

INFORME FINAL PARA LA “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZONA DE REFUGIO PESQUERO EN LA BAHÍA DE ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN, NAVOLATO, SINALOA”.

DOCUMENTO JUSTIFICATIVO



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



Marzo de 2016

Eduardo Tirado Figueroa¹, Mario Jhovani Puerta Pérez¹, Jesús Gilberto Soto Cabrera¹, César Julio Saucedo Barrón¹, Andrés Martín Góngora Gómez² y Lizeth Carolina Villanueva Fonseca².

¹Instituto Sinaloense de Acuicultura y Pesca y ²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional.

DIRECTORIO

Lic. Mario López Valdez

Gobernador Constitucional del Estado de Sinaloa

Lic. Juan N. Guerra Ochoa

Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca del
Estado de Sinaloa

C. Cuauhtémoc Castro Real

Subsecretario de Pesca del Gobierno del
Estado de Sinaloa

Ing. Sergio Escutia Zúñiga

Vice-Presidente del Instituto Sinaloense de
Acuacultura y Pesca

M.C. César Julio Saucedo Barrón

Director General del Instituto Sinaloense de
Acuacultura y Pesca (ISAPESCA)

Lic. Mario Aguilar Sánchez

Comisionado Nacional de Acuacultura y Pesca
CONAPESCA

M.C. Víctor Manuel Arriaga Haro

Director General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola
CONAPESCA

Ing. Raúl Villaseñor Talavera

Director Adjunto de Ordenamiento Pesquero y Acuícola
CONAPESCA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
Refugios Pesqueros en México.....	6
JUSTIFICACIÓN	8
ÁREA DE ESTUDIO	9
Selección del área propuesta como zona de refugio pesquero	9
OBJETIVO	11
Objetivo general.....	11
Objetivos particulares.....	11
METODOLOGÍA:	11
Reunión con dirigentes de la Federación y 12 sociedades cooperativas ribereñas.....	11
Conformación de la Instancia de Seguimiento y Control (ISYC).	13
Determinación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en la zona de estudio.	13
Establecimiento de estaciones de muestreo.....	13
Parámetros Fisicoquímicos de la calidad el agua.	14
Cuantificación de clorofila <i>a</i>	15
Análisis sanitario <i>Perkinsus sp</i> en almeja chocolata.	15
Muestreos biométricos de almeja chocolata.	16
Evaluación de los bancos de almeja chocolata en la bahía.	16
RESULTADOS.....	18
DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO.....	18
Caracterización del sistema	18
Calidad del agua.....	18
Calidad del sedimento	18
Composición granulométrica y clase Textural	19
Metabolismo del ecosistema.....	19
Estado trófico del sistema lagunar.....	19
Valores de composición granulométrica y comparativo de parámetros fisicoquímicos.	21
Datos generados por el ISAPESCA, de los parámetros fisicoquímicos en el área propuesta de refugio pesquero.....	23
ANÁLISIS SANITARIO DETECCIÓN DE <i>Perkinsus sp</i>, EN ALMEJA CHOCOLATA <i>Megapitaria squalida</i>.....	26

Prevalencia y carga parasitaria.....	26
Ciclo reproductivo de la almeja chocolata <i>Megapitaria squalida</i>	28
EVALUACIÓN DE LOS BANCOS DE ALMEJA CHOCOLATA, <i>Megapitaria squalida</i>.	30
Densidad.....	31
Abundancia.....	32
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE ALMEJA CHOCOLATA.	33
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN EN LA CATEGORÍA TOTAL PERMANENTE DE LA ZONA DE REFUGIO PESQUERO, EN LA BAHÍA DE ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN.	36
Delimitación y señalización de la ZRP.....	37
COMPATIBILIDAD CON USOS EXISTENTES	38
LISTADO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ASOCIADAS A LA ESPECIE OBJETIVO PRESENTES EN LA ZONA PROPUESTA.	38
INFORMACIÓN PESQUERA	39
Esfuerzo pesquero.	39
Unidades económicas:.....	39
Pescadores.....	40
Embarcaciones.	40
Artes de pesca.	41
Descripción de métodos, artes de pesca y zonas de pesca.	41
PRODUCCIÓN HISTÓRICA, PROMEDIO ANUAL Y VALOR ECONÓMICO DE LA CAPTURA.	42
INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS.	43
Descripción general de información socio-económica y demográfica.	43
Índice de marginalidad.....	43
Nivel de escolaridad.....	44
Edad.	45
Ocupación.....	46
ACCESO A SERVICIO DE COMUNICACIÓN Y SERVICIOS PÚBLICOS	46
RELACIÓN CON OTRAS FIGURAS DE GOBIERNO EN RELACIÓN A LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.	47
DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEPENDIENTES DE LA ZONA.	48
DISCUSIÓN	49
CONCLUSIÓN.	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	52
ANEXO 1. ÍNDICE DE TABLAS.	58
ANEXO 2. ÍNDICE DE FIGURAS	59

AGRADECIMIENTOS.

Nuestro profundo agradecimiento a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA) a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), por la aportación de los recursos económicos para la ejecución de este proyecto.

Al Subdelegado de pesca en Sinaloa, Ing. Francisco Javier Ramos García y al B.P. Rafael Lazo Díaz, integrantes de la Instancia de Seguimiento y Control (ISYC) por sus valiosas aportaciones y comentarios para el buen desarrollo del proyecto,

A la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas "ALTATA Y ENSENADA DEL PABELLÓN, S.C. DE R.L. DE C.V. a través de su presidente Guadalupe Pacheco Serrano, beneficiarios del mismo, por su valioso apoyo en las trabajos de campo y las labores de vigilancia del área delimitada como refugio pesquero.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIIR-Unidad Sinaloa) del Instituto Politécnico Nacional, por permitirnos el análisis de las muestras en el laboratorio de malacología.

En especial nuestro reconocimiento por su invaluable apoyo a los pescadores René Ricardo Gutiérrez Navarro y al secretario de la Federación Javier Gutiérrez Navarro quienes junto con el personal técnico del Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca (ISAPESCA), participaron activamente en las acciones de construcción , muestreos, evaluación de los bancos y vigilancia de la zona de refugio pesquero (ZRP) propuesta para el aprovechamiento y manejo sustentable de la pesquería de la almeja chocolate en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, Navolato, Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

El Gobierno del Estado de Sinaloa en su Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, en el Eje Tres, sección 3-d, Nuevo impulso a la Pesca y la Acuacultura, estableció como objetivo posicionar a Sinaloa como primer lugar a nivel nacional en volumen y valor de la producción pesquera, estableciendo la normatividad necesaria para ordenar integralmente al sector.

Que en dicho apartado se contempla impulsar la reconversión productiva e innovación tecnológica en la pesca y la acuacultura mediante la repoblación de semillas, larvas y alevines en bahías, esteros y embalses de aguas continentales, con la finalidad de incrementar la producción de las diferentes especies.

En la Bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, municipio de Navolato, Sinaloa la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) es un recurso muy importante para la economía de los pescadores debido a la gran demanda que tiene en el mercado local. A lo largo de la bahía existen bancos de almeja chocolata, que durante muchos años se ha intensificado la explotación de este recurso, sin regulación alguna de esta pesquería, lo que ha propiciado una disminución significativa de la misma.

En base a la necesidad de recuperar esta pesquería, la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas Altata y Ensenada del Pabellón S. C. de R.L. de C. V., propone llevar a cabo una evaluación de factibilidad para la instalación de una Zona de Refugio Pesquero en la bahía, para promover el cuidado y recuperación de almeja chocolata, aplicando los lineamientos jurídicos de la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC- 2014, que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio pesquero en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de abril de 2014.

Por tal razón, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), suscribió el día 08 de junio de 2015, con el Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca (ISAPESCA), el convenio de colaboración para la realización del proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZONA DE REFUGIO PESQUERO EN LA BAHÍA DE ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN, NAVOLATO, SINALOA”, con el fin de generar la información técnica que sustente la instalación de un refugio pesquero en la bahía, cuya área sea una zona de reproducción natural, que permita la dispersión y asentamiento de semilla de almeja chocolata a lo largo y ancho de la bahía.

El presente informe es el documento justificativo que contempla la información técnica requerida por la Norma , que sustenta el establecimiento de una zona de refugio pesquero (ZRP) en la Bahía de Altata –Ensenada del Pabellón, cuyo objeto fundamental es la delimitación de una superficie de 1.3 has. cerrada de manera permanente a la extracción de almeja chocolata, que permita la sustentabilidad de este recurso pesquero en ese sistema.

ANTECEDENTES

El sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón ha sido objeto de varios estudios destacando los de: Morfología y geología (Gutiérrez-Estrada y Malpica-Cruz, 1993; Ayala-Castañares *et al.*, 1994), sedimentología (Peraza-Vizcarra, 1973; Green-Ruiz, 2001), balance de agua, sal y nutrientes (Flores-Verdugo y De la Lanza-Espino, 2000) y contaminación de sus agua, sedimentos y biota (Páez-Osuna 2002; González-Farías *et al.*, 2006), la cual incluye a los moluscos bivalvos, tanto por su importancia como indicadores o centinelas de contaminación, por su incidencia en la salud humana, ya que debido a su hábitat y su forma de alimentación, se convierten en posibles concentradores de sustancias tóxicas de diferente naturaleza y por lo tanto en vectores de las mismas (Chase *et al.*, 2001; Páez-Osuna *et al.*, 2002; Castro-Cantú, 2006).

Osuna-López *et al.* (2007), realizaron estudios ambientales y calidad del agua de la bahía de Altata, quienes investigaron la calidad ambiental de la bahía de Altata-Estero Tetuán Viejo-Oporito, incluyendo variables fisicoquímicas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH) nutrientes y estado trófico del sistema. Encontraron diferencias significativas entre las respectivas concentraciones mensuales de amonio y clorofila *a*.

Los valores promedios anuales encontrados por estos autores fueron: la temperatura del agua vario de 18.8 °C en enero a 31.7 °C en agosto. Estos valores coinciden con la variabilidad climática anual de la región, que se caracteriza por presentar los meses más cálidos en julio-septiembre y los meses fríos durante diciembre a marzo; salinidad varió de 30.8 g/kg en la zona de influencia de las aguas de los esteros internos hasta 35.4 g/kg en la parte media interna de la bahía; los valores promedio mensuales de oxígeno disuelto (O₂) mínimo fueron de 4.75 mg/l en octubre y un máximo de 10.1 mg/l en febrero; el pH promedio anual fue de 7.96, en la región interna del sistema y el valor máximo fue de 8.6 en las inmediaciones de la boca; la concentración promedio de P-PO₄⁻³ presentó un máximo de 3.18 µg/l en febrero de 2006, y la concentración menor fue 0.04 µg/l en enero de 2007; los niveles de N-NO₃ presentaron una concentración promedio mínima en febrero de 2006 con 4.09 µg/l y en marzo la concentración promedio más alta fue de 30.8 µg/l; los N-NO₂ mostraron niveles menores en invierno, con variaciones irregulares durante el resto del año, registrando un valor mínimo promedio para todo este subsistema de 1.81±1.50 µg/l en febrero 2007 y un valor máximo en mayo con 9.07±1.64 µg/l; los valores promedio de N-NH₄⁺ calculados fueron de 230 µg/l en febrero de 2007, y de 5.8 µg/l en noviembre de 2006; la concentración media mensual de (Cl-a), calculada en la Bahía de Altata mostró una concentración máxima de 10.6 µg/l en enero de 2007 y la mínima de 0.4 µg/l en febrero 2006, demostrando una variabilidad estacional muy notoria y característica de lagunas costeras.

Antecedentes más recientes son los realizados por Romero *et al* (2014), quienes estudiaron la calidad del agua y sedimento en las lagunas costeras del Estado de Sinaloa. En base a la estimación de índice trófico (TRIX), caracterizan a la bahía de Altata- Ensenada de Pabellones, como un sistema altamente eutrofizado. Así mismo el

índice de turbidez (TRBIX) expresa una baja transparencia del agua con una baja aportación de la clorofila *a* en la dispersión óptica de la luz en el agua. Concluyendo que el sistema presenta aguas altamente productivas, con valores inferiores al promedio trófico, y superior a la turbidez promedio.

En cuanto a los estudios bióticos del sistema lagunar-estuarino Altata-Ensenada del pabellón, Salgado-Barragán y Hendrickx (1992) y Salgado-Barragán (1993) realizaron algunas campañas de muestreo con el fin de describir la estructura de las comunidades de los moluscos y crustáceos decápodos del sistema. En total, identificaron 101 especies de moluscos y 51 de decápodos y comentaron sobre la alta diversidad biótica del sistema, aunque no evaluaron el potencial de explotación de los recursos identificados en sus estudios.

Alarcón-Garzón (2007), estudió la abundancia y distribución de moluscos bivalvos en la Bahía de Altata, Sinaloa, señalando que la comunidad de bivalvos intermareales de este sistema la conforman 14 familias, 22 géneros y 34 especies. Las familias más abundantes son Veneridae (87%) y Ostreidae (9%) y las diez familias restantes sólo alcanzaron el 4%. La familia Veneridae fue la que presentó la mayor diversidad y abundancia de especies, con *Chione californiensis* (75%) y *C. subrugosa* (17%) como especies más abundantes. En conjunto, el resto de las especies representaron el 8%. Las especies de importancia comercial de la familia Ostreidae, Pinnidae y Mytilidae más abundantes fueron *Crassostrea palmula*, *Mytella strigata* y *Atrina maura*.

Ruíz Velazco-Ramírez (2007) estudio la abundancia y distribución de moluscos gasterópodos en la Bahía de Altata, Sinaloa, encontrando que la comunidad de gasterópodos intermareales de este sistema está integrada por 20 familias, 26 géneros y 37 especies. Asimismo reconoció un total de 29,400 ejemplares de gasterópodos en un área de barrida de 252 m² (promedio: 116.7 organismos/m²), determinando que la mayor abundancia y riqueza de especies se presentaron durante primavera, principalmente en las zonas internas de los esteros, y la especie *Certhium stercusmuscarum* fue la de mayor abundancia y de más amplia distribución; enlistando como especies de gasterópodos características de la Bahía de Altata a *C. stercusmuscarum*, *Turritella gonostoma*, *Crepidula rostrata*, *Nassarius luteostomus*, *Theodoxus luteofasciatus*, *Nassarius* sp., *Littoraria aberrans*, *Crucibulum spinosum*, *Natica chemnitzi*, *C. personatum* y *Cantharus gatesi*.

Sánchez-Osuna *et al.* (2005) registraron 22 especies de bivalvos, 22 de gasterópodos y un cefalópodo en dos muestreos realizados en el mes de abril en la bahía de Altata y en el Estero del Tetuán. Entre los gasterópodos, se mencionaron como especies comercialmente importantes a *Melongena patula* y *Phyllonotus brassica*; mientras que entre las más abundantes señalaron en orden progresivamente decreciente a *Natica chemnitzi*, *Cerithium stercusmuscarum* y a *Cerithidea californica mazatlanica*.

Guerrero-Murillo (2007) realizó una investigación sobre distribución y abundancia de macroalgas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa; recolectando 34

especies repartidas entre las divisiones Rhodophyta (16 especies), Phaeophyta (5 especies), y Chlorophyta (13 especies), determinando que la especie mejor representada en todo el sistema fue la Rhodophyta *Gracilaria vermiculophylla* .

Hernández-Tovalín (2007) estudió la composición y variación estacional de las macroalgas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, realizando dos muestreos: uno en periodo de secas y el segundo en periodo de lluvias, registrando 36 especies y señaló que existe una escasa diversidad de estas especies en el sistema lagunar.

Los estudios realizados sobre dinámica poblacional de la especie *M. squalida* a nivel nacional destacan: López-Rocha *et al.* (2010) estudiaron la pesquería de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* en Baja California Sur. Los autores analizaron las tendencias espacio-temporales de las capturas, utilizando los registros de producción mensual y por localidad de 1999 a 2006. Detectaron seis regiones de pesca importantes: Bahía de La Paz, Laguna Ojo de Liebre, Bahía Magdalena, Laguna San Ignacio, Bahía de Loreto y la costa de Santa Rosalía. En las tres primeras obtuvieron 96% de las capturas totales. Observaron un incremento en la producción de 1992 (315 t) a 2002 (1,128 t) debido al aumento en la Laguna Ojo de Liebre y Bahía de La Paz, señalaron que es notable la disminución de las capturas en Bahía Magdalena desde el 2001 (457 t) al 2006 (73 t). A partir de 2002 se observaron una disminución general de las capturas. Concluyen que la pesquería en Bahía de La Paz y Laguna Ojo de Liebre se encuentra en su máxima capacidad, en Bahía Magdalena hay indicios de sobreexplotación, mientras que en Laguna San Ignacio, Bahía de Loreto y Santa Rosalía podría haber potencial de desarrollo; Amezcua-Castro, (2014), estudió el uso de las áreas de pesca de la almeja chocolata en Bahía Magdalena, B.C.S., de acuerdo a la distribución de captura por lugar de pesca definió, las zonas de Canales (6% de la captura), Bahía Magdalena (83%) y Bahía Almejas (11%). En Bahía Almejas la actividad es mayor en mayo, noviembre y diciembre; en las otras zonas entre febrero y abril. Las evaluaciones de almejas en 17 bancos muestran variaciones en la densidad de acuerdo al tamaño del banco, sin evidenciar tendencias a la disminución. Los bancos cerca al principal puerto de desembarque son los más utilizados y tienen una densidad de baja a media, con almejas de tallas medianas. Los alejados al puerto son menos utilizados y tienen almejas de tallas grandes. En general la pesca se desarrolla todo el año, asociada a factores de mercado.

En la captura están mejor representadas las almejas mayores a 80 mm de longitud (talla máxima legal), pero en bancos con tamaño de arena media son más abundantes. Los resultados permiten sugerir el manejo por zonas de pesca considerando frecuencia de uso, tendencias en la captura, densidad, tallas y cuotas; y García-Domínguez (1991) observó que la distribución de *C. californiensis* en la bahía Ensenada de la Paz se encuentra en conjunto con la almeja chocolata *M. squalida*, y que la presencia de ambas está determinada por el tipo de sustrato. La asociación con otros moluscos (Veneridos, Pectinidos y Mitilidos) en estudios de abundancia explica la

dominancia en número de algunas especies por periodos y áreas en estudios de otras localidades (García-Domínguez 1991; Villalejo-Fuerte *et al.*, 1995).

Villalejo-Fuerte *et al.* (2000), mediante técnicas histológicas describieron el ciclo reproductivo de *Megapitaria squalida* en bahía Juncalito, Golfo de California. Aplicaron y calcularon un factor de condición general. La proporción sexual reportada fue de 1H : 1M en la población. Las longitudes variaron entre 47.1 y 93.3 mm. Reportaron que *M. squalida*, es un organismo gonocórico que presenta un desarrollo sincrónico de las gónadas. Las fases de madurez y desove se presentan durante todo el periodo de estudio, por lo que asumieron que la especie se reproduce todo el año en bahía Juncalito.

En tanto que en el estado de Sinaloa los estudios sobre dinámica poblacional, son mínimos; sin embargo sobresalen los de Álvarez-Dagnino (2015), quien efectuó un estudio de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en la bahía de Altata. El autor evaluó el efecto de los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, potencial hidrogeno-PH-, solidos suspendidos totales-SST, clorofila a-Cla- y materia orgánica particulada-MOP-) en las respuestas metabólicas de organismos cultivados, y las respuestas reproductivas de una población silvestre de *M. squalida*. Para almejas cultivadas obtuvo correlaciones negativas con las variables ambientales de temperatura ($r = -0.53$), salinidad ($r = -0.75$), pH ($r = -0.73$), SST ($r = -0.49$), pero de manera positiva con las concentraciones de la Cla ($r = 0.44$) y MOP ($r = 0.59$), con el crecimiento. La actividad gonádica registrada fue constante durante el año con tres picos de desove (febrero, junio y octubre) tanto para machos como para hembras, mostrando una fase de reposo en diciembre. Se señala que los indicadores reproductivos mostrados por la población silvestre de *M. squalida* sugieren que su explotación en bahía Altata, debe ser regulada en los meses de junio, febrero y octubre.

Camacho-Evans (2011), mismo que estudió la abundancia y estructura poblacional de la almeja roñosa *Chione californiensis* en el sistema lagunar de Altata; observó que en la bahía de Altata, la mayor abundancia se presenta en los bancos La Barrita (30.63 ± 3.95 ind/m²) y La Palmita (28.84 ± 2.17 ind/m²), mientras la menor se presentó en el banco La Islita (9.38 ± 0.63 ind/m²). La densidad de la almeja en la Bahía puede considerarse baja debido a la pesca constante la mayor parte del año; sin embargo Rodríguez (1985) encontró más de 200 ind/m² superando la abundancia del estudio de Camacho-Evans (2011). Así como también a los de Beltrán-Pimienta *et al.* (2005), quienes evaluaron el potencial pesquero de las almejas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, a partir de 8 bancos almejeros; las principales especies que encontraron fueron: *Megapitaria squalida*, *Chione undatella*, *Chione californiensis*, *Laevicardium elatum*, *Dosinia ponderosa*, *Anadara tuberculosa* y *Anadara grandis*.

En la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, Ruiz *et al.* (2014), iniciaron un programa de repoblación de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), cuya semilla fue producida en el laboratorio de Larvicultura Especializada del Noroeste S.A. de C.V., en la comunidad de Celestino Gasca, Elota, Sinaloa, obteniéndose un millón de semilla de almeja chocolata y

0.5 millones de semilla de almeja de plato (*Dosinia ponderosa*) con una talla media de 3.5 mm; misma que sembraron en un refugio pesquero previamente establecido en la bahía de Altata.

La producción pesquera de almeja en Sinaloa, inició con niveles alrededor de 200 toneladas promedio en 2000-2002, posteriormente muestra una tendencia positiva durante el período de 2002-2009 alcanzando las 1,784 toneladas en este último año (Órgano Oficial del Gobierno del Estado de Sinaloa publicado el 18 de junio de 2014). La producción disminuyó hasta las 700 toneladas el 2012. Durante este año, la producción de almeja en Sinaloa representó el 6% de la producción del litoral del Océano Pacífico. En cuanto al patrón estacional, se señala que la captura de almeja en Sinaloa tiene su mayor abundancia estacional de abril a julio (período 2000-2012). En estos meses se obtiene poco más del 40% de la producción promedio anual. Dicho patrón estacional obedece en parte al comportamiento de los pescadores que utilizan esta pesquería como alternativa cuando otros recursos de mayor valor como el camarón se encuentran en veda y que la proporción de las especies de almejas capturadas puede variar por sistema lagunar; así se tiene que en el sistema lagunar de Altata, se ha reportado una disminución importante de la captura de almeja chocolate, con la sospecha que la población ha disminuido por sobrepesca.

Refugios Pesqueros en México.

La Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014 (DOF, 14/04/14), es la que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos y enmarca a la zona de refugio pesquero, como una figura suscrita en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, definida en el artículo 4° Fracción LI como: Las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea. De esta manera la zona de refugio son el primer instrumento pesquero dentro de la legislación mexicana que fomenta la protección de los ecosistemas marinos.

El primer antecedente en México sobre el establecimiento de un refugio pesquero (Tabla 1), fue en el en el Golfo de California; once zonas de refugio fueron formalmente establecidas mediante acuerdo publicado con fecha 16 de noviembre de 2012, las cuales son una herramienta para que las comunidades de la región garanticen el futuro de la pesca. Con esto, Baja California Sur se convierte en el pionero a nivel nacional, pues comunidades de Agua Verde, Santa Marta, San Evaristo, Tembabichi, San Carlos, Palma Sola, Punta Alta, Nopoló, La Cueva, Ensenada de Cortes, El Partidillo, punta Coyote y El Portugués han utilizado este instrumento jurídico a efecto de garantizar la sustentabilidad de sus pesquerías.

Otra zona de refugio pesquero establecida fue la de Sian Ka'an, dentro de la bahía Espíritu Santo del Estado de Quintana Roo, cuya finalidad fue el de contribuir a la

conservación y aprovechamiento sustentable de las especies de interés comercial dentro de la reserva, constituye una nueva delimitación de polígonos específicos para la conservación de reservas biológicas pesqueras, en donde se han registrado procesos de reproducción, alumbramiento y crianza de varias especies que sustentan pesquerías locales. Esta fue publicada en el DOF el 30 de noviembre del 2012.

En el mismo sentido se estableció una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal, ubicadas en las áreas de Banco Chinchorro y Punta Herrero en el Estado de Quintana Roo, por acuerdo de fecha 12 de septiembre de 2013, publicado en el DOF.

Durante el año 2014, se estableció una red de 7 zonas de refugios pesqueros para la protección del ostión de placer (*Crassostrea corteziensis*) en el sur de Sinaloa, en la barra de Teacapán, Escuinapa a fin de garantizar la reproducción de esta especie y recuperar las poblaciones de ostión de placer. Esta zona de refugio pesquero fue publicada en el diario oficial, con fecha 3 de diciembre de 2014.

El 10 de abril del 2015 fue publicado el acuerdo mediante el que se establece una zona de refugio pesquero Parcial Temporal por dos años y medidas para reducir la posible interacción de la pesca con tortugas marinas en la Costa Occidental de Baja California Sur, con una superficie de 8,848.2 km² (884,824.9 hectáreas), en las aguas marinas de jurisdicción federal en el área denominada "Golfo de Ulloa", misma que se complementa con medidas para disminuir la probabilidad de interacción con tortugas marinas, bajo un solo instrumento de regulación.

Recientemente fue decretada zona de refugio pesquero, mediante acuerdo publicado el 13 de abril del 2015 la zona de Akumal conformada por la Bahía Akumal Sur, Bahía Akumal Norte, Bahía Jade y Bahía Caracoles, estado de Quintana Roo, con profundidades menores a 5 metros que constituyen lagunas arrecifales, es otro área de refugio pesquero establecida con la finalidad de proteger 21 especies de peces y una de crustáceos de interés comercial, entre las especies protegidas de mayor importancia están el mero y la langosta.

Tabla 1. Refugios Pesqueros en México

Estado	Localidad	Temporalidad	Polígonos	Hectáreas	Publicado en el DOF
Baja California Sur	Punta coyote	5 Años	11	1,409	16/11/2012
Quintana Roo	Espíritu santo	5 Años	8	1,049	30/11/2012
Quintana Roo	Chinchorro	5 Años	5	1,238	12/09/2013
Sinaloa	Teacapán	5 Años	7	3,49	3/12/2014
Baja California Sur	Golfo de Ulloa	2 Años	1	884,825	10/04/2015
Quintana Roo	Akumal	6 años	1	988	13/04/2015
Totales			33	889,561	

JUSTIFICACIÓN

Los refugios pesqueros o zonas de refugio, han sido objeto de mayor interés en la investigación de la restauración marina, en el manejo de pesquerías con un enfoque de ecosistemas y en la conservación de la diversidad biológica en los últimos años. El interés radica, en parte, en que las formas tradicionales de manejo pesquero se ha demostrado son insuficientes, como se evidencia en el colapso histórico y reciente de varias pesquerías a nivel mundial. Además los métodos tradicionales de manejo como las estimaciones del máximo rendimiento sostenible son insuficientes para contrarrestar los múltiples tipos de impactos antropogénicos sobre la vida marina como la sobrepesca, artes de pesca destructiva, contaminación, desarrollo costero que impacta los hábitats críticos para el reclutamiento, el cambio climático, entre otros (Halpern,2003).

Los refugios protegen hábitats y la diversidad de plantas y animales que viven en ellos; en consecuencia, constituyen una forma única de protección del ecosistema. Investigadores han estudiado más de 124 reservas marinas en el mundo y han documentado cambios biológicos positivos dentro de ellas a los pocos años, con impactos positivos que llegan más allá de sus bordes. Una revisión global de los resultados generados por dichos estudios reveló que los peces, invertebrados y algas tuvieron incrementos significativos dentro de los refugios pesqueros, las especies severamente explotadas tendieron a mostrar los incrementos más significativos (PISCO,2007).

En la bahía de Altata-Ensenada de Pabellón, la pesquería de almeja chocolata se viene explotando por muchas generaciones; es el sustento de cientos de familias que viven asentadas en la ribera de ese sistema lagunar, a pesar de su explotación irracional no existe regulación ni medidas de ordenamiento alguno, no obstante de contar con permiso solo 3 cooperativas para su explotación, y tener un registro de 21 pescadores autorizados como esfuerzo, se captura por la mayoría de la población y cooperativas ribereñas sin contar con autorización, como una fuente alterna en temporada de veda de las especies con las sí tienen permiso comercial como camarón y jaiba, principalmente. En los últimos años se percibe una drástica disminución de las poblaciones de este recurso, de 184.10 toneladas registradas en el año 2006, en el 2014 solo se obtuvieron 3.3 toneladas. De no tomarse medidas inmediatas, existe una amenaza de colapso de esta pesquería.

ÁREA DE ESTUDIO

Selección del área propuesta como zona de refugio pesquero.

La selección del área propuesta para la implementación de zona del Refugio Pesquero en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, se realizó buscando que el área estuviera libre de aportaciones de aguas residuales de las comunidades pesqueras que se encuentran en la zona, además que no se vertieran afluentes de descargas de drenes agrícolas para evitar la eutrofización por el gran contenido de nutrientes que aportan estas descargas. Así mismo, para la ubicación del refugio pesquero se consideró que no existan descargas de agua de alguna granja de cultivo de camarón. La selección del sitio no entorpece las actividades de captura y pesca de los recursos concesionados para las sociedades cooperativas que existen en la zona. La ubicación de la zona se determinó también en función de su cercanía con el campo pesquero de Altata, para facilitar el acceso, vigilancia y las labores de seguimiento.

La propuesta del polígono para la implementación de zona de refugio pesquero en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón (Fig. 1), tiene una superficie de 13,000 m² con las coordenadas geográficas siguientes (Tabla 2):

Tabla 2. Coordenadas Geográficas polígono ZRP.

VÉRTICE	NORTE	OESTE
1	24° 37" 19.6'	107° 56" 25.6'
2	24° 37' 21.3'	107° 56" 23.5'
3	24° 37" 17.5'	107° 56" 19.4'
4	24° 37" 15.8'	107° 56" 21.4'

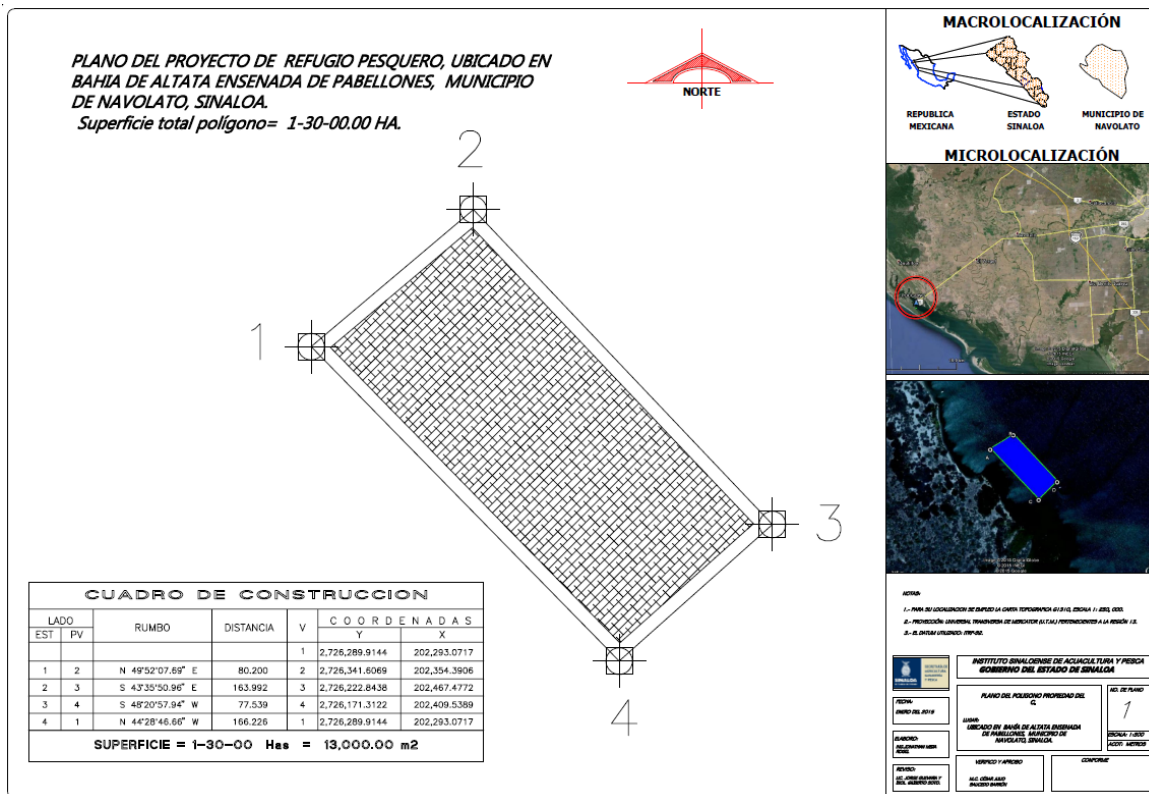


Figura 1. Polígono de la zona de refugio pesquero propuesto.

OBJETIVO

Objetivo general

Establecer una zona de refugio pesquero de conformidad a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que permita recuperar la pesquería de almeja chocolate *Megapitaria squalida* en la bahía de Altata- Ensenada de Pabellón, Navolato Sinaloa.

Objetivos particulares

- Generar la información necesaria para elaborar el documento justificatorio que requiere la NOM-049-SAG/PESC-2014.
- Diagnosticar aspectos técnicos, sociales y económicos de la pesquería objetivo y que proporcione información de su desarrollo pesquero.
- Colectar información asociada a las zonas de captura provenientes del conocimiento tradicional de los pescadores ribereños y de estudios o trabajos previos que ayudan a generar la información complementaria que se requiere.
- Determinar las características oceanográficas, biológicas y pesqueras de la zona de estudio.

METODOLOGÍA:

Reunión con dirigentes de la Federación y 12 sociedades cooperativas ribereñas.

Con el propósito de dar a conocer el objetivo del proyecto y la mecánica que se sigue en el proceso para establecer la zonas de Refugio Pesquero (NOM-049-SAG/PESC-2014) en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, se realizó el día 22 de junio de 2015 una reunión informativa en el puerto de Altata, Navolato, Sinaloa (Figura 2), con los representantes de la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de la bahía y Aguas Marinas Altata-Ensenada del Pabellón S.C. de R.L. de C.V., y con 25 dirigentes de 12 sociedades cooperativas que integran la Federación (Tabla 3), en la cual se comprometieron con los siguientes acuerdos:

1.- Realizar labores de vigilancia y mantenimiento en la zona del refugio pesquero, asignados en el proyecto a la federación de pescadores, para la realización de estas actividades, utilizando los recursos económicos contemplados en los términos de referencia del proyecto autorizado.

2.- Apoyar al personal técnico del ISAPESCA, en el traslado vía marítima al área propuesta para el monitoreo de los parámetros biológicos y fisicoquímicos de la calidad del agua.

3.- Proporcionar la logística de apoyo al ISAPESCA, en la evaluación de los bancos de almeja chocolata, así como la recolección de ejemplares que serán utilizados para el análisis sanitario (*Perkinsus sp*) en el laboratorio de Malacología del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Sinaloa.



Figura 2. Reunión con dirigentes de las Cooperativas.

Tabla 3. Relación de Sociedades Cooperativas afiliadas a la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas Altata y Ensenada del Pabellón S. C. de R.L. de C. V. con las que se signaron acuerdos para el desarrollo del proyecto.

Nº	NOMBRE DE LA SOCIEDAD COOPERATIVA
1	SCPP Ribereña Península de Lucenilla, S. C. de R. L. de C. V.
2	SCPP Teodoro Cervantes Pérez, S. de R. L. de C. V.
3	SCPP Unión de Pescadores del Puerto De Altata, S. C. De R.L. De C.V.
4	SCPP Ribereña Ensenada de La Palma, S. C. de R. L. de C. V.
5	SCPP Pescadores de La Boca del Rio Culiacán, S. C. L. de C. V.
6	SCPP General Rafael Buelna, S. C. de R. L. de C. V.
7	SCPP David Porter, S.C. de R. L. de C. V.
8	S.C.P.P. Gral. Macario Gaxiola, S. C. L. de C. V.
9	SCPP Boca Del Rio San Lorenzo, S. C. L. de C. V.
10	SCPP Ensenada Del Tiburón, S. C. de R. L. de C. V.
11	SCPP José Luis Castro Verduzco, S. C. L. de C. V.
12	SCPP Ribereña Barra de Palmitas, S. C de R. L de C. V.

Conformación de la Instancia de Seguimiento y Control (ISYC).

El día 1 de julio de 2015, se constituyó la Instancia de Seguimiento y Control (ISYC), en cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Convenio de Colaboración, celebrado entre la CONAPESCA y el ISAPESCA, el 8 de junio del año 2015 y Términos de Referencia para la operación de los proyectos “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZONA DE REFUGIO PESQUERO EN LA BAHÍA DE JITZÁMURI-AGIABAMPO (AHOME,SINALOA)” E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZONA DE REFUGIO PESQUERO EN LA BAHÍA DE ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN (NAVOLATO,SINALOA).

Determinación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en la zona de estudio.

Establecimiento de estaciones de muestreo

Se establecieron tres estaciones de monitoreo para la determinación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua (Figura 3); la primera estación se ubicó en Punta Arenas, la segunda en la zona propuesta como refugio pesquero y la tercera en el Tetuán Viejo, cuyas coordenadas geográficas se muestran en la tabla 4.

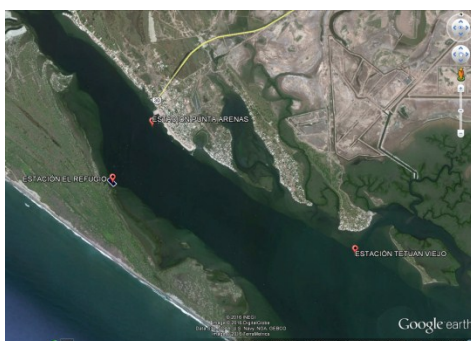


Figura 3. Microlocalización de las estaciones de monitoreo.

Tabla 4. Coordenadas Geográficas Estaciones

Estación	Coordenadas Geográficas	
	Latitud	Longitud
Punta Arenas	N 24°37'50.35"	O 107°55'57.73"
El Refugio P.	N 24°37'16.93"	O 107°56'21.90"
Tetuán Viejo	N 24°36'39.08"	O 107°53'44.74"

Parámetros Fisicoquímicos de la calidad el agua.

Para la determinación *in situ* de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua de Oxígeno Disuelto (mg/l) y Temperatura (°C), se utilizó un Medidor de Oxígeno YSI 55 de 12 FT; para la Salinidad (ppm) se utilizó un Refractómetro Salinómetro MASTER-S/MILLM 0-100%; el Potencial Hidrógeno (pH) se obtuvo mediante un Medidor de PH/°C, IMPERMEABLE PORTÁTIL ATC CAL AUT 20.00 A 14.00. La Profundidad (mts), se determinó utilizando un Ecosonda Manual marca HawkEye y la Transparencia del agua (mts) mediante un disco de SECCHI 20 CM C/CUERDA P/MEDICIÓN.

La determinación de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Materia Orgánica Particulada (MOP), se realizó de acuerdo al método gravimétrico descrito por APHA (1995). El procedimiento consistió en pesar los filtros Whatman GF/C nuevos y se registró el peso 1 (W1). Se colocaron en un desecador para eliminar la humedad y evitar error en el pesado de los filtros. Una vez obtenida la muestra de mar se filtró, y se midió el volumen en ml. Posteriormente se colocó el filtro en un horno a 100°C por una hora y se pesó para obtener el peso 2 (W2). Nuevamente se colocaron los filtros en una mufa a 550°C durante 20 minutos y se pesaron para poder obtener el peso 3 (W3) (Figura 4). Para conocer la concentración de SST y MOP se realizaron los siguientes cálculos:

$$SST = (W1 - W2) (1000) / V$$

$$MOP = (W2 - W3) (1000) / V$$

Donde:

W1= Peso antes de filtrar la muestra.

W2= Peso del filtro después de introducirlo al horno a 100°C durante una hora.

W3= Peso del filtro después de introducirlo a la mufa a 550°C durante 20 minutos.

V= Volumen filtrado de la muestra.

1000= Valor utilizado para convertir los ml a L.



Figura 4. a) Filtros de fibra de vidrio GF/F 0.7 µm b) Filtrado de muestras para la determinación de MOP y SST

Cuantificación de clorofila a

Para la cuantificación de clorofila a de las muestras de agua de la estación de monitoreo se filtró con filtros de fibra de vidrio Whatman (GF/F 0.7 μm), utilizando una bomba de vacío, al estar filtrando se protegieron las muestras de la luz, posteriormente se guardó el filtro en papel aluminio y se preservó en congelación a -20°C hasta que se realizó la extracción con acetona al 90% durante 24 horas en la oscuridad y en un ambiente frío. Posteriormente, se llevó a cabo las lecturas a 630, 645, 663 y 750 nanómetros en un espectrofotómetro. Los cálculos de la concentración de Clorofila a se realizaron de acuerdo a las ecuaciones de Jeffrey y Humphrey (1975).

Las muestras de agua para la determinación de Sólidos Suspendidos Totales (SST), Materia Orgánica Particulada (MOP) y Clorofila a, se tomaron en frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, los cuales fueron transportados en hieleras hacia el laboratorio de análisis ambiental del IPN-CIIDIR-Unidad Sinaloa.

La estación de muestreo se ubicó geográficamente mediante un dispositivo GPS, marca Garmin GPS MAP-78.

Análisis sanitario *Perkinsus* sp en almeja chocolata.

Para evaluar la presencia de *Perkinsus* sp. en almeja Chocolata *Megapitaria squalida*, se colectaron 30 organismos al azar de acuerdo a la tabla de Amos (1985). Los animales colectados se procesaron para el análisis de *Perkinsus* sp. de acuerdo a los protocolos definidos por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). La detección de *Perkinsus* sp. se realizó mediante el cultivo de tejidos en medio fluido de Tioglicolato (MFT). Cada organismo se sacrificó y se cortaron trozos de tejido de manto, branquia, glándula digestiva y músculo aductor, se colocaron en tubos desechables de 50 ml con medio MFT, añadiendo antibióticos (500 U ml^{-1} de penicilina G, 500 U ml^{-1} de estreptomycin y 400 U ml^{-1} de nistatina). Durante la incubación, los tubos se mantuvieron en oscuridad a temperatura ambiente (28°C) durante 7 días. Después de la incubación, se recogieron los fragmentos de tejido y se maceraron con una hoja de bisturí estéril sobre un portaobjetos de vidrio, se añadió de una a tres gotas de solución yodada de Lugol y se le colocó un cubreobjetos, y se esperó aproximadamente 10 min. Posteriormente cada muestra se observó en el microscopio compuesto a 100X y 400X, respectivamente (Figura 5).

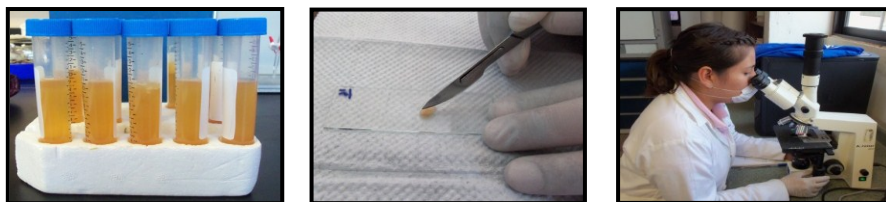


Figura 5. a) Tubos con MFT y antibióticos, b) Preparación de frotis y c) Observación al microscopio.

Durante esta observación se llevó a cabo el conteo de células de *Perkinsus* sp., se calculó la intensidad de la infección mediante la escala relativa de Mackin (Ray, 1954) (Tabla 5). Mensualmente se analizaron tejidos de 30 animales de acuerdo a la tabla de prevalencia de Amos (1985). El cálculo de la prevalencia como descriptor epidemiológico que se expresa en porcentaje, se realizó mediante la fórmula de Thrusfield (1995):

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{No. de organismos con evidencia de infección o daño}}{\text{No. total de la muestra}} \times 100$$

Tabla 5. Escala de Mackin para calcular la intensidad de Infección (Ray, 1954).

Nivel	No. de células de <i>P. marinus</i>
1	0, No infectada
2	1 a 10 células
3	11 a 30 células
4	31 a 100 células
5	Más de 101 células

Muestreos biométricos de almeja chocolata.

Para obtener las medidas de longitud, largo y ancho de los organismos, se utilizó un vernier plástico 7". El peso se obtuvo mediante una balanza de precisión Sartorius M-Power 310G X 0.001G. Mensualmente se colectaron 50 organismos para la obtención de estos valores.

Evaluación de los bancos de almeja chocolata en la bahía.

La colecta de los organismos se efectuó en 7 bancos de almeja chocolata *Megapitaria squalida* el primero fue "El Chivero" que se ubica en las coordenadas 24°39'1.11"N y 107°57'49.93"O, el segundo banco fue "La Barda" que se localiza a los 24°39'6.00"N y 107°57'43.93"O, el tercer "El Escorpión" ubicado entre 24°38'58.32"N y 107°57'4.87"O, el cuarto "La Casa de Chávez" entre los 24°38'52.21"N y 107°57'1.66"O, el quinto "La Islita" que se ubica entre 24°36'53.01"N y 107°55'49.22"O, el sexto fue "El Tetuán Nuevo" que se ubica entre 24°37'4.63"N y 107°54'38.02"O y el séptimo banco "Santa Cruz" que se encuentra ubicado entre 24°35'56.90"N y 107°54'48.04"O.

En cada banco se trazó la línea correspondiente a la isobata entre 1.11 y 1.55 mts paralelo a la costa, según la carta náutica de SEMAR (Secretaría de Marina, México-Costa oeste), a partir de ésta se realizó la localización de los transectos de 100 mts de longitud. Para delimitar los bancos en cada vértice, un buzo realizó inmersiones y registró la presencia o ausencia de almejas en el banco.

Para la evaluación de los bancos se utilizó la metodología de Ahumada-Sempoal et al. (2002), se realizó el muestreo de manera aleatoria simple con 4 repeticiones que consistió en emplear la técnica transecto-Cuadrante, según Pérez y Aldana (2000). El transecto consistió en lanzar un cabo de 100 metros con marca de separación de 20 mts de cada área muestreada. Por cada transecto se muestrearon 4 cuadrantes de los cuales se contabilizaron los organismos presentes dentro del cuadrante. In situ se realizaron mediciones biométricas y se cuantificaron los organismos de la fauna asociada de la almeja chocolata.

Se utilizó 1 cuadrante de fierro de 1 m² de solera de 2 pulgada. Los transectos se delimitaron con un cabo de 100 mts. Se utilizaron dos boyas plásticas para ubicar los extremos de cada transectos (Figura 6). Para ubicar geográficamente los vértices de los bancos de almeja chocolata se utilizó un GPS modelo MAP 76h marca GARMÍN. La profundidad se determinó utilizando una Eco-sonda Manual marca HawkEye. Para obtener las medidas de longitud, largo y ancho de los organismos, se utilizó un vernier plástico 7". El peso se obtuvo mediante una balanza de precisión Sartorius M-Power 310G X 0.001G. Bitácora de plástico, etiquetas, lápiz, una cámara fotográfica, bolsas ziploc para transportar a las oficinas del ISAPESCA, muestras de las especies asociadas a la pesquería de la almeja chocolata, para su posterior identificación taxonómica. El traslado del personal técnico fue vía marítima a los bancos de almeja, utilizando una embarcación de fibra de vidrio de 21 pies de largo con un motor fuera de borda de 65 hp.



Figura 6. Evaluación de bancos en la Bahía de Altata.

RESULTADOS.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO.

Caracterización del sistema

La bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, es una laguna del tipo III–A (I-D) caracterizada por depresiones inundadas y protegida por el mar por barreras arenosas producidas por las corrientes y el oleaje con una superficie de 22 200 has. Profundidad media de 1.43 m, oscilando entre 0.20 m y 10.50 m. a través de una boca natural denominada La Tonina, de 2 km de ancho, y está limitada por las barreras litorales Península de Lucenilla e isla de Redo. El sistema comprende parte del frente deltaico del río Culiacán. Es receptor de las descargas de 9 340 ha de estanques para cultivo de camarón y de los escurrimientos de 191 589 ha de agricultura de riego y 118 252 ha de temporal. Uso pesquero, camaronícola, turístico y agrícola.

Los principales valores reportados en estudios recientes para ese sistema lagunar son por Romero *et al* (2014) (Tabla 6) donde describe los promedios de los principales parámetros ambientales. Así mismo, los valores de la calidad del sedimento se reflejan en la tabla 7.

Calidad del agua

Tabla 6. Valores promedios de la Calidad de agua de la Bahía de Altata. (Romero, *et al* 2014)

	Prof (m)	Tran (m)	Tem (°C)	Sal (ups)	Oxí. d. (mg/l)	Ph (unidades)	Nitrito (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Amonio total (mg/l)	Ortofosfato (mg/l)	Nitrógeno total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	Clorofila a (µg/l)
Mínimo	0.2	0.1	12.87	1.72	0.18	7.23	0	0	0	0	0.06	0.02	0.33
promedio	1.43	0.89	27.05	32.68	4.57	8.14	0.012	0.04	0.31	0.13	0.92	0.25	11.8
Máximo	10.5	15	34.13	54.77	15.52	9.04	0.313	1.15	4.95	0.97	6.47	3.39	174.82

Calidad del sedimento

Tabla 7. Valores promedios de la Calidad del Sedimento en la Bahía de Altata. (Romero *et al* 2014).

PARÁMETRO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
Materia orgánica (%)	1.30	8.06	21.01
Nitrógeno total (mg/kg)	365.17	1266.17	2214.52
Fósforo total (mg/kg)	34.00	274.23	1308.93

Composición granulométrica y clase textural

En el sistema lagunar predominan arenas (69.39 %), seguidas por arcillas (15.76 %) y finalmente limos (14.85 %). La textura predominante es la arena en 26.7 % del sistema, le siguieron la franco arenoso con el 20.0 % y la franco arcillo arenoso con otro 20.0 %, la franco y la arena franca en el 13.3 %, cada una, seguida de la franco arcilloso en 6.7 % del sistema.

Metabolismo del ecosistema

El fósforo y el nitrógeno retenidos dentro del sistema, son utilizados principalmente para la producción primaria, la cual se ha calculado en $-19.16 \text{ g C m}^2 \text{ año}$, y se observa una desnitrificación de $-17.22 \text{ g m}^2 \text{ N/año}$. De acuerdo a los resultados de MNE el sistema presenta un comportamiento heterotrófico anual. Los flujos de NID indican que el sistema lagunar actúa como sumidero de nitrógeno y los flujos de FID indican que el sistema lagunar funciona como fuente de fósforo.

Estado trófico del sistema lagunar.

De acuerdo con el índice trófico (TRIX), el sistema lagunar Altata–Ensenada El Pabellón presenta un valor promedio anual de 7.88, que señala un estado trófico alto, con aguas altamente productivas, y con posibles cambios temporales en la biota y variaciones en la diversidad. Por su parte, el índice de turbidez (TRBIX) para este sistema lagunar expresa una baja transparencia del agua con una baja aportación de la clorofila *a* en la dispersión óptica de la luz en el agua (Figura 7). Con lo que se concluye que el sistema lagunar Altata-Ensenada El Pabellón presenta aguas altamente productivas, con valores inferiores al promedio trófico, y superiores a la turbidez promedio.

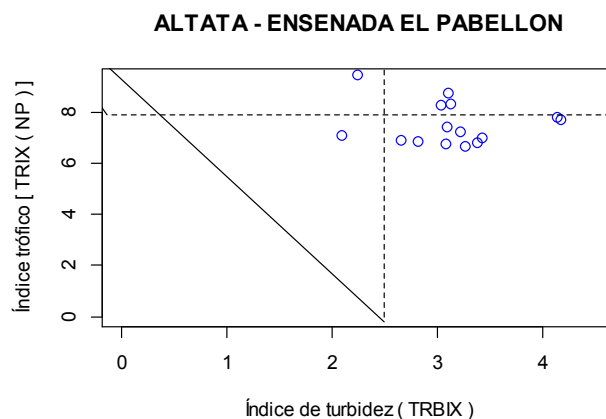


Figura 7. Relación índice trófico-índice de turbidez.

Los estudios sobre calidad de agua y sedimento realizados por Romero *et al* (2014), consideran al sistema lagunar como altamente eutrofizado, de manera general, los principales parámetros ambientales se encuentran en el rango de desarrollo de los organismos acuáticos. Confirma lo expresado los estudios realizados por la Comisión Estatal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios de Sinaloa (COEPRISS) de la

Secretaría de Salud, quien desde 2010 viene realizando los estudios correspondientes, para la clasificación sanitaria de las áreas donde se explota y cultiva ostión, dentro del Programa Mexicano de Moluscos Bivalvos, dependiente de la Comisión Federal Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) del gobierno Federal.

En la Bahía de Altata-Ensenada del Pabellón existen dos polígonos de 3,686 has. de superficie; uno en Ensenada del Pabellón y otro en Altata- Norte, cuyo status sanitario actual es el de **área clasificada**, de conformidad con la Nom-242-SSA1-2009. A partir del 2015 se están efectuando los estudios correspondientes para ingresar estas áreas al esquema de exportación a los Estados Unidos de América (USA) de conformidad con los requerimientos de la Food and Drug Administration. FDA (Agencia de Drogas y Alimentos), con un avance del 63 % de los estudios realizados (Tabla 8).

Tabla 8. Trabajos de Clasificación por parte de la COEPRISS (2015).

TRABAJOS DE CLASIFICACIÓN PARA EL ESQUEMA DE EXPORTACIÓN A E.U.A.						2015
AVANCES DEL PROYECTO AL MES DE NOVIEMBRE 2015						
ÁREA	Análisis microbiológico		Análisis bioquímicos			% AVANCE
	Muestras de agua	Muestras de producto	Biotoxinas Marinas	Metales pesados	Plaguicidas	
BAHÍA ALTATA NORTE	171	11	8	2	1	63.33
BAHÍA ALTATA ENSENADA DE PABELLONES	140	11	9	2	1	66.66
BARRA DE TEACAPAN	76	11	8	2	1	63.33
BAHÍA EL COLORADO	72	11	8	2	1	60
TOTAL DE MUESTRAS	459	44	33	8	4	63.33

						2016
TRABAJOS NECESARIOS PARA CONCLUIR Y MANTENER LA CLASIFICACIÓN 2016						
ÁREA	Análisis microbiológico		Análisis bioquímicos			
	Muestras de agua	Muestras de producto	Biotoxinas Marinas	Metales pesados	Plaguicidas	
BAHÍA ALTATA NORTE	153	10	13	2	1	
BAHÍA ALTATA ENSENADA DE PABELLONES	119	10	13	2	1	
BARRA DE TEACAPAN	68	10	13	2	1	
BAHÍA EL COLORADO	68	10	13	2	1	
TOTAL DE MUESTRAS	408	40	52	8	4	

El hecho de no contar con registro positivo, o eventos relevantes, en los resultados de los análisis bacteriológicos, metales pesados plaguicidas y biotoxinas en agua y producto, realizados por la COEPRISS, demuestra que dichas áreas son adecuadas para el desarrollo de los moluscos bivalvos en ese sistema lagunar.

Es importante destacar que el área propuesta como zona de refugio pesquero se encuentra dentro del polígono de clasificación sanitaria de la COEPRISS, para la explotación y cultivo de moluscos bivalvos, lo que significa que es un área con buena

calidad del agua, que garantiza la viabilidad de desarrollo y reproducción de la almeja chocolate dentro del refugio pesquero propuesto.

Valores de composición granulométrica y comparativo de parámetros fisicoquímicos.

En cuanto a la composición granulométrica, según los resultados obtenidos por Ruíz et al 2013, estos organismos habitan en sustratos donde predomina arena fina (limo-arcilla), registrando mayor porcentaje de grano en el tamiz de 120 micras, esto de acuerdo al triángulo de textura de Folk, 196, como muestra el análisis de materia orgánica y granulometría; estos son considerados como aceptables para el crecimiento, supervivencia y reproducción de la especie *Megapitaria squalida*. La distribución de esta especie se da por el tipo de sustrato y la profundidad, influyendo grandemente la acción del oleaje y corrientes que, como es de suponerse, tiene mayor efecto sobre la dispersión de las fases larvarias.

De igual manera Ruíz et al 2013, reportan solo para el área del polígono propuesto valores promedio de la temperatura del agua de 25.84°C, con un mínimo en enero del 2013 de 16.9°C y máximo en junio del mismo año con 32°C. La salinidad registró un promedio de 35.3 ‰, la menor concentración fue en octubre del 2012 con un valor de 29 ‰, el valor mayor fue en abril del 2013 con 40 ‰ (Figura 8).

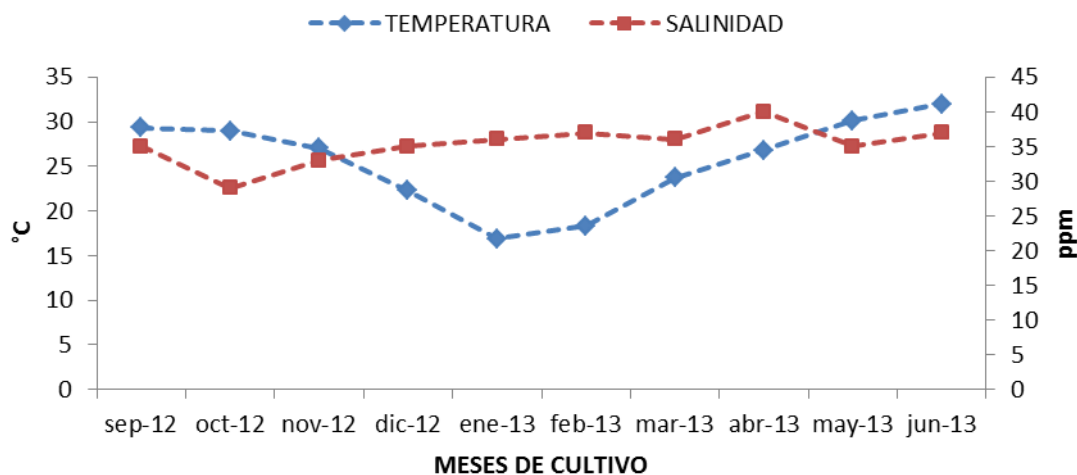


Figura 8. Variación de la temperatura del agua y salinidad en el área de crecimiento de la almeja chocolate *M. squalida* en la Bahía Altata, Navolato, Sinaloa.

La mayor concentración de oxígeno disuelto se registró en enero del 2013 con 10.17 mg L⁻¹ y la menor en noviembre del 2012 con 2.72 mg L⁻¹, con un valor promedio de 5.73 mg L⁻¹. Por otra parte, el valor promedio del pH fue de 8.11 UpH, presentándose el valor máximo en octubre con 8.29 UpH y el mínimo de 7.85 en marzo del 2013 (Figura 9).

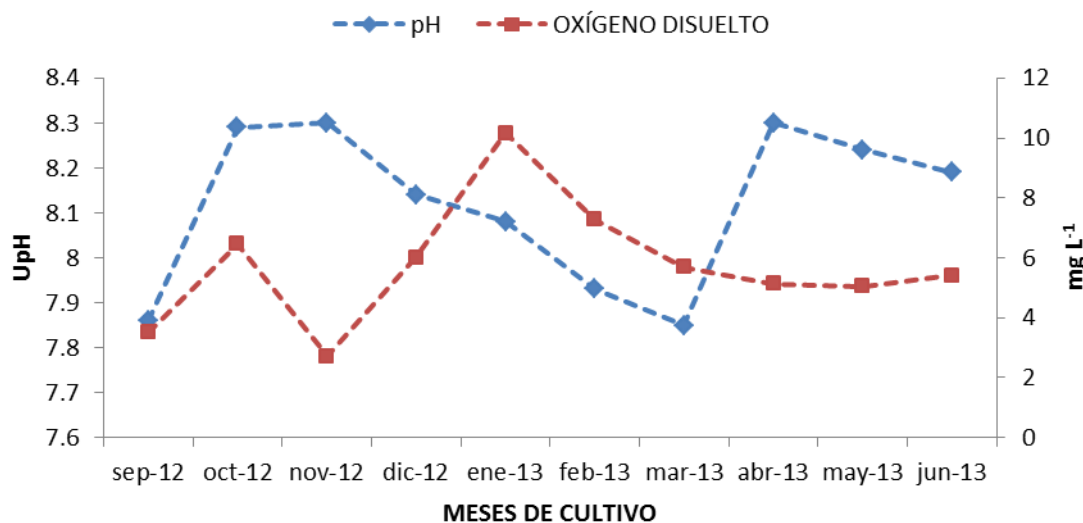


Figura 9. Variación del oxígeno disuelto y pH en el área de crecimiento de la almeja chocolata *M. squialida* en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.

Los valores de profundidad muestran un promedio de 1.08 m, observándose el valor máximo de 1.95 m en octubre del 2012 y un valor mínimo de 0.5 en enero del 2013, en lo referente a la transparencia, esta presento valores máximos de 1.5 m en septiembre y octubre del 2012, así mismo en marzo del 2012, el valor mínimo fue de 0.5 m en enero del 2013, con un promedio de 1.0 m (Figura 10).

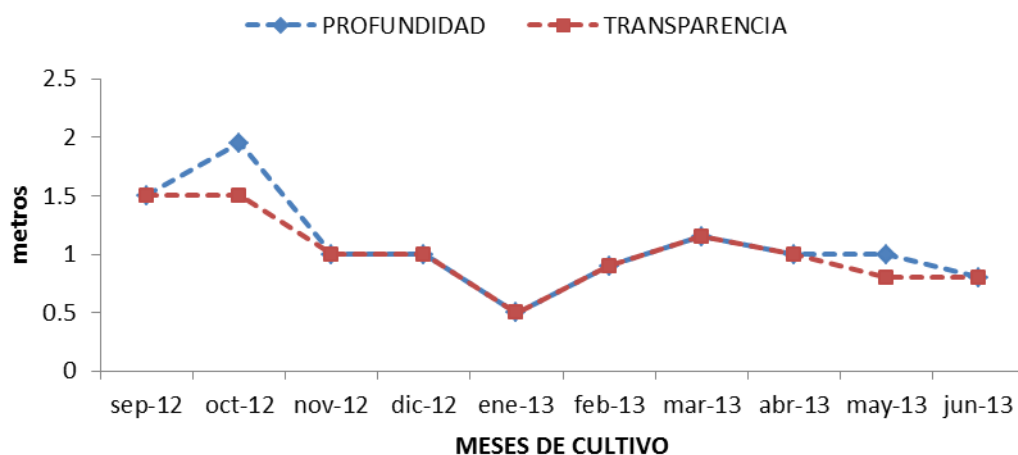


Figura 10. Variación de la profundidad y transparencia en el área de crecimiento de la almeja chocolata *M. squialida* en Bahía Altata, Navolato, Sinaloa.

Datos generados por el ISAPESCA, de los parámetros fisicoquímicos en el área propuesta de refugio pesquero.

Los datos registrados en la información generada por el ISAPESCA (Tirado *et al* en prensa) (Figura 11), reafirma los valores de los parámetros ambientales más puntuales en el área propuesta para zona de refugio pesquero, los cuales se realizaron durante ocho meses de julio de 2015 a febrero de 2016, que a continuación se describen en la tabla (9),

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, en la zona de refugio pesquero (ZRP) propuesto.

FECHA	MUESTREO	SALINIDAD (ppm)	Ph	OXIGEN O D. (mg/L)	TEM. (°C)	PROF (mts)	TRANS (mts)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) mg/l	MATERIA ORGÁNICA PARTICULADA (MOP) mg/l	CLOROFILA A (mg/m³)
JUL	1	33.80	8.00	4.00	32.05	1.40	1.40	16.85	5.14	2.101
	2	33.90	8.00	4.60	32.20	2.00	2.00	11.09	3.73	1.636
AGO	3	35.70	7.70	6.09	31.00	1.30	1.30	23.36	8.23	1.836
	4	35.42	8.14	6.3	31.18	1.50	1.50	14.46	5.54	2.490
SEP	5	35.6	8.03	5.6	31.44	1.70	1.70	15.86	5.68	5.498
	6	34.7	7.9	5.2	31.9	1.70	1.70	11.49	4.94	2.805
OCT	7	30.00	7.20	5.60	27.50	1.60	1.60	19.53	7.5	11.7495
	8	29.00	7.10	8.70	30.02	1.70	1.70	13.48	6	10.7085
NOV	9	32.00	7.80	6.40	27.80	1.30	1.30	15.53	6.07	10.74
	10	37	7.7	7.1	22.5	1.30	1.30	11.48	5.01	9.7
DIC	11	37	8.6	5.24	22.1	1	0.8	18.67	7.32	13.027
	12	38	8.4	5.7	20.2	0.8	0.8	19.29	8.51	11.511
ENE	13	37	8.7	7.6	20	1.10	1.10	11.011	5.229	9.194
	14	36	8.4	7.5	19.3	1.20	1.20	15.193	6.265	5.661
FEB	15	37.00	8.60	9.30	18.30	0.70	0.70	10.003	7.226	11.591
	16	35.00	8.40	6.70	21.00	0.90	0.90	8.947	11.602	13.561
PROMEDIOS		34.82	8.04	6.35	26.16	1.33	1.31	14.77	6.50	7.74



Figura 11. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos.

Los valores de los parámetros ambientales registrados en este estudio para la zona propuesta de refugio y áreas aledañas, dan cuenta de la particularidad en cuanto a la variación de los mismos, la salinidad registro el máximo valor en febrero con 37° ‰ y el más bajo octubre con 29 ‰, y un valor promedio de 34.8 ‰. Septiembre, octubre y noviembre fueron los meses en donde se registraron los valores más bajos de salinidad en el periodo.

El pH no tuvo mucha variación, casi se mantuvo constante con un valor promedio de 8 unidades, el oxígeno disuelto si presento variación oscilando de 4 mg/l en julio hasta 9.3 mg/l el más alto, con un promedio de 6.35 mg/l.

La temperatura de agua muestra una tendencia a la baja durante el periodo de muestreo, oscilo entre los valores de 20°C en durante el mes de enero y 32.2 °C en agosto, con un valor promedio de 26.1 °C.

De igual manera los sólidos suspendidos totales (SST), mostraron un comportamiento irregular durante el año, reportando los valores más bajos en enero de 8.947 mg/l, hasta valores de 26.38 mg/l en agosto, con un promedio de 14,77 mg/l.

La clorofila a registraron valores por abajo de 6.000 mg/l en los meses de julio, agosto y septiembre, incrementándose significativamente durante los meses de octubre noviembre y diciembre con valores de entre los 10.000 y 11.000 mg /l. Para registrar una caída drástica a 5.661 mg/l en enero e incrementarse hasta 13.561 mg/l en el mes de febrero.

La materia orgánica Particulada (MOP), muestra oscilaciones durante todo el periodo con valores entre 3.000 mg/l y 6.000 mg/l registrando los valores más altos en el mes de febrero con valores de 11.602 mg/l.

En cuanto a la profundidad no se observa mucha variación los valores registrados oscilan 0.8 a 1.70 mts, con un promedio de 1.33 mts. Al igual que la transparencia que fluctúa entre los mismos valores con un valor promedio de 1.31 mts.

Los valores de los parámetros ambientales registrados en el estudio se representan en la figura 12.

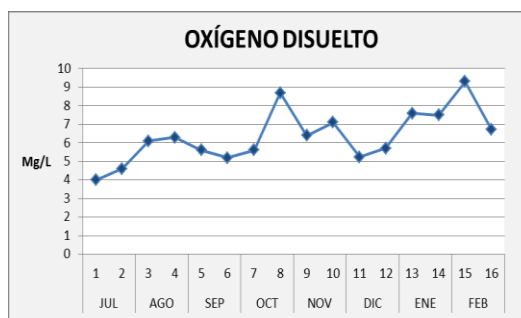
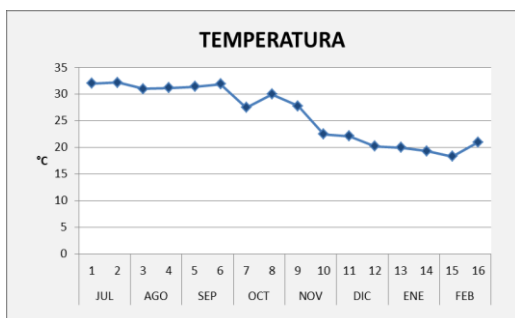
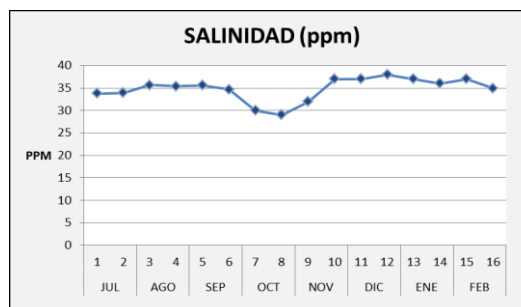
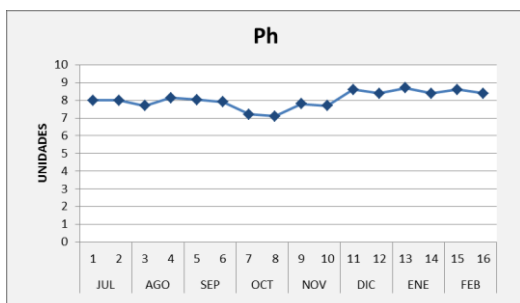
Tabla 10. Comparativo de la información disponible y generada de parámetros ambientales de ZRP.

	Sal (Ups)	pH (uni)	O ² (mg/l)	Tem (°C)	Prof (m)	Trans (m)	SST (mg/l)	MOP (mg/l)	Cl-a (mg/m ³)
Romero et al (2014)	32.68	8.14	4.57	27.05	1.43	0.89	-	-	11.8
Ruíz et al (2013)	35.3	8.11	5.7	28.8	-	1	-	-	-
ISAPESCA (2015)	34.82	8.04	6.35	26.16	1.33	1.31	14.77	6.50	7.74

Del anterior comparativo (Tabla 10) de las investigaciones recientes realizadas y publicadas por el INAPESCA e ISAPESCA, podemos concluir que no existe diferencias significativas en cuanto al comportamiento de los promedios de parámetros referidos, y la variación obedece sin duda a que el estudio de Romero *et al* (2014), se circunscribe a todo el sistema, con un mayor número de estaciones y que pueden verse afectado al promediarse los valores de los parámetros de cada estación e incluirse áreas que están impactadas.

En cuanto a los trabajos de Ruíz *et al* 2013, al igual que los de Tirado *et al* (en prensa), estos se tomaron las muestras de la zona propuesta para refugio pesquero, registrando parámetros ambientales propicios para el desarrollo y reproducción de la almeja *Megapitaria squalida*.

Por lo que las condiciones ambientales del **área propuesta como Zona de Refugio Pesquero son recomendables** para la protección, desarrollo y reproducción de la almeja chocolata, con el propósito de mantener la sustentabilidad de ese recurso pesquero.



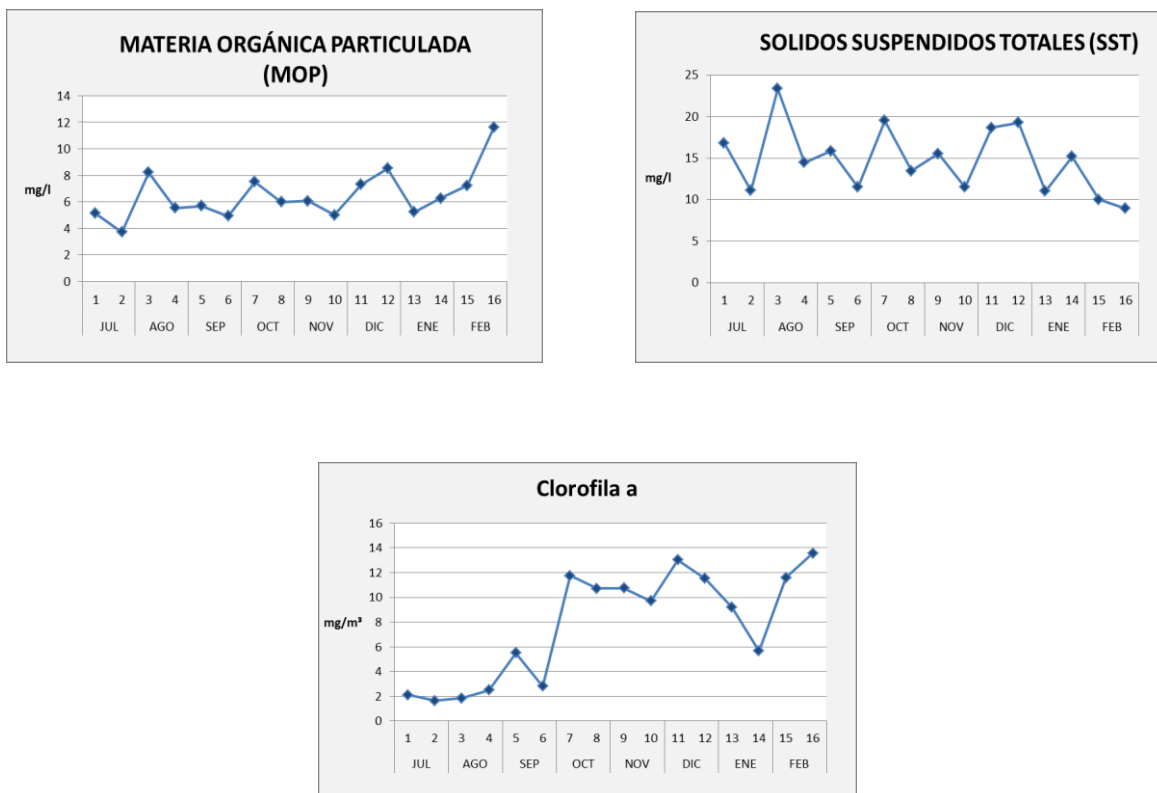


Figura 12. Variación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en el área de estudio. a) pH, b) Salinidad, c) Temperatura, d) Oxígeno Disuelto, e) Materia Orgánica Particulada, f) Sólidos Suspendedos Totales, g) Clorofila a.

ANÁLISIS SANITARIO DETECCIÓN DE *Perkinsus* sp, EN ALMEJA CHOCOLATA *Megapitaria squalida*.

Prevalencia y carga parasitaria.

El resultado de la prueba, realizado durante el período de estudio (julio 2015 a febrero 2016), indicó la presencia de hipnosporas (esferas de color azul-negro) características de un estadio vegetativo del patógeno *Perkinsus* sp (Figura 13). La Prevalencia general de la infección durante los ocho meses de colecta fue de 24.4.1% mostrando un grado de infección 1 y 2 en la escala de Mackin, indicativo de una infección baja. Este resultado confirma la presencia del patógeno en la Bahía Altata-Ensenada del Pabellón, y que **la almeja chocolata es poco susceptible a la infección, donde su desarrollo no se restringe ni se ve comprometido ante la presencia del protozooario en el cuerpo de agua**, a diferencia como sucede otras especies de bivalvos, donde se ha comprobado una seria afectación, particularmente en ostiones.

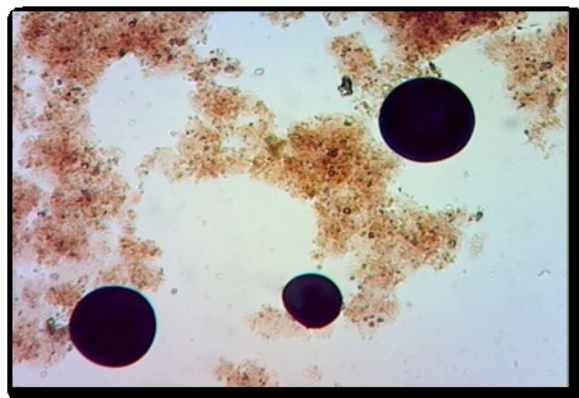


Figura 13. Tejido de glándula digestiva de la almeja chocolata *Megapitaria squialida* con presencia de hipnosporas de *perkinsus sp.*

Referente a la variación mensual de prevalencia de infección de *Perkinsus sp.*, se observa que los mayores valores reportados fueron en julio, octubre, noviembre y diciembre con valores entre el 30 y 40 %, el resto de los meses registró valores entre el 10 y 13 % (Figura 14).

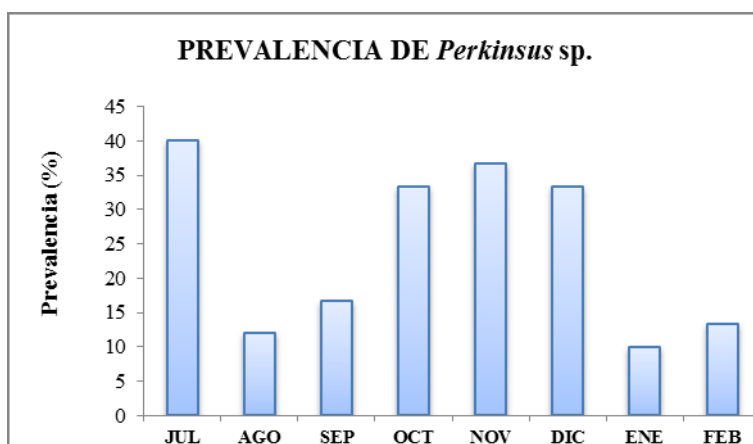


Figura 14. Variación mensual de prevalencia de *Perkinsus sp*

Los valores de prevalencia reportados por Ruíz *et al* (2013) fueron 24.6 %, coincidiendo con el presente estudio que fue el 24 %, coinciden en que los niveles de infección son bajos, lo cual este parásito que impacta otras pesquerías de bivalvos, **no representa una amenaza para las poblaciones de almeja chocolata en el área de refugio ni en el sistema lagunar**. De igual manera, es recomendable el análisis permanente de este tipo de estudios sanitarios, que permitan mantener monitoreada la zona para prevenir episodios de enfermedad que pongan en riesgo la salud de las especies en la zona de refugio pesquero propuesta (ZRP). El estudio sanitario realizado da cuenta de la viabilidad en la implementación del refugio en esa área, ya que la infección por *Perkinsus sp* en la especie *Megapitaria squialida*, no impacta las poblaciones de almeja chocolata, al presentar prevalencia de infección relativamente baja, sin impacto negativo para la población de almeja que se pretenden conservar como zona de reproducción natural.

Ciclo reproductivo de la almeja chocolata *Megapitaria squalida*.

Los estudios de reproducción de esta especie para el 2013, Ruiz *et al* (2013) refieren que el aumento paulatino de las temperaturas durante los meses de febrero a abril (18.3 a 26.8°C) marcaron un periodo parcial de desove en los organismos, meses en los cuales se encontraron los mayores pesos húmedos del cuerpo. Esta fase de desove se caracteriza en las hembras por la liberación de ovocitos (Ov) que han complementado su desarrollo en un desove parcial; el lumen (L) del acino se encuentra casi vacío y los ovocitos que aún están en desarrollo se encuentran unidos a su pared. Mientras que cuando se efectúa el desove total, los ovocitos son expulsados, y en el lumen solo se observan ovocitos residuales libres y algunos fagocitos (Figura 15 A). En el caso de los machos, el lumen del acino se encontró vacío en partes debido a la expulsión de espermatozoides (Ez), mientras que el resto presentó espermatocitos y algunas espermatogonias hacia la periferia del acino. En la liberación total, los acinos están vacíos o bien con algunos gametos residuales (Figura 15 B).

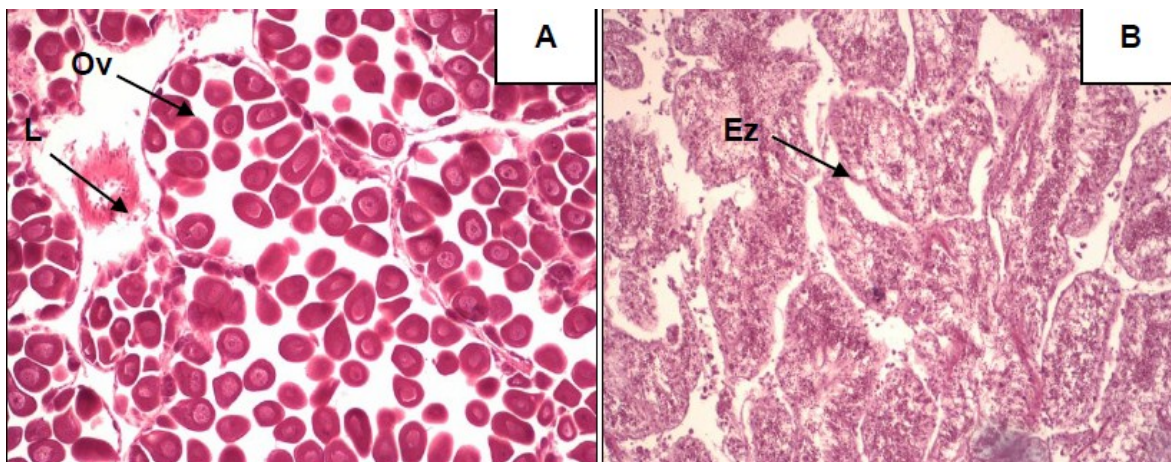


Figura 15. Corte histológico en gónadas de *Megapitaria squalida* A) Hembra, B) Macho.

Los resultados morfocromáticos muestran que durante los meses de febrero a abril se presentaron desoves parciales (Estadio V) en los organismos de *M. squalida*, las gónadas varían poco pero su volumen y consistencia pierden firmeza. Su forma voluminosa rodea al músculo en un 70%. La coloración es cremosa. El intestino es de color café, visible en el extremo de la gónada (Figura 16 A-B).

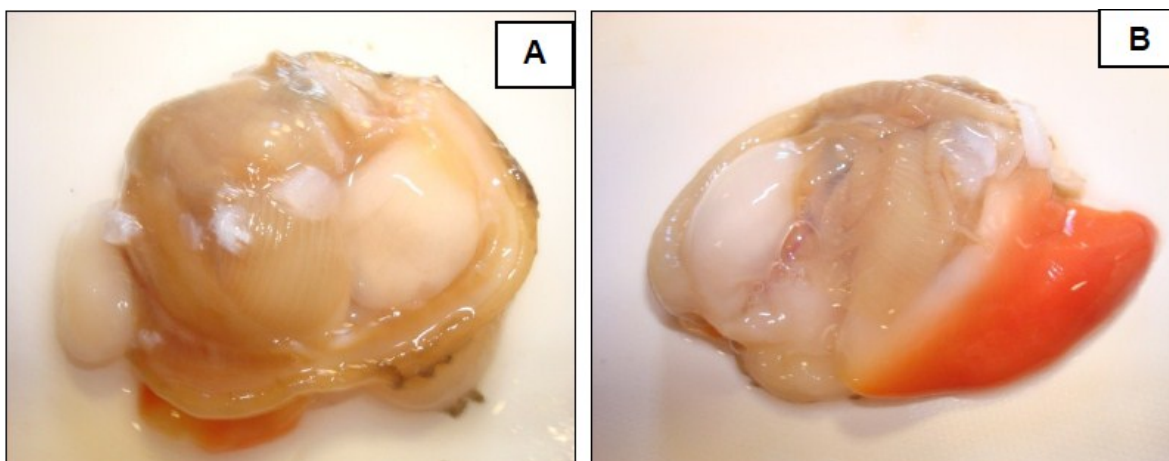


Figura 16. Fase macroscópica de desarrollo en *Megapitaria squialida* durante el periodo de desove (A-B).

Álvarez-Dagnino (2015), reporta que esta especie tiene actividad gonádica constante durante todo el año con tres picos de desove en febrero, junio y octubre para machos y hembras.

De acuerdo a los trabajos reportados por Ruiz *et al* (2013) y Villalejo-Fuerte (2000), así como la experiencia de Robles M (comunicación Personal), se estima que la fecundidad de la almeja chocolata es alta, cada organismo adulto puede producir hasta 8 millones de ovocitos, con una proporción de sexos de 1: 1. Por ello la población confinada de reproductores en la ZRP, que se estima en 1.5 organismos por m², puede dar un desove equivalente de 48 mil millones de ovocitos (Tabla 11), mismos que con el porcentaje de mortalidad natural en cada una de las fases del desarrollo, será un centro de dispersión de larvas que se asentarán dentro de la ZRP en primer término, y en segundo al resto de bancos de almeja de la bahía que es el propósito. En un período corto se estima sea un semillero potencial natural en el sistema lagunar de la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón (Figura 17).

Tabla 11. Desove Estimado ZRP

Almeja Chocolate (<i>Megapitaria squialida</i>)		Proporción sexual	Desove estimado (%)	Desove estimado
Almejas (Reproductores)	20,000	01:01	60%	48,000,000,000 ovocitos
Capacidad reproductiva	8,000,000 ovocitos			
Época reproductiva	Julio-agosto	*Estimación de M.C. Miguel Robles M. "Acuicultura S.P.R. de R.I. **Villalejo-Fuerte et, al, 2000 ***Estimación con 10.000 hembras		

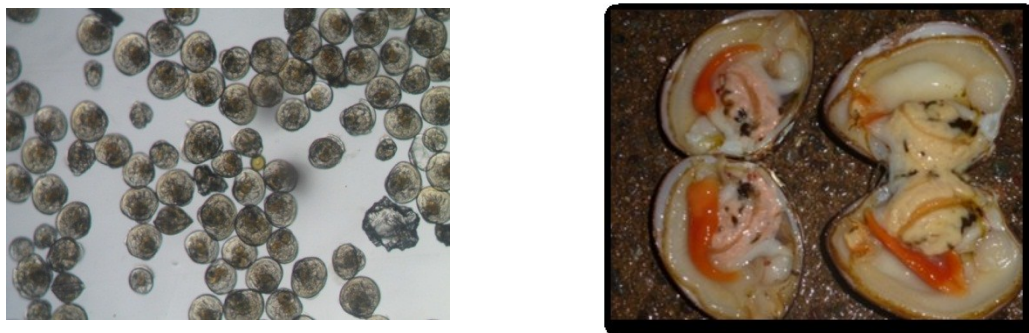


Figura 17. A) Semilla de almeja chocolata y b) Diferenciación de hembra y macho adulto de almeja chocolata.

EVALUACIÓN DE LOS BANCOS DE ALMEJA CHOCOLATA, *Megapitaria squalida*.

Se evaluaron 7 bancos en la bahía Altata-Ensenada de Pabellón, Navolato Sinaloa, del 15 al 19 de diciembre de 2015 (Figura 18). Los polígonos de las áreas evaluadas de los bancos sumaron una superficie total de 123,035.00 m², de estos el que presento menor superficie fue el banco “La Barda” con 3,742.50 m² y el de mayor superficie fue el banco “Tetuán Nuevo” con 49,649.50 m², como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Superficie de Bancos de Almeja Chocolate.

BAHIA ALTATA	
AREA DE MUESTREO	SUPERFICIE(m ²)
EL CHIVERO	15,462.00
LA BARDAS	3,742.50
EL ESCORPION	7,502.00
CASA DE CHAVEZ	5,992.00
LA ISLITA	21,252.50
TETUAN NUEVO	49,649.50
SANTA CRUZ	19,434.50
TOTAL	123,035.00

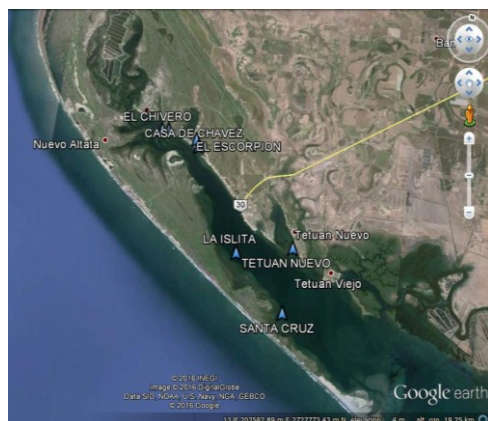


Figura 18. Microlocalización de los bancos de almeja chocolate.

Densidad

En cuanto a la densidad representada en org/m^2 (Figura 19). La densidad del banco El Escorpión ($3.25 \text{ org}/\text{m}^2$) fue significativamente mayor a los bancos restantes. El banco El Chivero, representó el segundo lugar en densidad ($3 \text{ org}/\text{m}^2$) y el banco Santa Cruz ($2.5 \text{ org}/\text{m}^2$) el tercero todos pertenecen a la Bahía Altata-Ensenada del Pabellón, Navolato, los cuales fueron significativamente diferente al resto de los bancos (tabla 13).

Tabla 13. Densidad calculada de almeja chocolate por cada banco establecido en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.

BANCO	Densidad (almejas/ m^2)
El Chivero	$3/\text{m}^2$
La Barda	$2.5/\text{m}^2$
El Escorpión	$3.25/\text{m}^2$
Casa de Chávez	$2.5/\text{m}^2$
La Islita	$2.24/\text{m}^2$
El Tetuan Nuevo	$1.37/\text{m}^2$
Santa Cruz	$2.75/\text{m}^2$

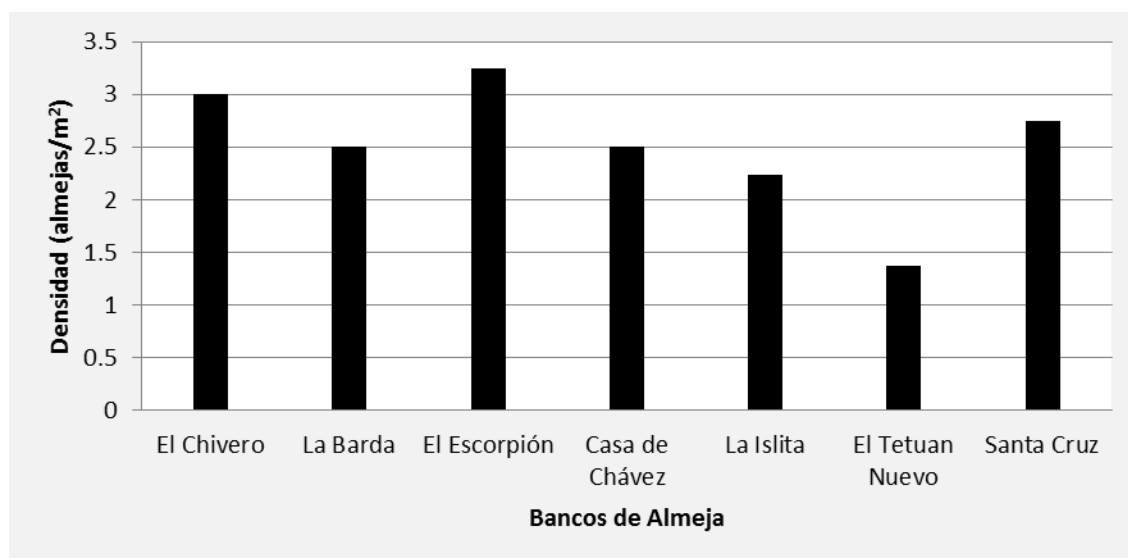


Figura 19. Variación de la densidad de almeja chocolate en los bancos de Altata.

Abundancia

La abundancia no fue proporcional al tamaño del banco sino a una combinación de área y densidad (org m²). En la Bahía Altata-Ensenada del Pabellón, la mayor abundancia promedio, se encontró en el banco denominado “El Tetuán Nuevo”, con una estimación de 68,268.06 individuos de almeja chocolate y la menor de 9,365.25 en el banco “La Barda” (Tabla 14).

Tabla 14. Área explotable y abundancia de la almeja chocolate en cada banco de la Bahía Altata.

Banco	Abundancia (Cantidad de organismos)	
	Área (m ²)	Promedio
El chivero	15,462.00	46,386
La barda	3,742.50	9,356.25
El escorpión	7,502.00	24,381.50
Casa de Chávez	5,992.00	14,980
La islita	21,252.50	47,605.60
El Tetuán Nuevo	49,649.50	68,019.82
Santa Cruz	19,434.50	53,444.88

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE ALMEJA CHOCOLATA.

Durante el período de junio de 2015 a febrero de 2016, se realizaron ocho biometrias mensuales de longitud (mm), muestreando un total de 380 almejas chocolates de la zona de refugio propuesto, cuyos resultados se muestran en la figura 20.

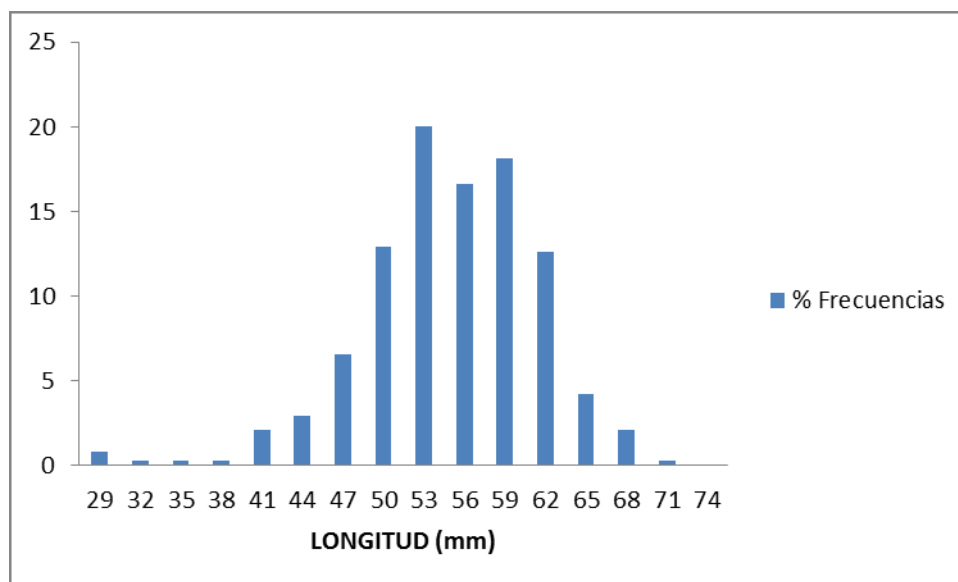


Figura 20. Estructura de tallas de *Megapitaria squalida* .

La estructura de tallas registradas para la almeja chocolata durante el periodo de muestreo se ajusta a una distribución normal en donde están representadas todas las tallas de esta especie que sustentan la pesquería. Se observa en el figura 20 que la captura de almeja se sostiene de organismos entre los 45 y 65 mm de longitud, en donde está representado el mayor porcentaje de la captura, es de apreciarse que una buena parte de la almeja extraída aun no alcanza la talla comercial, que de acuerdo a la Carta Nacional Pesquera 2012 (DOF 24/08/2012), establece como talla mínima de captura 64 mm de longitud.

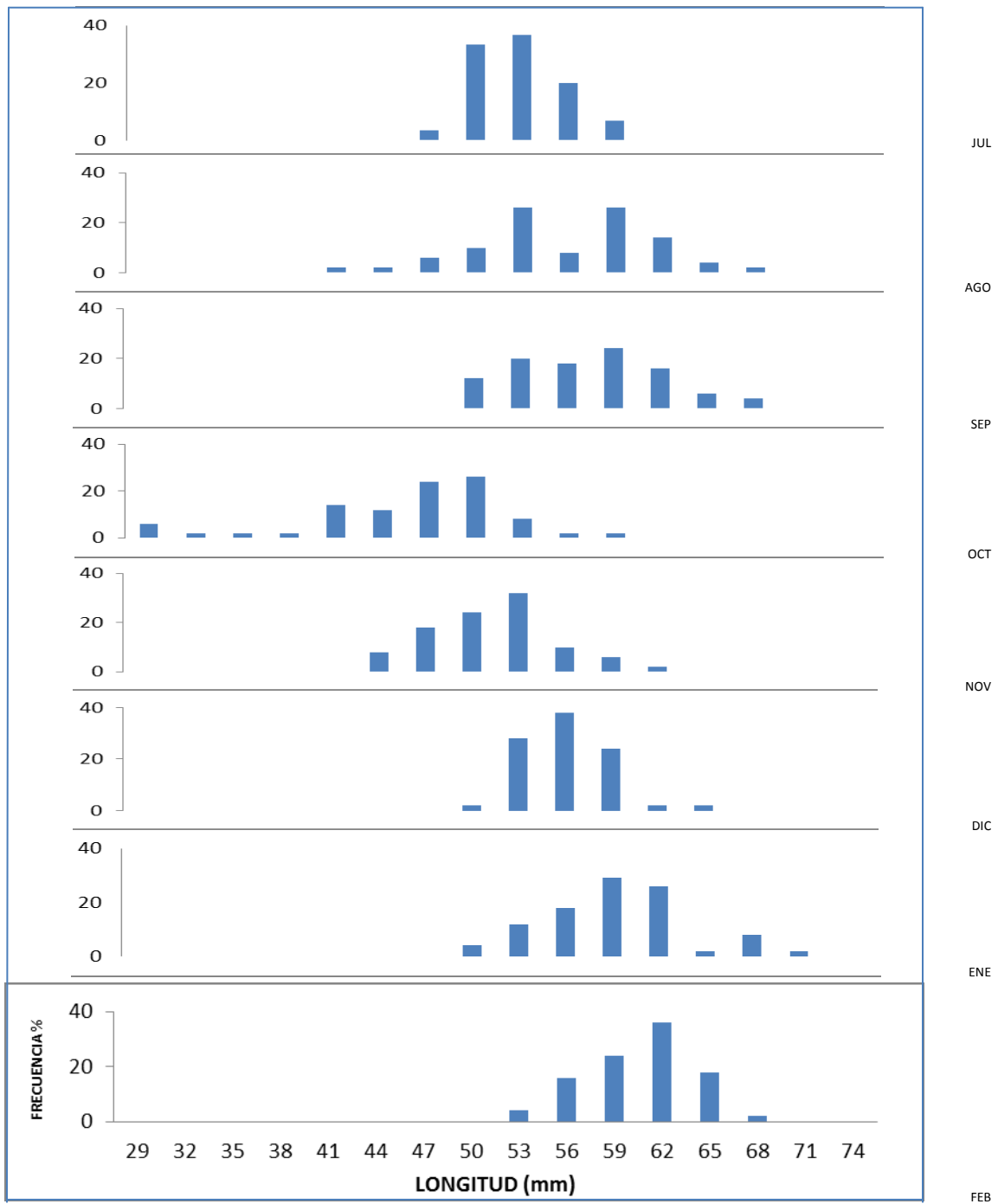


Figura 21. Distribución de frecuencias de tallas mensual.

En cuanto a su variación mensual, se observa en figura 21, que durante los meses de agosto y octubre se presentaron las tallas más pequeñas, entre los intervalos de 29 a 41 mm de longitud, lo que puede significar dos reclutamientos posibles de un periodo de reproducción tardío.

Durante el año se observa en la figura 21 un ligero sesgo hacia las tallas más grandes registradas en el muestreo como resultado del crecimiento propio de la almeja, que se ve reflejado en las captura de esos meses. No obstante se advierte que las tallas comerciales no se ven reflejadas en la captura, por lo que supone se ejerce presión de pesca o extracción sobre las tallas no permitidas o autorizadas.

En base a ello, se advierte un posible impacto que inhibe la sustentabilidad del recurso, lo que sugiere medidas de administración y control de este recurso a efecto de recuperar las poblaciones de los bancos de almeja en el sistema lagunar.



Así mismo, se hicieron mediciones del peso (grs) comparando su relación con la longitud (peso-longitud) como se muestra en la figura 22, en el cual se observa un ajuste al modelo, con un coeficiente de determinación del 0.8065, en donde al igual el mayor número de organismos está representado entre los 35 y 75 grs.

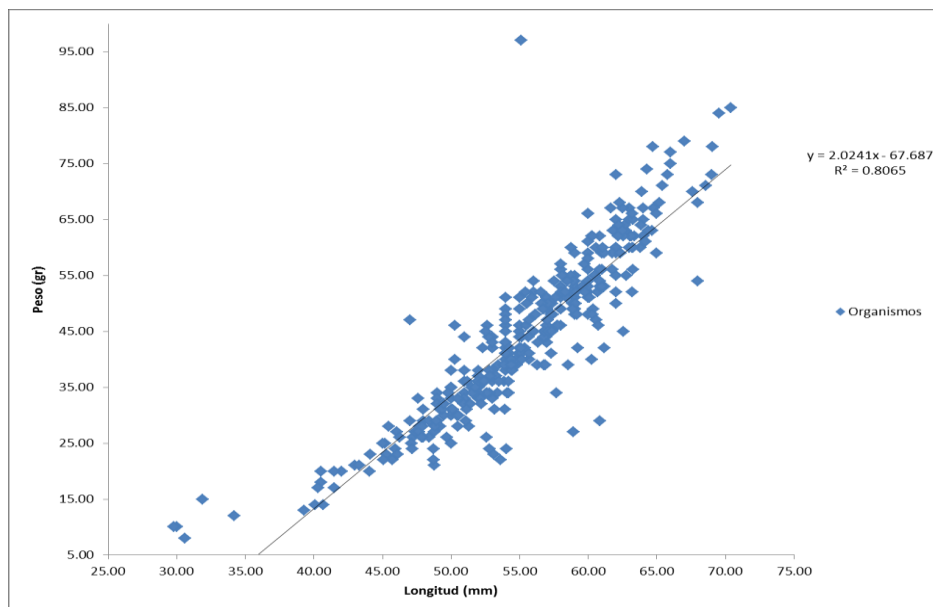


Figura 22. Relación peso-longitud de la almeja chocolata obtenida de los muestreos.

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN EN LA CATEGORÍA TOTAL PERMANENTE DE LA ZONA DE REFUGIO PESQUERO, EN LA BAHÍA DE ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN.

La propuesta del polígono para la implementación de zona de Refugio Pesquero en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón (Tabla 15), tiene una superficie de 13,000 m² con las coordenadas geográficas siguientes:

Tabla 15. Coordenadas Geográficas ZRP

VÉRTICE	NORTE	OESTE
1	24° 37" 19.6'	107° 56" 25.6'
2	24° 37' 21.3'	107° 56" 23.5'
3	24° 37" 17.5'	107° 56" 19.4'
4	24° 37" 15.8'	107° 56" 21.4'

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de abril de 2014, la ZRP propuesta, tiene como objeto la recuperación de los stock y recuperación de los bancos de almeja en el sistema lagunar referido, se propone que se clasifique con la categoría **Total Permanente**, en la

cual no podrá llevarse a cabo ninguna actividad de pesca comercial, didáctica, de fomento, deportivo-recreativa o de consumo doméstico sobre ninguna especie de flora y fauna acuática, con la finalidad de que siempre exista un lote de reproductores naturales que se reproduzcan, y que por la posición del mismo y las corrientes favorezcan la dispersión y asentamiento de la larvas producidas en todo la bahía. Con este instrumento se espera fomentar la protección del ecosistema marino a efecto de garantizar la sustentabilidad de la pesquería, en beneficio de los pescadores de ribera que explotan este recurso.

Delimitación y señalización de la ZRP.

Una vez referenciado el polígono en coordenadas geográficas, se delimito el área del polígono propuesto como ZRP, mediante la utilización de puntales de madera de 5 mts de longitud y 10 cm de grosor, los cuales fueron instalados a una distancia de 5 mts utilizando para su fijamiento en el sustrato un compresor de aire adaptado con dispositivos para realizar perforaciones. Así mismo, se utilizó malla cuadra 10 verde M 1x50 mm, para proteger a los reproductores asentados en el área de sus depredadores naturales, cuya densidad estimada es de 1.6 org/m².

Para la señalización se instaló en el lugar una manta plástica porosa de 3 mts de longitud por 1.5 mts de ancho, en la que señala que esta área es una zona de refugio pesquero propuesta (Figura 23).



Figura 23. Señalización de área propuesta del refugio pesquero de la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón.

COMPATIBILIDAD CON USOS EXISTENTES

Las actividades compatibles con usos existentes que se desarrollan en el área propuesta como zona refugio pesquero en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, se ubican en lugares o zonas adyacentes, de las que destacan la pesca de camarón y jaiba, la extracción de almeja chocolate y almeja chirila. Así mismo, se encuentran instalados dos módulos para el cultivo de camarón en jaulas flotantes circulares y cultivo de ostión. Otra de las actividades compatibles son las turísticas con paseos en lanchas a los visitantes por la bahía.

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA ASOCIADAS A LA ESPECIE OBJETIVO PRESENTES EN LA ZONA PROPUESTA.

De acuerdo a los resultados de la evaluación de los bancos de almeja chocolate efectuada en la bahía, se registraron organismos pertenecientes a 2 clases, 5 órdenes, 6 familias, 8 géneros y 9 especies de moluscos asociados a la pesquería de este recurso. Caracol, callo de hacha y almeja fueron los ejemplares que predominaron como fauna acuática asociada (Tabla 16).

En base a las estimaciones de abundancia, las especies que mayor estuvieron representadas como fauna asociada de la almeja chocolate fueron; la chirila con el 99.2 %, el resto los valores estuvieron por abajo del 1 % (Figura 24). No obstante ser la chirila la especie asociada a esta pesquería de mayor importancia, esta registra un comportamiento diferente en cuanto a su distribución y abundancia. De tal manera que esta almeja se presenta en mayor abundancia en los bancos ubicados cerca del campo pesquero el Tetuán, registrándose un promedio de 200 Org/ m², alcanzando en algunos lances hasta 300 org/m², en tanto que en los bancos próximos a la zona residencial las Águilas, su abundancia disminuye con registros de 35 org /m².

Tabla 16. Listado de especies de fauna asociada a la pesquería de la almeja chocolate

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
1	Caracol	<i>Terebra armillata</i>	Gasteropoda	Neogastropoda	Terebridae	<i>Terebra</i>
2	Hacha china	<i>Atrina maura</i>	Bivalva	Pterioidea	Pinnidae	<i>Atrina</i>
3	Almeja roñosa	<i>Chione (Lliochione) subrugosa</i>	Bivalva	Veneroidea	Veneridae	<i>Chione (Lliochione)</i>
4	Almeja de Arca	<i>Anadara perlabiata</i>	Bivalva	Arcoida	Arcidae	<i>Anadara</i>
5	Almeja plato	<i>Dosinia ponderosa</i>	Bivalva	Veneroidea	Veneridae	<i>Dosinia</i>
6	Almeja chirila	<i>Chione californiensis</i>	Bivalva	Veneroidea	Veneridae	<i>Chione</i>
7	Almeja china	<i>Chione gnidia</i>	Bivalva	Veneroidea	Veneridae	<i>Chione</i>
8	Caracol	<i>Eupleura muriciformis</i>	Gasteropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Eupleura</i>
9	Caracol	<i>Cerithium stercusmuscarum</i>	Gasteropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium</i>

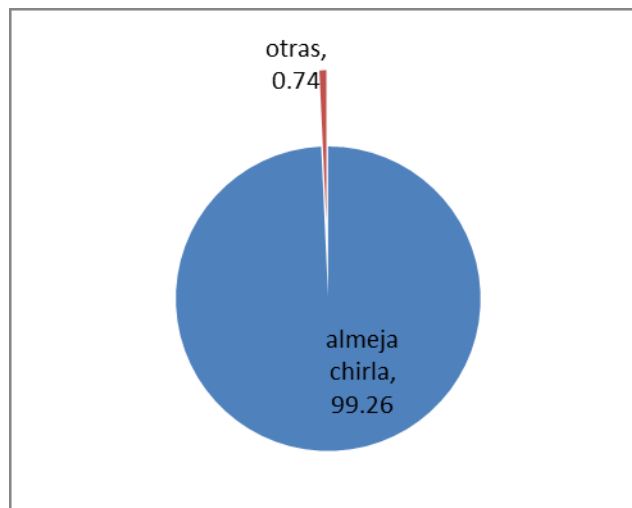


Figura 24. Porcentaje de especies de la fauna asociada en los bancos de almeja chocolate.

INFORMACIÓN PESQUERA

Esfuerzo pesquero.

Unidades económicas:

Actualmente existen 3 Sociedades Cooperativas con permiso de extracción de almeja que son: S.C.P.P. Unión de Pescadores del Puerto De Altata S.C. De R.L. De C.V. con 2 embarcaciones y 6 pescadores; S.C.P.P. Ribereña Ensenada de La Palma, S. C. De R. L. de C. V. Con 2 embarcaciones y 6 pescadores y S.C.P.P. Ribereña Barra de Palmitas, S. C de R. L de C. V. con 3 Embarcaciones y 9 pescadores. Estas Sociedades cooperativas se encuentran integradas en la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas Altata y Ensenada del Pabellón S. C. de R.L. de C. V (Figura 25).



Figura 25. Sociedades Cooperativas con permiso comercial de extracción de almeja.

Pescadores.

En la actualidad se encuentran registrados 21 pescadores para extracción de la almeja Chocolate en la Bahía de Altata- Ensenada del Pabellón (Figura 26).

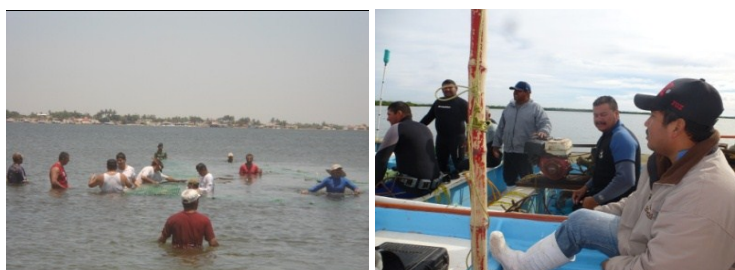


Figura 26. Pescadores de la Federación Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas "ALTATA Y ENSENADA DEL PABELLÓN, S.C. DE R.L. DE C.V.

Embarcaciones.

Se cuenta con 7 embarcaciones de fibra de vidrio con eslora de 21", registradas con permiso para la extracción de almeja Chocolate en la Bahía de Altata-Ensenada del Pabellón (Figura 27).



Figura 27. Embarcaciones registradas para la explotación de almeja.

Artes de pesca.

La extracción de almeja chocolata se realiza mediante buceo semiautónomo, (Aletas, visor, snorkel, cinturón de plomos y traje de buzo), así como también se utiliza la Hooka y/o trinchas manuales y sacos cebolleros (Figura 28).



Figura 28. Artes de pesca utilizados en la captura de almeja.

Descripción de métodos, artes de pesca y zonas de pesca.

El buceo semiautónomo es el método utilizado para la extracción de almeja chocolata en la bahía de Altata. Los pescadores se dirigen a los bancos de almeja, en una embarcación de fibra de vidrio, con motor fuera de borda de entre 20 a 75 caballos de fuerza. En la embarcación viajan 3 pescadores, un motorista y dos buzos. Los buzos requieren de equipo necesario para la extracción como; martillo, Hooka, y sacos cebolleros. El método utilizado es el buceo, al sumergirse el buzo, golpea con el martillo el fondo para ubicar a la almeja chocolata, producto del golpe, la almeja suelta un chorro de agua por los sifones de alimentación y excreción, en ese momento el buzo lo visualiza, y procede a desenterrar los organismos que se encuentra enterrados en la arena entre 10 y 20 cm de profundidad. Luego la coloca en los sacos cebolleros para su transporte a la embarcación donde son confinadas hasta llegar al sitio de recepción (Figura 29).



Figura 29. Métodos de pesca.

Las zonas de pesca de almeja chocolate se ubican en los 7 bancos evaluados durante el presente estudio con una superficie total de 123,035.00 m².

PRODUCCIÓN HISTÓRICA, PROMEDIO ANUAL Y VALOR ECONÓMICO DE LA CAPTURA.

La producción de almeja chocolate reportada por la CONAPESCA, para el periodo del 2006 al 2014 es de 525.3 toneladas, que representan un valor comercial en pesos de \$ 2, 695,459.48 pesos (Tabla 17).

El comportamiento de la captura de almeja refleja una tendencia drástica a la baja, de 184 toneladas en el 2006, el 2014 solo reporta tres toneladas de captura. Lo que significa una caída muy significativa. El período 2006 al 2009, aunque con tendencia a la baja aún se reportan registros de producción importantes, sin embargo a partir del 2010, las capturas reflejan una tendencia hacia la baja (Figura 30).

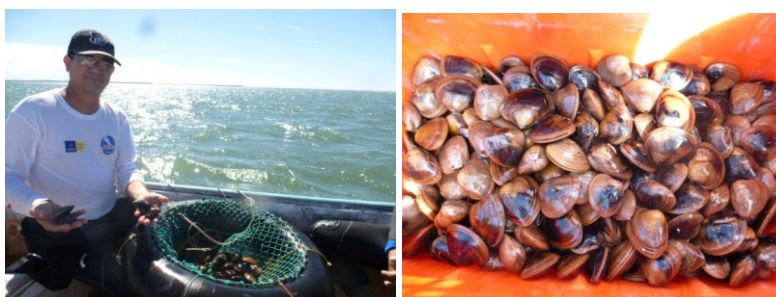


Tabla 17. Serie histórica de producción de almeja chocolata.

AÑO	PESO VIVO (Ton)	VALOR \$ (PESOS)
2006	184.10	915,837.66
2007	110.80	554,306.24
2008	52.40	224,898.07
2009	67.60	252,682.77
2010	26.80	150,368.91
2011	32.00	286,110.00
2012	25.50	164,562.00
2013	22.80	114,790.76
2014	3.30	31,903.07

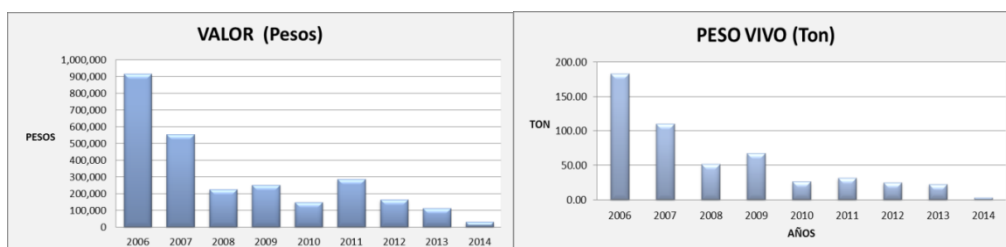


Figura 30. Comportamiento anual de la producción de almeja chocolata a) Peso vivo, b) Valor económico.

INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS.

Descripción general de información socio-económica y demográfica.

Índice de marginalidad

En la zona propuesta para implementar una zona de refugio pesquero en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, se encuentran asentadas seis localidades pesqueras. El grado e índice de marginación de acuerdo a datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2010), se describen en el tabla 18.

Tabla 18. Índice de Marginalidad por localidad.

Municipio	Localidad	Población Total (habitantes)	Grado de Marginación	Índice de Marginación escala 0 a 100
Navolato	Altata	2001	Bajo	4.9258
Navolato	El tetúan Nuevo	314	Medio	7.0460
Navolato	Las Aguamitas	1629	Bajo	6.0959
Navolato	El Castillo	3009	Bajo	6.0668
Navolato	Las Puentes	972	Alto	10.4129
Culiacán	Las Arenitas	1838	Medio	6.3917

Nivel de escolaridad.

Esta dimensión se integra por dos indicadores. El primero se relaciona con la capacidad de las personas de leer y escribir un recado; el no poder realizar estas acciones limita las posibilidades de comunicación de la gente, literalmente al ámbito oral, y prácticamente trunca toda posibilidad de adquirir conocimientos tanto en el sistema educativo ortodoxo, como de manera autodidacta.

El segundo indicador se refiere al cúmulo mínimo de conocimientos brindado por el sistema educativo nacional, específicamente a la conclusión de la primaria. Así, sus indicadores socioeconómicos son:

- a) Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta.
- b) Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.

Los indicadores de la escolaridad de la población de las localidades pesqueras aledañas a la zona del refugio pesquero, se obtuvieron del CONAPO, 2010 (Tabla 19).

Tabla 19. Nivel de escolaridad por Localidad.

Municipio	Localidad	Población Total	a) Porcentaje de la Población de 15 años o más analfabeta	b) Porcentaje de la Población de 15 años o más sin primaria completa
Navolato	Altata	2001	3.66	21.50
Navolato	El tetúan Nuevo	314	10.18	36.45
Navolato	Las Aguamitas	1629	4.54	27.16
Navolato	El Castillo	3009	4.25	21.60
Navolato	Las Puentes	972	10.20	34.02
Culiacán	Las Arenitas	1838	4.41	25.08

Edad.

Los indicadores de la edad de la población de las localidades pesqueras aledañas a la zona del refugio pesquero, se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, representado en la tabla 20.

Tabla 20. Edad por localidad.

Municipio	Localidad	Población Total	Población de 3 a 5 años	Población de 6 a 11 años	Población de 8 a 14 años	Población de 15 a 17 años	Población de 18 años y mas
Navolato	Altata	2001	132	229	265	122	1270
Navolato	El tetúan Nuevo	314	23	35	43	6	204
Navolato	Las Aguamitas	1629	104	192	252	67	1034
Navolato	El Castillo	3009	166	333	428	97	1967
Navolato	Las Puentes	972	65	132	152	30	584
Culiacán	Las Arenitas	1838	120	221	277	125	1121

Ocupación.

Los indicadores de ocupación de la población de las localidades pesqueras se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, expresado en la tabla 21.

Tabla 21. Ocupación por localidad.

Municipio	Localidad	Población Total	Población Ocupada	Población Ocupada Masculina	Población Ocupada Femenina	Población Desocupada	Población Desocupada Masculina	Población Desocupada Femenina
Navolato	Altata	2001	742	512	230	34	24	10
Navolato	El tetúan Nuevo	314	120	90	30	5	5	0
Navolato	Las Aguamitas	1629	501	400	101	38	33	5
Navolato	El Castillo	3009	1086	822	264	24	18	16
Navolato	Las Puentes	972	331	293	38	12	4	8
Culiacán	Las Arenitas	1838	670	506	164	4	4	0

ACCESO A SERVICIO DE COMUNICACIÓN Y SERVICIOS PÚBLICOS.

La información de acceso a los servicios de comunicación y servicios públicos de las localidades pesqueras aledañas al área del refugio pesquero propuesto, se obtuvieron mediante trabajo de campo del ISAPESCA, los que se enumeran en tabla 22.

Tabla 22. Acceso a servicios de comunicación y públicos por localidad.

Localidad	Servicio de Transporte Público Foráneo	Centros de salud	Planta de tratamiento de Aguas Residuales	Agua Potable	Alumbrado Público	Drenaje	Telefonía	Internet
Altata	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
El Tetúan Nuevo	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Las Aguamitas	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
El Castillo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Las Puentes	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Las Arenitas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Referente al aspectos socio-económico hay que destacar el hecho de que los campos pesqueros asentados en la zona de refugio pesquero propuesta, se encuentran entre el grado de marginación medio-bajo, resaltando solo el campo pesquero El Tetuán Nuevo con índice medio. Sin duda resalta también el mayor porcentaje en cuanto al nivel de escolaridad que no cuenta con primaria completa con valores de 36.4 %.

Del total de campos pesqueros es relevante señalar que tres de ellos; El Tetuán Nuevo, Las Aguamitas y Las Puentes, no cuentan con drenaje ni planta de tratamiento, lo que las hace comunidades potenciales al padecimiento de enfermedades en la región.

De igual manera en relación a la población ocupada, no se observan niveles de desocupación altos, en virtud de que aprovechan el sistema para la captura de otras especies como pata de mula, almeja chirla, chocolate y escama entre otras. No obstante lo anterior el cuadro refleja mayor número de desocupación en Altata y Las Aguamitas.

RELACIÓN CON OTRAS FIGURAS DE GOBIERNO EN RELACIÓN A LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

En base a la información de la Ficha Informativa de Ramsar (FIR) la cual se elaboró el 3 de septiembre de 2007, La Ensenada de Pabellones fue denominado Sitio Ramsar, este documento señala que este Sistema no se encuentra dentro de una área natural protegida a nivel municipal, estatal ni federal y que actualmente la designación ante la red se encuentra en la fase de gestión y el proceso.

Pronatura Noroeste, ha propuesto recientemente la inclusión de este sitio en categoría Internacional dentro de la Red Hemisférica de Reservas para las Aves Playeras (WHSRN con sus siglas en inglés), lo que comprueba poblaciones superiores a las 100,000 aves playeras en la zona.

Se considera una Área de Importancia para la Conservación de las Aves (CONABIO. No. 146) en la categoría G-4-C; que se describe como “El sitio contiene más de 20,000 aves acuáticas o 10,000 pares de aves marinas de una o más especies, 500,000 aves playeras (o 30 % de su población)”; Porque se han registrado más de 500,000 aves acuáticas, entre las que destacan; *Anser albifrons* y *Chen caerulescens*(AICAS 2000; propuesta por Cervantes & González), existen reportes de que la Ensenada de Pabellones es usada por más de 400,000 aves playeras para invernar, descansar o alimentarse (Engilis *et al.*, 1994).

DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEPENDIENTES DE LA ZONA.

La información de las cadenas productivas dedicadas al procesamiento, almacenamiento y distribución de los productos de la pesca en las localidades pesqueras aledañas al área del refugio pesquero de la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, se obtuvo mediante trabajo de campo del ISAPESCA, los que se describen en la tabla 23.

Tabla 23. Cadenas productivas de la zona por localidad.

Localidad	Sociedades Cooperativas y Permisarios	Fábricas de hielo	Centros de recepción de descabece y eviscerado de escama	Plantas de Procesamiento de productos pesqueros	Cuartos de enhielado y almacenamiento		Vehículos de traslado del producto pesquero
					N°	Capacidad (ton)	
Altata	4	-	4	-	5	3	3
El Tetúan Nuevo	2	-	2	-	2	3	1
Las Aguamitas	2	-	2	-	10	3	3
El Castillo	5	1	5	1	7	3 y 60	5
Las Puentes	2	--	2	-	3	3 y 20	2
Las Arenitas	4	1	4	-	7	3,4 y 10	3

DISCUSIÓN

La Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014 (DOF, 14/04/14), es la que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea. Lo relevante de esta norma, es que las ZRP propuestas cumplan con las condiciones técnicas necesarias que garantice la viabilidad en su implementación, sustentada en investigaciones científicas del área y del recurso que se pretende proteger, que conlleve a un mejor desarrollo sustentable de esta pesquería.

La ZRP propuesta en la bahía de Altata- Ensenada del Pabellón, es una área viable cercana al campo pesquero de Altata que facilita el acceso y la vigilancia, misma que está libre de descargas de drenes agrícolas, granjas acuícolas y aguas residuales de las comunidades pesqueras. Los estudios más recientes en la Bahía; (Romero *et al.*, 2014) y los de este trabajo, indican que los parámetros fisicoquímicos del agua, se encuentran dentro del rango de desarrollo de los organismos acuáticos, los Valores promedios registrados de salinidad (34.8‰), Ph (8.0), oxígeno disuelto (6.3 mg/l), temperatura (26.1°C), profundidad 1.3 (m), transparencia 1.3(m), sólidos suspendidos totales (14.7 mg/l), materia orgánica 6.5 (mg/l) y clorofila a 7.7 (mg/m³) así lo determinan, con algunas variaciones no significativas.

La distribución de esta especie *M. squalida* se da por el tipo de sustrato y la profundidad (Bradbury *et al.*, 2000), una vez que las corrientes han realizado la dispersión de las fases larvarias, en la fase de asentamiento en los bancos es de vital importancia la composición granulométrica, según Ruíz *et al* (2013), estos organismos habitan en sustratos donde predomina arena fina (limo-arcilla), registrando mayor porcentaje de grano en el tamiz de 120 micras, esto de acuerdo al triángulo de textura de Folk, 196, los cuales entre los reportados y encontrados por Romero *et al* (2014) en este trabajo son aceptables para el crecimiento, supervivencia y reproducción de esta especie.

Resultado del análisis sanitario para detectar la presencia de *Perkinsus sp* mostraron un grado de infección 1 y 2 en la escala de Mackin, indicativo de una infección baja. Los valores de prevalencia de *Perkinsus sp* reportados por Ruíz *et al* (2013) y de 24.6 %, coinciden con el presente estudio (24 %) en que los niveles de infección son bajos, lo cual este parásito que impacta otras pesquerías de bivalvos, no representa una amenaza para las poblaciones de almeja chocolate en el área de refugio ni en el sistema lagunar.

Desde el punto de vista sanitario, la ZRP propuesta, está libre de afectaciones de este (*Perkinsus sp*) y otros patógenos que impactan al organismo y la salud pública de quien los consume; lo demuestran los análisis sanitarios bacteriológicos, de metales pesados, de biotoxinas marinas y plaguicidas, que llevan a cabo mediante monitoreo permanente en la bahía, la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Sinaloa (COEPRISS) de la Secretaría de Salud, quien desde 2010 viene realizando los estudios correspondientes para la clasificación sanitaria de las áreas donde se explota y cultivan moluscos bivalvos, atendiendo las disposiciones sanitarias del Programa Mexicano de Moluscos Bivalvos. El polígono propuesto como ZRP en la Bahía de Altata-Ensenada del

Pabellón cuenta con el estatus actual de área clasificada, mismo que se encuentra en monitoreo para su mantenimiento y en la ruta de cumplir con los requerimientos de la Food and Drug Administration. FDA (Agencia de Drogas y Alimentos) de los Estados Unidos Americanos, para exportar moluscos bivalvos de las áreas clasificadas a partir de este año.

Respecto a su comportamiento reproductivo Álvarez-Dagnino (2015), reporta que esta especie tiene actividad gonádica constante durante todo el año con tres picos de desove en febrero, junio y octubre; algunos autores como Ruíz *et al* (2013), coinciden en que tienen actividad reproductiva todo el año y observan para esta especie dos periodos de reproducción, lo que indica que la almeja chocolate tiene un potencial reproductivo alto y que mediante su conservación y protección en la ZRP habrá de dar con prontitud indicios de recuperación de los bancos, cumpliendo el propósito de los Refugios.

No obstante lo anterior, la estructura de tallas que se captura de los bancos almejeros en esta bahía, indica que se ejerce presión de pesca sobre talla menores de la talla mínima establecida por la Carta Nacional Pesquera (DOF 24/08/2012) 65mm de longitud, lo que sugiere medidas de ordenamiento y regulación de este recurso pesquero a fin de que se logre la sustentabilidad de la captura de almeja chocolate en Bahía de Altata-Ensenada del Pabellón.

La evaluación de los bancos de almeja chocolate en esta bahía, da cuenta de las densidades bajas (1.6 almejas /m² el valor máximo) de este recurso pesquero, que se ha venido explotando sin regulación alguna, lo revela el registro oficial de la CONAPESCA, de 184.10 toneladas capturadas en el año 2006 en el 2014 solo se capturo 3.3 toneladas. Lo que lo caracteriza como un recurso muy vulnerable que requiere de carácter urgente medidas de regulación y recuperación de las poblaciones de almeja para un aprovechamiento sustentable, en virtud que es una pesquería que mantiene con ocupación a muchas familias una vez concluida la pesca de camarón.

La fauna asociada registrada en la evaluación de los bancos, indica que 9 especies más de moluscos son capturadas (almejas, caracol y callo), de manera indirecta en la búsqueda de almeja chocolate, sin embargo solo una de ellas; *Chione californiensis* (almeja chirila) revela en algunos bancos hasta 300 almejas /m², la cual representa el 92 % del resto de las especies registradas. Lo que evidencia una segunda especie potencial de bivalvos explotable.

En cuanto al aspecto socioeconómico de las comunidades pesqueras asentadas en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, destaca que todas tienen acceso a los principales servicios públicos, acceso a la salud mediante dispensarios médicos y pequeños hospitales, a la educación con infraestructura educativa suficiente en los diferentes niveles educativos, en algunos casos a nivel bachiller. Destacando la comunidad de Las Puentes con indicadores socioeconómicos diferenciados, el grado de marginación es alto, (10.41 %), con un nivel del 34 % de la población sin primaria y un grado de desocupación por arriba del resto en la comunidad de Las Aguamitas. Sin embargo el hecho de hacer sustentable la pesquería de la almeja chocolate, es recuperar una tradición de antaño, a

la cual generación tras generación (sin contar con permiso), se dedican a la extracción para generar empleo temporal e ingreso alterno, sobre todo en los periodos de veda del camarón y jaiba, para contribuir al sustento familiar.

CONCLUSIÓN.

En base a los antecedentes científicos y a la información técnica generada en este estudio, se concluye que de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014 (DOF, 14/04/14), que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, la Zona de Refugio Pesquero (ZRP) propuesta, para el aprovechamiento sustentable de la almeja chocolate *Megapitaria squalida* en la bahía de Altata- Ensenada del Pabellón, es viable ambiental, biológica y socialmente su implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **Alarcon-Garzon, P; 2007.** Abundancia y Distribución de Moluscos Bivalvos de la zona intermareal de la Bahía de Altata, Municipio de Navolato. FACIMAR, UAS. Mazatlán, Sinaloa.
- **Ahumada-Sempoal, M.A. y Serrano-Guzmán, S.J. 2002.** Abundancia, estructura poblacional y crecimiento de *Atrina maura* (Bivalvia:Pinnidae) en una laguna costera tropical del Pacífico Mexicano.Rev.Biol:Trop. 50(3/4). 1091-1100 pp.
- **AICA, 2004.** Aéreas de Importancia para la conservación de las Aves. <http://www.conabio.gob.mx>.
- **Álvarez-Dagnino. 2015.** Características fisiológicas de la almeja Chocolate *Megapitaria squialida* en Altata, Navolato Sinaloa: Factores metabólicos en cultivo y factores reproductivos en una población silvestre. Tesis de maestría en recursos naturales y medio ambiente. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa México.
- **Amezcuca-Castro S. 2014.** Uso de Áreas de pesca de Almeja Chocolate (*Megapitaria squialida*) en la Bahía Magdalena-Almejas Baja California Sur. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur.
- **Amos, K. H. (editor). 1985.** Procedures for the detection and identification of certain fish pathogens, 3rd edition. Fish Health Section, American Fisheries Society, Corvallis, 114 p. (Available from Fish Health Section, American Fisheries Society, 5410 Grovenor Ln., Ste. 110, Bethesda, MD 20814-2199.)
- **Ayala-Castañares, A; Gutierrez-estrada, M. ; Galaviz-Solis,;Malpica-Cruz,V.M. 1994.** Geología Marina del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa, México. An Inst. Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Auton. México 21(1-2): 129-147.
- **Beltrán-Pimienta, R., Salazar-Navarro, I., Macias-Sanchez. V. y Virgen-Ávila, J.A. 2005.** Evaluación del potencial pesquero de las almejas en el sistema lagunar de ensenada del pabellón-altata, Sinaloa, México. 2005. TERCER FORO CIENTIFICO DE PESCA RIBEREÑA. Puerto Vallarta, Jalisco. CRIP Mazatlan, INP.
- **Camacho-Evans M. 2011** Abundancia y Estructura Poblacional de la Almeja Roñosa *Chione Californiensis* (Broderip, 1835) en el Sistema Lagunar Altata,

Navolato Sinaloa México. Tesis de Maestría en Recursos Naturales Y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa México.

- **Chase ME, SH Jones, P Hennigar, J Sowles, GCH Harding, K Freeman, PG Wells, C Krahforst, K Coombs, R Crawford, J Pederson & D Taylor. 2001.** Gulfwatch: Monitoring spatial and temporal patterns of trace metal and organic contaminants in the Gulf of Maine (1991-1997) with the blue mussel, *Mytilus edulis* L. Marine Pollution Bulletin 42 (6): 490-504.
- **CONAPESCA. 2015.** Consulta Especifica por Especie. http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion
- **CONABIO, 2007.** Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. <http://conabio.gob.mx>.
- **DOF, 2015.** Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.
- **DOF.2012.** Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. 24 agosto 2012. Pag. 30.
- **DOF. 2012.** Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio en aguas marinas de jurisdicción federal frente a la costa oriental del Estado de **Baja California Sur**, en el corredor marino de **San Cosme a Punta Coyote**.
- **DOF. 2012.** Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en el área de **Sian Ka'an**, dentro de la **Bahía Espíritu Santo** en el Estado de **Quintana Roo**.
- **DOF. 2013.** Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en las áreas de **Banco Chinchorro y Punta Herrero** en el Estado de **Quintana Roo**.
- **DOF. 2014.** Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero para la protección del **ostión de placer** (*Crassostrea corteziensis*) en el sur de **Sinaloa**.
- **DOF. 2015.** Acuerdo por el que se establece una zona de refugio pesquero y medidas para reducir la posible interacción de la pesca con **tortugas marinas** en la Costa Occidental de **Baja California Sur**.

- **DOF. 2015.** Acuerdo por el que se establece una zona de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en la zona de **Akumal** en el Estado de **Quintana Roo**.
- **Flores-Verdugo, F. J. Y G. De la Lanza-Espino. 1997.** Bahía de Altata - Ensenada del Pabellón, Sinaloa. *In: S.V. Smith, S. Ibarra-Obando, P. R. Boudreau y V. F. Camacho-Ibar (Eds.). Comparison of carbon, nitrogen and phosphorus fluxes in mexican coastal lagoons*, LOICZ Reports and Studies No. 10, ii + 84 pp. LOICZ, texel, the Netherlands.
- **García-Domínguez, F. 1991.** Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la almeja roñosa, *Chione Californiensis*, en la ensenada la Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestria CICIMAR-IPN, México. Pag. 70.
- **Guerrero- Murillo, M; 2007.** Distribución y Abundancia de Macro algas en el Sistema Lagunar Altata-Ensenada del pabellón, Municipio de Navolato. FACIMAR-UAS. Mazatlán, Sinaloa.
- **González-Farias, F., M. Hernández-Garza and G. Díaz González, (2006).** Organic carbon and pesticides pollution in a tropical coastal lagoon-estuarine system, in Northwest Mexico. *International Journal of Environment and Pollution*, 26: 234-253.
- **Green-Ruiz, C., & Páez-Osuna, F. (2001).** Heavy metal anomalies in lagoon sediments related to intensive agriculture in Altata-Ensenada del Pabellón coastal system (SE Gulf of California). *Environment International*, 26(4), 265-273.
- **Gutiérrez-Estrada, M; Malpica-Cruz, V.M., 1993.** Características Sedimentológicas y Evolución Morfológica submarina. Instituto de Geofísica, Geografía y Geología Faculta de Ciencias, UNAM, México.
- **Halpern, B. S. 2003,** The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter?. *Ecological Applications*, 13: 117–137. doi:10.1890/1051-0761(2003)013[0117:TiomRD]2.0.CO;2
- **Hendrickx, M. E. y J. Salgado–Barragán. 1991.** Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano. Publicaciones Especiales 10, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D.F. 200 p
- **Hernández- Tovalín, OA; 2007.** Composición y Distribución de Macro algas en el Sistema Lagunar Altata – Ensenada del Pabellón, Municipio de Navolato. FACIMAR-UAS. Mazatlán, Sin.

- **INEGI. 2010.** Censo de población y vivienda.
- **Jeffrey, S. W. y G.F. Humphrey. 1975.** New spectrophotometric equation for determining chlorophyll a, b, c1 and c2. *Biochem. Physiol. Pflanz*; 167, 194-204 pag.
- **Leyva-Martínez J.C. 2007.** Ensenada del Pabellón, Navolato, Sinaloa México. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 3 de septiembre de 2007.
- **López-Rocha, J. A., B. P. Ceballos-Vázquez, F. A. García-Domínguez, M. Arellano-Martínez, M. Villalejo-Fuerte y A. K. Romo-Piñera. 2010.** La pesquería de la almeja Chocolate *Megapitaria squalida* (Bivalva: Veneridae) en Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 20 (3): 230-237.
- **NOM-049-SAG/PESC-2014.** Que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. (DOF 14/04/15).
- **NOM-059-SEMARNAT-2010.** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- **Ochoa-Izaguirre, M.J., Guerrero-Murillo, M.A., Domenico-Voltolina, Osuna-López, J.I., López-López, G., Izaguirre-Fierro, G. 2006.** Composición, Distribución y Abundancia de macroalgas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del pabellón, Sinaloa, México. Libro PROFAPI 2008 pag. 119-122.
- **Osuna-López, I., Frías-Espericueta, M., Voltolina-Lobina, D., López-López, G., Cervantes-Atondo, A., Izaguirre-Fierro, G., Zazueta-Padilla, H., Gómez-Galindo, F., Camacho-Gaxiola, j., 2006.** Calidad ambiental de la bahía de Altata-estero Tetuán viejo oporito: Variables fisicoquímicas, nutrientes y estado trófico. Libro PROFAPI 2008 pag. 123-129.
- **Paez-Osuna, F. 2001.** Camaronicultura y Medio Ambiente. UNAM y el Colegio de Sinaloa, México Pag. 222.
- **Páez-Osuna, F., Ruiz-Fernández, A.C., Botello, A.V., Ponce-Vélez, G., OsunaLópez, J.I., Frías-Espericueta, M.G., López-López, G., Zazueta-Padilla, H.M. 2002.** Concentrations of selected trace metals (Cu, Pb, Zn), organochlorines (PCBs, HCB) and total PAHs in mangrove oysters from the Pacific coast of Mexico: An overview. *Marine Pollution Bulletin* 44 : 1303-1308.

- **PISCO. 2007.** La asociación para estudios interdisciplinarios de los océanos costeros (PISCO Por sus siglas en ingles). www.piscoweb.org/outreach/pubs/reserves.
- **Peraza-Vizcarra R (1973).** Características hidrográficas y distribución de los sedimentos en el sistema estuarino Bahía de Altata Ensenada del Pabellón, Sinaloa. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma de Baja California, México
- **Pérez-Pérez, M y Aldana-Aranda, D. 2000.** Distribución, abundancia y morfometría de *Strombus costatus*, *Turbinella agulata*, *Busycon contrarium* y *Pleuroploca gigantea* en Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.* 48(1) 51-57 PP.
- **Rodríguez, F. 1985.** Taxonomía, crecimiento y mercadeo de la piangua (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) en el Pacífico colombiano. Informe final del proyecto Maricultura colombiana componente Pacífico, Univ. del Valle. Biología Marina. 177 pp.
- **Romero-Beltran E., Aldana-Flores G., Muños-Mejia M., Medina-Osuna P., Valdez-Ledon P., Bect- Valdez J., Gaspar-Dillanes M., Huidrobo-Campos I., Romero-Correa A., Tirado-Figueroa E., Saucedo-Barrón C.J. , Osuna-Bernal D., Romero-Mendoza N. 2014.** Informe de Investigación INAPESCA-ISAPESCA. Estudio de la Calidad de Agua y Sedimento en las Lagunas Costeras del Estado de Sinaloa. México. P 80-88.
- **Ruíz-García, J. A., Guevara-Ponce, J., Sucedo-Barrón, C. J., Domínguez-Orozco, A. L., Soto-Cabrera, G., Aguilar-Perez, L. M. y Alduenda-Rojas, L. A., 2013.** Programa de repoblación de la almeja chocolate en bahía de Altata Ensenada de Pabellones, Navolato, Sinaloa. Proyecto. Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca. Culiacán, Sinaloa, México. 70 p.
- **Ruiz-García, J., Guevara-Ponce, J. Soto-Cabrera,G., Saucedo Barrón,C. 2014.** Producción de Semilla de Almeja Chocolate desarrollada en laboratorio de Larvicultura Especializada del Noroeste Proyecto. Instituto Sinaloense de Acuacultura y Pesca 40 p.p.
- **Ruiz Velasco – Ramírez, L; 2007.** Abundancia y Distribución de Moluscos Gasterópodos en la Bahía de Altata- Ensenada del Pabellón. Municipio de Navolato. FACIMAR- UAS Mazatlán, Sin.
- **Semar. 2015.** Programa nacional de cartografía náutica.
- **Sánchez-Osuna, L., Alarcón-Garzón, P., Osuna-López, I., Voltolina, D., Salgado-Barragán, J., Izaguirre-Fierro, G., Frías-Espéricueta, M., López-**

López, G., 2006. Moluscos Bivalvos de la Bahía de Altata y estero Tetuán, Sinaloa. Libro PROFAPI 2008 Pag. 131-133.

- **Villalejo-Fuerte, M., Arellano-Martínez, M., Ceballos-Vázquez, B.P., García-Domínguez, F. 2000.** Ciclo reproductivo de la almeja Chocolate *Megapitaria squialida* (sowerby, 1835) (Bivalvia: Veneridae) en la bahía Juncalito, Golfo de California, México. Hidrobiológica 10(2): 165-168.
- **Villanueva-Fonseca L. 2012.** Detección de los Protozoarios Patogenos *Perkinsus* sp. Y *Haplosporidium* sp y su Relación con los Parametros Ambientales en un Cultivo Experimental del Ostión Japonés *Crassostrea gigas*(Thunberg, 1851) en el Estero “La Pitahaya” Guasave, Sinaloa México. Tesis de Maestría en Recursos Naturales Y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa México.

ANEXO 1. ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Refugios Pesqueros en México	8
Tabla 2. Coordenadas Geográficas polígono ZRP.	10
Tabla 3. Relación de Sociedades Cooperativas afiliadas a la Federación de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas Altata y Ensenada del Pabellón S. C. de R.L. de C. V. con las que se signaron acuerdos para el desarrollo del proyecto.	12
Tabla 4. Coordenadas Geográficas Estaciones	13
Tabla 5. Escala de Mackin para calcular la intensidad de Infección (Ray, 1954).	16
Tabla 6. Valores promedios de la Calidad de agua de la Bahía de Altata. (Romero, <i>et al</i> 2014).	18
Tabla 7. Valores promedios de la Calidad del Sedimento en la Bahía de Altata. (Romero <i>et al</i> 2014).	18
Tabla 8. Trabajos de Clasificación por parte de la COEPRISS (2015).	20
Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, en la zona de refugio pesquero (ZRP) propuesto.	23
Tabla 10. Comparativo de la información disponible y generada de parámetros ambientales de ZRP.	24
Tabla 11. Desove Estimado ZRP	29
Tabla 12. Superficie de Bancos de Almeja Chocolate.	30
Tabla 13. Densidad calculada de almeja chocolate por cada banco establecido en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.	31
Tabla 14. Área explotable y abundancia de la almeja chocolate en cada banco de la Bahía Altata.	32
Tabla 15. Coordenadas Geográficas ZRP	36
Tabla 16. Listado de especies de fauna asociada a la pesquería de la almeja chocolate.	38
Tabla 17. Serie histórica de producción de almeja chocolate.	43
Tabla 18. Índice de Marginalidad por localidad.	44
Tabla 19. Nivel de escolaridad por Localidad.	45
Tabla 20. Edad por localidad.	45
Tabla 21. Ocupación por localidad.	46
Tabla 22. Acceso a servicios de comunicación y públicos por localidad.	46
Tabla 23. Cadenas productivas de la zona por localidad.	48

ANEXO 2. ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Polígono de la zona de refugio pesquero propuesto.	10
Figura 2. Reunión con dirigentes de las Cooperativas.....	12
Figura 3. Microlocalización de las estaciones de monitoreo.	13
Figura 4. a) Filtros de fibra de vidrio GF/F 0.7 μm b) Filtrado de muestras para la determinación de MOP y SST.....	14
Figura 5. a) Tubos con MFT y antibióticos, b) Preparación de frotis y c) Observación al microscopio.	15
Figura 6. Evaluación de bancos en la Bahía de Altata.....	17
Figura 7. Relación índice trófico-índice de turbidez.....	19
Figura 8. Variación de la temperatura del agua y salinidad en el área de crecimiento de la almeja chocolate <i>M. squalida</i> en la Bahía Altata, Navolato, Sinaloa.	21
Figura 9. Variación del oxígeno disuelto y pH en el área de crecimiento de la almeja chocolate <i>M. squalida</i> en la Bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.....	22
Figura 10. Variación de la profundidad y transparencia en el área de crecimiento de la almeja chocolate <i>M. squalida</i> en Bahía Altata, Navolato, Sinaloa.	22
Figura 11. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos.....	23
Figura 12. Variación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en el área de estudio. a) pH, b) Salinidad, c) Temperatura, d) Oxígeno Disuelto, e) Materia Orgánica Particulada, f) Sólidos Suspendidos Totales, g) Clorofila a.....	26
Figura 13. Tejido de glándula digestiva de la almeja chocolate <i>Megapitaria squalida</i> con presencia de hipnosporas de perkinsus sp.	27
Figura 14. Variación mensual de prevalencia de <i>Perkinsus sp</i>	27
Figura 15. Corte histológico en gónadas de <i>Megapitaria squalida</i> A) Hembra, B) Macho.	28
Figura 16. Fase macroscópica de desarrollo en <i>Megapitaria squalida</i> durante el periodo de desove (A-B).....	29
Figura 17. A) Semilla de almeja chocolate y b) Diferenciación de hembra y macho adulto de almeja chocolate.	30
Figura 18. Microlocalización de los bancos de almeja chocolate.....	31
Figura 19. Variación de la densidad de almeja chocolate en los bancos de Altata.....	32
Figura 20. Estructura de tallas de <i>Megapitaria squalida</i>	33
Figura 21. Distribución de frecuencias de tallas mensual.....	34
Figura 22. Relación peso-longitud de la almeja chocolate obtenida de los muestreos.	36
Figura 23. Señalización de área propuesta del refugio pesquero de la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón.....	37
Figura 24. Porcentaje de especies de la fauna asociada en los bancos de almeja chocolate.....	39
Figura 25. Sociedades Cooperativas con permiso comercial de extracción de almeja.	40
Figura 26. Pescadores de la Federación Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera de Bahía y Aguas Marinas "ALTATA Y ENSENADA DEL PABELLÓN, S.C. DE R.L. DE C.V.....	40
Figura 27. Embarcaciones registradas para la explotación de almeja.	41

Figura 28. Artes de pesca utilizados en la captura de almeja.....	41
Figura 29. Métodos de pesca.....	42
Figura 30. Comportamiento anual de la producción de almeja chocolata a) Peso vivo, b)	
Valor económico.....	43