. Estados Unidos de América: Ocean Springs, MS.

Precht W.F. (2006). *Coral reef restoration handbook*. USA: CRC Press.

Álvarez-Filip L. (2008). Efecto de los huracanes Emily y Wilma en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel* (pp. 361-372). UQROO México.

Santander L. C., López-Mejía M., Mejía-Ortiz L. M., Gallegos-Jiménez O. (2012). Evaluación del impacto ambiental de arrecifes artificiales para uso turístico en Cozumel, México, *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*: 56, pp. 18-26.



**Pesquería de los bagres marinos y estuarinos:
Un análisis de los sistemas de Captura**

**Fishery of marine and estuarine catfish: An
analysis of Capture systems**

Nieto-Silva, Paola Izamar, Ruíz-Velazco, Javier M. J., Zavala-Leal, Oscar I., Cuevas-Rodríguez Breidy L.

^aPrograma de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias (CBAP), Universidad Autónoma de Nayarit,.

^bEscuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit.

Recibido: 03 de julio de 2019

Aceptado: 30 de octubre de 2019

Palabras clave: Bagres marinos, palangres, redes de enmalle

RESUMEN

Los bagres marinos son uno de los grupos de peces abundantes en los ecosistemas costeros de fondos blandos del Pacífico mexicano y constituyen un recurso importante para sus pesquerías por su valor comercial. En el presente estudio, se hace un análisis de los diferentes sistemas de pesca que se utilizan para su captura, así como, sus capturas, tamaño de la embarcación, pescadores a bordo y tiempo efectivo para su captura. Para este fin, se utilizó una encuesta dirigida a los productores dedicados a la pesca, tanto para los que se dedican a la captura específicamente a esta especie, como a pescadores que de forma incidental pescan estas especies. También se llevó a cabo un análisis de varianza entre zonas de pesca para establecer diferencias entre dichas zonas de pesca. Después, se realizó un análisis de correlación para establecer relaciones entre variables. Los resultados indicaron que las artes de pesca más utilizadas son las redes de enmalle (Chinchorro), seguidos de la pesca con palangres. El análisis de varianza mostró

diferencias estadísticas significativa ($P < 0.05$) entre los sistemas de pesca utilizados, tamaño de la embarcación y número de pescadores a bordo. El análisis de correlación demostró que las capturas máximas se relacionaron directamente con embarcaciones más grandes y con mayor número de pescadores a bordo. Se concluye, por lo tanto, que las mayores producciones se obtienen con embarcaciones más grandes, con tres pescadores a bordo y utilizando los palangres como sistema de pesca.

KEYWORDS: Marine catfish, longlines, gillnets

ABSTRACT

Sea catfish are one of the abundant fish groups in the soft-bottomed coastal ecosystems of the Mexican Pacific and are an important resource for their fisheries for their commercial value. In the present study, an analysis is made of the different fishing systems that are used for their capture, as well as their catches, size of the boat, fishermen on board and effective time for their capture. For this purpose, a survey was used for producers engaged in fishing, both for those who are specifically engaged in this species, and for fishermen who incidentally catch these species. An analysis of variance between fishing zones was also carried out to establish differences between said fishing zones. Then, a correlation analysis was performed to establish relationships between variables. The results indicated that the most commonly used fishing gear is gillnets (Chinchorro), followed by longline fishing. The analysis of variance showed significant statistical differences ($P < 0.05$) between the fishing systems used, size of the vessel and number of fishermen on board. The correlation analysis showed that maximum catches were directly related to larger vessels and a greater number of fishermen on board. It is concluded, therefore, that the greatest productions are obtained with larger vessels, with three fishermen on board and using longlines as a fishing system.

INTRODUCCIÓN

Los bagres (Siluriformes: Ariidae) se encuentran distribuidos en regiones variadas, todos ellos climas tropicales y subtropicales, habitan en mares, ríos, lagos y lagunas de agua dulce (Acero, 2004; Nelson, 2006; Betancur et al., 2007). Los bagres marinos son uno de los grupos de peces abundantes en los ecosistemas costeros de fondos blandos del Pacífico mexicano (Moreno-Sánchez, 2004; Nieto-Navarro et al., 2013).

Todas las especies de bagres, constituyen un recurso de importancia para las pesquerías, son capturados con líneas y anzuelos, redes de arrastre de fondo y otros sistemas de pesca artesanal (Kailola y Bussing, 1995; Robertson y Allen, 2008), tienen un alto valor comercial debido a la calidad y durabilidad de su carne, mientras que las especies de talla pequeña son consumidas tradicionalmente en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas en platillos típicos locales. Se comercializan principalmente frescos, desecado y salado (Kailola y Bussing, 1995).

Los bagres aportan alrededor de 6,669 toneladas de la producción pesquera nacional y en el Pacífico Mexicano se estiman 4,302 toneladas anuales. Nayarit (1503, 34.9%), Sinaloa (940, 21.8%), y Guerrero (673, 15.6%), contribuyen con 72.3% de la producción (SAGARPA-CONAPESCA, 2013).

A pesar de la importancia pesquera de los bagres, su pesquería no está reglamentada debido principalmente a la falta de sustento científico

para normar esta actividad. La generación de conocimiento en aspectos de las diferentes artes de pesca utilizadas para la captura de estas especies, el tipo de embarcaciones y otros aspectos, son esenciales para su aprovechamiento, a fin de garantizar la explotación sustentable del recurso; ya que existen estimaciones de que al nivel de explotación actual, las pesquerías globales se colapsarán entre el año 2048 (Worm et al., 2006) y el año 2114 (Jaenike, 2007).

METODOLOGÍA

Base de datos

Para la presente investigación, en total, se llevaron a cabo 52 encuestas a pescadores de bagre para dos zonas importantes de la costa de Nayarit (San Blas y Rosamorada) mediante las cuales se obtuvo diferente información con respecto a número de pescadores a bordo (Pr), tamaños de las embarcaciones (TE), capturas mínimas (Cmin), capturas máximas (Cmax) y tiempo efectivo de pesca (TEP) (Tabla 1). Las encuestas se aplicaron a 21 pescadores de San Blas y 31 pescadores de Rosamorada. Cada embarcación representó una unidad de producción.

Se clasificó la información por zonas y se realizó un análisis descriptivo, posteriormente, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) a un nivel de significación de 0.05 para establecer si existieron diferencias significativas entre las dos zonas de pesca (Marina (M) y Estuarina (E)) y los sistemas de pesca.

Tabla 1. Valores promedios, desviaciones estándar, mínimos y máximos de las variables analizadas de las encuestas utilizadas.

Variable	ZONA MARINA				ZONA ESTUARINA			
	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo
P	2.05	0.38	1.00	3	1.74	0.51	1	3
TE	8.01	2.07	6.40	15	5.68	0.42	5	7
Cmin	40.14	50.73	0.00	200	17.77	11.74	3	70
Cmax	295.24	201.11	20.00	700	93.39	78.84	15	300
TEP	8.56	3.16	2.00	14	9.63	7.77	2	46

También se llevó a cabo un análisis de correlación para establecer relaciones entre las capturas máximas y las variables analizadas (número de pescadores a bordo (P), tamaños de las embarcaciones (TE) y tiempo efectivo de pesca (TEP)).

RESULTADOS

Análisis descriptivo

Los resultados indicaron que el arte de pesca más utilizado es la Red agallera ("Chichorro" en lo

sucesivo, tal y como lo denominan los pescadores), posteriormente los palangres (Tabla 2). Es decir, en general, de los 52 encuestados, 38 unidades de pesca utilizaron chinchorros y solamente 15 palangres (Tabla 2). Es necesario recalcar que en las zonas estuarinas no se encontró evidencia de que utilicen palangres, a diferencia de las zonas marinas en la que el 71.43% de los pescadores de la zona marina si los utilizan. El 33% de los pescadores fueron los que utilizaron chinchorros

Tabla 2. Frecuencia de los diferentes artes de pesca que son utilizados por los pescadores para la captura de bagres en ambas zonas de pesca.

Marino			Estuarino		
Frecuencia	Arte de pesca	Porcentaje	Frecuencia	Arte de pesca	Porcentaje
15	Palangres	71.43	0	Palangres	0
6	Chichorro	28.57	31	Chichorro	100

En cuanto al número de pescadores abordo para la pesca de bagres, se encontró que dos pescadores obtuvieron la mayor frecuencia en ambas zonas de pesca (Tabla 3). En la zona marina, 85.71% de

las embarcaciones llevan dos pescadores abordo, mientras que el al zona estuarina 67.74% de ellas también llevan dos pescadores a bordo, seguido las embarcaciones con una sola persona (29.03%).

Tabla 3. Cantidad de pescadores a bordo de las embarcaciones en ambas zonas de pesca de bagres.

Pescadores Marino			Pescadores Estuarino		
Cantidad	Frecuencia	Porcentaje	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje
1	1	4.76	1	9	29.03
2	18	85.71	2	21	67.74
3	2	9.52	3	1	3.23

En cuanto al tamaño de las embarcaciones (Tabla 4) se encontró que los pescadores de la zona marina utilizan más las embarcaciones entre 5 y 8 m de eslora (76.19%), seguido de las embarcaciones de entre 8.1 y 12 m, mientras que los pescadores de las zona estuarina utilizan embarcaciones entre 5 y 6 m de eslora (93.55%), seguido en mucho

menor porcentajes las embarcaciones de entre 6.1 y 7m (Tabla 4). En dicha Tabla 4 se aprecia que los pescadores de zonas marinas emplean embarcaciones más grandes

Tabla 4. Frecuencia del tamaño de las embarcaciones utilizadas para la pesca de bagres en las zonas marinas y estuarinas.

Marino			Estuarino		
Embarcación	Frecuencia	Porcentaje	Embarcación	Frecuencia	Porcentaje
Tamaño (m)			Tamaño (m)		
5-8	16	76.19	5-6	29	93.55
8.1-12	3	14.29	6.1-7	2	6.45
12.1-16	2	9.52	>7	0	0

En cuanto al tiempo efectivo de pesca, se encontró que la mayor parte de los pescadores de la zona marina utilizan entre 8.1 a 11 horas (Tabla 5), seguido de entre 5.1 a 8 horas. Los pescadores de la zona estuarina utilizan de 2 a 5 horas (29.03%) y

mayor a 11 horas también con 29.03% (Tabla 5), no se encontró por lo menos en la zona estuarina que exista un patrón de tiempo específico para la pesca de bagres.

Tabla 5. Frecuencia de los tiempos efectivos de pesca (TPE) de las diferentes zonas de pesca de los bagres.

Marino			Estuarino		
TEP (horas)	Frecuencia	Porcentaje	TEP (horas)	Frecuencia	Porcentaje
Tamaño (m)			Tamaño (m)		
2-5	3	14.29	2-5	9	29.03
5.1-8	5	23.81	5.1-8	5	16.13
8.1-11	10	47.62	8.1-11	8	25.81
>11.1	3	14.29	>11.1	9	29.03

Análisis de varianza entre zonas

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre las diferentes zonas de captura de bagres (Tabla 6). En cuanto al número de pescadores a bordo (Tabla 6) se encontró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre las zonas marinas y estuarinas prevaleciendo una mayor media en la zona marina (2.05). En cuanto al tamaño de la embarcación (Tabla 6) también se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con un mayor promedio para la zona marina (8.01m). También se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre las

dos zonas de pesca, encontrándose mayores valores medios de capturas mínimas (40.14kg) y máximas (295.24kg) en la zona marina. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) de los tiempos efectivos de pesca (TEP) entre las dos zonas.

Tabla 6. Análisis de varianza de las diferentes variables utilizadas entre las dos zonas de pesca de los bagres. Diferentes letras significan que existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). EE es el error estándar.

Variable	ZONA MARINA			ZONA ESTUARINA			P
	Media	EE	Letra	Media	EE	Letra	
Pr	2.05	0.08	a	1.74	0.09	b	0.02459
TE (m)	8.01	0.45	a	5.68	0.07	b	0.00000
Cmin (kg)	40.14	11.07	a	17.77	2.10	b	0.02153
Cmax (kg)	295.24	43.88	a	93.39	14.16	b	0.00001
TEP (h)	8.56	0.69	a	9.63	1.39	a	0.55473

Análisis de varianza entre sistemas de pesca

Los resultados del análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los diferentes sistemas de pesca (Figura 1). En el análisis, se puede apreciar claramente que los palangres capturaron más que los chinchorros,

puesto que las capturas máximas se encontraron en alrededor de 360 kg por viaje, mientras que las capturas máximas que obtuvieron los pescadores con chinchorros que durante el año, fue de 100 kg por viaje de pesca (Figura 1).

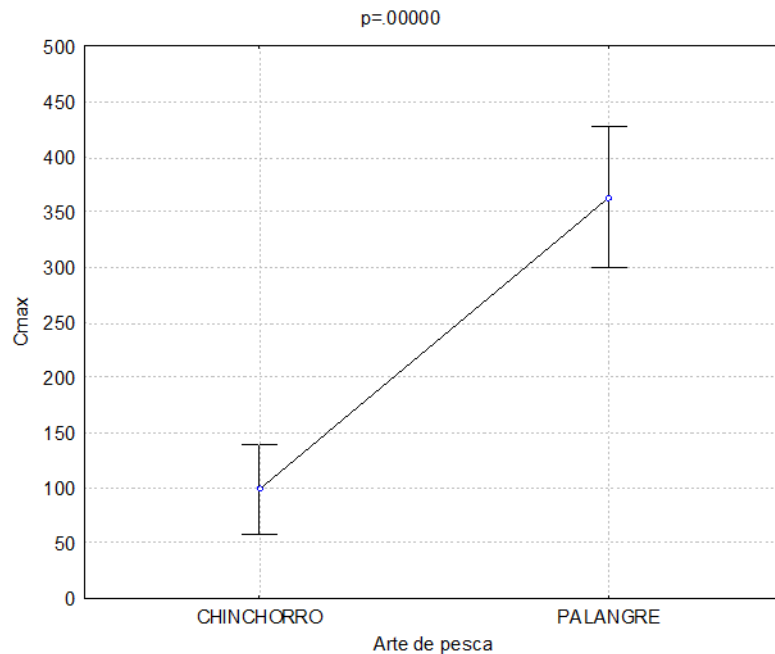


Figura 1. Análisis de varianza entre las diferentes sistemas de pesca utilizadas para la captura de bagres marinos y estuarinos

Análisis de correlación

El análisis de correlación entre las capturas máximas y las variables Pr, TE y TEP, mostró que las capturas máximas se correlacionaron (CC: Coeficiente de correlación) directamente con el número de pescadores a bordo ($P = 0.049$; CC: 0.2748) y con el tamaño de la embarcación ($P = 0.001$; CC: 0.4537). Es decir, con mayor número de personas y embarcaciones más grandes se obtienen mayores capturas máximas. Las capturas máximas no se correlacionaron con el tiempo efectivo de pesca ($P > 0.05$).

DISCUSIÓN

Las entrevistas fueron parte fundamental para la realización de este trabajo, ya que proporcionan un medio para recopilar datos sobre las pesquerías, resultan menos costosas y ayuda a construir una relación entre pescador e investigador.

Aunque los entrevistados proporcionaron solamente datos de dos sistemas de pesca utilizados para la pesca de bagres estuarinos y marinos, se sabe que otras artes de pesca son utilizados para diversas capturas de especies distintas. También es necesario aclarar que no todos los pescadores encuestados (alrededor del 60%) se dedican específicamente a la capturas de los bagres, ya que no parece ser una pesquería establecida en la zona estudiada. Por lo tanto, se puede establecer que la mayoría de la pesca de bagres tanto marinos como estuarinos de las zonas estudiadas resultan de capturas incidentales, ya que la mayoría de los pescadores se dedican a otro tipo de pesquerías.

Dado que esta especie es considerada en su mayoría como pesca incidental en estas zonas, es un especie de menor importancia para la viabilidad de los pescadores, es decir, si el barco pesca o no, una especie en particular es capturada, entonces, la duración de la temporada por lo general será de 12 meses

(Young et al. 2006), ya que no se encuentra establecida como una pesquería formal.

Aunque las capturas de los bagres marinos sea una pesca incidental, fue posible evaluar el sistema de pesca que resultó más eficiente, así lo indicó el análisis de varianza en el que claramente mostró que con los palangres se obtuvieron mayores capturas máximas. Es de destacar que en las zonas estuarinas, no se hicieron registros de este sistema de pesca para la capturas de bagres, sin embargo, en las zonas marinas son más utilizados (71.43%). No queda claro el hecho de porqué los palangres son más utilizados en las zonas marinas, ni tampoco los chinchorros en las zonas estuarinas, ya que no fue una pregunta específica en la encuesta.

El número de pescadores a bordo de la embarcación fue mayor en las zonas de pesca marinas que en las estuarinas, así lo demostró el análisis de varianza. Aunque en general, tres pescadores a bordo no es muy frecuente (2 (9.52%) y 1 (3.23%) para la zona marina y la zona estuarina, respectivamente), se obtuvieron mayores capturas de bagres con dicha cantidad de pescadores, así lo demostró el análisis de correlación. González-Berrecil et al. (1999), con fines de manejo de la pesca ribereña, reportó que se presenta una mayor variación respecto a las capturas con el número de personas a bordo en la embarcación (máximo tres personas). De manera similar a lo anterior, embarcaciones de mayor tamaño son utilizadas en la zona marina más que en la zona estuarina, también, de acuerdo al análisis de correlación, se obtienen mayores capturas.

El hecho de que se utilicen, en general, embarcaciones más grandes en la zona marina, puede entenderse que sea debido al riesgo del mal tiempo que pueda presentarse durante el desarrollo de esta actividad, por lo que puede ser más un motivo de seguridad.

Si bien, embarcaciones de mayor tamaño obtienen mayores capturas, es de tomar en cuenta que embarcaciones de mayor magnitud y modernizadas, así como la incorporación de maquinaria podría resultar perjudicial al ecosistema marino y más si se utilizan en zonas de capturas que son objeto de sobreexplotación (Zúñiga et al. 2013), por lo que se debe tener cuidado en el uso y manejo de éstas embarcaciones. Es de destacarse también en este apartado de tamaño de las embarcaciones, que “pangas” más grandes son las menos utilizadas por los pescadores (9.52% del total de los encuestados), a diferencia de los pescadores de la zona estuarinas que prefieren utilizar embarcaciones entre 5 y 6 m de tamaño (93.55%). En este estudio no se encontró evidencia, al menos en el análisis de correlación, que hubiera diferencias significativas en el tiempo efectivo de pesca, por lo que puede asumirse que tanto los pescadores de la zona marina como los de zona estuarina, utilizan los mismos tiempos efectivos de pesca (ANDEVA, $P>0.05$). González-Berrecil et al. (1999), con fines de manejo, sugiere un tiempo efectivo de pesca de alrededor de ocho horas en promedio, en este estudio los valores promedio de los tiempos efectivos de pesca variaron entre 8.56 horas para la zona marina y 9.63 horas para la zona estuarina, ligeramente más horas que las recomendadas por González-Berrecil et al. (1999).

Finalmente podemos concluir que un mayor número de pescadores a bordo, en embarcaciones de mayor tamaño, así como la utilización de artes de pesca como los palangres, pueden favorecer mayores capturas.

LITERATURA CITADA

- Acero P. A. (2004). Systematics and biogeography of the tropical sea catfishes of the New World (Siluriformes: Ariidae). Unpubl. Ph.D. dissertation. University of Arizona, Tucson, 264 pp.
- Betancur, R.R., Acero, P.A., Bermingham, E. y Cooke, R. (2007). Systematics and biogeography of New World sea catfishes (Siluriformes: Ariidae) as inferred from mitochondrial, nuclear, and morphological evidence. *Molecular Phylogenetic Evolution* 45 (1):339-357.
- González-Berrecil, A., Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M. y Ruiz-Luna, A. (1999). Assessment of the fishing effort unit in a coastal artisanal fishery in Manzanillo, Colima, Mexico. *Cienc. Mar.* 26(1):118-119.
- Jaenike, K. (2007). Spontaneous emergence of a new *Wolbachia* phenotype. *Journal compilation* 61 (9): 2244-2252
- Kailola, P.J. y Bussing, W. A. (1995). Ariidae. Bagres marinos. pp. 860-886. En : Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. Niem (Eds.), *Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca, Pacífico Centro-Oriental*. Vol. II, Parte 1, FAO, Rome.
- Moreno-Sánchez, X.G. (2004). Estructura comunitaria e interrelaciones tróficas de los peces de bahía Almejas, Baja California Sur, México. Tesis doctoral. IPN.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Nieto-Navarro, J.T., Zetina-Rejón, M., Arreguín-Sánchez, F., Palacios-Salgado, D.S. y Jordán, F. (2013) Changes in fish bycatch during the shrimp fishing season along the eastern coast of the mouth of the Gulf of California. *Journal of Applied Ichthyology* 29 (3): 610-616.
- Robertson, D.R. y Allen, G. R. (2008). *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea*. Versión 1.0 (2008). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep
- SAGARPA-CONAPESCA. (2013). *Anuario Estadístico de acuicultura y pesca 2013*. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Comisión Nacional de Pesca. México. 305 p.

- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.M., Folke, C., Halpern, B.S., Jeremy B. Jackson, C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J. y Watson, R. (2006). Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science* 314:787-790.
- Young, I.A.G., Pierce, G.J., Murphy, J., Daly, H.I. y Bailey, N. (2006). Application of the Gómez-Muñoz model to estimate catch and effort in squid fisheries in Scotland. *Fisheries Research* 78, 26-38.
- Zuñiga, H., Altamar, J. y Fernández, A. (2013). Improving efficiency of colombian caribbean artisanal “pargueras” boats through mechanization of fishing operations. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 16(2): 469-478.



Monitoreo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la costa de San Blas, Nayarit. Con la participación de estudiantes para el fortalecimiento de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales

Whale shark monitoring (*Rhincodon typus*) on the coast of San Blas, Nayarit. With the participation of students to strengthen generic, disciplinary and professional skills

Ricardo Murillo Olmeda^{1,2}, José Rosendo García Partida¹, Fernando Vera Martínez¹, Edwin Gamaliel Meza Benítez²

¹ CETMar No. 26

² ENIP _ UAN

Recibido: Noviembre 05

Aprobado: 15 de Diciembre de 2019

Resumen

Hay pocas localidades en el mundo en donde se pueden observar agrupaciones del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) de manera predecible y por periodos prolongados. En algunos lugares donde esto ocurre, el aprovechamiento de la especie a través del ecoturismo se ha convertido en una actividad económica importante, el estado de Nayarit, México es un en los que se tiene el privilegio de conta con estos distinguidos visitantes, aquí el tiburón ballena se observa principalmente desde La Boca de Camichín, hasta La Boca de Platanitos tanto de forma aislada, así como también en grandes agrupaciones, encontrándose a lo largo de toda la costa del estado. La presencia de los tiburones ballena se ha convertido en un atractivo turístico en la región. Por lo que es necesaria la obtención de información básica sobre la especie para ofrecer con certeza el servicio y regular de manera apropiada la actividad. La escasa información confiable sobre el tiburón ballena

y su hábitat frente a las costas del Estado de Nayarit, obliga al estudio sistemático de estos organismos con la finalidad de contribuir a su conocimiento y a su preservación.

Palabras clave: Monitoreo, tiburón ballena, Nayarit

Abstract

There are few locations in the world where you can observe clusters of the whale shark (*Rhincodon typus*) in a predictable manner and for prolonged periods. In some places where this occurs, the use of the species through ecotourism has become an important economic activity, the state of Nayarit, Mexico is one where you have the privilege of having these distinguished visitors, here the shark Whale is observed mainly from La Boca de Camichín, to La Boca de Platanitos both in isolation, as well as in large groups, found along the entire coast of the state. The presence of whale sharks has become a tourist attraction in the region. Therefore, it is necessary to obtain basic information about the species to offer with certainty the service and to regulate the activity appropriately. The limited reliable information about the whale shark and its habitat off the coast of the State of Nayarit, requires the systematic study of these organisms in order to contribute to their knowledge and their preservation.

Keywords: Monitoring, whale shark, Nayarit

Introducción

En diversos lugares del mundo, su presencia cerca de las costas ha cobrado gran importancia económica, llegando a generar en algunos casos una industria turística que genera millones de dólares anuales.

No obstante, su imponente tamaño estos tiburones son criaturas apacibles que no representan riesgo alguno para el hombre. Por su tamaño y forma de alimentación, a este pez se le conoce comúnmente como tiburón ballena. Por ejemplo, en México se tiene una industria en este rubro; en el estado de Quintana Roo, especialmente en Isla Mujeres, Cancún y Holbox, así como en la Paz Baja California desde hace unos años. También en otros países como Australia, tiene una derrama económica importante de esta actividad a sus comunidades.

En Nayarit, el tiburón ballena se observa principalmente desde La Boca de Camichín, hasta La Boca de Platanitos tanto de forma aislada, así como también en grandes agrupaciones, encontrándose a lo largo de toda la costa del estado de Nayarit. Su presencia se debe a que las plataformas continentales constituyen las áreas más productivas de los océanos, en ellas se capturan la mayor parte de la producción pesquera mundial, tanto de peces como de invertebrados que ocurren en las comunidades pelágicas (González-Vega et al. 2010). Esta alta productividad es consecuencia de las condiciones ambientales favorables de la zona, principalmente por el contacto del continente con el océano y el aporte de surgencias en las márgenes de los océanos, lo que además facilita la accesibilidad para el aprovechamiento no extractivo García-García (2002) y Nelson y Eckert (2007) concuerdan que el 70% de los avistamientos de tiburón ballena. Se presentan durante su alimentación, resultando en una relación directa entre los avistamientos y las altas concentraciones de zooplancton principalmente copépodos.

La actividad ecoturística basada en la observación del tiburón ballena se realiza en estos sitios, pero no es sino hasta años recientes que ha cobrado mayor interés por parte de las comunidades locales de San Blas y Boca de Camichín Mpio. De Santiago Ixcuintla,

en especial entre el gremio de prestadores de servicios turísticos, que ofrecen servicios de observación de ballena jorobada, visitas al parque nacional Isla Isabel y de Pesca Deportiva, así como viajes para la observación y nado con la especie. Asimismo, paulatinamente se ha generado una mayor demanda por parte de turistas que visitan estas áreas con el propósito de interactuar con la especie (González-Vega et al. 2010).

Si bien este fenómeno representa una fuente de actividades económicas para las poblaciones ribereñas, como la pesca y el turismo, de no ser reguladas, pueden presentarse eventuales riesgos para la vida silvestre y su hábitat, en especial cuando no se tiene el suficiente conocimiento sobre la capacidad de carga de los ecosistemas y de las características propias de las especies, o cuando se carece de un entendimiento claro de la problemática que rodea tanto a los recursos naturales como a los usuarios de los mismos, tal es el caso de la observación y nado con tiburón ballena (González-Vega et al. 2010).

La presencia de los tiburones ballena se ha convertido en un atractivo turístico en la región. Además, el número de personas interesadas en ver al tiburón ballena va en aumento, por lo que es necesaria la obtención de información básica sobre la especie para ofrecer con certeza el servicio y regular de manera apropiada la actividad. La escasa información confiable sobre el tiburón ballena y su hábitat frente a las costas del Estado de Nayarit, es el principal factor que ha impedido la materialización de mayores oportunidades para su aprovechamiento y conservación en beneficio de la comunidad local.

Materiales y Métodos

. Se generarán mapas de la distribución de los tiburones ballena observados y se determinarán los meses de presencia y de mayor abundancia, generando actividades

multidisciplinares para el desarrollo de habilidades y competencias profesionales, disciplinares y genéricas en los estudiantes involucrados, así como competencias docentes en los facilitadores.

Las fotografías se organizarán en una librería fotográfica, para lo cual se clasificarán en 3 grupos basados en el sexo (macho, hembra e indeterminado). Las imágenes se comparan empleando el software computacional I3S (Den Harton y Reijns 2004) y confirmadas visualmente. Esta actividad es motivante para los estudiantes y propicia el desarrollo de habilidades propuestas en los programas de estudio, así como también contribuye al logro de las competencias

genéricas, disciplinares y profesionales. Y el facilitador cumple con las competencias docentes programadas. Una vez identificados los organismos, se determinará la proporción sexual, y la distribución de tallas.

Información relevante en la investigación, pues señala el rumbo en cuanto a predecir la presencia de tiburones ballena en los años venideros y cuidar más el hábitat de estos peces para preservarlos el mayor tiempo posible en beneficio de la vida silvestre y sirva además como ejemplo palpable de lo que se debe hacer a los estudiantes involucrados, ayunando a fortalecer sus competencias formativas y los maestros cumplan con sus competencias docentes.

Actualización del cronograma de actividades

o.	Actividad	Meses*											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Obtención de permiso ante la DGVS.	X	X										
2	Adquirir equipo básico de monitoreo.			X									
3	Realizar viajes de monitoreo de tiburón ballena.				X	X	X	X	X				
4	Informe de avances.			X			X			X			
5	Analizar los resultados.				X	X	X	X	X	X			
6	Analizar los resultados e integrar un reporte anual.												X

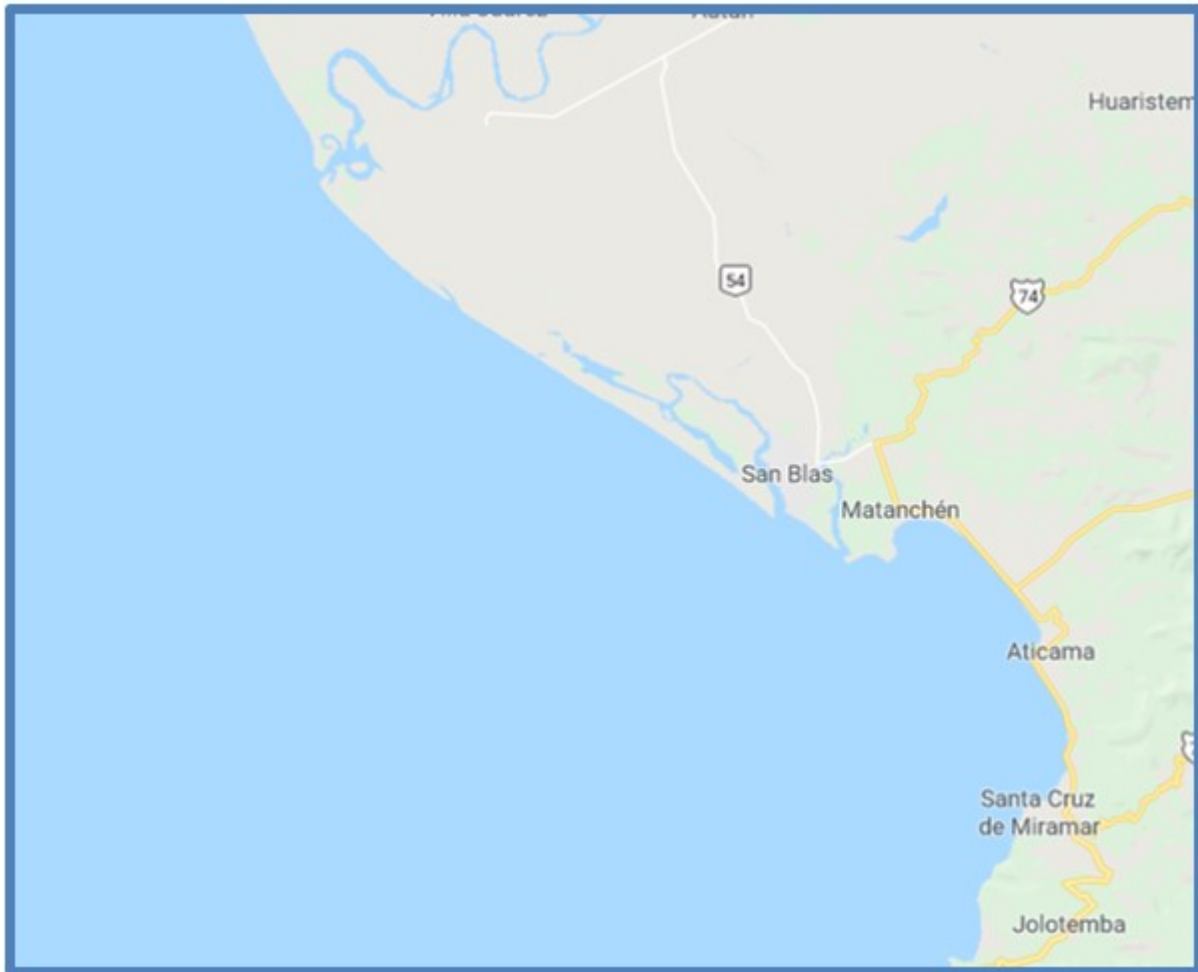


Figura 1. Zona de monitoreo de Tiburón ballena en la costa central de San Blas Nayarit.

Calendario de salidas programada

15-ene-18
26-ene-18
09-feb-18
23-feb-18
09-mar-18
23-mar-18
06-abr-18
20-abr-18
04-may-18
18-may-18
08-jun-18
22-jun-18

De enero del 2018 a junio del 2018 se realizaron 12 salidas de campo. Las observaciones en campo se llevaron a cabo desde embarcaciones tipo panga, con todas las medidas de seguridad que indica capitanía de puerto.

RESULTADOS

De enero del 2018 a junio del 2018 se realizaron 12 salidas de campo. Las observaciones en campo se llevaron a cabo desde embarcaciones tipo panga, con todas las medidas de seguridad que indica capitanía de puerto.

DISTRIBUCIÓN Y ESTACIONALIDAD.

A partir de diciembre del 2017 se nos avisó de la presencia de organismos por la zona, a partir de las primeras salidas en el mes de enero se comenzaron a observar los organismos con mayor frecuencia. En total se registraron 128, cabe mencionar que no todos los 128 mencionados se observaron en las salidas programadas, algunos de ellos fueron vistos por prestadores que nos avisaban e íbamos en ese momento, otros que los prestadores nos ayudaban a tomar datos, cuando no podíamos ir, fortaleciendo la colaboración, el trabajo en equipo y mejorando los ambientes entre los involucrados.

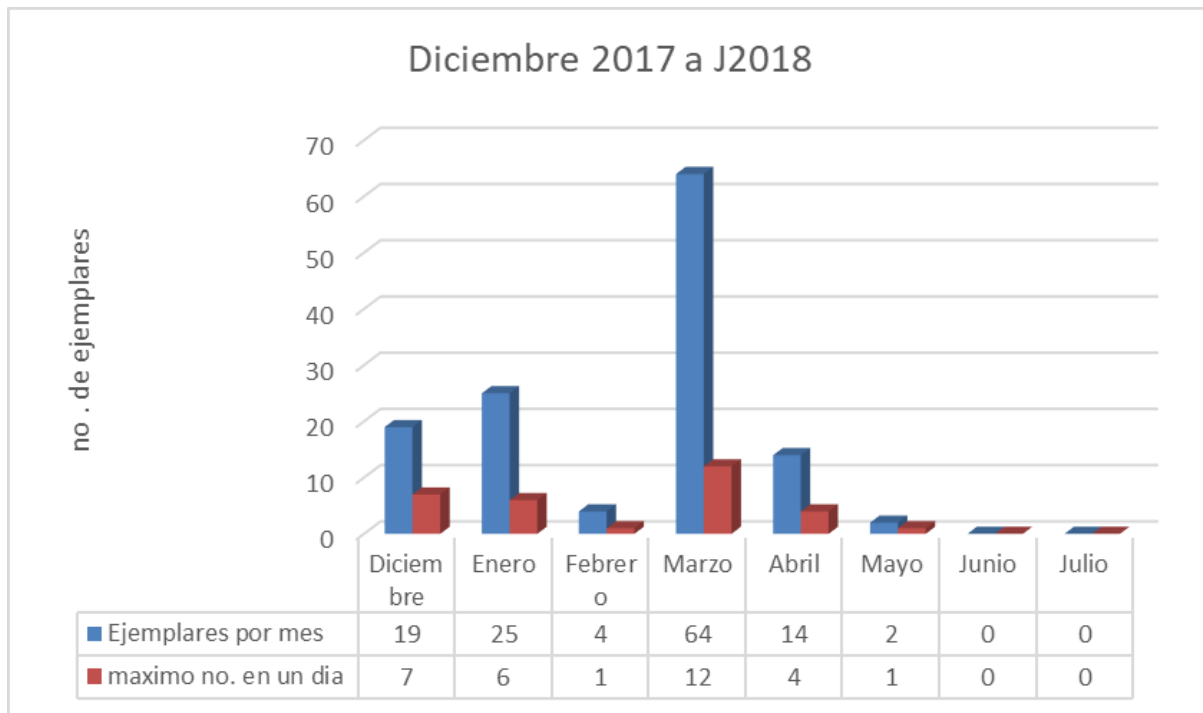


Figura 4. Avistamientos de Tiburones ballena por mes y máximos visto en un día

Monitoreo de tiburón ballena

Se observaron tiburones ballena en casi toda la costa de San Blas; Nayarit, sin embargo, las mayores agregaciones se observaron cerca de la desembocadura de los ríos y alimentándose en las corrientes.

DISTRIBUCIÓN

Nota: no toda la información esta procesada, pero la frecuencia donde furo observados coincide donde están las desembocaduras de los ríos,

donde el choque de la corriente de baja mar que se abre paso desde los ríos y esteros en el océano cercano a estas desembocaduras, generando un choque de corrientes donde casi siempre la especie está en la actividad de alimentación, ya que allí es donde se concentra el plancton, alimento de esta especie. en solitario o en ocasiones en grupos de hasta 10 o más ejemplares. A continuación, se presenta un adelanto de la distribución espacial. Falta de procesar toda la información.









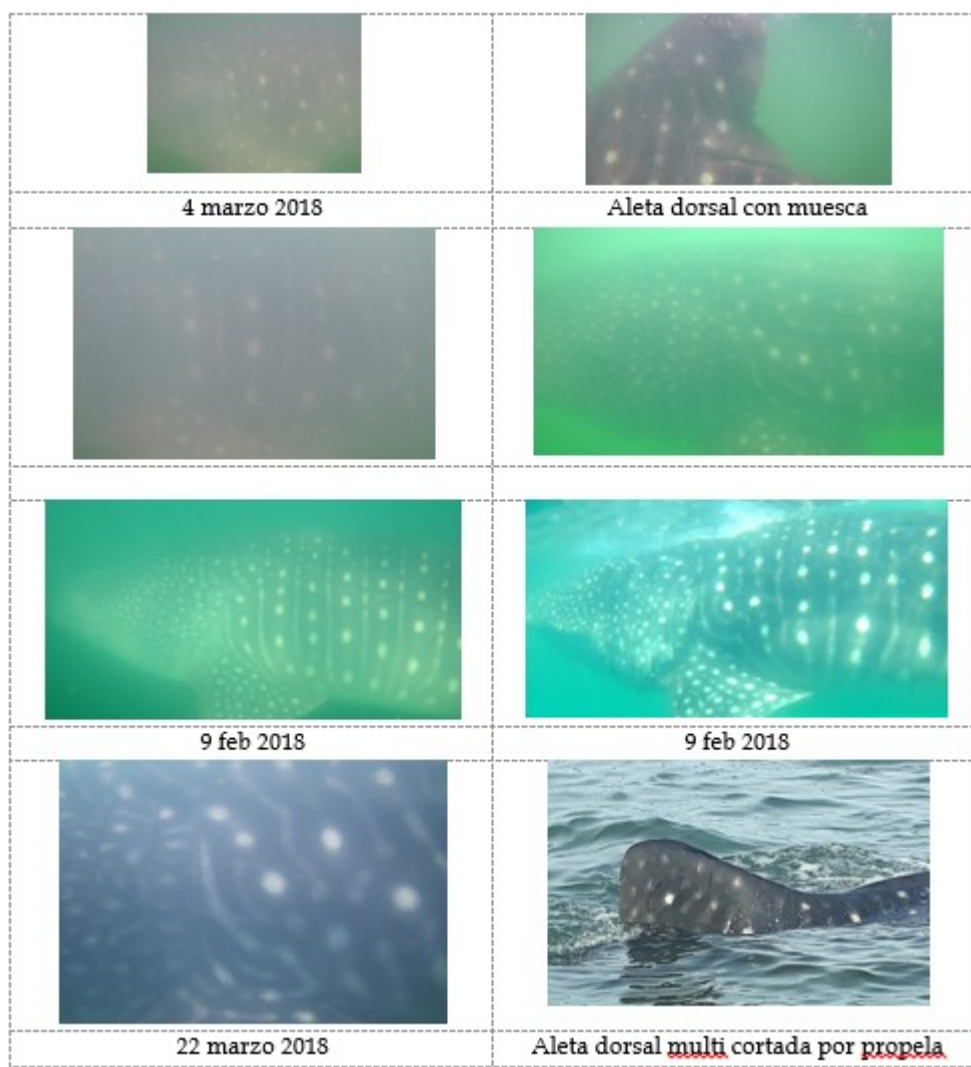
Figura No. 5

FOTO-IDENTIFICACIÓN y ESTRUCTURA POBLACIONAL.

Debido a la mala visibilidad y se tienen ciertas dificultades para la toma de la foto, pero con todo eso se tomaron fotos muy buenas, se lograron foto-

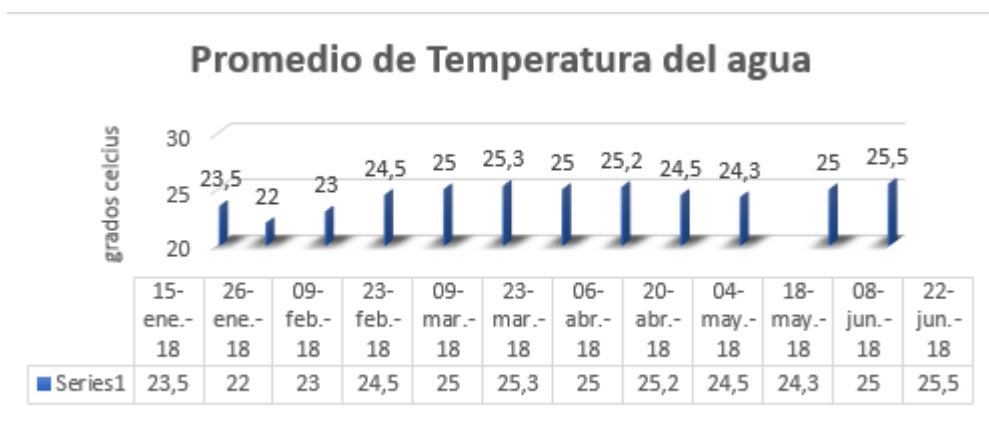
identificar algunos, se está conformando el catálogo de foto-identificación de los tiburones ballena observados como se presente la oportunidad. Se muestran algunas capturas

	
22 enero 2018	Macho joven. órganos sexuales no desarrollados
	
22 ene 2018	Macho
	
22 feb 2018	Aleta dorsal dañada ya cicatrizada
	
1 marzo 2018	1 marzo 2018



La temperatura es un variable que siempre se mide, los datos que arrojó durante las salidas

de monitoreo fueron los siguientes, para ello se utilizó un termómetro de cubeta.



III. Avances del impacto de implementación

En el plantel	El mayor impacto en la escuela es con los estudiantes, se involucran de manera directa se les nota el interés por permanecer en el proyecto sobre todo cuando si en su salida se observó a un organismo de tiburón ballena o más, el interés por la conservación de la vida silvestre.
En la comunidad	Algunos operadores turísticos de la comunidad aprovechan desde hace unos años la presencia de los tiburones ballena como un atractivo turístico que complementa sus viajes turísticos. Sin embargo, el número de personas interesados en ver al tiburón ballena va en aumento, por lo que es necesaria la continuación de obtención de información básica sobre la especie para ofrecer y regular de manera apropiada la actividad. ¿Cuándo llegan los tiburones ballenas? ¿Cuáles son los sitios mas frecuentados por los tiburones? ¿Cuántos son los que llegan? ¿Qué meses están en nuestras costas?, son algunas de las preguntas que los prestadores se generan, y si se tiene la información correcta ellos pueden ofertar un servicio de calidad y certero, ayudando en la economía familiar en gran medida y con una buena difusión los turistas llegarían en más número y la economía de la comunidad mejoraría. Al mismo tiempo con esta información tendríamos la oportunidad de comprender, conservar la especie y el habitat con mas veracidad.
En la entidad	El impacto en la entidad sería muy parecido, con la información confiable, sería un destino reconocido nacional y mundial, activaría la economía en la industria turística; la observación y nado del tiburón ballena genera en otros países como Australia, la India e Indonesia entre otros, una excelente derrama económica nos pondría en el mapa del tiburón ballena global como un destino económico para los amantes de la naturaleza y el turismo de aventura, más aún porque el destino y sus habitantes son amables con el medio ambiente.

Referencias

- den Hartog, J. y R. Reijns. 2004. Interactive Raggie Identification System, Manual.0.2. 28p.
- González-Vega H., J.P. González-Hermoso, R. Murillo-Olmeda., 2010. Propuesta de plan de manejo para realizar aprovechamiento extractivo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en el estado de Nayarit.
- García-García, B.M., 2002. Relación entre la biomasa zooplantónica y los avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*; Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C.

- Nelson, J.D., y A.S. Eckert. 2007. Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de los Ángeles, Baja California Norte, México. Fisheries Research. 84: 47-64 pp.



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

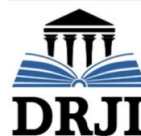
Los autores reciben una prueba final tipografiado antes de su publicación y son responsables de esta revisión final.

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).



Scientific Indexing Services



Directory of
Research Journal
Indexing



2395-8944