

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD SINALOA

**Abundancia y estructura poblacional de la
almeja roñosa *Chione californiensis* (Broderip,
1835) en el sistema lagunar Altata, Navolato,
Sinaloa, México.**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRIA EN
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

PRESENTA
MARTÍN ALONSO CAMACHO EVANS

Guasave Sinaloa; México, Diciembre del 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Guasave, Sinaloa el día 11 del mes de Noviembre del año 2011, el (la) que suscribe Martín Alonso Camacho Evans alumno (a) del Programa de Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente con número de registro B091628, adscrito a CIIDIR-SINALOA, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Doctor Wenceslao Valenzuela Quiñónez y Andrés Martín Góngora Gómez cede los derechos del trabajo titulado: "Abundancia y estructura poblacional de la almeja roñosa *Chione californiensis* (Broderip, 1835) en el sistema lagunar Altata, Navolato, Sinaloa, México" al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación. Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección martin_alonso77@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Martín Alonso Camacho Evans

Nombre y Firma



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-13BIS

*ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS
Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS*

Guasave, Sin a 08 de Noviembre del 2011

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-Sinaloa en su sesión Extraordinaria No. 17 celebrada el día 14 del mes de Noviembre conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

<u>Camacho</u>	<u>Evans</u>	<u>Martín Alonso</u>
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre (s)

Con registro:

B	0	9	1	6	2	8
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:
"Abundancia y estructura poblacional de la almeja roñosa *Chione californiensis* (Broderip, 1835) en el sistema lagunar Altata, Navolato, Sinaloa, México".

De manera general el tema abarcó los siguientes aspectos:
Estructura de poblaciones, determinación de la abundancia y propuestas de conservación.

2.- Se designa como Director de Tesis al C. Profesor:
Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez y el M en C. Andrés Martín Góngora Gómez

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:
Altata y Laboratorio CIIDIR-SINALOA.

Que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios. SIP-CECYT: 60,000

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

El Director de Tesis

Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez

El Aspirante

Martin Alonso Camacho Evans

El Director de Tesis

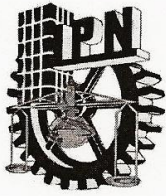
M en C. Andrés Martín Góngora Gómez

El Presidente del Colegio

Dr. Jorge Montiel Montoya



CIIDIR - IPN
UNIDAD SINALOA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad Guasave, Sinaloa siendo las 11 horas del día 11 del mes de noviembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-SINALOA para examinar la tesis titulada:

Abundancia y estructura poblacional de la almeja roñosa *C. californiensis* (Broderip, 1835) en el sistema lagunar Altata, Navolato, Sinaloa, México.

Presentada por el alumno:

<u>CAMACHO</u>	<u>EVANS</u>	<u>MARTÍN ALONSO</u>							
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre (s)							
	Con registro:	<table border="1"><tr><td>B</td><td>0</td><td>9</td><td>1</td><td>6</td><td>2</td><td>8</td></tr></table>	B	0	9	1	6	2	8
B	0	9	1	6	2	8			

Aspirante de:

MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Director de tesis

Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez

Dra. Teresa Leticia Espinosa Carreón

Dr. Héctor Abelardo González Ocampo

Codirector de tesis

M en C. Andrés Martín Góngora Gómez

Dr. Gerardo Rodríguez Quiroz

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Jorge Montiel Montoya



CIIDIR - IPN
UNIDAD SINALOA
DIRECCION

El presente estudio se realizó en el departamento de Acuicultura del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-SIN), bajo la dirección de los directores el Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez y el M en C. Andrés Martín Góngora Gómez. El autor agradece al CIIDIR-IPN por su apoyo e infraestructura prestados para la realización del presente trabajo de investigación, al CONACYT y al IPN por las becas otorgadas (Beca Institucional y Beca PIFI), así como a la COFAA-IPN por los apoyos para la asistencia a congresos.

Perdón, señor, hoy te ofendi, perdóname por no comprender que me amabas antes de nacer, que me esperas hoy, en mi atardecer.

El amor todo lo disculpa, todo lo cree, todo lo espera, todo lo soporta (1 Corintios 13,7).

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, salud, mis padres y una gran familia que me apoyado siempre “amigos” que me han acompañado siempre.

A mis padres, por haberme dado la vida, apoyo y cariño, en especial al gran amor de mi señora madre Edelmira Evans M por su paciencia..... así como darme el apoyo para desarrollarme como estudiante siendo honesto y sobre todo por haberme dado eso que se necesita en las ocasiones difíciles.....ayuda invaluable....Te amo madre.

A mi compañera y esposa Gemma Verduzco B. muchas gracias por acompañarme en esta nueva etapa de mi vida. Te amo.

A mis hermanos (Ivan, Maria del Rosario y Yesenia Gpe) y familia por su apoyo incondicional en cada una de las etapas en mi formación profesional.

A mi cuñado Raúl Rodríguez R. por sus consejos y apoyo siempre. Noble y admirable como persona y como amigo.

A Marco Antonio TQ. Y familia, por su buena amistad y cariño mostrado, desde que lo conocí muchas gracias por ser mi amigo, excelente persona (noble e humilde).

A toda mi familia por su apoyo incondicional siempre.....a mi Tio Rodolfo Evans “familia”.

A todos aquellos que han confiado en mí siempre....y los que no confiaron....otra dedicación especial.....aquí vamos paso a paso.

AGRADECIMIENTOS

Al IPN y al CONACyT por el apoyo de beca de posgrado otorgada por para poder cursar la maestría. Adicionalmente se obtuvo apoyo económico del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) del IPN. Mis más sinceros agradecimientos para todas las fuentes de financiación.

Este trabajo se llevó a cabo gracias a los proyectos SIP 20100618 “Crecimiento y sobrevivencia del callo de hacha *Atrina maura* en un sistema de cultivo “parques o encierros” en la ensenada La Palmita, Navolato, Sinaloa” dirigido por el M en C. Andrés Góngora-Gómez” y SIP 20090848 “Estimar indicadores de condición (Bioquímicos y Fisiológicos) para optimizar la biotecnología de cultivo de camarón *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* en agua de baja salinidad” dirigido por Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez.

A mis directores de tesis el Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñónez y el M en C. Andrés Martín Góngora Gómez. Así como a mis tutores que me orientaron y enriquecieron día a día este trabajo la Dra. Teresa Leticia Espinosa-Carreón, el Dr. Gerardo Rodríguez-Quiroz y el Dr. Héctor Abelardo González-Ocampo.

A mis compañeros que me ayudaron a terminar otra etapa más como profesionista (Brenda Paulina, Ana luisa, Fátima, Juan Antonio, Ramón, Brecha y Sinaloa)

Al técnico agropecuario del IPN-Sinaloa Emilio López García por su ayuda y amistad desde que estuve en la institución realizando cada una de las etapas que realice, como fue servicio social, prácticas profesionales, tesis profesional y tesis de maestría. No la culminaste aquí en el instituto pero estas en mi corazón porque eres y serás siempre un buen amigo. Descanse en paz. Gracias †.

A la señora Ofelia por su amistad siempre, Celestino y a toda la comunidad politécnica CIIDIR-SINALOA por todas sus atenciones y servicios prestados.

A la Maestra en Ciencias Anaelsi Ulloa P. por su amistad y el procesamiento de las muestras analizadas.

A la familia Sánchez-Madrid por todas sus atenciones y apoyo brindado siempre muchas gracias.

Al biólogo Alejandro Nolasco por sus atenciones y apoyo brindado siempre para la realización de este trabajo. Gracias por su amistad.

A la familia Balderas por su amistad y cariño mostrado. Gracias.

A la familia López-Valle por su gran amistad y afecto mostrado siempre....Los pollitos y toda su familia. Gracias.

A la familia Pérez-González por su cariño, amistad y consejos que me han dado siempre recuerden que siempre será especial el cariño que tendré para tan bonita familia. Los quiero excelentes amigos.

A mis amigos Cuauhtémoc RM, Víctor Manuel WC, Vickar AC, Genaro DP, Juan Antonio HS, Ramón HS y Diego OC, así como a todos aquellos que se me han pasado mencionar muchas gracias

GRACIAS A TODOS!!!!!!!!!!!!

CONTENIDO

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

CONTENIDO

GLOSARIO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Alimentación	3
1.2. Ecología	3
1.3. Taxonomía	4
2. ANTECEDENTES	5
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. HIPÓTESIS	9
5. OBJETIVOS	9
5.1. Objetivo general	9
5.2. Objetivos particulares	9
6. MATERIALES Y MÉTODOS	10
6.1. Área de estudio	10
6.2. Trabajo de campo	13
6.2.1. Materiales	13
6.3. Densidad	13
6.4. Crecimiento	14
6.5. La mortalidad	15
6.6. Talla de primera madurez	16
6.7. Monitoreo de las condiciones ambientales	18

6.8. Cuantificación de Cl a	18
6.9. Índice de condición fisiológico	19
6.10. Granulometría	20
6.10.1. Materia Orgánica	21
7. RESULTADOS	22
7.1. Abundancia	22
7.2. Estructura de tallas.....	22
7.3. Índice de condición fisiológico	23
7.4. Crecimiento	25
7.4.1. Tasa de crecimiento	28
7.5. Tasa de mortalidad.....	27
7.6. Talla de primera madurez.....	20
7.7. Granulometría	32
7.8. Clorofila a	33
7.8.1. Tasa de crecimiento y clorofila a.....	34
7.9. Materia orgánica y estructura de tallas.....	36
7.10. Madurez y temperatura del agua.....	37
8. DISCUSIÓN	39
8.1. Abundancia	39
8.2. Estructura de tallas.....	41
8.3. Índice de condición.....	42
8.4. Crecimiento	44
8.5. Tasa de mortalidad.....	46
8.6. Talla de primera madurez.....	47
9. CONCLUSIONES	50
10. RECOMENDACIONES	51
11. BIBLIOGRAFÍA	52

GLOSARIO

Bivalvos. (Mollusca: Bivalvia o Pelecypoda) comprende a los moluscos que tienen dos valvas articuladas e incluye formas tan populares como las almejas, ostiones, mejillones y callo de hacha.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE): Captura de peces o invertebrados, en número o peso, obtenidos por un determinado esfuerzo pesquero.

Ciclo Gametogenico. Eventos repetitivos dentro de las gónadas que conducen a la formación de gametos.

Clasificación supervisada: Es el proceso de utilizar muestras de identidad conocida para clasificar pixeles de identidad desconocida.

Detritus: Residuos sólidos que provienen de la descomposición de organismos vivos tanto animales como vegetales.

Esfuerzo pesquero: Consumo de tiempo, medios y energía orientado específicamente a obtener uno o varios recursos pesqueros. Este puede ser por medio de uno o más tipos medios (redes, barcos, trampas, anzuelos) aplicado a cierto espacio y lugar con una intensidad determinada y por un tiempo específico.

Especie. Categoría de clasificación taxonómica por debajo del género, definida por la capacidad de cruzamiento o flujo genético: el cruzamiento y flujo genético tienen lugar entre los individuos de una especie, pero no entre individuos de distintas especies.

Fotoperiodo. Período relativo de luz y oscuridad (horas/luz) a que está sometido un organismo.

Gameto. Célula sexual reproductora que se fusiona con otra para dar origen a un organismo.

Gónada. Órgano en el que tiene lugar el desarrollo de las células reproductoras.

Hermafroditismo. Tipo de sexualidad propio de las especies cuyos componentes (individuos hermafroditas) producen simultáneamente gametos masculinos y gametos Femeninos

Índice De Condición. Valor numérico utilizado para comparar la condición de los organismos en base a la longitud de la concha y el peso de la víscera.

Intervalo. (Estadística) En una colección de datos, es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo observados.

Juvenil. Etapa del ciclo de vida de una especie en del adulto, Pero aún no es capaz de reproducirse la cual ha adquirido la morfología.

Moda. En un conjunto de datos estadística 5, el que posee mayor frecuencia.

Ontogenia: Descripción del desarrollo de un organismo desde la fertilización hasta la muerte.

Pesca artesanal: Se caracteriza por no tener mecanismo de propulsión con motores fuera de borda de baja potencia, utilizan artes de pesca de operación manual y embarcaciones de eslora de menos de 13m y capacidad de no más de 10t. Que proveen de alimento a los mercados domésticos y regionales y es además una forma de alimento para autoconsumo.

Pesquería: Comprende tres componentes interactuando entre sí, la biota acuática, el hábitat acuático y el uso humano que se le da al recurso.

Proporción Sexual. Relación porcentual de hembras y machos en un grupo de organismos.

Sobreexplotación. Extracción deliberada de alguna especie animal o vegetal por arriba del límite impuesto por la tasa de reclutamiento, y que por consecuencia puede poner en riesgo el equilibrio natural de la especie.

Sucesión: dinámica ecológica de la comunidad dada por procesos continuos de colonización y extinción de especies.

Tejido Conjuntivo. Es aquel que se desarrolla a partir del mesénquima embrionario y que en estado adulto proporciona sostén y soporte al cuerpo de los organismos.

Tinción. Proceso histológico que tiene como propósito el resaltar o contrastar ciertas estructuras celulares por medio de la utilización de colorantes naturales o artificiales, y que permiten una clara observación del tejido al microscopio.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Chione californiensis</i> Broderip, 1835 (Abbott, 1974).	4
Figura 2. Área de estudio de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> , se muestra los tres bancos La Barrita (a), La Islita (b), La Palmita (c) del complejo lagunar Altata, Navolato, Sinaloa, México.	12
Figura 3. Biometrías de la almeja Roñosa <i>Chione californiensis</i>	14
Figura 4. Índice de condición fisiológica de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa en el período de muestreo Enero 2010-Enero 2011.	20
Figura 5. Abundancia org/m ² de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> de los tres bancos muestreados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. En el periodo de enero del 2010 a enero del 2011.	22
Figura 6. Estructura poblacional de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> en los tres bancos muestreados La Barrita, La Islita y La Palmita. Enero del 2010 a Enero del 2011.	23
Figura 7. Índice de condición fisiológico de los tres bancos estudiados La Barrita (a), La Islita (b) y La Palmita (c) en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. Las letras refieren a los resultados significativos de la prueba posterior.	24
Figura 8. Análisis de regresión potencial del peso y longitud de la concha en <i>Chione californiensis</i> de los tres bancos de muestreo La Barrita (a), La Islita (b) y La Palmita (c) en Altata-Navolato, Sinaloa.	25
Figura 9. Curva de crecimiento anual de von Bertalanffy con estructura de tallas en base a la longitud de la concha de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i>	26
Figura 10. Tasa de crecimiento de almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> de los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Bahía Altata-Navolato Sinaloa. Los valores negativos indican que se recolectaron organismos pequeños.	28

Figura 11. Curva de captura convertida a longitud para estimar el coeficiente de mortalidad total (Z) de <i>Chione californiensis</i> recolectada en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. Los círculos rojos fueron excluidos de la regresión y los círculos negros usados para la regresión.....	39
Figura 12. Análisis mortalidad total y sobrevivencia de datos de captura-recaptura de <i>Chione californiensis</i> colectados en Bahía Altata-Ensenada de Pabellones en sistema de parque.	30
Figura 13. Porcentaje de madurez de <i>Chione californiensis</i> en los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa.	31
Figura 14. Longitud de primera madurez de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.	32
Figura 15. Fluctuación de la clorofila a registrada en los tres bancos (La Barrita, La Islita y La Palmita) en Bahía de Altata, Navolato.....	34
Figura 16. Relación Tasa de crecimiento y Clorofila a de los tres bancos estudiados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa, en el ciclo anual enero 2010-enero 2011.	35
Figura 17. Crecimiento (mm) y materia orgánica (%) presente en los tres bancos estudiados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa, en el ciclo anual de enero 2010 a enero2011.....	36
Figura 18. Relación madurez de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> y temperatura del agua en los tres bancos en la Bahía de Altata-Navolato, Sinaloa.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de los parámetros estimados de crecimiento por el banco La Barrita (LB) La Islita (LI) y La Palmita (LP) y el análisis agrupado los tres bancos “general” de la almeja roñosa <i>C. californiensis</i> en el sistema lagunar. Se muestra la media (M) y el límite superior (LS) y el límite inferior (LI) al 95% de confianza.	27
Tabla 2. Análisis de tipo de grano encontrado en los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Altata-Navolato, Sinaloa.	33
Tabla 3. Correlación entre la tasa de crecimiento (TC) de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> y la concentración de clorofila <i>a</i> en la bahía de Altata, Navolato.	35
Tabla 4. Correlación entre estructura de tallas (mm) de la almeja roñosa <i>Chione californiensis</i> y la materia orgánica en la bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.	37
Tabla 5. Correlación de la madurez (%) de la almeja <i>C. californiensis</i> y temperatura del agua (°C) en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa.	38

RESUMEN

Se estudió la densidad y abundancia poblacional de *Chione californiensis* (Broderip, 1835) en Bahía Altata (Navolato, Sinaloa, México), durante el período enero del 2010 a enero del 2011. El periodo de estudio se caracterizó por una amplia variación en temperatura del agua, fluctuando de 21 °C a 35°C (en invierno y en verano), y una productividad primaria relativamente alta. Las variables poblacionales de densidad que se presentaron en el banco La Barrita (LB) fueron de 30.63 ± 3.95 ind/m², La Islita (LI) 9.38 ± 0.63 ind/m² y el banco La Palmita (LP) de 28.84 ± 2.17 ind/m². También se observó una tendencia descendente de estos valores de abundancia obtenidos debidos a la explotación del recurso en el sistema lagunar. El intervalo de tallas del banco LB fue de 26 a 36 mm, LI de 38 a 60 mm y LP de 44 a 50 mm, este último fue en más grande en el ciclo anual. La distribución de tallas fue unimodal para el banco de LB y bimodal para LI y LP, con la incorporación de juveniles (tallas pequeñas) a la población en 24 mm de longitud total en los tres bancos. La relaciones longitud-peso fueron de tipo potencial y con alometría positiva (>3.0). El análisis de la tasa de crecimiento (mm/mes) para LB fue de 0.89 mm/mes, en LI fue de 1.63 mm/mes y en LP fue de 2.23 mm/mes. Los análisis de la dinámica poblacional mostraron una tasa de crecimiento relativamente alta con un K de 0.34 año⁻¹ y una L_{∞} de 71.44 mm. Las tasas de mortalidad natural y por pesca de Z equivalente a 0.38 año⁻¹ equivalente entre el 50 al 60% de explotación, evidenciando que es una especie levemente explotada. Respecto al índice de condición fisiológico en el banco de LB fue diferente a los bancos LI y LP, presentando en los últimos los mayores porcentajes entre 25 y 30% de la relación tejido seco. EL tipo de grano el análisis no mostró diferencias en los tres bancos con un tipo de grano fino de 125 μ m. Sin embargo, la cantidad de materia orgánica fue mayor en LI de 0.29 a 1.42%, mientras que en LP fue de 0.23 a 1.33% y LB presentó el menor porcentaje de materia orgánica con 0.25 a 0.67%. La longitud media (L_m) de la talla de primera madurez fue de 32.7 mm. Se encontró que el banco La Palmita es el único que se puede explotar todo el año comparado con los bancos La Barrita y La Islita. El tipo de sedimento no influye de manera directa en la distribución de la almeja comparada con la materia orgánica que es fundamental para obtener tallas más grandes. Este estudio brinda un conocimiento biológico y pesquero importante para el desarrollo de un plan de manejo pesquero de largo plazo y sustentable.

Palabras Clave: Almeja china; *Chione californiensis*; Altata Navolato, Sinaloa y Dinámica Poblacional

ABSTRACT

The population density and abundance of *Chionecaliforniensis* (Broderip, 1835) was studied in Bahía Altata (Navolato, Sinaloa, Mexico) during the period from January 2010 to January 2011. The study period was characterized by a wide variation in water temperature, which fluctuated between 21°C and 35°C (during winter and summer), and a relatively high primary productivity. The population variable of density was observed for the bank La Barrita (LB) of $30.63 \pm 3.95 \text{ ind/m}^2$, La Islita (LI) $9.38 \pm 0.63 \text{ ind/m}^2$ and the bank La Palmita (LP) $28.84 \pm 2.17 \text{ ind/m}^2$. At the same time, a decrease in abundance was observed due to the continued exploitation of the resource within the lagoon system. The size interval of the bank LB was from 26 to 36mm, LI from 38 to 60mm and LP from 44 to 50mm. The size distribution was unimodal for the LB bank and bimodal for the LI and LP banks, with the incorporation of juveniles (small sizes) to the population of 24mm total length in the three banks. The length-weight relationships were of a potential type with a positive allometry (>3.0). The Growth rate (mm/month) for LB was 0.89 mm/month, LI was 1.63mm/month and LP was 2.23 mm/month. The analysis of population dynamics showed a growth rate relatively high with a K of 0.34 years^{-1} and a L of 71.44mm. The mortality rate, due to natural events and due to the fishing industry of Z was equivalent to 0.38 years^{-1} which was equivalent to between 50 and 60% of the exploitation. The evidence, thus, suggests that the species is mildly exploited. With respect to the physiological condition index, the LB bank was much different than the LI and LP banks, thus, at the end, presenting major percentages between 25 and 30% of the dry tissue relationship. There were no differences in the type of soil within the three banks. The soil consisted, mainly, of fine grains of approximately 125µm. However, the quantity of organic matter was greater in LI and consisted of between 0.29 and 1.42%. Meanwhile, the organic matter within LP was between 0.23 and 1.33%. Lastly, LB presented the least percentage of organic matter with 0.25 to 0.67%. The median length in the size of first maturity was 32.7mm. It was observed that the bank La Palmita was the only bank that could be exploited all year round, compared to the other banks La Barrita and La Islita. The type of sediment did not directly interfere with the distribution of the clam as opposed to the organic matter which played a fundamental role in obtaining larger sizes of the organisms. The study yielded an understanding of biological and fisheries mechanisms that are important to the development of an effective and sustainable fisheries management plan.

key Words: Almeja china; *Chione californiensis*; Altata Navolato, Sinaloa y Población Dinámicas.

1. INTRODUCCIÓN

Los moluscos de la familia Veneridae son explotadas por su alta demanda, muchas de estas especies son apreciados por el delicado sabor de su carne y actualmente se están desarrollando ensayos de cultivo en diferentes costas del mundo (Borzzone *et al.* 2001; FAO, 2011).

La almeja roñosa o almeja blanca (*Chione californiensis*) pertenece a los Veneridos (Mollusca). Se distribuye desde laguna Ojo de Liebre, Baja California, México hasta Mancora, Perú (Roopnarine, 1996). Tiene una concha trigonal ovalada, gruesa, pesada y con numerosas costillas radicales pequeñas, cuenta con tres dientes cardinales divergentes en cada valva, un seno paleal muy somero. Las valvas son de color blanco-crema, levemente manchada de café o violeta en la lúnula, en el escudete y en los umbos (Poutiers, 1995).

Los moluscos bivalvos marinos se explotan principalmente para consumo humano directo. Las familias que se pescan en el mundo son Ostreidae, Pectinidae, Mytilidae y Veneridae. Los miembros de esta última familia, junto con los de las familias Arcidae, Mactridae, Articiidae, Donacidae, Myidae, Cardiidae, Solenidae y otras de menor importancia (en volumen de captura) constituyen el recurso conocido como “almejas, arcas y barbechos” (FAO, 2000). En 1988, se pescaron en el mundo 821.273 t de almejas, arcas y barbechos; 515 660 ton de pectínidos, 248,293 de mitílidos y 157,409 ton de ostreidos (FAO, 2010).

En México, los desembarques pesqueros anuales se han estabilizado alrededor de 1.5 millones de toneladas en peso vivo, siendo notoria la creciente producción acuícola. Aun sin embargo, la producción pesquera registrada en 2008 fue de 1.573 millones de ton, que representan 16,884 millones de pesos a precios de playa; 283,625 ton fueron producto de la acuicultura mientras el volumen de la pesca corresponde en 83% al litoral del Pacífico, 14% al Golfo de México y Caribe, y 3% a los cuerpos de aguas continentales (Carta Nacional Pesquera, 2010).

La producción de moluscos en México para 1995 fue de 98,770 tm (toneladas métricas) con valor total de 135 millones de pesos (22.5 millones de

dólares), correspondiente al 6.76% del volumen y 4.32% del valor de la producción pesquera nacional (Baqueiro-Cárdenas y Aldana-Aranda, 2003), a lo largo del litoral mexicano se explotan más de 80 especies de bivalvos y gasterópodos, producto de la situación geográfica que determina una gran diversidad climática y ambiental. Aunque la gran variedad de hábitats dada por la heterogeneidad de tipos de costa, diferentes características climáticas y regímenes hidrológicos, han permitido que las diversas especies manifiesten al máximo el potencial adaptativo a condiciones ambientales variadas.

Los estudios de dinámica de poblaciones de bivalvos permiten inferir el éxito en el establecimiento y su supervivencia en el ecosistema (Arrieche y Prieto, 2006). Aunque Las especies de las familias Veneridae se caracterizan por establecerse en ambientes de alto intercambio de energía con fuertes corrientes y oleaje constante, en los cuales alcanzan las mayores densidades, siendo los bivalvos dominantes y generando altos valores de biomasa que le confieren importancia económica en distintas regiones (Mendoza *et al.* 1996).

En las costas del Pacífico Mexicano existen sociedades cooperativas de producción pesquera que cultivan con éxito diferentes especies de moluscos entre los que sobresalen el mejillón azul, *Mytilus galloprovincialis*; el ostión japonés, *Crassostrea gigas* y abulón rojo, *Haliotis rufescens*. Además, se encuentran otros cultivos experimentales como la almeja mano de león, *Lyropecten subnodosus*, almeja catarina, *Argopecten ventricosus* y *Chione* spp. (Cáceres-Martínez, 2000). El cultivo de moluscos bivalvos en la actualidad está tomando un auge importante ya que su aceptación en el mercado es cada vez mayor. Las poblaciones naturales de ostiones, mejillones, abulones y almejas que están sujetas a explotación pesquera van disminuyendo paulatinamente como consecuencia de la extracción inmoderada de estos moluscos sumado al poco interés que se le ha dado al conocimiento de su ecología y biología que indudablemente son las bases para explotación y el cultivo sustentable (Niebla-, 2004).

Los bivalvos están ampliamente distribuidos en los sedimentos y en otros sustratos, de todo el sistema lagunar Navolato, encontrándose de las 25 especies identificadas destacan *Megapitaria squalida*, *Anadara tuberculosa*, *Anadara*

(*Larkinia multicostata*, *Crassostrea palmula*, *Chione californiensis*, *Argopecten circularis*, *Atrina maura* y *Atrina tuberculosa*. Constituyendo el sustento de una importante actividad pesquera que es la fuente de ingresos fundamental de un gran porcentaje de la comunidad de Altata Culiacán Sinaloa (Escobedo-Urías, 2003).

1.1. Alimentación

La aparición de la alimentación por filtración supuso un éxito sin precedentes en los bivalvos ya que cuentan con lamelibranquias que les permite filtrar microorganismos y partículas en suspensión que antes rechazaban. García-Domínguez (1991) llevó a cabo un análisis sobre el contenido estomacal en la población de *Chione californiensis* en la Laguna de La Paz, B.C.S. encontrando que el 100% del contenido está formado principalmente de *Nitzchia sp.* (33.35%), *Ceratium sp.* (13.9%), *Navicula sp.* (13.19%) y *Amphora sp.* (10.03), todas las mencionadas son especies bentónicas.

1.2. Ecología

En Punta Arena y Santispac (en Bahía Concepción. B.C.S.), *C. californiensis* se encuentra en la zona entre mareas, de uno a diez metros de profundidad en sustrato formado por arena-limo, junto con *Chione sp.*, *C. undatella*, *Dosinia ponderosa*, *Megapitaria squalida*, *Anadara multicostata* y *Glycymeris gigantea*. En San Carlos, Bahía Magdalena, *C. californiensis* suele ser encontrada junto con *C. anidia*, *C. fluctifraga* y *M. squalida*. El factor determinante en la distribución de *C. californiensis* es la proporción en la que se presentan la arena y la arcilla en los sedimentos (Ahumada-Sempoal *et al* 2002) Los pectinidos (*Atrina maura*) tiende a concentrarse del centro hacia la parte más interna del banco y el tipo de sedimento ligeramente más fino (arenas medias a finas), y el porcentaje de materia orgánica levemente mayor (2%) (Ahumada-Sempoal *et al* 2002). En los mismos estudios la temperatura y la salinidad no son factores limitantes para la presencia de esta especie (García-Domínguez *et al.*, 1996). La comunidad de organismos bentónicos, pertenecientes a la infauna y la epifauna en la región intermareal de la zona costera de Baja California Sur, es muy compleja a incluye gran cantidad de especies (Morris *et al.*, 1966).

En la Laguna de La Paz, B. C. S. se ha establecido que en orden de importancia: los principales gasteroópodos depredadores son, *Natica chemnitzii*, *Polinices recluzianus* (Naticidae) y *Eupleura muriciformis* (Muricidae), *C. californiensis*. *Oliva spicata* también estuvo presente en los sedimentos junto a *C. californiensis*, sin embargo, no se observó, depredación alguna por este gasteroópodo; tal vez debido a la protección que brindan las costillas concéntricas de la concha. También se ha encontrado a *Pinnotheres sp.* como comensal en la cavidad del manto de este venéreo (García-Domínguez *et al.*, 1991).

1.3. Taxonomía

Filum **Mollusca** Cuvier, 1797

Clase **Bivalvia** Linnaeus, 1758

Familia **Veneridae** Rafinesque, 1815

Género ***Chione*** Mühlfeld, 1811

Especie ***Chione californiensis*** Broderip, 1835



Figura 1. *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Abbott, 1974).

2. ANTECEDENTES

La Bahía de Altata, Navolato, es muy importante para el Estado de Sinaloa ya que representa potencial económico, turístico y pesquero. La Bahía de Altata aporta a las pesquerías de moluscos (Pinidae, Bivalvos y Pectinidos) como una alternativa a la pesquería de camarón en la región. Sin embargo, Sinaloa aporta solamente el 9.2% en la demanda de almeja roñosa *C. californiensis* (Carta Nacional Pesquera 2010). Niebla-Larreta (2004), realizó su estudio para esta misma Bahía mencionando que se ejerce una gran demanda sobre la familia de los veneridos como lo es la almeja chocolata del género (*Megapitaria*) en dos especies *aurantiaca* y *M. squalida*; ésta última es la más abundante y la más explotada con gran demanda de los mercados locales y algunos nacionales como Puerto Vallarta, Jalisco y el Distrito Federal.

García-Domínguez (1991) llevó un estudio sobre la distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la almeja roñosa *C. californiensis* en La Ensenada de La Paz, B.C.S. Encontrando que la distribución depende principalmente de la concentración de materia orgánica y el tipo de sedimentos y en menor medida de la temperatura, salinidad y de la concentración de oxígeno disuelto. Respecto a la abundancia se encontró con más de 100 individuos/m² relacionando la mayor abundancia con el tipo de sustrato arena-limo; la reproducción se llevó a cabo en verano y parte de invierno. La fauna asociada consistió de un poliqueto perforador (*Polydora ligni*), un decápodo comensal de la cavidad del manto (*Pinnotheres margarita*) y por un trematodo parasito (*Bucephalus sp.*).

García-Domínguez *et al.* (1996), estudiaron el ciclo reproductivo de la almeja roñosa, *C. californiensis* en Bahía Magdalena, Baja California, el cual consistió en la colecta mensual de almejas en una población de la zona entre mareas, observando y analizando con histología las fases de desarrollo de la madurez gonádico y se caracterizaron las fases: indiferenciación, gametogénesis, madurez, desove y postdesove, concluyendo que el desove de la población fue continuo durante cuatro meses en 1988 (junio a septiembre) y alguna etapa de la madurez durante seis meses en 1989 (abril a septiembre), presentando el máximo desarrollo reproductivo en agosto.

Prado-Ancona (1998) estudió el ciclo reproductivo de tres poblaciones de *C. californiensis* en tres localidades de Baja California Sur, abarcando de enero a diciembre de 1993, obteniendo que la reproducción es diferente en las tres localidades. En Bahía Concepción el desove de *C. californiensis* fue de enero a septiembre, con la mayor proporción de organismos en desove en agosto y septiembre, mientras Bahía Magdalena se reproduce principalmente de abril a octubre con el mayor porcentaje en desove en mayo, septiembre y octubre. En la Laguna de La Paz la almeja se reproduce de agosto a octubre con la mayor proporción de desoves en septiembre y octubre. Relacionando que el ciclo reproductivo de la especie está relacionado con las variaciones en temperatura y con la disponibilidad de alimento.

Wright-López *et al.* (2001) evaluaron la población de almeja roñosa, también reconocida como “venus” *C. californiensis* en la Ensenada de La Paz Baja California Sur, encontrando una longitud máxima (L_{∞}) de 48.2 mm, con un coeficiente de crecimiento (K) de 0.735 año^{-1} , y una edad inicial (t_0) de -0.64 año. Por lo tanto interpretan los resultados que la almeja venus es una especie de vida corta y con una vida alrededor de cuatro años.

Stern-Pirlot y Wolff (2006), describieron la dinámica poblacional y estado de la pesquería de la almeja del barro *Anadara tuberculosa* (conocida localmente como piangua) en tres áreas (Chomes, Purruja y Rincón) de la costa Pacífica de Costa Rica. El estudio se basó en la toma de muestras durante cinco meses, entre octubre 2003 y abril 2004, con medidas mensuales de longitud y marcado de individuos, calculando el crecimiento K y L_{∞} (0.14 año^{-1} y 63.15 mm, respectivamente) según la ecuación de von Bertalanffy revelaron un desempeño de crecimiento o edad asintótica ($f' = 2.75$) que está dentro del intervalo de los bivalvos. Los valores estimados de explotación oscilaron entre 0.62 (Rincon) y 0.76 (Purruja) excediendo los valores sostenibles (0.50 de la población anual) en todos los sitios del estudio.

Riascos *et al.* (2008) realizaron un estudio sobre la dinámica poblacional de la almeja *Cardita affinis* en Malaga, Colombia, de diciembre de 1999 a febrero del

2002. Los autores relacionaron el evento de La Niña como un factor causante de anomalías en el crecimiento y distribución de este bivalvo; el evento también influye en la precipitación, cambio de salinidad y temperaturas muy bajas, teniendo resultados altos de desove comparado con el periodo regular, así como el crecimiento individual y la mortalidad. Concluyendo que los cambios observados proporcionan una línea de base para futuros estudios sobre los efectos del evento de la Niña en la dinámica de la población de Bivalvos tropicales. Borzone *et al.*, (2001) estudiaron aspectos de reproducción y dinámica poblacional de *Chione pubera* en el sur de Brasil encontrando picos de reproducción continua en primavera y otoño; la talla promedio de la población fue de 60 a 70 mm.

Mora y Moreno (2006) estudiaron la abundancia y estructura poblacional de *A. tuberculosa* y *A. similis* en la costa ecuatoriana por estratos (superior, intermedio e inferior de la zona intermareal) y en diferentes áreas geográficas en los ecosistemas de manglar. En todas las zonas muestreadas, *A. tuberculosa* fue relativamente más abundante con una densidad media de 1.87 ind/m² mientras que *A. similis* presentó una densidad de 0.5 ind/m². La estructura de talla de la población estuvo representada por un grupo modal en la clase 40-44 mm longitud total (*Lt*) (*A. tuberculosa*) y dos modas en las clases 40-44 mm *Lt* y 45-49 mm *Lt* (*A. similis*), observándose porcentajes altos de organismos de tamaño inferior a la talla legal establecida para la pesca (45 mm *Lt*) en ambas especies.

Ibarcena *et al.* (1997) evaluaron la explotación de la almeja macha *Mesodesma donacium* en litoral de Tacna en bancos naturales (pozo de Lizas y Boca del Río) del litoral sur del Perú, encontrando los valores de longitud promedio más altos para el banco pozo de Lizas (78.83 mm) y altas incidencia de ejemplares mayores a 70 mm, mientras el banco Boca del Río presentó los valores más bajos de longitud promedio (45.81 mm) y alta incidencia de ejemplares menores de 70 mm, mientras que la biomasa de toda el área muestreada (129 km) fue de 4,911.36 ton aportando el mayor volumen Boca del Río con 3,595.06 toneladas equivalente a un 73.2%.

3. JUSTIFICACIÓN

Los estudios de dinámica poblacional de bivalvos permiten inferir el éxito en el establecimiento y su supervivencia en el ecosistema. La almeja roñosa *Chione californiensis* es una de las especies más abundantes y un recurso pesquero de gran importancia en el Golfo de California y la parte del Pacífico Mexicano. Actualmente no existe una veda o una reglamentación que se rija sobre el control y manejo de los bancos naturales de este recurso, con el riesgo de agotar las poblaciones y de generar procesos irreversibles exponiéndola la extinción como sucede con la pesca extractiva en poblaciones siendo siendo extraordinaria importancia conservar el nivel de explotación y las reservas genéticas de estas poblaciones silvestres. La explotación de almejas y caracoles es cada vez más intensa, debido a que la preferencia de los consumidores por estos productos se ha incrementado notablemente en estos últimos años, la comercialización de ellos en el mercado nacional y en el extranjero ha adquirido mayor relevancia. La explotación inmoderada de los bancos naturales, propiciando con ello la desaparición de algunas áreas y especies como pesquería, obligando con esto al pescador a localizar nuevas áreas de pesca, fenómeno que explica parcialmente las fluctuaciones en la producción de este rubro en las estadísticas de pesca. En México, la explotación de muchas especies de almejas es intensiva, pero al desconocerse su biología y dinámica no permite una regulación pesquera por lo que los bancos son generalmente agotados, lo que ha motivado el estudio de la biología y características de las poblaciones de los principales moluscos bivalvos importancia económica, con el fin de poder regular su explotación. Dos de los principales recursos que más se explotan en la laguna de Altata es la almeja chocolata "*M. squalida*" y la almeja roñosa "*C. californiensis*", dada su alta demanda en el mercado nacional. Es por ello, la importancia de realizar estudios de las poblaciones naturales de la almeja roñosa *Chione californiensis*, en el área de captura de Bahía de Altata, la cual proporcionarán información útil para establecer medidas regulatorias precisas sobre el manejo adecuado del recurso pesquero. Considerándose que la importancia económica de este recurso, es indispensable ampliar los conocimientos de su biología, comportamiento, tallas mínimas y periodos de explotación.

4. HIPÓTESIS

La abundancia y estructura poblacional de la almeja roñosa *Chione californiensis* está relacionada a las condiciones hidrológicas y geomorfológicas en la Bahía de Altata-Navolato, Sinaloa.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el estado actual de la población de la almeja *C. californiensis*, en términos de densidad, abundancia, crecimiento y relacionarlo con los parámetros ambientales y geomorfológicos en las tres bancos ubicados en la Bahía de Altata, Navolato-Sinaloa, México.

5.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Estimar la abundancia, densidad, estructura de tallas e índice de condición fisiológica (ICF) de la almeja roñosa en tres bancos localizados en la Bahía de Altata, Navolato-Sinaloa.
- Estimar el crecimiento, tasas de crecimiento, mortalidad y la talla de primera madurez de la almeja roñosa.
- Relacionar la estructura poblacional con variables ambientales tales como temperatura del agua, temperatura ambiente, salinidad, oxígeno disuelto, pH, clorofila *a*, turbidez, profundidad, granulometría y materia orgánica del área de estudio.

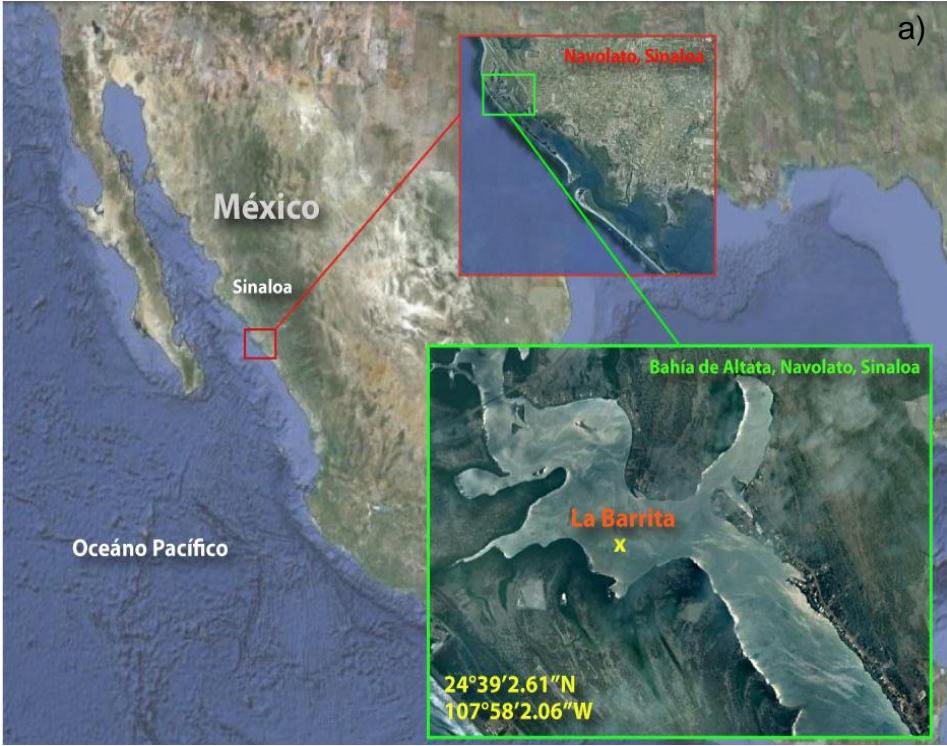
6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

La colecta de los organismos se efectuó en la laguna costera de Altata, Sinaloa, México: (Figura 2). Este sitio fue seleccionado con base en que existen zonas tradicionales (bancos) de captura de la especie.

La Bahía de Altata se localiza entre 24° 20´-24° 35´ N y 107° 20´-107° 55´ W. Se muestrearon bancos, el primero fue La Narrita que se ubica en las coordenadas 24° 39´ 261 N y 107° 58´ 206 W, el segundo banco La Islita se localiza 24° 36´739 N y 107° 55´ 507 W, el último La Palmita se ubica entre 24° 35´ 492 N y 107° 53´ 894 W. Al sistema lagunar lo conforman parcialmente en la parte este la Isla de Redo y al oeste la Península de Lucernilla, con una boca central que se comunica con el océano Pacífico (Figura 2). Al este se relaciona con Ensenada del Pabellón, a través de la Boca formada entre la península Lucernilla y la costa Bahía de Altata. Las lagunas Altata y Pabellones, localizadas en la porción centro-norte de la planicie costera de Sinaloa, tienen parte del frente deltáico del Río Culiacán cuyo cauce meándrico adquiere características estuarinas al fluir hacia el interior del sistema.

Tiene una extensión: de 27,400 ha, y su clima es del tipo Bw (h´) w (e). La laguna Ensenada-Pabellón, colinda con el valle agrícola de Culiacán, extensa zona de cultivo que soporta la producción de tres ingenios azucareros (El Dorado, Rosales y La Primavera) cuyos drenes unidos a los del distrito de riego No.10 y se vierten directo a la laguna. Ensenada de Pabellón registra un gradiente bien marcado de salinidad de polihalino 7 a 26% al centro de la laguna a holigohalino 0-1% hacia los drenes, que respondió a la influencia de la marea, al aporte de aguas dulces tanto del Río Culiacán como del Dren Bataoto, a las descargas de las aguas en retorno agrícola, de los ingenios azucareros y a la extensión de las áreas palustres adyacentes. Con base en el estudio de comunidades llevado a cabo en este ecosistema, se concluyó que éste es uno de los sistemas lagunares más ricos del país (Gaxiola-Castro, 2003).



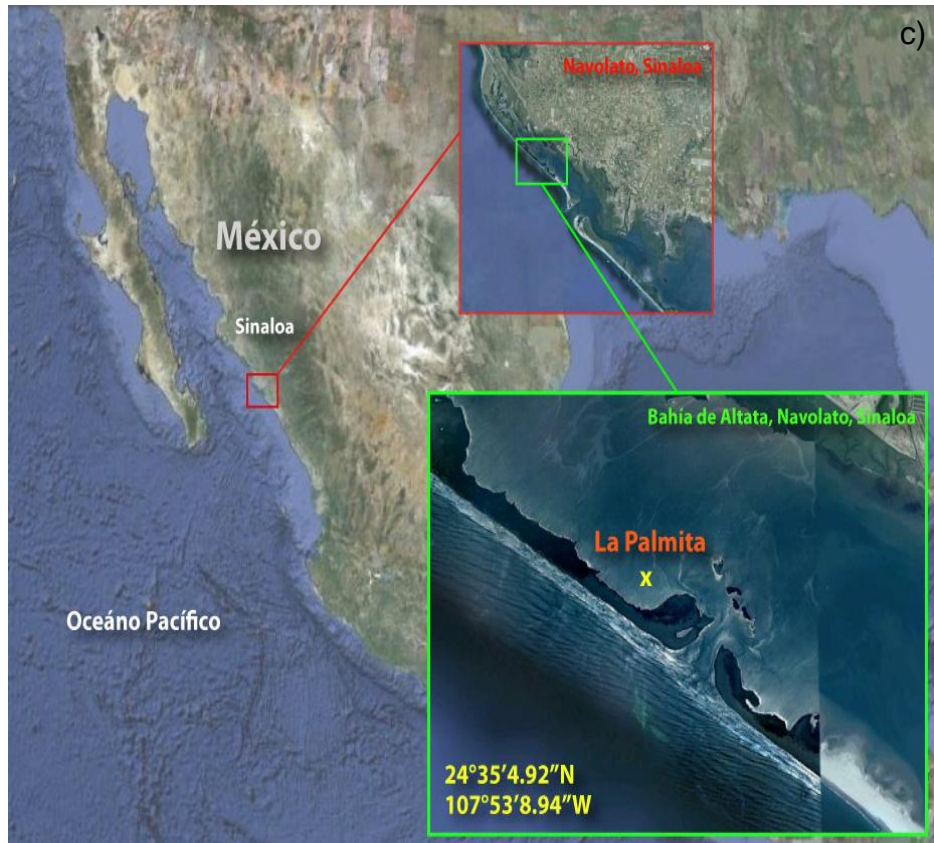


Figura 2. Área de estudio de la almeja roñosa *C. californiensis* muestra los tres bancos La Barrita (a), La Islita (b), La Palmita (c) del complejo lagunar Altata, Navolato, Sinaloa, México.

6.2. Trabajo de campo

Los muestreos se llevaron a cabo del 31 de enero del 2010 a 28 de enero del 2011. Los organismos se recolectaron a bajamar, tomando como referencia la zona vertical de la costa.

Siguiendo la metodología de Ahumada-Sempoal *et al.* (2002) se realizó el muestreo fue aleatoriamente simple con cinco 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 cada 20 m del área muestreada. Asimismo se lanzaron al azar cinco cuadrantes de 1 m² por transecto, en cada banco muestreado en la bahía. Se colectaron todos los organismos con la ayuda de bolsas plastificadas y se transportaron al CIIDIR-Sinaloa (IPN) para realiza el muestreo biológico correspondiente.

6.2.1. Materiales

Se realizaron cinco cuadrantes de 1 m² de tubo de PVC, se obtuvo un cabo de 50 m, cinco barras de acero de 2.5 m como puntos de guía de la línea de muestreo. Se utilizaron bitácoras de fibra de vidrio, costales de malla rafia para la colecta de los organismos en el campo, así como el uso de una pala para la colecta del sedimento para su posterior análisis en el laboratorio y bastidores de uso manual para el tamizado del sedimento para colectar rápidamente los organismos presentes en cada uno de los cuadrantes.

6.3. Densidad

La densidad total y por cuadrante se estimó con la técnica propuesta por (Krebs, 1999) para moluscos. Consiste en determinar la densidad media por cuadrante entre los diferentes extractos. En cada cuadrante se tomaron las medidas correspondientes como longitud, largo, ancho, y peso total del organismo (Hernández-Sepúlveda, 2006). Además, con el fin de ver si existen diferencias significativas entre las estaciones y entre los meses de muestreo, se aplicó la prueba de rangos de tukey (Zar 1996).

6.4. Crecimiento

El crecimiento se calculó de acuerdo con la información morfométrica de la especie, descrita en Singh-Cabanillas *et al.*, (1991b). Los ejemplares colectados se estimó la longitud total, largo y ancho, con la ayuda de un Vernier digital (Mitutuyo, CD-8"CS quien la FABRICA), con precisión de (± 0.1 mm) y para el peso total se hizo uso de una balanza granataria (OHAUS, Scout Pro SP 2001) con precisión de 0.1 g (Figura 3).

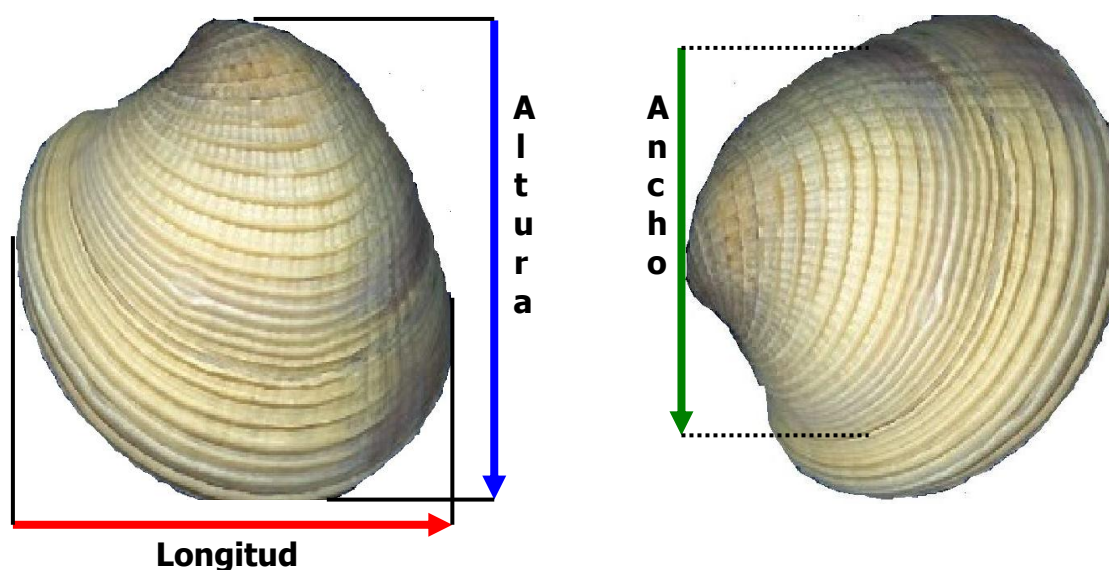


Figura 3. Biometrías de la almeja Roñosa *Chione californiensis*.

Se estimó el crecimiento con el modelo de von Bertalanffy (Pauly, 1987).

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad \text{ecuación (1)}$$

Donde L_t = longitud en la edad t , L_∞ = longitud asintótica, K = coeficiente de crecimiento (anual^{-1}), t_0 = longitud de edad hipotética $t=0$.

Se utilizó el programa FISAT II, empleando el método ELEFAN I (Pauly y David 1981; Pauly 1984) el cual es usado para la estimación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (VBGE). Previo al análisis se agruparon las longitudes en intervalos de clase de 3 mm.

También se empleó la metodología de captura-recaptura, la cual consistió en extraer del medio natural 50 organismos por banco con tallas homogéneas formando un "pool" de organismos los cuales se marcaron con pintura hepóxica y se transplantaron a un corral de 3 x 3 m. Cada mes se extrajeron 50 organismos

al azar para tomársele las medidas correspondientes. Después, se introducían al corral, tomándose en cuenta la mortalidad por mes. Posteriormente se ajustó a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (VBGE) con la siguiente formula:

$$L_2 = L_1 + (L_\infty - L_1) (1 - e^{-K(t_2 - t_1)}) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Se empleó como método de ajuste de los datos la herramienta de mínimos cuadrados. Para la obtención del coeficiente de crecimiento K , se utilizó el método de Shepherd's (New Shepherd's Length Composition Análisis NSLCA por sus siglas en inglés) (Shepherd, 1987; Pauly y Arreguín-Sánchez, 1995). Una vez obtenidos los valores semilla se estimó nuevamente L_∞ y K se estimaron nuevamente L_∞ (longitud máxima de la especie) y K con el método electrónico ELEFAN II (Electronic Length Frequency Analysis por sus siglas en inglés). Finalmente se realizó la comparación de las líneas de crecimiento con el método de *phi* prima (Sparre y Venema, 1995).

6.5. La mortalidad

La mortalidad total Z (año⁻¹) de la población se calculó con el modelo exponencial negativo a partir de los datos de longitud-frecuencias acumulados, los parámetros de crecimiento y la curva de captura lineal izada convertida en tallas Pauly y Morgan (1987). Previamente los datos de longitud se convirtieron a edades usando la formula inversa de von Bertalanffy. Sin embargo, la mortalidad de Z se calculó entonces mediante un análisis de regresión:

$$\ln(N_i / \Delta t_i) = a + b t_i; Z = -b \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

a y b : Son las constantes de la recta.

N_i : Es el número de individuos en el intervalo de longitud i .

Δt_i : Es el tiempo requerido para crecer de un intervalo de longitud a otro

t_i : Es la edad en el intervalo de longitud i .

Los 150 organismos colectados se transportaron a Ensenada de Pabellones donde se lleva a cabo el cultivo de callo de hacha en parques. Estas almejas

fueron marcadas con pintura hepóxica y transplantadas a un corral de 3x3 m, las cuales mes con mes se le tomaban las medidas correspondientes de longitud, largo, ancho y peso con un vernier digital 0.01 mm, peso total con una balanza granataria 100 g y se cuantificaba la mortalidad de los organismos por mes. Todos los datos analizados se corroboraron con los datos obtenidos en cada uno de los bancos analizados periódicamente en la Bahía de Altata, Navolato-Sinaloa.

6.6. Talla de primera madurez

El estado reproductivo de los especímenes de almeja china se determinó mediante la inspección de la apariencia macroscópica de la gónada (color cremoso), se separaron las valvas de la concha y se realizó una estimación subjetiva del volumen de la gónada. La masa visceral se desprendió y se examinaron en un estereoscopio a una magnificación de 100x. La madurez se describió en concordancia a la escala descrita por Arellano-Martínez *et al.* (2004) de acuerdo al volumen ocupado del cuerpo-gónada total del espécimen.

Esta escala considera cuatro estadios: I inmaduro, II madurez en desarrollo, III madurez avanzada y IV desovada. No diferenciando entre machos y hembras (expresada como el número de hembras por macho, H:M). Se ajustó una ojiva logística a los datos para estimar la talla ($Lm_{50\%}$) a la que 50% de los individuos de la población se encuentran sexualmente maduros (Derbali *et al.* 2009). A partir del total de organismos maduros, se calculó la frecuencia relativa y la frecuencia relativa acumulada por intervalos de clase de 3 mm para estimar la talla de primera madurez como aquel en el que el 50 % de los organismos presentan actividad reproductiva (Arellano-Martínez *et al.* 2004).

La talla de primera madurez se determinó con la siguiente metodología:

- 1) Se agruparon los organismos inmaduros (estadios I y II) y maduros (estadios III y IV) en intervalos de longitud total de 3 mm desde 15 hasta 70 mm.
- 2) Del número total de organismos (maduros e inmaduros) de cada talla se obtuvo la proporción de los maduros.

3) La proporción de hembras maduras en cada talla se divide entre la mayor proporción de hembras maduras encontrada en todas las tallas. Esto con el objetivo de representar la proporción de la población reproductiva en cada talla. Debido a que se asume que la mayor proporción de hembras maduras en cierta talla representa el porcentaje de la población que se encuentra madura.

4) Finalmente se obtiene una relación entre la longitud total contra las proporciones ajustadas de cada talla y usando el modelo descrito por King (1995):

$$P = \frac{1}{1 + e^{-r(L-L_m)}} \quad \text{ecuación (4)}$$

de la que se obtiene $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right) = rL_m - rL$

donde: P es la proporción de hembras maduras, r es la pendiente de la curva y L_m es la longitud de primera madurez o longitud a la cual corresponde el 50 % de las hembras ovígeras.

Posteriormente se graficó $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right)$ contra L y usando regresión lineal simple se calcularon los valores de los parámetros de ajuste de la línea para posteriormente obtener

$$r = -b$$

$$L_m = a/r$$

Sustituyendo los valores de r y L_m en la ecuación de talla de primera madurez, se calculó la proporción de hembras maduras para cada talla y se restaron de las proporciones observadas. Aplicando el criterio de mínimos cuadrados a los residuos se recalculó el valor de L_m por medio de iteraciones.

Como se indicó fue necesario usar los datos de la proporción ajustada para graficar $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right)$ contra L y usando regresión lineal simple calcular los valores de

los parámetros de ajuste de la línea para posteriormente para obtener los parámetros de la ecuación de primera madurez de King (1995).

6.7. Monitoreo de las condiciones ambientales

Durante todo el período de estudio se tomaron los parámetros ambientales como es el oxígeno (mg L^{-1}), temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), profundidad (m), pH, salinidad (‰) y la turbidez del agua (m). El contenido de oxígeno disuelto y temperatura del agua se midió al inicio de cada muestreo con la ayuda de un oxímetro (YSI, 55/12FT, Ohio45387). La turbidez del agua y profundidad se empleó un disco de Secchi. Asimismo la medición del pH, se llevó a cabo con la ayuda de un potenciómetro (Hanna, HI 8314) y la salinidad se midió con un refractómetro de precisión (Atago, S/Mill).

6.8. Cuantificación de Cl a

El análisis de clorofila *a* (Cl-a) se realizó de acuerdo a la técnica espectrofotométrica descrita en Strickland y Parsons (1972), y el cálculo se llevó a cabo según la ecuación de Jeffrey y Humphrey (1975). Para determinar la concentración de clorofila *a* se filtraron las muestras con filtros de fibra de vidrio, se empleó una bomba de vacío a una presión no mayor de $1/3$ de atm (250 mmHg) para evitar el rompimiento de las células, guardando los filtros en papel aluminio previamente etiquetados y preservándolos en congelación hasta su posterior análisis. La extracción se realizó con acetona al 90% durante 24 horas en la oscuridad y en un ambiente frío (refrigeración). El procedimiento fue el siguiente: Transferir 10 ml de extracción dentro de un recipiente limpio separado por un embudo, añadir 3.5 ml de cloruro de sodio (NaCl) y 13.5 ml de hexano utilizando una pipeta graduada de 5 ml para el primero y una de 20 a 25 ml para el segundo. Añadir acetona al 100% para marcar el volumen exacto de 10.0 ml y centrifugar si es necesario. Decantar el líquido claro en un ácido libre utilizando un espectrofotómetro celular a una longitud de 10 cm, teniendo 10 ml o menos de líquido (trabajar únicamente a baja luz). Sin diferir la medida de extinción contra una célula contando con acetona al 90% a 4,500 Å (E_1). Añadir una gota pequeña de ácido hidroclicórico en el extracto, tapar la célula, e invertir varios tiempos hasta mezclar el ácido y la acetona. Leer la extinción inmediatamente a 4,500 Å (E_2). Y

por último calcular la cantidad presente de clorofila a, utilizando la siguiente formula:

$$\text{mg Clorofila a/m}^3 = 17.5 (E_1 - E_2)/V \quad \text{ecuación (5)}$$

donde:

V= volumen del agua filtrada en litros.

6.9. Índice de condición Fisiológico

Mensualmente se colectaron 30 individuos, los cuales fueron transportados al laboratorio. Estos fueron limpiados de organismos epibiónticos, materia orgánica e inorgánica. Su peso húmedo total fue registrado en una balanza analítica (plus OHAUS AP210) de 0.001 g de precisión. Posteriormente estos fueron sacrificados para separar el tejido blando de la concha. El peso seco, tanto de la concha como el tejido blando, se obtuvo colocando las muestras en crisoles previamente tarados y secados en una estufa (Riossa EC-41) a 100°C durante 24 horas. Los pesos secos de la concha y la carne se cuantificaron en la balanza analítica de 1/100 g de precisión (Figura 4a y 4b).

Algunas de las características de este índice son: la eliminación de las fluctuaciones del contenido de agua en los organismos y proporciona información del estado fisiológico de los organismos cultivados. Este es un índice ampliamente usado para bivalvos en cultivo. Un valor bajo de este índice indica un mayor esfuerzo biológico realizado por parte del organismo, teniendo un gasto elevado de energía para su mantenimiento en condiciones ambientales inadecuadas, enfermedades o por la producción y expulsión de gametos (Lucas y Beninger, 1985) El Índice de condición fisiológico se calculó de acuerdo a la ecuación utilizada por (Walne 1976). Donde la relación se estimó entre el peso seco de los tejidos blandos y el peso seco de la concha (PCi) X 100.

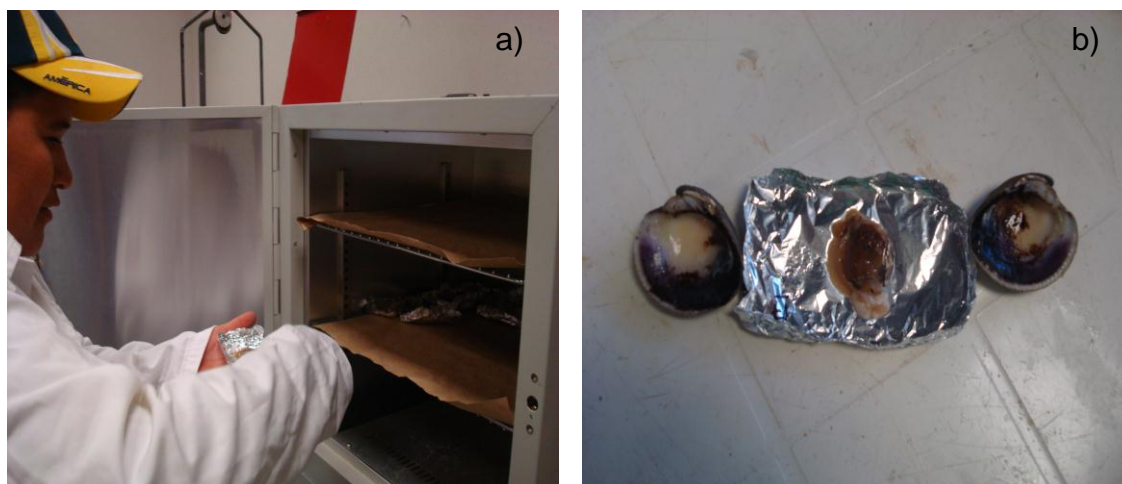


Figura 4. Índice de condición fisiológica de la almeja roñosa *Chione californiensis* en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa en el período de muestreo Enero 2010-Enero 2011.

6.10. Granulometría

El tipo de grano que componen el sedimento se determinó por cada punto de muestreo en la bahía de Altata, se determinó con la técnica de Folk (1968) la cual consistió en extraer una muestra del cuadrante tres y se repitió en cada uno de los bancos muestreados (La Barrita, La Islita y La Palmita). Las muestras fueron secadas a temperatura ambiente de 24 a 72 horas. Posteriormente se pesaron 10 gramos por triplicado por banco y se hizo pasar por los tamices con abertura de malla de 2.00 μm , 1.00 μm , 5.00 μm , 250 μm , 125 μm y 63 μm , las cuales se agitaron en un Rotap, durante diez minutos. La masa de sedimento retenida en cada tamiz se pesó, y se estimó en porcentaje el contenido de arenas, limos y arcillas con la siguiente ecuación:

$$\chi_{\phi} = fm/ n \quad \text{ecuación (6)}$$

donde:

f = porcentaje en peso de cada una de las clases de tamaños

m = número de clases de tamaño

n = 100 cuando f esta en porcentaje

6.10.1. Materia orgánica

Para determinar la materia orgánica se empleó el método de Walkley y Black, (1934) descrito en el método de AS-07 de la NOM-021-SEMARNAT-2000. Este proceso consistió en pesar 0.5 g de muestra las cuales se agregaron en un matraz Erlenmeyer de 500 ml, posteriormente se le añadieron 10 ml de dicromato de potasio y 20 ml de ácido sulfúrico. La solución se dejó enfriar durante 30 minutos. A continuación se agregó 200 ml de agua destilada, 5 ml de ácido fosfórico y 7 gotas de difelinamina como indicador. Por último, la solución se tituló con sulfato ferroso. En cada análisis se incluyó un blanco que es agua o equivalente, a este no se le añadieron ninguno de los reactivos con los que se trata la muestra.

Después del análisis se llevaron a cabo los cálculos para determinar el porcentaje de materia orgánica (MO), aplicando la siguiente fórmula:

$$MO (\%) = 10 \cdot (1 - G/B) \cdot 1.34 \quad \text{ecuación (7)}$$

donde:

G = ml de sulfato ferroso gastados en la muestra.

B = ml de sulfato ferroso gastados en el blanco.

MO (%) = porcentaje de materia orgánica.

7. RESULTADOS

7.1. Abundancia

En el banco La Barrita, la densidad promedio fue de 30.6 ± 12 org/m², el máximo se presentó en el mes de mayo con 88.40 org/m² y la menor se presentó en el mes de febrero con 12.40 org/m². La abundancia en la Barrita osciló en concordancia en número con la Palmita cuya densidad promedio fue de 28.84 ± 0.31 org/m², la mayor en el mes de octubre con 52.60 org/m² y la menor se presentó en el mes de diciembre con 6.60 org/m² (Figura 5). El banco La Islita la diferencia estadística fue significativa ($F = 0.0001$; $P = 0.002$) a los otros dos bancos a lo largo del año, con máxima densidad en abril (16 org/m²) y menor en marzo (4 org/m²), presentando menor abundancia en todo el muestreo, (Figura 5). En la Islita se encontró la menor abundancia promedio (9.38 ± 27 org/m²) y la abundancia más grande en los bancos La Barrita y La Palmita ($F = 12.348$ y $F = 11.757$; $P < 0.05$) respectivamente (Figura 5).

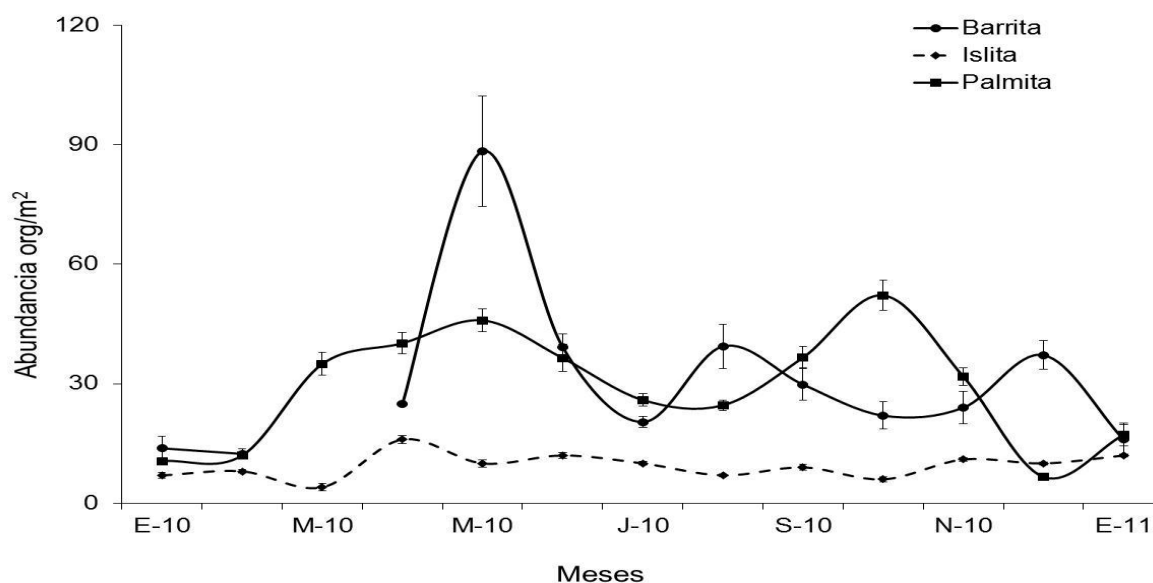


Figura 5. Abundancia org/m² de la almeja roñosa *Chione californiensis* de los tres bancos muestreados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. En el periodo de enero del 2010 a enero del 2011.

7.2. Estructura de tallas

La distribución de frecuencias de tallas se obtuvo de 1,911 organismos para el banco La Barrita, presentó tallas de 26 a 36 mm de longitud total (Lt). En la

Islita se capturaron 608 organismos y las tallas oscilaron 38 a 60 mm (Lt), capturando un 60 % de los organismos entre las tallas de 44 a 50 mm y un 40 % en la talla menores de 36 mm. La Palmita presentó frecuencias de tallas de 38 a 60 mm (Lt), el 80 % de los organismos capturados se encuentran en las tallas mencionadas, abarcando un 20 % del intervalo de talla de 36 a 40 mm (Figura 6). El banco La Barrita se encontraron las tallas más pequeñas con un promedio de 31.52 ± 3.50 mm. Mientras que las tallas más grandes promedio fueron de 40.79 ± 6.90 mm en el banco La Islita y el banco La Palmita un promedio de 43.35 ± 7.87 mm (Figura 6). La distribución de tallas fue estadísticamente diferente en los tres bancos ($F = 19.32$; $P < 0.05$),

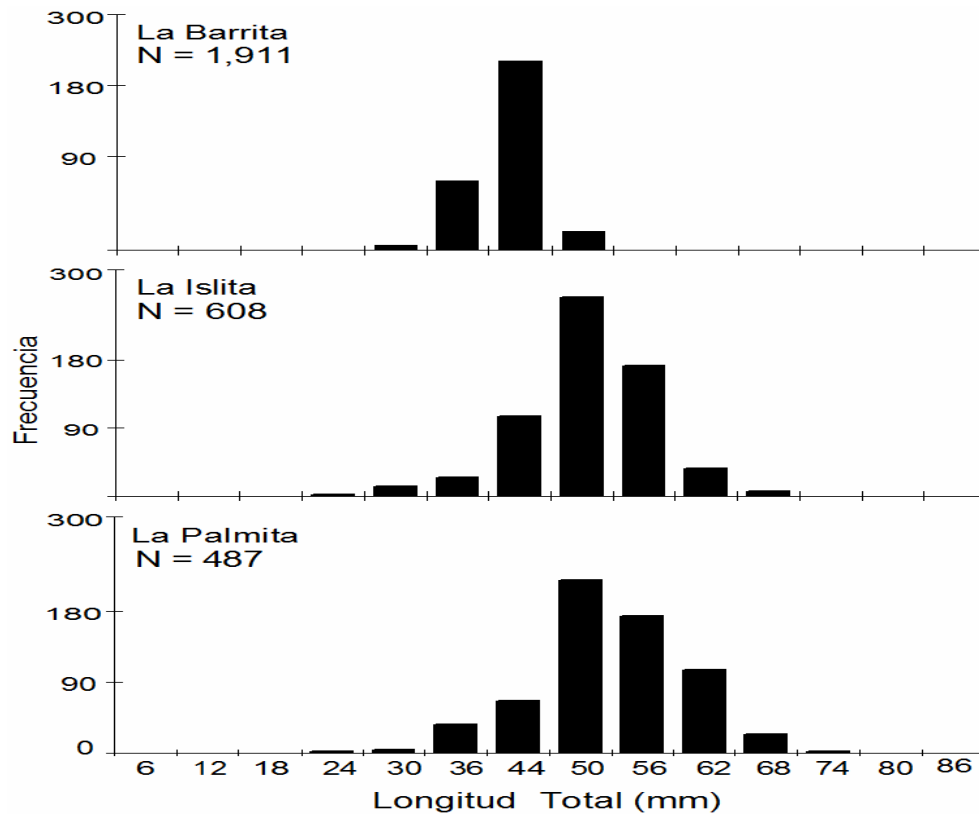


Figura 6. Estructura poblacional de la almeja roñosa *Chione californiensis* en los tres bancos muestreados La Barrita, La Islita y La Palmita. Enero del 2010 a Enero del 2011.

7.3. Índice de condición fisiológico (ICF)

El índice de condición estimado en *C. californiensis* del banco La Barrita presentó el porcentaje más bajo en los meses de febrero y junio de 9.0 al 10.0 %,

mientras los valores más altos se presentaron en los meses de abril, mayo y octubre con un 15 y 17 %. Estadísticamente hay diferencias significativas entre los meses ($F= 12.34$; $P < 0.05$) (Figura 7). El periodo de octubre a enero es diferente al resto del año en la condición fisiología y son diferentes a los otros meses a lo largo del año (Figura 7). La Islita se presentó el mayor porcentaje (25 % a 21 %) en enero, agosto y diciembre, mientras el menor porcentaje en mayo con 14 % y septiembre con 15 %. En el tiempo (meses) fue estadísticamente diferente con $F= 12.36$ ($P < 0.05$), en éste son diferentes los meses de mayo-julio y septiembre-noviembre con los ICF menores a lo largo del año. El banco La Palmita presentó el mayor índice de condición en los meses de febrero, abril y diciembre; del 14 al 16 %, mientras el menor se presentó en mayo con 11 % y junio con 12 % ICF. También fue estadísticamente diferente ($F= 12.37$; $P < 0.05$) y los meses diferentes son los de alta ICF (Figura 7).

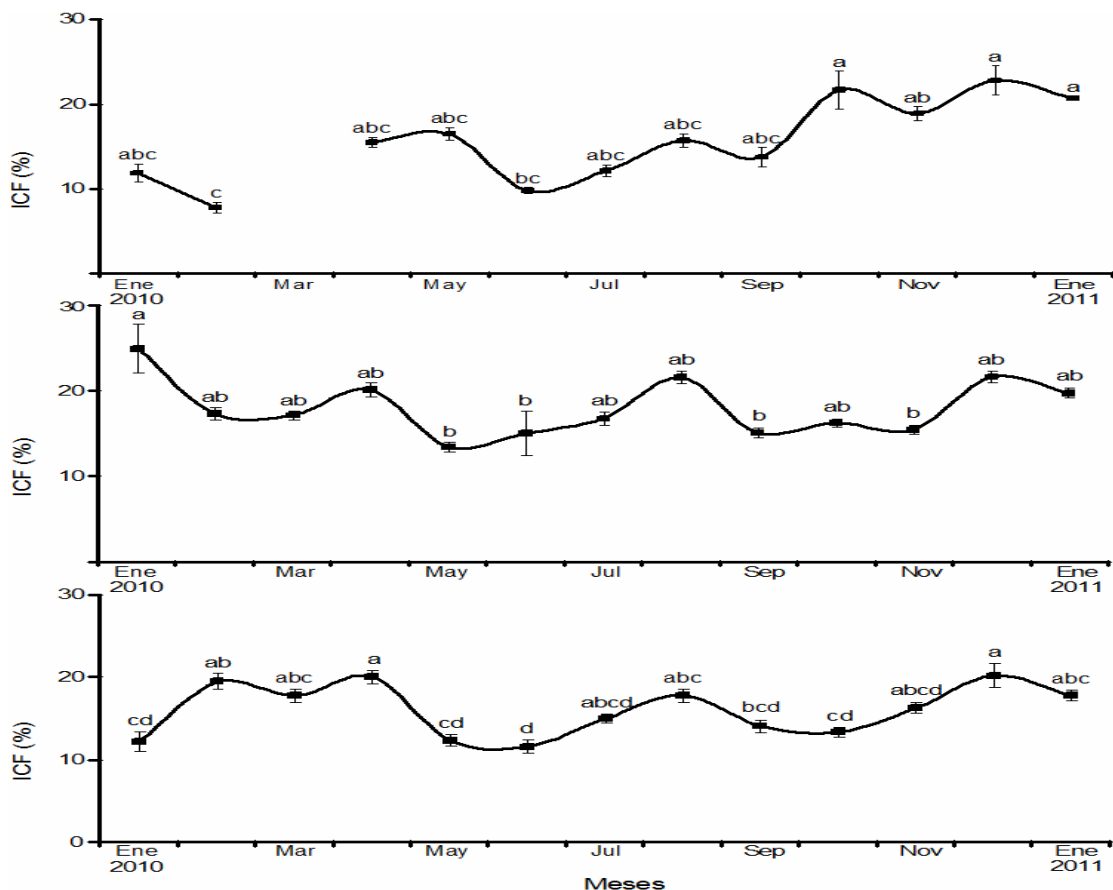


Figura 7. Índice de condición fisiológico de los tres bancos estudiados La Barrita (a), La Islita (b) y La Palmita (c) en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. Las letras refieren a los resultados significativos de la prueba posterior.

7.4. Crecimiento

Se analizó la relación longitud-peso de los tres bancos. La Barrita (Figura 8a) se obtuvo una pendiente ($b= 3.1021$) que supera la condición de isomería del organismo. En la Islita (Figura 8b) una se calculó $b = 3.2008$, y La Palmita (Figura 8c) una $b = 3.368$. Las regresiones longitud-peso (Figura 8) presentaron altos coeficientes de correlación. El banco La Barrita presentó ($R^2 = 0.89$; $n = 597$), mientras el banco La Islita presentó una ($R^2 = 0.96$; $n = 1608$) y el banco La Palmita ($R^2 = 0.96$; $n = 636$). Encontrando para los tres bancos un crecimiento alométrico de acuerdo a los datos analizados.

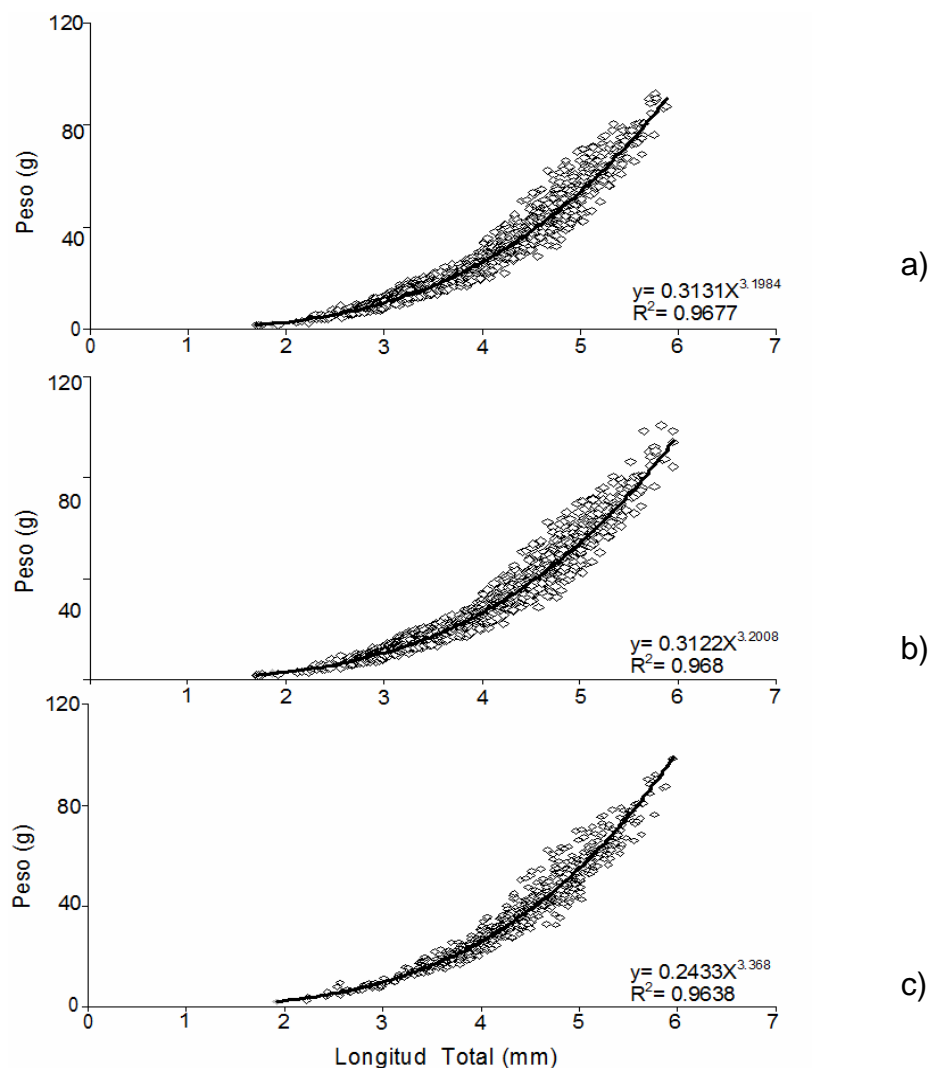


Figura 8. Análisis de regresión potencial del peso y longitud de la concha en *Chione californiensis* de los tres bancos de muestreo La Barrita (a), La Islita (b) y La Palmita (c) en Altata-Navolato, Sinaloa.

Los parámetros de crecimiento se determinaron a partir de las distribuciones de frecuencia de tallas agrupadas en clases de 3 mm de altura de concha (Figura 9). A partir del gráfico de Gulland y Hold (1959) se obtuvo la longitud asintótica de L_{∞} 71.40 mm con un coeficiente de crecimiento (K) de 0.34 año^{-1} y una t_0 de 0.1843 (Figura 9).

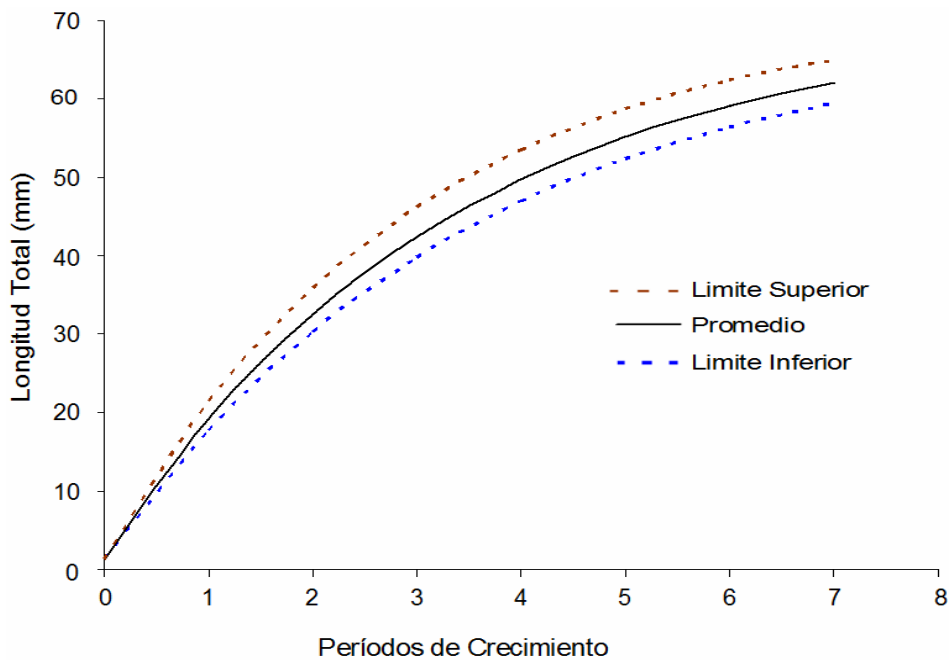


Figura 9. Curva de crecimiento anual de von Bertalanffy con estructura de tallas en base a la longitud de la concha de la almeja roñosa *Chione californiensis*.

Se calculó de manera independiente por banco L_{∞} y K por el método de Shepherd's basado en el modelo de von Bertalanffy calculando los límites de confianza al 95%, límite superior, límite inferior y el promedio. Por último, se homogenizó una curva general de los tres bancos, dadas las mínimas diferencias encontradas (Tabla 1) en el estadístico de Shepherd's que tiene un rango de 0 a 1 como criterio de aceptación.

Tabla 1. Cálculo de los parámetros estimados de crecimiento por el banco La Barrita (LB) La Islita (LI) y La Palmita (LP) y el análisis agrupado los tres bancos “general” de la almeja roñosa *C. californiensis* en el sistema lagunar. Se muestra la media (M) y el límite superior (LS) y el límite inferior (LI) al 95% de confianza.

Estadístico		L^{∞}	K	Criterio Shepherd's
La Barrita	L. S.	62.95	0.60	1.00
	M	62.95	0.46	0.839
	L. I.	58.90	0.60	0.956
La Islita	L.S.	72	0.14	1.00
	M	72	0.13	0.813
	L.I.	72.40	0.14	0.997
La Palmita	L.S.	70.25	0.22	1.00
	M	70.00	0.22	0.961
	L.I.	70.25	0.21	0.855
General	L.S.	71.40	0.34	0.810
	M	69.00	0.28	0.850
	L.I.	70.60	0.30	0.913

7.4.1. Tasa de crecimiento

La tasas de crecimiento (tc) en mm/mes se estimaron para *C. californiensis* en el banco en Altata, Sinaloa, éste se realizó por banco. En la Barrita se encontró una tasa promedio mensual de 0.89 mm/mes, en el banco La Islita fue de 1.63 mm/mes y el banco La Palmita de 2.23 mm/mes (Figura 10). Los valores negativos representan que se incorporaron almejas juveniles a la población y que hubo muchos organismos pequeños que no presentaron un crecimiento exponencial.

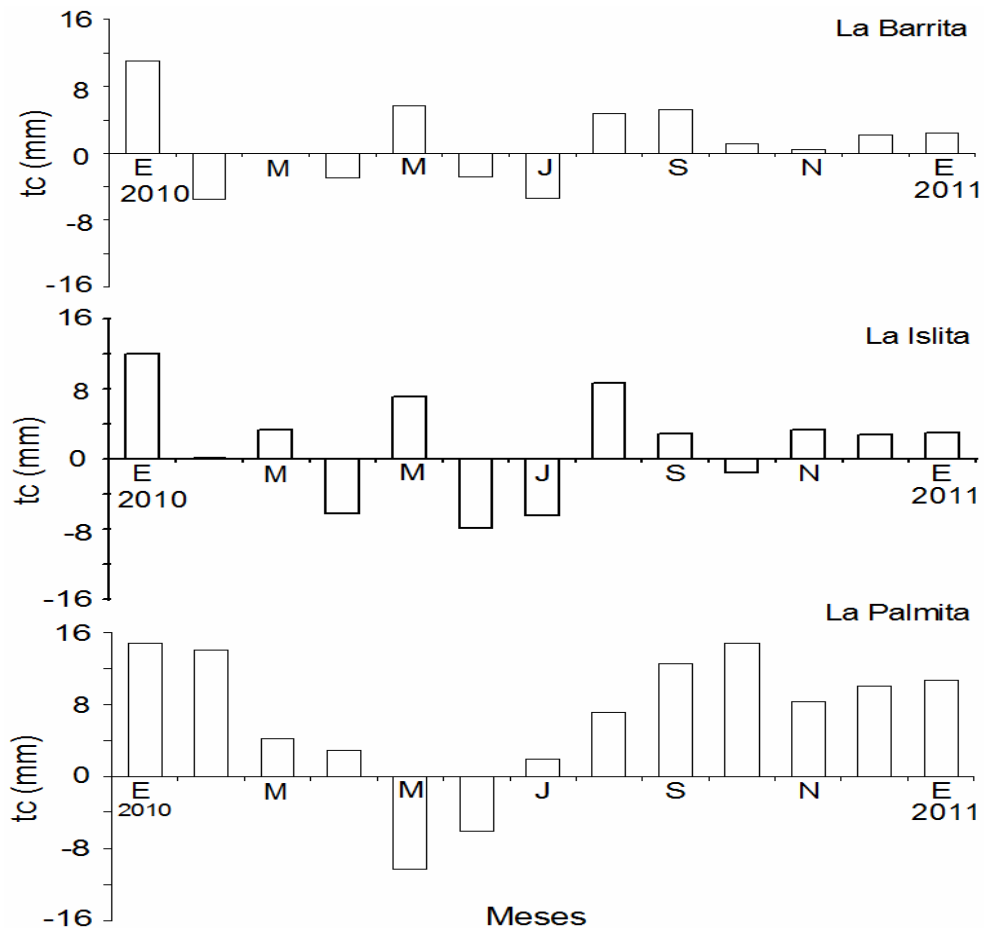


Figura 10. Tasa de crecimiento de almeja roñosa *Chione californiensis* de los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Bahía Altata-Navolato Sinaloa. Los valores negativos indican que se recolectaron organismos pequeños.

7.5. Tasa de mortalidad

El análisis de la mortalidad de la población fue calculada por el método de la curva de captura lineal izada utilizando los parámetros de crecimiento L_{∞} y K , calculados en la estimación de crecimiento por von Bertalanffy. Encontrando el intercepto de $a = 7.784$ y la pendiente $b = -0.384$, obteniendo una $R^2 = 0.9783$ (Figura 11). El valor calculado la tasa instantánea de mortalidad total $Z = 0.38 \text{ año}^{-1}$, el cual equivale en tasa al 50 al 60%, la cual se determinó mediante la curva de captura basada en la longitud (Pauly 1984), considerando que es la suma de la mortalidad por pesca y natural en los bancos naturales en este estudio (La Barrita, La Islita y La Palmita).

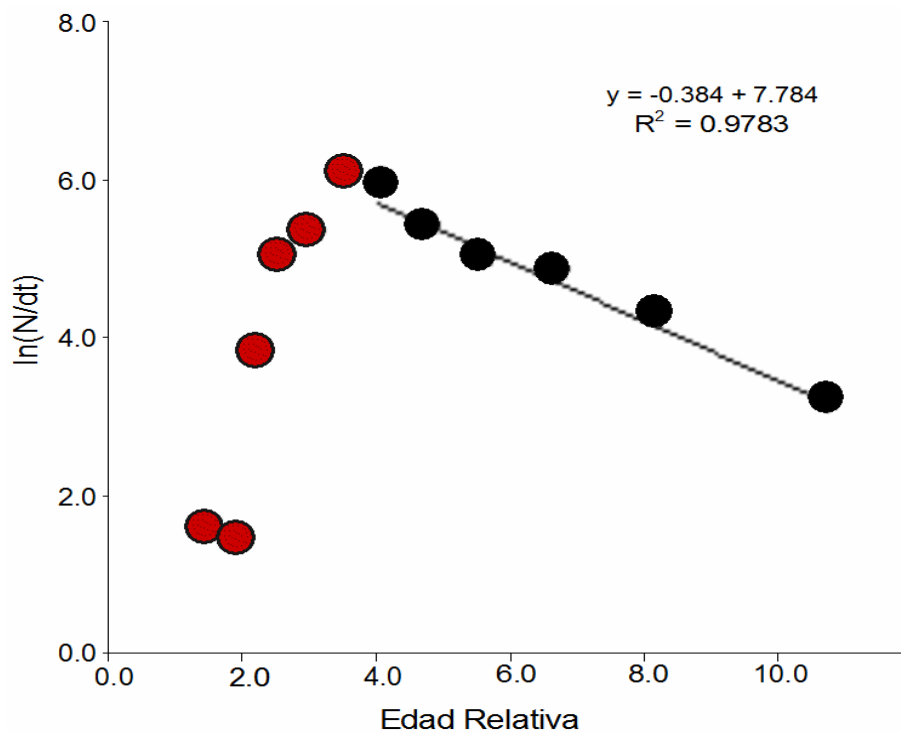


Figura 11. Curva de captura convertida a longitud para estimar el coeficiente de mortalidad total (Z) de *Chione californiensis* recolectada en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. Los círculos rojos fueron excluidos de la regresión y los círculos negros usados para la regresión.

Los datos obtenidos del corral de captura-recaptura (Figura 12) de los especímenes recolectados de los bancos naturales de extracción e introducidos al parque se ajustaron a los datos calculados con el modelo exponencial negativo para calcular la mortalidad y se complementaron con los valores obtenidos en campo de la figura (11) anteriormente descrita. Obteniendo una mortalidad anual del 58% y una sobrevivencia del 42%. Los datos de mortalidad coinciden en ambos análisis con valores estimados cerca del 50%.

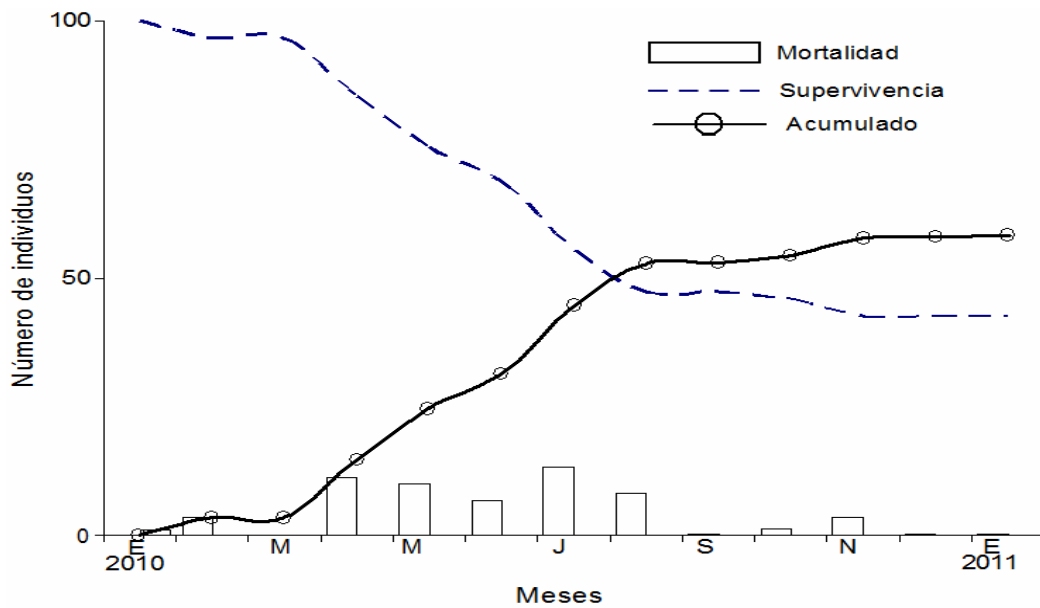


Figura 12. Análisis mortalidad total y supervivencia de datos de captura-recaptura de *Chione californiensis* colectados en Bahía Altata-Ensenada de Pabellones en sistema de parque.

7.6. Talla de primera Madurez

El desarrollo de la madurez gonadal en el periodo de estudio (2010-2011) que correspondió a un ciclo anual se muestra en la (Figura 13). En los tres puntos de análisis el desarrollo gonádico presentó ciclos bien marcados el de invierno (enero) con un 75% de hembras ovadas y el de primavera que se extendió hasta el verano (mayo-junio y agosto-septiembre) con porcentajes de hembras madurez del 50 al 70% (Figura 13). Se observaron los mayores porcentajes de madurez en el banco La Barrita en los meses de mayo y junio con porcentajes relativamente altos de 89.55 a 96.67 % y una mínima de 70% en los meses de septiembre a noviembre. En el banco La Islita se registró madurez en los meses de enero y junio con 83.33 % y 86.67% y por último en el banco La Palmita oscilo en 90.00 % y 83.33 % en los meses de mayo y septiembre.

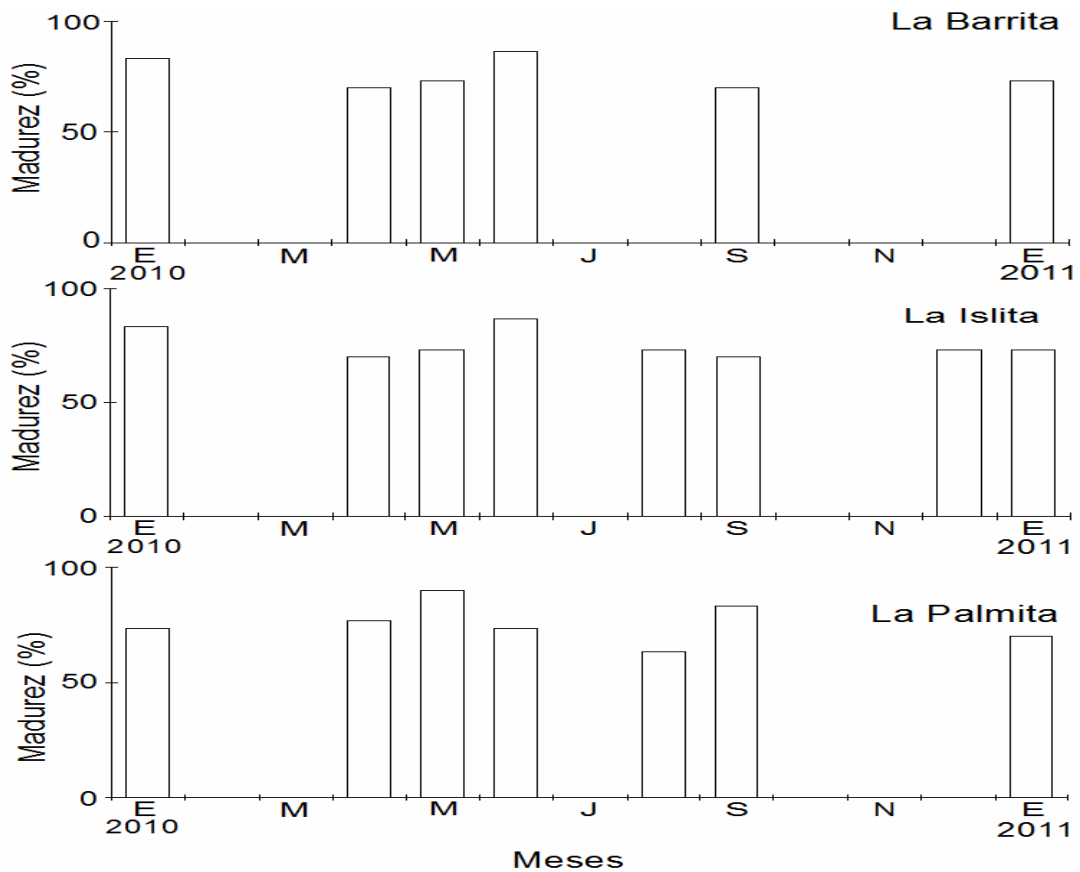


Figura 13. Porcentaje de madurez de *C. californiensis* en los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa.

Se agruparon todos los organismos (hembras) sin diferenciar en los tres bancos estudiados. La agrupación se realizó para incrementar el número de observaciones en el total y que no se observó variación en los periodos reproductivos entre bancos (Figura 14). La talla de primera madurez se calculó con la ecuación de King (1995). Los valores calculados fueron como la pendiente de la curva (r) se estimó igual 0.13, y la longitud media (L_m) como talla de primera madurez, la cual fue de 32.7 mm. Esto es la longitud en la que el 50% de los organismos de la población se encuentran en fase reproductiva o la talla de la primera madurez (Figura 14). El criterio de ajuste fue el de mínimos cuadrados donde se obtuvo una diferencia de los observados a los calculados de 0.919433, unidades de desviación y una $R^2= 0.755$ y una $F= 74.175$ lo cual indica que la pendiente fue estadísticamente significativa.

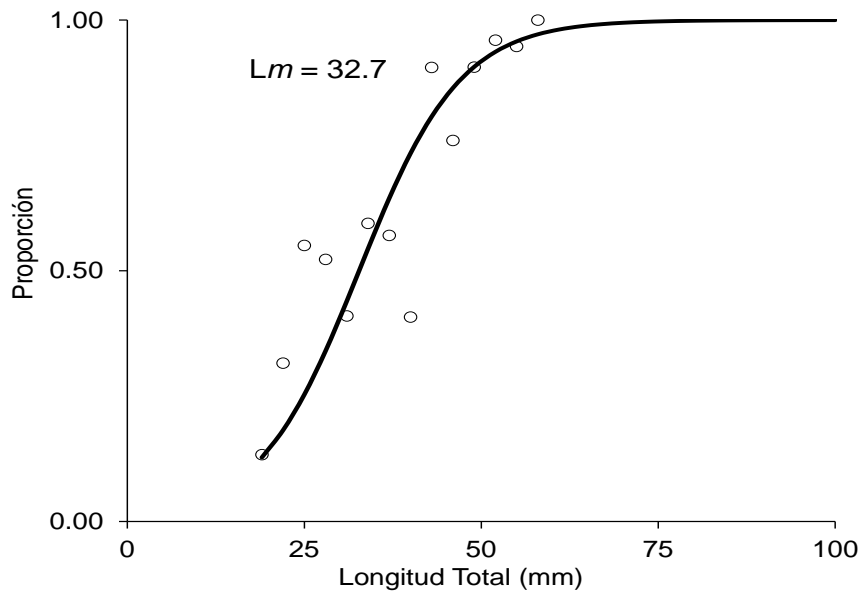


Figura 14. Longitud de primera madurez de la almeja roñosa *Chione californiensis* en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa. La línea continua es estimada y los puntos son valores observados.

7.7. Granulometría

Se realizó el análisis de tipo de grano presente en los tres bancos estudiados y no existieron diferencias significativas con una ($P < 0.05$) en cada uno de los bancos siempre existió una prevalencia del tipo de grano limo-arcilla (Tabla 2). Siempre existió mayor porcentaje de grano en el tamiz de 125 micras esto de acuerdo al triangulo de textura de suelos. El grano corresponde al clasificado como arenas finas con un porcentaje medio de materia orgánica.

Tabla 2. Análisis de tipo de grano encontrado en los bancos La Barrita, La Islita y La Palmita en Altata-Navolato, Sinaloa.

Partículas	Diámetro (µm)	%
Muy gruesas	2000-1000	0.00
Gruesas	1000-500	0.2
Medias	00-250	15.8
Finas	250-100	80.34
Muy finas	100-50	2.0
Total arenas		98.34
Limo	50-2	
Arcilla	<2	

7.8. Clorofila *a*

La *a* concentración de clorofila *a* muestra que la mayor se encontró en los meses de septiembre y octubre con 6.1 y 3.6 mg Cl *a* m⁻³ respectivamente, mientras que en los meses de febrero y mayo se encontraron las concentraciones de clorofila más bajas de 1.2 a 1.3 mg Cl *a* m⁻³ (Figura 15). Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas con una ($F= 0.4974$; $P>0.05$) en la concentración de clorofila en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa.

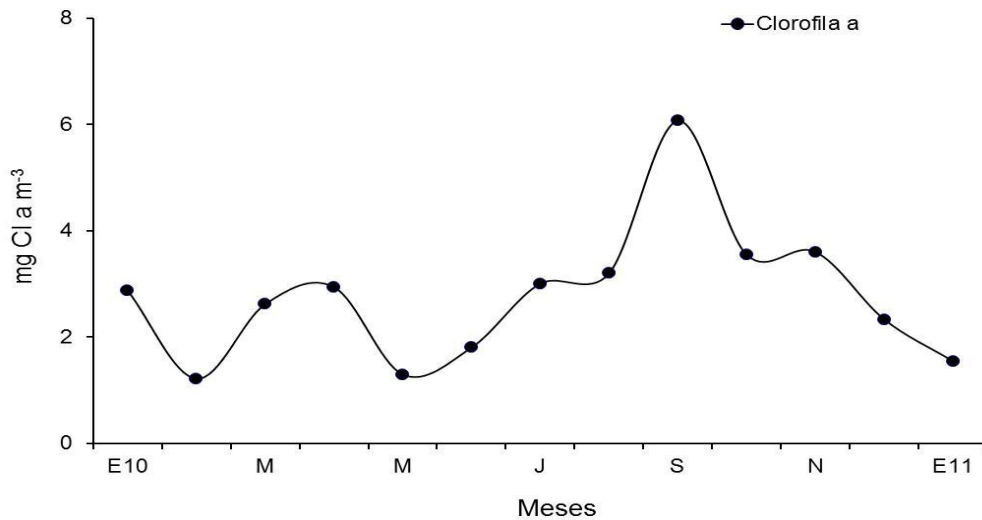


Figura 15. Fluctuación de la clorofila a registrada en los tres bancos (La Barrita, La Isleta y La Palmita) en Bahía de Altata, Navolato.

7.8.1. Tasa de crecimiento y Cl a

Se relacionó tasa de crecimiento (t_c) y Clorofila a infiriendo que el incremento en el crecimiento se asocia a dos o tres meses de desfase de un máximo sobre el promedio de la concentración de clorofila a (Figura 16). En los casos de los tres bancos corresponde a los meses de mayo, junio y julio del 2010 (Figura 16).

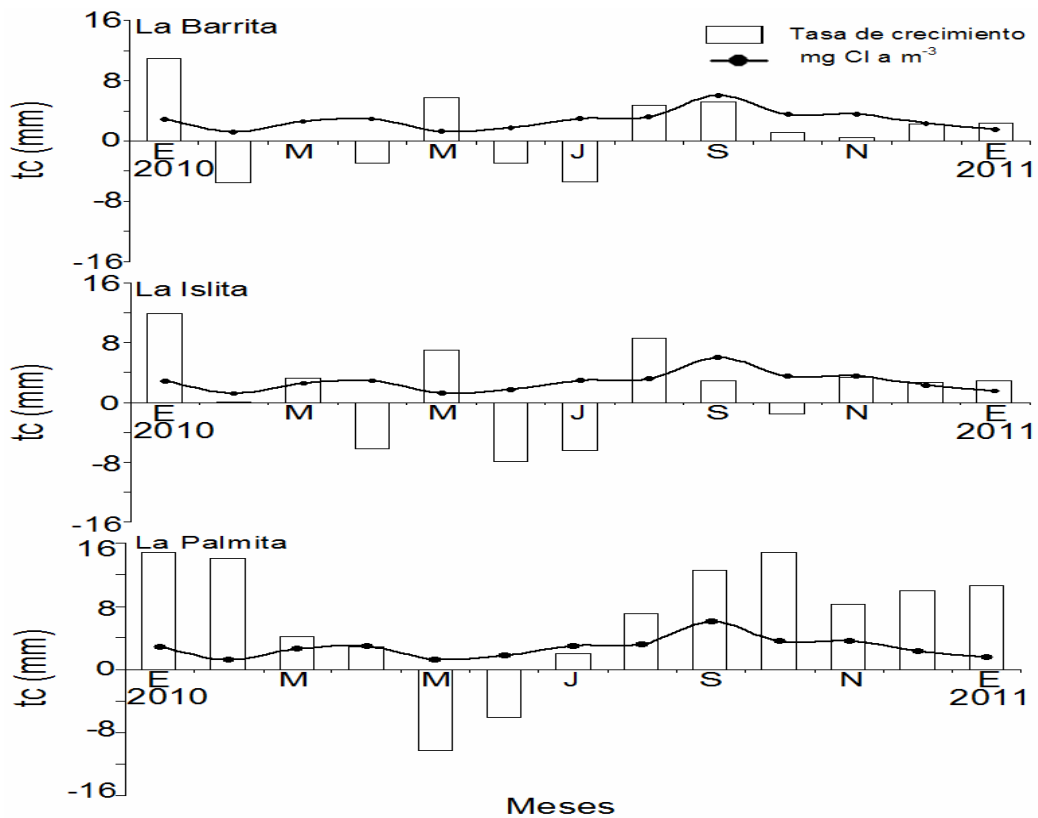


Figura 16. Relación Tasa de crecimiento y Clorofila a de los tres bancos estudiados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa, en el ciclo anual enero 2010-enero 2011.

Se realizó un análisis respecto coeficiente de correlación para comparar los tres bancos respecto a la (tc) y la cantidad de clorofila a (Tabla 3) encontrando diferencias significativas en los bancos La Barrita con una ($F=5.63$) y La Islita con una ($F=4.81$), difiriendo en baja concentración de clorofila a el banco La Islita con una ($F=0.72$).

Tabla 3. Correlación entre la tasa de crecimiento (TC) de la almeja roñosa *C. californiensis* y la concentración de clorofila a en la bahía de Altata, Navolato.

	Coef. de Correl (r)	R^2	F
La Barrita	0.44	0.19	5.63
La Islita	-0.17	0.03	0.72
La Palmita	0.41	0.17	4.81

7.9. Materia orgánica y estructura de tallas

Se realizó un análisis de regresión lineal a la materia orgánica (MO) y la estructura de tallas en los tres bancos estudiados en la bahía de Altata (Figura 17), el resultado fue que no se encontraron diferencias estadísticas ($F=4.70$; $P>0.05$). lo cual indica poca variabilidad en la materia orgánica y la estructura de tallas.

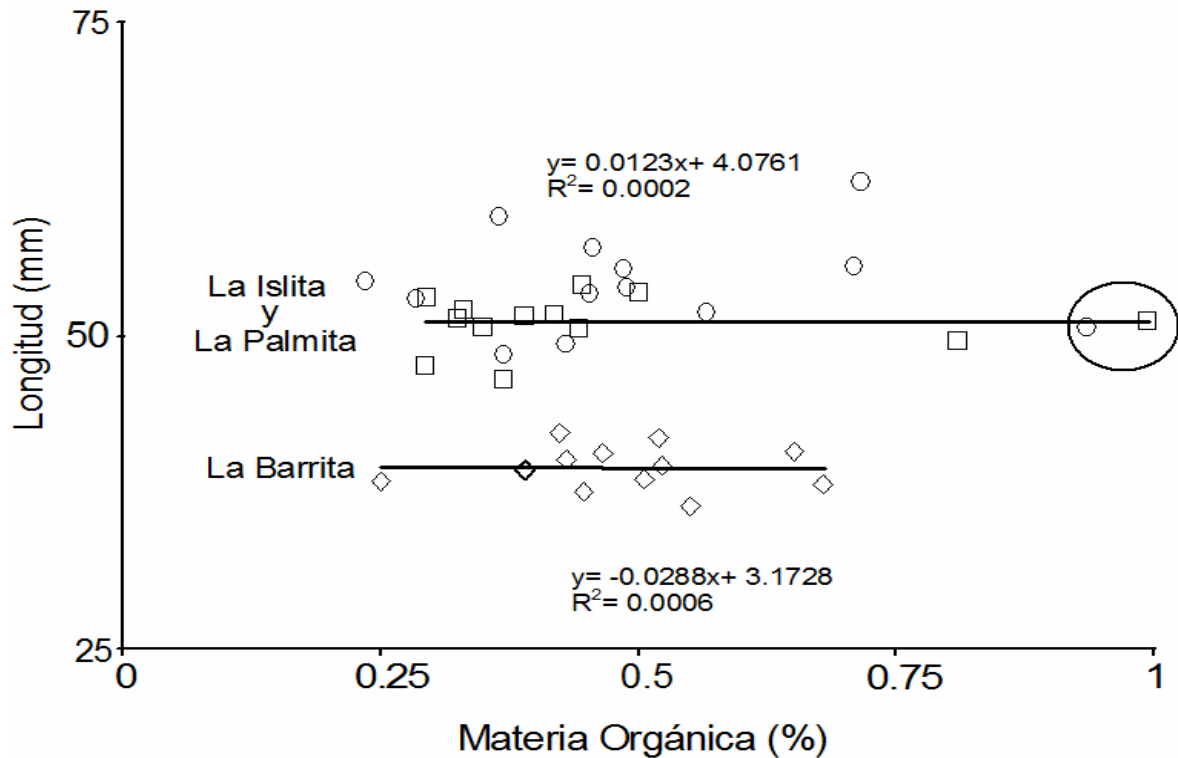


Figura 17. Crecimiento (mm) y materia orgánica (%) presente en los tres bancos estudiados en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa, en el ciclo anual de enero 2010 a enero2011.

Se realizó un análisis respecto coeficiente de correlación para comparar los tres bancos respecto a la estructura de tallas y porcentaje de materia orgánica (Tabla 4) no encontrando diferencias significativas. Aunque se puede observar gráficamente que el banco La Barrita es diferente en su estructura de tallas más pequeñas en relación a la cantidad de materia orgánica.

Tabla 4. Correlación entre estructura de tallas (mm) de la almeja roñosa *C. californiensis* y la materia orgánica en la bahía de Altata, Navolato, Sinaloa.

	Coef. de Correl (r)	R^2	F
La Barrita	0.13	0.02	0.38
La Islita	-0.02	0.01	0.01
La Palmita	0.04	0.01	0.05

7.10. Madurez y temperatura del agua

La temperatura del agua en relación con la madurez (Figura 18) se mantuvo en un intervalo amplio de verano y parte de otoño, presentando la mayor relación de organismos maduros (>60%) que coinciden con las temperatura arriba de 25 °C. El otro pico de madurez fue el del invierno (enero), aunque fue menor se encontró en la temperatura de 20.4 °C. Sin embargo, la temperatura en los tres bancos no muestra diferencias y la relación es imprecisa de los organismos de los tres bancos registrados.

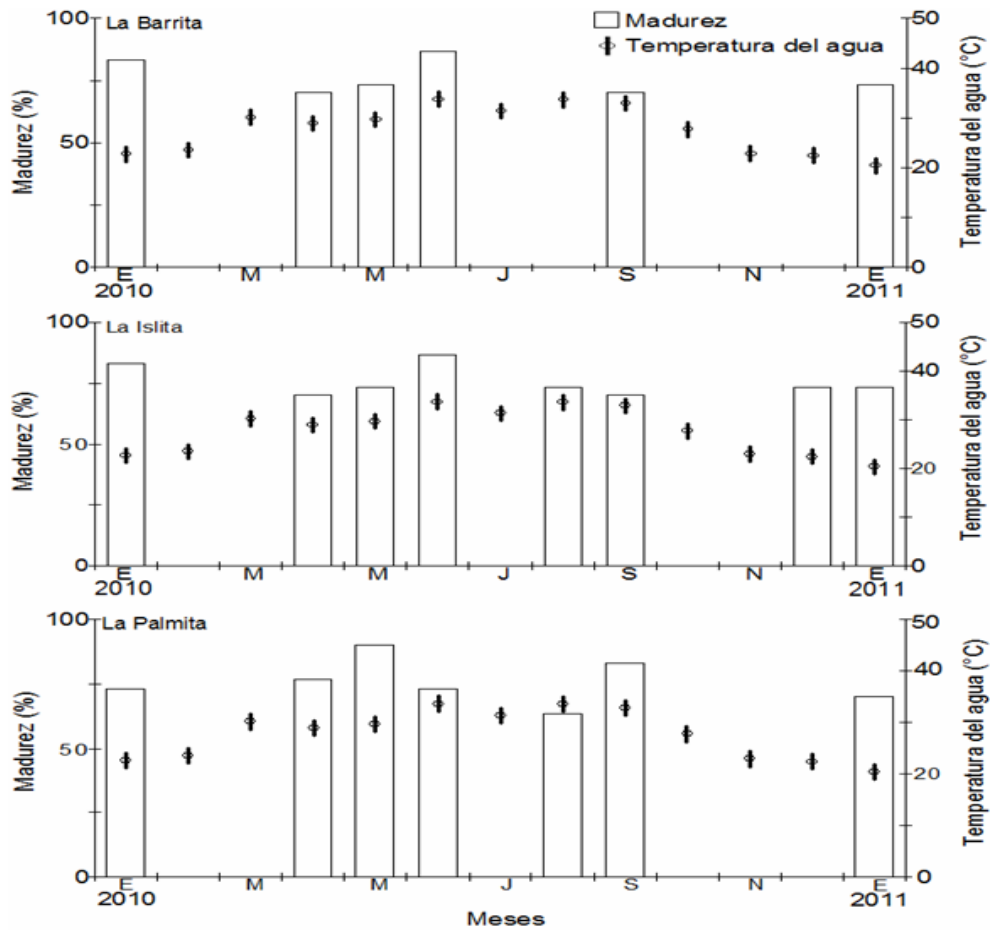


Figura 18. Relación madurez de la almeja roñosa *Chione californiensis* y temperatura del agua en los tres bancos en la Bahía de Altata-Navolato, Sinaloa.

Se realizó un análisis de correlación no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los bancos La Islita y La Palmita, respecto al banco La Barrita en La Bahía de Altata.

Tabla 5. Correlación de la madurez (%) de la almeja *C. californiensis* y temperatura del agua (°C) en Bahía Altata-Navolato, Sinaloa.

	Coef. de Correl (<i>r</i>)	R^2	<i>F</i>
La Barrita	0.13	0.02	0.40
La Islita	-0.01	0.01	0.22
La Palmita	0.17	0.01	0.74

8. Discusión

8.1. Abundancia

Los estudios realizados sobre dinámica poblacional de la especie *Chione californiensis* son nulos en el estado de Sinaloa. Sin embargo, García-Domínguez (1991) observó que la distribución de *C. californiensis* en la Bahía Ensenada de la Paz se encuentra en conjunto con la almeja chocolate *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). En la bahía de Altata, Navolato la mayor abundancia se presentó 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). El intervalo general de densidad de *C. californiensis* fue de (0 a 88 ind/m²), siendo menor al encontrado por Duque (1993) (23 a 496 ind/m²) de acuerdo con la escala de este autor se considera (baja 0-99 ind/m²; media 100 a 339 ind/m² y alta de 340 a 710 ind/m²) la densidad de la almeja en la bahía puede considerarse baja dada a la pesca a que está sometido la mayor parte del año. Rodríguez (1985) registro más de 200 ind/m² superando la abundancia del presente estudio, aunque hay que tener en cuenta que la bahía de Altata tiene condiciones ambientales diferentes a la que estudio Rodríguez (1985) dado que han transcurrido 20 años de cambios y explotación de poblaciones. Otra especie (*Tivela stultorum*) estudiada por Masso-Rojas et al. (1996) reportaron densidad de 1 hasta 35 org/m² en el banco El Delgadito La Paz, México. Las poblaciones de Bahía de Altata podría considerarse un “sumidero” reproductivo y estaría siendo abastecida por poblaciones “fuente” de reproductores de mayor densidad, debido a que a lo largo del año no se encontraron o fueron escasas las combinaciones de juveniles con los adultos en los bancos muestreados. De acuerdo con las variaciones de las capturas totales y el esfuerzo de pesca del 2010 al 2011, provenientes de los muestreos mensuales realizados en la zona se encontró una clara señal de estacionalidad en las mayores abundancias de ind/m². Esto debido a que en los meses de septiembre se realiza el esfuerzo pesquero a la captura de camarón en la Bahía de Altata. Mendoza y Marcano (2000) reportan en su estudio que *Tivela mactroides* no presenta una estacionalidad en la pesca de la almeja, ya que es el

recurso más accesible para la captura. Llevando a cabo extracciones anuales de 2.749 tm, mientras que en la Bahía de Altata se extraen 30 tm por mes (comunicación con pescadores). Por otro lado, (Mendoza y Marcano, 2000), mencionan que las estimaciones directas de abundancia por muestreo también pueden verse afectadas por los factores ambientales (viento y oleaje), saturación del arte (cuotas de capturas diarias fijadas por el pescador o por el contratista, cambios en la densidad y competencia o colaboración entre los pescadores y la selección de individuos de mayores tallas por parte de los pescadores. Sin embargo, Arrieche y Prieto (2006) mencionan en su estudio con almeja *Tivela mactroides* que en Playa Caicara, Venezuela no se ha demostrado el posible efecto de los efluentes industriales de empresas petroquímicas aledañas al área de muestreo sobre los organismos, reportan que la baja densidad observada se puede asociar a una combinación de factores como (1) la técnica de recolección de ejemplares en la zona costera, que pudo excluir la recolección de juveniles que pudieran encontrarse a mayor profundidad; (2) la intensa explotación pesquera en el área observada durante toda la ejecución del trabajo, mediante rastras con botes y manualmente en la orilla, que no fue posible cuantificar y no hay registros por tratarse de un medio de subsistencia artesanal; (3) las mortandades masivas naturales que ocurren debido a marcadas variaciones de parámetros ambientales y (4) a los impactos producidos por otras actividades humanas reportadas para poblaciones de la especie en las Costa del sur de estado Zulia, Venezuela (Almeida 1974 ; Egañez, 2004). Aunque en este estudio los efluentes y descargas del Río Culiacán sobre la bahía de Altata están ampliamente relacionados en un incremento de la cantidad de alimento en la Bahía. Ulloa-Pérez *et al.* (2001) encontraron altas concentraciones de alimento a través de la estimación de clorofila *a* en una desembocadura de la isla Macapule intuyendo que estas altas concentraciones no se debieron a las surgencias si no a las mismas características de las descargas de las aguas residuales.

En el ámbito ecológico se considera que la escasez de tallas pequeñas, como juveniles entre 1 y 10 mm, se debió a que las almejas reclutas se fijan en áreas diferentes a las de los adultos, en el sistemas lagunares como el estudiado prefieren la orilla, por contener más arena y cascajo, con mayor estabilidad en comparación con el sustrato de las zonas de pesca (De La Hoz 2009), lo que es

común en almejas de diferentes especies (Borrero 1982). Esta separación presuntosa entre las etapas larvales y de las poblaciones adultos, influye en que la distribución de tallas de la parte explotable no refleje en su totalidad la distribución de tallas de la población; esto es característico en metapoblaciones de bivalvos (Reise 2003). La alta variabilidad de las tallas, indicada por la discontinuidad en las distribuciones puede atribuirse a la pesca selectiva y que además es una razón adicional para la baja representación de algunas tallas grandes.

8.2. Estructura de Tallas

La estructura de tallas es específica en cada población y representa adaptaciones a las condiciones ambientales que son continuamente cambiantes, así como a los efectos de la recolección o a la explotación comercial (Prieto *et al.* 2008). La distribución por longitudes de *C. californiensis* en los sitios de muestreo presentó diferencias importantes en tallas. En el banco La Barrita la longitud total (30.00 ± 0.13 mm) fue menor a lo largo del ciclo anual, comparado con los otros dos bancos analizados La Islita (44.00 ± 0.27 mm) y La Palmita (44.00 ± 0.31 mm). El primer banco es escasamente explotado por las tallas pequeñas en ese lugar. Encontrando diferencias en la longitud con otros veneridos (De la Hoz, 2009) reportó intervalos de talla de 25 a 30 mm en *Polymesoda solida*, intuyendo que puede deberse a que la tasa de crecimiento disminuye con la edad, resultando en que varios individuos de diferentes edades pueden pertenecer a un mismo intervalo de tallas (Duque, 1993). Sin embargo, (Masso-Rojas *et al.* 1996) encontraron un intervalo de talla para *Tivela stultorum* de 90 a 144 mm en La Paz. La proporción de individuos menores de 18 mm en la distribución de frecuencia en tallas mensuales en los tres bancos estudiados fueron relativamente bajos a lo largo del muestreo, presentándose la mayor incidencia en tallas menores en el banco La Barrita a diferencia de los otros dos bancos, lo cual indicaría que existe un reclutamiento de tallas juveniles. Conforme crecen se van desplazando a zonas más ricas en alimento, coincidiendo parcialmente con lo señalado por Prieto (1998) y Prieto *et al.* (2006) en Playa Guiria (Edo de Sucre), el cual menciona que las variaciones de la biomasa y densidad en el período estudiado pueden explicarse por una amplia heterogeneidad espacial de la población, la

incorporación de reclutas provenientes de desoves previos y la explotación artesanal constante de la especie en el área.

En las estaciones situadas en la zona de mayor energía, cerca de la boca y arena más gruesa observó un aumento progresivo en las medias en las tallas. Los bancos de La Islita y La Palmita situada al extremo de la laguna y cercano a la boca principal, de sedimento más grueso y compuesto de arena-limo, presentó medias 50 a 60 mm; en el banco La Barrita mayor carga de materia orgánica en el fondo y arena o limos finos la media fue de 36 a 44 mm. Esta disminución del tamaño de las almejas conforme se penetra al interior de la laguna podría explicarse por el tipo de sedimento. Otros factores como la temperatura, concentración de oxígeno, salinidad y profundidad no mostraron causa aparente en la distribución de tallas.

Martínez-Córdova (1987) en *C. fluctifraga* encontró que las tallas medianas son más abundantes en arena fina aunque es posible encontrar tallas grandes. Este mismo autor menciona que en sedimentos formados por arena muy fina las tallas medianas son las más frecuentes y muy raramente encuentra ejemplares grandes, mientras que en limo solo son frecuentes ejemplares de tallas medianas. En *C. californiensis* el contenido de materia orgánica en sedimento no parece limitar la distribución de las tallas estadísticamente hay una mezcla de tallas, pero este no se cumple en la segregación de que individuos más grande se encontraron ubicados en zonas de menor materia orgánica.

8.3. Índice de condición

La mayor turgencia y el aspecto cremoso en la masa visceral de la almeja se asocia a una mejor calidad de la carne, los cuales coinciden con los índices de condición y altos rendimiento (De la Hoz, 2009) es importante mencionar que en los meses cálidos en los tres bancos estudiados se encontraron individuos con masas viscerales flácidas y traslúcidas (bajo índice de condición fisiológica). Aunque el índice de condición y la variación del peso del tejido seco de un bivalvo adulto constituyen parámetros que generalmente se asocian a la pérdida de peso por liberación de gametos (Lucas y Beninger 1985). La presencia de mayores índices de condición en tallas intermedias, también puede ser debida a que en los

bivalvos, a partir de cierto tamaño la producción de tejido cesa y únicamente continua creciendo la concha y aumentando su grosor por acumulación de carbonato de calcio, lo que aumenta acentuadamente el peso de la concha, como lo mencionado por Duque (1993) para *Polymesoda arctata*. Los niveles de biomasa, con valores máximos en abril, diciembre y enero y una disminución en junio, julio y agosto, revelan que existe pérdida de gametos lo cual indica que factores del medio natural como temperatura y salinidad influyeron en este proceso reproductivo. García Domínguez y Pérez (1991) mencionó en su estudio realizado con almeja *Chione californiensis* en Bahía Magdalena que la temperatura está directamente relacionada con la gametogénesis. Esto indica que posiblemente *C. californiensis* desove de manera continua y se recupere continuamente, lo que le permite mantener buenos niveles y calidad de la carne dada a la abundancia de alimento en cada uno de los bancos analizados. Coincidiendo con lo reportado por Arrieche y Prieto (2006). Los altos valores de peso obtenidos y del rendimiento observado en diciembre y abril pueden estar asociados con el periodo de surgencias y alta productividad primaria que ocurren en las costas norte en Sinaloa en invierno-primavera (Warsh *et al.* 1973), los índices de condición obtenidos para el banco La Barrita mostró poca variabilidad a lo largo del muestreo, mientras los bancos La Islita y La Palmita presentaron una homogeneidad en los valores del índice (11.23-12.15%). Comparando las magnitudes de índices de condición entre diferentes especies de bivalvos, los estimados fueron muy inferiores a lo reportado por otros bivalvos como *Arca zebra* en Venezuela en el cual se encontraron mayores valores de 15% y 28% para este índice de condición fisiológico (Prieto *et al.* 2001). Por otro lado, Cabrera *et al.* (2001) registran un promedio de 10.32% para *Sacostrea palmula* en Costa Rica, mientras Squires *et al.* (1978) registran un promedio de 15% para *Anadara tuberculosa* en Colombia. Hernández-Sepúlveda (2006) en el complejo lagunar La Pitahaya, Guasave, Sinaloa y Camacho-Evans (2007) en La Palmita Altata, Navolato, Sinaloa, reportan un índice de condición fisiológico en *Crasostrea gigas* inferior en los meses de Mayo a agosto y un incremento en peso en el periodo de primavera-verano. Prieto *et al.* (2001), Prado-Ancona (1998) y García-Domínguez (1993), mencionan que las disminuciones de índice están relacionadas principalmente con el desove, debido a que los órganos sexuales en los mejillones representan una alta proporción de las partes blandas;

probablemente a los cambios bruscos observados son causados por la formación y pérdida de gametos por desove, o por reabsorción de los mismos.

El análisis de correlación del Índice de condición fisiológico fue bajo ($r=0.001$) con el oxígeno disuelto, la salinidad, la temperatura, clorofila *a*, lo que resalta la relación que existe entre el proceso reproductivo de la almeja y los eventos de desove. Al igual que en Cruz y Palacios (1983). La relación entre la producción de carne y la concha es afectada por el ambiente. La exposición prolongada del individuo durante la marea baja y la acidez del medio inciden en un mayor peso de la concha conforme aumenta la edad del organismo y la variabilidad estacional en la relación de gónada y viseras.

8.4. Crecimiento

En relación con el crecimiento (relación talla-peso) de la almeja roñosa *Chione californiensis*, de los tres bancos analizados, presentaron un crecimiento alométrico, difiriendo de Pauly (1984). Wootton (1990) preciso que el individuo llega a ser más pesado para su longitud conforme incrementa en talla y viceversa. Encontrando valores de la pendiente *b* para el banco La Barrita de 3.1021, La Islita 3.2008 y La Palmita 3.368 y existe una amplia relación en el coeficiente de determinación, difiriendo con lo reportado por (Wright-López *et al.* 2008). Los cuales encontraron un crecimiento isométrico con la concha nacar *Pteria sterna* encontrando un valor de la pendiente de 2.7075 que no fue significativamente diferente del valor isométrico de la especie en Baja California Sur México. Sin embargo, (Bald *et al.* 2003) encontraron en su estudio con moluscos un crecimiento alométrico negativo dado a valores de *b* menores a tres. De la Hoz (2005) encontró diferencias de alometría positiva y negativa en su estudio con la almeja *Polymesoda solida* en los tres Ciénegas estudiadas (Poza Verde, Atascaos y El Torno) en Colombia. Bald y Borja (2005) mencionan en su estudio sobre almeja que el crecimiento alométrico negativo ha sido asociado con reacciones de defensa ante impactos mecánicos, como la pesca, que conducen a mayor gasto energético en la producción de concha que de cuerpo, aunque se ha señalado que las diferencias entre los coeficientes de regresión entre poblaciones, están asociadas con un desfase de los ciclos estacionales de crecimiento, producción de tejidos de reserva y reproducción (Aponte *et al.* 2008).

La almeja roñosa *Chione californiensis* en la costa del Pacífico en Altata Navolato Sinaloa mostró los siguientes parámetros de crecimiento: $L_{\infty} = 69.00$ mm, $K = 0.28 \text{ año}^{-1}$, $t_0 = -0.064$ años. Siendo estos diferentes a los reportados por Wright-López *et al.* (2001), los cuales reportan para esta misma especie una $L_{\infty} = 48.2$ mm, $K = 0.735 \text{ año}^{-1}$ y $t_0 = -0.64$ a un año, lo cual mencionan que esta especie es relativamente de vida corta con un aproximado de tres a cuatro años. Aunque, Mendoza y Marcano (2000) trabajando con *T. Mactroides* en Venezuela encontró un coeficiente de crecimiento alto y por ende diferentes a los del presente estudio. Por otro lado, Wright-López *et al.* (2008), menciona que los diferentes métodos utilizados para la estimación de los parámetros de crecimiento pueden ser un factor para la diferencia en las estimaciones y es de suma importancia considerar las diferencias en condiciones ecológicas entre localidades.

En moluscos se ha generalizado la importancia de la latitud como factor determinante en la tasa de crecimiento, por su relación con el metabolismo y la temperatura ambiental (Jiménez *et al.* 2004). Sin embargo, estudios experimentales han demostrado que localmente los factores que más inciden en los parámetros de crecimiento tanto en talla como en peso, lo constituyen la densidad y la exposición en el medio natural (Wolf y Wolf, 1977; Broom, 1983). La población de *C. californiensis* explorada en Bahía Altata Navolato-Sinaloa presentó una posición submareal y las máximas densidades se obtuvieron siempre a escasa profundidad en los bancos La Barrita y La Palmita, probablemente por la menor extracción del recurso y el reclutamiento de juveniles a la población. El periodo de mayor crecimiento estacional (marzo-junio 2010) coincidiendo con los meses de temperaturas más bajas en la Bahía de Altata, causadas por las surgencias costeras en invierno-primavera que caracterizan al Golfo de California (Alvarez-Borrego *et al.* 1978; Badan-Dangon *et al.* 1985), originando un notable incremento de la productividad primaria. La fuerte incidencia de vientos en este período, aumenta la intensidad del oleaje, aportando un subsidio de energía que contribuye a la formación de detritus que es utilizado por organismos filtradores.

En el presente trabajo se calculó una edad aproximada de cuatro años para la almeja *C. californiensis* con una longitud promedio de 70 mm, coincidiendo con la edad calculada por (Wright-López *et al.* 2001). Desde el punto de vista de manejo, los resultados aquí expuestos podrían ser indicadores de la situación actual de la pesquería de la almeja china y de toma de precauciones para el recurso. Actualmente, *C. californiensis* se encuentran en proceso de explotación, con signos de alerta por la baja densidad de individuos y al hecho que la mayoría de las almejas que se extraen poseen una longitud inferior a la edad de primera madurez (32 mm estimada en este trabajo) y lo que es urgente desarrollar algún mecanismo de veda para los periodos de reproducción en la bahía para recuperar el recurso así como el área de distribución.

8.5. Tasa de mortalidad

Los estudios de mortalidad en poblaciones naturales son importantes porque permiten obtener información de las pérdidas que pueden ser esperadas, permitiendo tomar medidas de protección que minimicen estos factores y el análisis de la tasa de mortalidad natural (M) está relacionada con todas las posibles fuentes de mortalidad, excepto la pesca (Cubillos y Araya 2007). La tasa de mortalidad obtenida en este trabajo es diferente a la señalada por otras especies de bivalvos tropicales como *Pinctada imbricata* (Urban, 2000), *Tivela mactroides* (Tata y Prieto, 1991) y *D. denticulatus* (García-Cuellar *et al.*, 2004) que presentan valores anuales superiores de 90%. Sin embargo, el valor de $Z= 0.7$ equivalente a un 50% de mortalidad (natural + pesquera) obtenido en Bahía de Altata representa la mortalidad total (natural y pesquera) lo que indica que por su baja tasa de renovación, la especie presenta una situación estable y podría soportar eventualmente un esfuerzo extractivo mayor, no sin antes realizar otros estudios de reproducción, tallas mínimas y cuotas de captura para la especie. Existen varios métodos para calcular los valores de M mediante la aplicación de uno o varios de los siguientes métodos: (a) análisis de curvas de captura para stock levemente explotados (Robson y Chapman 1961, Ricker 1975), (b) mediante la relación entre la tasa de mortalidad total y el esfuerzo de pesca (Beverton y Holt 1957, Paloheino y Chen, 1980), (c) técnicas de estimación directa, usualmente costosas y limitadas (i.e. marcaje); y (d) parámetros de la

historia de vida y variables ambientales utilizando modelos empíricos o relaciones (Beverton 1963, Ricker y Efanov 1976, Pauly 1980; Hoening 1983).

En este estudio la mortalidad total fue mayor a la reportada por De Jesús-Navarrete (2002) los factores más importantes en la mortalidad, con son los depredadores fenómenos naturales y la pesca, que son los factores no cuantificables al registrarse en su conjunto como la mortalidad natural. El aumento de la tasa de mortalidad puede ser la causa de la baja representatividad de individuos entre 10 y 20 mm. Las tasas de crecimiento obtenidas en organismos agrupados en clases de 3 mm de longitud la más altas fueron altas en promedio de 10 mm/mes y el menor de 0.4 mm/mes (Figura 10). Los mayores incrementos estacionales de longitud se observaron en individuos recolectados a comienzos de año, durante el período febrero-marzo. La mortalidad total de los individuos capturados y confinados fue de 50 a 60% en ese intervalo. Autores como Arreguín-Sánchez *et al.* (2000) concluyeron que los recursos sometido a una intensa explotación, cuando la relación F/Z (Mortalidad por pesca y total) supera el valor de 0.75. En el caso de la mortalidad de la almeja en la Bahía de Altata, Navolato la razón de explotación ($E=F/Z$) fue de 0.50 de acuerdo con lo establecido por Gulland (1971), el óptimo de explotación de un recurso ocurre cuando E es cercano a 0.5. Por lo tanto, se puede apreciar que la pesquería de la almeja en Altata, Navolato se encuentra cercana a un nivel óptimo.

8.6. Talla de primera madurez

La madurez sexual de bivalvos se clasifica según sus propiedades microscópicas, tales como la presencia de gametos en las gónadas y el grado de su desarrollo (Kingston 1974, Keck *et al.* 1975), aunque a veces se puede determinar a través de propiedades macroscópicas, como por la apariencia y el color del tejido de la gónada. Sin embargo en especies de las familias Pectinidae, Mytilidae y Limidae, se puede determinar tanto el sexo como el grado de madurez gonádico por el color de las gónadas (Lubet, 1959 y Angel-Pérez *et al.* 2007). García-Domínguez *et al.* (1993) encontraron que en Bahía Magdalena *C. californiensis* se reprodujo de manera continua durante un lapso de cuatro a seis meses, con un máximo en agosto y un 86% de la población en fase de reposo en el mes de febrero. Prado-Ancona (1998) en Bahía Magdalena encontró una

población que desova por mayor tiempo, durante once meses interrumpidos, con un máximo en el mes de mayo (85%) y la población de 45% en fase de reposo en diciembre, siendo estos dos resultados diferentes con los obtenidos en el presente trabajo donde los mayores porcentajes de maduración en los meses de (abril a Junio) con un 80% de la relación gónada/vísceras en los especímenes analizado. La talla de primera madurez obtenida fue de 32.7 mm (*Lm*) donde el 50% de la población con actividad reproductiva. Broom (1985) reporta para *A. tuberculosa* en Colombia tallas de 32 a 36 mm para machos y hembras, al igual que Ampie y Cruz (1989), para Costa Rica reportan maduración y desove a los 23.2 y 26.2 mm en machos y hembras. Yankson (1982) reporta el primer desove de *Anadara seniles* a los 20 mm. Broom (1983) reportó la presencia de gónadas maduras en *A. granosa* entre los 18-20 mm de longitud y Ampie y Cruz (1989) reportó la maduración y desove en *A. grandis* entre los 21.04 y 24 mm. Soria (1989) que estudio una especie similar, encontró la madurez sexual en organismos con tallas de 16 cm. En cuanto al ambiente, La actividad gametogénica que se interpretó aquí como la etapa reproductiva, en la población estuvo relacionada con el incremento en la temperatura del agua (Figura 18). Las diferencias en cuanto al tiempo en que ocurre la gametogénesis o el desove de una especie a lo largo de un intervalo latitudinal están asociados con el hecho de que las temperaturas críticas se presentan en diferentes momentos (Derbali *et al.* 2009). Según Wada *et al.* (1995), el ciclo gameto génico de bivalvos puede verse influenciado por variaciones en factores ambientales como la temperatura y la disponibilidad de alimento, especialmente por la primera. Asimismo, Jaramillo y Navarro (1995) sugieren que el desove puede ser inducido por una combinación de factores internos y ambientales, y que su interacción puede cambiar temporalmente, produciendo variaciones anuales en el inicio y la intensidad del desove.

La inactividad sexual podría coincidir con un periodo de baja temperatura en la zona de estudio. En general se sabe que los bivalvos presentan considerable variación en sus hábitos gametogénicos. El crecimiento individual incrementa la biomasa y es el fundamento de una medida de protección, para asegurar el tamaño de mayor valor comercial (INP, 2010). La reproducción es clave para permitir la continuidad de las especies, de igual importancia la determinación de la

edad o longitud de primera madurez. En su conjunto las variables anteriores determinan el número y éxito de las poblaciones (King, 1995). Es necesario conocer estos aspectos para el adecuado apoyo a la administración de los recursos pesqueros y la interpretación de la variabilidad poblacional espacial y temporal.

9. CONCLUSIONES

La mayor abundancia org/m² se presentó en el banco La Barrita existiendo diferencias significativas en la densidad en el banco La Islita y La Palmita.

El banco La Barrita puede consideras una zona de alimentación para muchos gasterópodos y una zona captadora de semilla para futuros trabajos de repoblación en bancos agotados por sobrepesca.

La especie *Chione californiensis* crece aproximadamente en cuatro años de acuerdo a la K y la L_{∞} calculados con el método de FISAT II.

El análisis de tallas para los tres bancos, existen gran diferencia en el banco la barrita encontrando intervalos de talla de (25 a 35 mm), mientras La Islita (35 a 45 mm) y La Palmita (40 a 65 mm).

El análisis de índice de condición fisiológico para el banco la barrita presentó poca variación y diferencias significativas comparado con los bancos La Islita y La Palmita.

La consideración de la modalidad en la extracción, la accesibilidad, su vulnerabilidad y la demanda que lo caracteriza, hace de este recurso susceptible a una sobreexplotación que puede conducir, en el futuro, a una perturbación ecológica de los bancos naturales.

Acorde con las estadísticas, observaciones *in situ* la pesquería de este recurso puede estar en riesgo de sobrepasar el nivel crítico de explotación (E) en los bancos La Islita y La Palmita en la Bahía de Altata.

10. RECOMENDACIONES

Promover la investigación del recurso, orientado al estudio de la disponibilidad, crecimiento, épocas y zonas de reproducción. Por otro lado, en las áreas o bancos naturales con indicio de agotamiento, establecer la reducción del esfuerzo extractivo mediante la restricción en la extracción.

Expedir una norma legal que norme la extracción, prohibiendo la utilización de ciertos métodos y utensilios de pesca como la rastra, dragas y sugerir en base a la talla de primera madurez calculada en este estudio no extraer especímenes por debajo de valor calculado.

Es un recurso de grandes posibilidades dentro de la actividad pesquera artesanal en la Bahía de Altata, por lo que se debería implementar tecnologías que permitan obtener semillas de *C. californiensis*, e implementar con estas, zonas de playa que mantengan las condiciones naturales.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, R.T. 1974.** American Seashells 2° ed. Van Nostrans Reihold Co. New York, 662 p.
- Ahumada-Sempoal, M. A., S. J. Serrano-Guzman y N. Ruiz-García. 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.
- Almeida, P. 1974.** Distribución de los moluscos en la costa centro-occidental (Patanemo-Punta Tucacas) de Venezuela. Comparación de hábitats litorales Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 97: 23-52.
- Alvarez-Borrego S., Rivera J. A., Gáxiola-Catro G., Acosta-Ruiz M.J. y Schwartzlose R.A. 1978.** Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas. 6: 13-22.
- Ampie, C. y R. A. Cruz. 1989.** Tamaño y madurez sexual de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Costa Rica. Brenesia. 31: 21-24.
- Angel-Pérez, C., S. J. Serrano-Guzmán y M. A. Ahumada-Sempoal. 2007.** Ciclo reproductivo del molusco *Atrina maura* (Pterioidea: Pinnidae) en un sistema lagunar costero, al sur del Pacífico tropical mexicano. Rev. Biol. Trop. 55(3-4): 839-852.
- Aponte A., A. Prieto., M. Lemus. 2008.** Relación longitud-peso seco de la pepitona *Arca zebra* (swainson, 1833) procedente de la costa norte de la península de araya estado de Sucre, Venezuela., Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 47(1): 59-65.
- Arellano-Martínez, M., B. P. Ceballos-Vázquez, M. Villalejo-Fuerte, F. García-Dominguez, J. F. Elorduy-Garay, A. Esliman-Salgado. El. S. Racotta. 2004.** Reproduction of the Lions paw scallop *Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1935 (Bivalvia:Pectinidae) from Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. Journal shellfish Research. 23:15-23.
- Arreguín-Sánchez F, M Solís-Ramírez & ME González de la Rosa. 2000.** Population dynamic and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery in the Campeche Bank, Gulf of México. Revista de Biología Tropical 48(2-3): 323-331

- Arrieche D. y A. Prieto. 2006.** Parámetros Poblacionales del Guacuco *Tivela mactroides* (Bivalvia: Veneridae) de Playa Caicara, Estado Anzoátegui, Venezuela. *Ciencias Marinas*. 32 (02): 285-296
- Badan-Dangon A., Koblinsky D.J. & Baumgartner T. 1985.** Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*. 8: 13-22.
- Bald J., A. Borja., J. Murua., I. Muxica. 2003.** Ensayo del efecto de la alteración del sustrato en la explotación de recursos bivalvos. Informe Técnico N° 98. Servicio Central de Publicaciones del Gob. Vasco. 59 pp.
- Bald, J. & A. Borja. 2005.** Estudio del estado de los recursos de almeja y berberecho en los estuarios Mundaka, Plentzia y Txingudi. Informe Técnico No. 105. Departamento de Agricultura y pesca. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, País Vasco, España (también disponible en línea: www.azti.es/muestracontenido.asp?idcotenido=272&content=8&nodo1=26&nodo2=0).
- Baqueiro-Cardenas E. y D. Aldana-Aranda. 2003.** Patrones en la biología poblacional de moluscos de importancia comercial en México. *Revista de Biología Tropical*. 4:97-103.
- Beverton RJH & SJ Holt. 1957.** On the dynamics of exploited fish populations. UK Ministry Agriculture, Food and Fisheries, Fisheries Investigations (Ser. 2). Rome 19: 1-533.
- Borrero, F.J., 1982.** Tidal height and gametogenesis - Reproductive variation among populations of *Geukensia demissa*. *Biol. Bull.* 173: 160-168.
- Borzone C. A., K. M. Vargas, P. R. Pezzuto y V. A. Garcia-Tavares. 2001.** Aspectos da reprodução e dinâmica populacional de *Chione pubera* (Bory Saint-Vicent) (Bivalvia, Veneridae) no sul do Brasil. *Revs. Bras. Zoa!*. 18(2): 333 – 349.
- Broom, M.J. (1983):** Gonad development and spawning in *Anadara granosa* (L.) (Bivalvia: Arcidae). *Aquaculture* 30: 211-219.
- Broom, M.J. 1985:** The biology and culture of marine bivalve molluscs of the genus *Anadara*. ICLARM, International Center for Living Aquatic Resources

Management, Manila, Philippines. ICLARM Studies and Reviews 12, Contribution No. 267, 37 p.

- Cabrera, J. H., M. Protti, M. Urriola & O. Sáenz. 2001.** Crecimiento y madurez sexual de una población de *Saccostrea palmula* (Mollusca: Bivalvia), Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49: 877-882.
- Camacho-Evans, M. A. 2007.** Primer cultivo experimental del ostión japonés *Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1873) en cajas ostreófilas en la ensenada la Palmita, Navolato, Sinaloa. Tesis de licenciatura. Universidad de Occidente. Unidad Guasave. 104 p.
- Carta Nacional Pesquera. 2010.** Diario oficial. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México DF. 266 pp.
- Cruz, R. A. y J. A. Palacios. 1983.** Biometría del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31: 175-179.
- Cubillos, L. y M. Araya. 2007.** Estimaciones empíricas de mortalidad natural en el bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898). *Rev. Biol. Marina y Oceanografía.* 42(3): 287-297.
- De Jesus-Navarrete A. 2002.** Distribution and abundance of *Strombus costatus* (Gmelin, 1791) larvae and adults at the biosphere reserve: Banco Chinchorro, Quintana Roo, México. *Journal of shellfish Research* 21(1): 227-231.
- De La Hoz, M. V. 2005.** Distribución, abundancia y aspectos biológicos de la almeja *Polymesoda solida* Pholippi, 1846 (Bivalvia: Corbiculidae) en la Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Tesis MSc., Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, Magdalena, Colombia.
- De La Hoz, M. V. 2009.** Densidad, estructura de tallas y explotación pesquera del bivalvo *Polymesoda solida* en un sistema lagunar del Caribe colombiano. *Bol. Centro Invest. Biol.* 43: 1-27.
- Derbali, A., O Jarboui y M Ghorbel. 2009.** Biología reproductiva del berberecho *Cerastoderma glaucum* (Mollusca: Bivalvia) de la costa norte de Sfax (Golfo de Gabes, Túnez). *Ciencias Marinas.* 35(2): 141–152.
- Duque, P. 1993.** Algunos aspectos de la biología y ecología de *Polymesoda arctata* (almeja) en la Bahía de Marirrio, Marirrio (Golfo de Urabá). Tesis Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia.

- Egañez H. 2004.** Algunos aspectos de la dinámica poblacional del guacuco *Tivela mactroides* (Börn, 1778) (Bivalvia: Veneridae) en la playa de Carenero, estado Miranda, Venezuela. Tesis de maestría, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 78 pp.
- Escobedo-Urías D., Jiménez-Illescas A., Martínez-López A., Hernández-Real M. T., Reyes-Salinas A., Herrera-Moreno N., Ulloa-Pérez E., Alvarez-Ruiz P., Zavala-Norzagaray A. y Chiquete-Ozono Y., 2003.** Dinámica Oceanográfica de la Laguna de Navachiste, Sinaloa. Resúmenes del IX Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés y III Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. AIMAC-CICIMAR-UABCS. La Paz, B.C.S. 5-9 de Mayo de 2003.
- FAO. 2000.** Anuario Estadístico de Pesca Capturas 1988. Vol. 86/1. Pesca No. 54, Estadística No. 152. Colección FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma: 206 P.
- FAO. 2010.** Anuario Estadístico de Pesca Capturas 2008. Vol. 156/1. Pesca No. 134, Estadística No. 352 Colección FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma: 326 P.
- Folk, R. L. 1968.** Petrología de rocas sedimentarias. Traducción al español por C. Schalaepfer y R. M de schmitter. Inst. Geol..., U.N.A.M. México, D.F., 404 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2011.** <ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/a2.pdf>. Revisado: 28 agosto 2011.
- García-Cuellar JA, F García-Domínguez, D Lluch-Belda y S Hernández-Vázquez. 2004.** El Niño and La Niña effects on reproductive cycle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) (Pteriidae) at Isla Espíritu Santo in the Gulf of California. Journal of Shellfish Research. 23(1): 113-120.
- García-Domínguez F, BP Ceballos-Vázquez y A Tripp-Quezada. 1996.** Spawning cycle of the pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), (Pteriidae) at isla Espíritu Santo, Baja California Sur, México. Journal of Shellfish Research 15(2): 297-303.
- García-Domínguez F, González-Acosta B, Rodríguez-Astudillo S. 1991.** Symbionts of the clam *Chione californiensis* in the Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Inv. Mar.CICIMAR 6(2): 283–286.

- García-Domínguez, F., G. Garcia-Melgar. y G. Prado-Ramírez. (1993).** Ciclo reproductivo de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835), en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 19: 15-28 pp.
- Gaxiola-Castro, L. J. 2003.** Atlas de los ecosistemas de Sinaloa. Edit. El Colegio de Sinaloa, México. 481 p.
- Gulland JA. 1971.** Science and fishery management. *Journal du Conseil, Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 33: 471-477.
- Gulland, J.A. y S.J. Holt. 1959:** Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. ICES*, 25(1):47-49.
- Hernández-Sepúlveda J. A. 2006.** Crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1851) en el estero La Piedra, Guasave, Sinaloa. Durante el ciclo de cultivo Otoño – Invierno. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de los Mochis, Sinaloa. 113 p
- Hoening JM. 1983.** Empirical use of longevity date to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82: 898-902.
- Ibarcena-, F. W., L. M. Angulo., L. M. Melgar y J. V. Flores. 1997.** La explotación de la macha (*Mesodesma donacium Lamarck 1818*) en el litoral de Tacna, Peru. *Ciencia y Desarrollo*. 1(8); 12-22.
- Instituto Nacional de la Pesca (INP), 2010.** Almejas del Océano Pacífico. Pesca Extractiva A Pesquerías Marinas y Costeras. 1-147 p.
- Jaramillo R, Navarro J. 1995.** Reproductive cycle of the Chilean ribbed mussel *Aulacomya ater* (Molina, 1982). *J. Shellfish Res.* 14: 165–171.
- 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 pp.
- Jiménez, M., A, Prieto., L, Ruiz., B, Marin y T. Allen. 2004.** Distribución de tallas, crecimiento y mortalidad de *Anadara notabilis* (Bivalvia: Arcidae) en la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* (1 y 2): 41-47.
- Keck RT, Maurer D, Lind H. 1975.** A comparative study of the hard clam gonad development cycle. *Biol. Bull.* 148: 243–258.

- King, M. 1995.** Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books. Blackwell Science, Ltd., 341 p.
- Kingston P.F. 1974.** Studies on the reproductive cycles of *Cardium edule* and *C. glaucum*. Mar. Biol. 28: 317–323.
- Krebs, C. J. 1999.** Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, EEUU. 620 p.
- 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 chocolata *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México. Hidrobiológica 20(3): 230-237.
- Lubet, P. 1959.** Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés (mollusques bivalves). Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. 23: 387–548.
- Lucas, A. y P. Beringer. 1985.** The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture 44: 187-200.
- Martinez-Córdova, L. R. 1987.** Abundancia y distribución por talla de la almeja *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853) en distintos tipos de sedimentos en el Estero de La Cruz, Sonora. Ciencias Marinas 13(2): 25-33.
- Masso-Rojas, J.A., A. Flores-Santillan y N. Ceseña-Espinosa. 1996.** Evaluación de la almeja pismo (*Tivela stultorum* Mawe 1823), en la localidad El Delgadito en B.C.S., México. Documento Interno. CRIP-La Paz. INP. 20 pp.
- Mendoza, J y J. S. Marcano. 2000.** Abundancia y evaluación del guacuco *Tivela mactroides* en la ensenada la guardia Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente 39(1-2): 79-91.
- Mendoza, J., J. López., J. Ferrer y I. Gómez. 1996.** Socio-economía de la explotación artesanal de la pepitota *Arca zebra* en el norte de la Península de Araya, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. (Univ. Oriente) 35 (1-2): 41-55.
- Mora, E y J. Moreno. 2006.** Abundancia y estructura poblacional de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en las principales áreas de extracción de la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca. 10(1); 1-18.
- Morris, P.A. 1966.** A field guide to Pacific coast shells. The Peterson field guide series. Houghton Mifflin Co. Boston, 297p

- Niebla-Larreta, R. S. J. 2004.** Análisis de la reproducción de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1935) en bahía Altata, Sinaloa: bases para su cultivo. Tesis de maestría. Universidad de Sonora. 71 p.
- Norma Oficial Mexicana; NOM-021-SEMARNAT-2000.** Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis. 85 P.
- Paloheimo J. E. y Y. Chen. 1980.** Estimating fish mortalities and cohort sizes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 1572-1579).
- Pauly D. 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 1975 fish stocks. Journal du Conseil 39: 175-192.
- Pauly D. y F. Arreguín-Sánchez, 1995.** Improving Shepherd's length composition análisis (SLCA) Method for Growth parameter estimation. NAGA-ICLARM QUATERLY. 18(4):31-33
- Pauly, D. 1984.** Fish population Dynamics in Tropical Water: a manual for Use with programable calculator. International center for Living Aquatic Resources Management, ICLARM, studies ad reviews 8, Manila Filipinas, 179 p.
- Pauly, D. y David, N. 1981.** ELEFANT I. A. Basic. Program for the objective extracción of growth parameters from length frecuency data. Mecreforschung. 28(4):205 – 211.
- Pauly, D. y Morgan, 1987.** Length-based methods in fisheries research, ICLARM Studies and Reviews.
- Pérez-Pérez, M y Aldana-Aranda, D. 2000.** Distribución, abundancia y morfometría de *Strombus costatus*, *Turbinella agulata*, *Busycon contrarium* y *pleuroploca gigantea* (Mesogasteropoda: Strombidae, Turbinellidae, Neptuneidae y Fascionaridae) en Yucatán, México. Rev. Biol. Trop. 48(1). 51-57 pp.
- Poutiers, J. M. 1995.** Bivalvos (Acephala, lamellibranchia, pelecypoda). p: 100-297. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, volumen I. Plantas e invertebrados. Roma. 1995. 646 p.

- Prado-Ancona J. D. 1998.** Ciclo reproductivo de tres poblaciones de *Chione californiensis* Broderip, 1835 (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S. México. 103 p.
- Prieto A., A. Montes y L. Ruiz. 2008.** Potencial de reproducción de biomasa en una población natural de la ostra *Crassostrea rhizophorae*, en la laguna grande de obispo, golfo de Cariaco, Venezuela., Interciencia. Vol. 33. N° 10. 747-753.
- Prieto, A. 1998.** Producción Secundaria de una Población de *Chione cancellata* (Bivalvia: Veneridae) de la Costa Sur del Golfo de Cariaco, Venezuela. [Disponible en: <http://rb.tots.ac.cr/revistas/46-4/prieto.htm>]. [Consulta: 17/11/2008].
- Prieto, A., O. A. Ramos, D. Arrieche, J. Villalba y C. Lodeiros. 2001.** Producción secundaria e índice de condición en Arca zebra (Mollusca: Bivalvia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 49: 599-608.
- Reise, K. 2003.** Metapopulation structure in the lagoon cockle *Cerastoderma lamarcki* in the Northern Wadden Sea. Helgol. Mar. Res. 56: 252-258.
- Riascos, J. M., O. Heilmayer y J. Laudien. 2008.** Population dynamics of the tropical bivalve *Cardita affinis* from Málaga Bay, Colombian Pacific related to La Niña 1999-2000. Springer. S63-S71 p.
- Ricker W.E. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 1-382.
- Rickhter y Efanov. 1976.** On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries, Research Document 76/VI/8: 1-12.
- Robson D.S y D.G Chapman. 1961.** Catch curve and mortality rates from capture-recapture series. Special Publication of International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries 4: 330-335.
- 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 p)

- Roopnarine PD. 1996.** Systematics, biogeography and extinction of chionine bivalves (Bivalvia: Veneridae) in tropical America: Early Oligocene-Recent. *Malacologia* 38(1-2): 103-142.
- SEMARNAT 2001.** ECOSISTEMAS LAGUNARES COSTEROS. Revisado: 28 agosto 2011.
- Shepherd, J.G. 1987.** Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length composition, p. 167-176. In D. Pauly & G.P. Morgan (eds.). Length-based method in fisheries research, ICLARM Conf. Proc. 13, Manila
- Singh-Cabanillas, J., J. A. Vélez-Barajas y C. Fajardo-León. 1991a.** Estudio poblacional de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en Punta Coyote, Bahía de la Paz, B.C.S., México. *Ciencia pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Serie de Pesca. México* 8: 7-22.
- Singh-Cabanillas. J., J. Alvarado-Vélez y M. Castro-Fajardo. 1991b.** Estudio poblacional de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835) en Punta Coyote, Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencia Pesquera* 8: 1-22.
- Soria, E. 1989.** Aspectos poblacionales y datos preliminares para la evaluación del callo de hacha *Atrina maura* (Sowerby, 1835) en la desembocadura del río Balsas de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. 27 p.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1995.** Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *Fao Documento técnico de pesca no. 306.1Rev.* 440 pp.
- Squires, M., M. Estévez, O. Barona y O. Mora. 1978.** Mangrove cockles, *Anadara* sp. (Mollusca: Bivalvia) of the Pacific coast of Colombia. *The Veliger* 18: 57-68.
- Stern-Pirlot, A. y M. Wolff. 2006.** Population dynamics and fisheries potential of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: arcidae) along the pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54. 87-99 p.
- Strickland, J. D. and T. R. Parsons, 1972.** A practical handbook for the sea water analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bull. Second Edition. 167p.

- Tata A. y A. Prieto. 1991.** Produccion Secundaria en una Poblacion del Bivalvo Tropical *Tivela mactroides* (Veneridae) en el Oriente de Venezuela. Caribbean Journal of Science. 27(1-2): 28-34.
- Ulloa-Perez, A. E., Martinez-Lopez, A., Escobedo-Urias, D., Reyes-Salinas, A., Hernandez-Real, M.T., Herrera-Moreno, M.N., Chiquete-Ozono, y Zavala-Norzagaray, A., 2001.** Efectos de los aportes de nutrientes sobre la distribución del fitoplancton en la plataforma continental del norte de Sinaloa. Programa y Resúmenes. VIII Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés y III Symposium Internacional sobre el Mar de Cortés. UABC.
- Urban, H.J. 2000.** Culture potential of the pearl oyster *Pinctada imbricata* from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. Aquaculture, 189: 361–373.
- Villalejo-Fuerte, M., Arellano-Martínez, M, Ceballos-Vázquez, B. P. y García-Wada K.T., A Komaru, Y Ichimura, y H Kurosaki. 1995.** Spawning peak occurs during winter in the Japanese subtropical population of the pearl oyster, *Pinctada fucata fucata* (Gould 1850). Aquaculture 133: 207–214.
- Walkley, A. y Black, A. 1934.** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid filtration method. Soil Science, 37: 29-38.
- Warsh, C.E., K.L. Warsh y R.C. Staley. 1973.** Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. Deep-Sea Research, 20: 561-570
- Wootton, R. J. 1990.** Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall. Fish and Fisheries Series 1: 159-621.
- Wolf, W. J. y L. De Wolf. 1977.** Biomass and production of zoobenthos in the grevelingen estuary the Netherlands. Estuar. Coast. Shelf. Sci. 5(1): 1-24.
- Wright-López H., F. Arreguín-Sánchez., F. García-Domínguez., O. Holguín-Quiñónez y D. Prado-Ancona. 2001.** Evaluación de la población de almeja *Venus Chione californiensis* (Broderip, 1835) en Ensenada La Paz, Baja California Sur, Mexico. Journal of Shellfish Research, Vol.20, No. 3. 1109-1115 pp.

- Wright-López H., O. Holguín-Quiñónez., F. Arreguín-Sánchez y I. Roque-Villada. 2008.** Crecimiento y mortalidad de la concha nácar *Pteria sterna* en bancos silvestres de Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 57(3): 659-670 pp.
- Yankson K. 1982.** Gonad maturation and sexuality in the West African bloody cockle *Anadara senilis* (L). *Journal of Molluscan Studies* 48: 294-300.
- Zar, J. H. 1996.** *Bioestadistical Analysis.* (3rd ed.) Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.