

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGIA**



**TRABAJO DE GRADUACION
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE LA FAMILIA
MYTILIDAE “mejillones” EN LA BAHIA DE JIQUILISCO, EL
SALVADOR**

PRESENTADO POR:

Prof. CARLA CELINA BOLAÑOS

Br. JUAN SALVADOR GAVIOTA GONZALEZ OLMEDO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO(A) EN BIOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2007.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE LA FAMILIA
MYTILIDAE “mejillones” EN LA BAHIA DE JIQUILISCO, EL
SALVADOR**

**PRESENTADO POR:
CARLA CELINA BOLAÑOS
JUAN SALVADOR GAVIOTA GONZALEZ OLMEDO**

**ASESORES: M.Sc. Francisco Antonio Chicas Batres.
M.Sc. Ana Martha Zetino Calderón.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2007.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE LA FAMILIA
MYTILIDAE “mejillones” EN LA BAHIA DE JIQUILISCO, EL
SALVADOR**

**PRESENTADO POR:
CARLA CELINA BOLAÑOS
JUAN SALVADOR GAVIOTA GONZALEZ OLMEDO**

ASESORES:

M.Sc. Francisco Antonio Chicas Batres _____

M.Sc. Ana Martha Zetino Calderón _____

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2007.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

MASTER RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL:

Lic. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FISCAL GENERAL:

Dr. RENE MADECADEL PERLA JIMENEZ

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO:

Ph.D RAFAEL ANTONIO GOMEZ ESCOTO

SECRETARIA:

Licda. MARIA TRINIDAD TRIGUEROS DE CASTRO

DIRECTOR INTERINO DE LA ESCUELA DE BIOLOGIA:

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, DICIEMBRE 2007.

DEDICATORIA

A nuestro Dios todo poderoso que nos ha dado la fuerza y la sabiduría para forjarnos como hijos suyos y como profesionales.

A nuestras familias que nos apoyan en todo momento y que día a día se han interesado por nuestra superación académica. A los que ya no están físicamente con nosotros pero con los que espiritualmente festejamos este triunfo.

A nuestros amigos y amigas incondicionales que creyeron en nuestros objetivos

Y a todos aquellos que de alguna u otra forma nos brindaron su apoyo mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Señor y Dios por permitirnos investigar una parte de su grandiosa creación **“Dijo Dios: Produzcan las aguas seres vivientes..... y todo ser viviente que se mueve, que las aguas produjeron según su genero.....”**
(Génesis 1:20-21)

A nuestras familias, por su comprensión, apoyo y paciencia, ya que también se vieron involucrados en cada proceso y acontecimiento de esta investigación. Mil gracias y que Dios los bendiga siempre.

A nuestros asesores M.Sc. Francisco Antonio Chicas Batres y M.Sc. Ana Martha Zetino Calderón, por sus enseñanzas y consejos durante el proceso de desarrollo y culminación de este proyecto.

A los observadores Lic. Carlos Antonio Granados y MAE. Osmin Pocasangre, por sus sugerencias en pro de la mejora de esta investigación.

A nuestro gran amigo Lic. Américo Mejía López por sus aportes y apoyo incondicional durante nuestro periodo de estudio y en el desarrollo y culminación de esta investigación.

A los profesores de la Escuela de Biología por haber contribuido a nuestra formación profesional, porque a pesar de las dificultades y limitaciones, aportaron su granito de arena, formando carácter investigativo en nuestras personas.

Al Centro Nacional de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA) por proporcionar la infraestructura necesaria y el recurso humano para desarrollar este trabajo de investigación.

A la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por proporcionar el equipo necesario para la ejecución de esta investigación.

INDICE

	PAG.
DEDICATORIA _____	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS _____	<i>ii</i>
INDICE DE FIGURAS _____	<i>vii</i>
INDICE DE TABLAS _____	<i>ix</i>
RESUMEN _____	<i>x</i>
INTRODUCCIÓN _____	<i>x</i>
OBJETIVOS _____	<i>xiii</i>
1. MARCO TEORICO _____	1
1.1 Ecología de sistemas estuarinos _____	1
1.1.1 Hidrografía _____	1
1.1.1.1 Salinidad _____	2
1.1.1.2 Temperatura _____	2
1.1.1.3 Potencial de Iones Hidrógeno _____	3
1.1.1.4 Corrientes _____	4
1.1.2 Manglares _____	5
1.2 Generalidades de los moluscos de la Clase Bivalvia _____	7
1.3 Características de la familia Mytilidae _____	7
1.3.1 Taxonomía _____	7
1.3.2 Morfología _____	8
1.3.3 Reproducción y desarrollo _____	9
1.3.3.1 Etapa planctónica _____	11
1.3.3.2 Vida Sésil _____	13

1.4	Ecología de adultos.	15
1.4.1	Hábitat	15
1.4.2	Distribución	16
2.	<i>METODOLOGÍA</i>	18
2.1	Descripción del área de estudio	18
2.1.1	Climatología	19
2.1.2	Hidrología.	19
2.2	Metodología de campo	20
2.2.1	Factores Físico-Químicos	23
2.2.2	Captura de larvas	25
2.3	Metodología de laboratorio	26
2.4	Análisis y procesamiento de datos	28
2.4.1	Análisis de Varianza por Rangos de Friedman	28
2.4.2	Modelo de Correlación Por Rangos de Spearman	29
3.	<i>RESULTADOS</i>	30
3.1	Dinámica larval	30
3.2	Factores físico - químicos del agua	34
3.3.1	Temperatura	34
3.3.2	Salinidad	37
3.3.3	Potencial de iones hidrógeno.	42
3.3.4	Transparencia	45
3.3	Análisis de varianza sobre la distribución temporal y espacial de larvas.	48
3.4.1	Distribución temporal de larvas	48
3.4.2	Distribución espacial de larvas	48
3.4	Análisis de varianza sobre el comportamiento espacial y temporal para los factores físico-químicos.	49

3.5	Análisis de la relación entre factores físico-químicos y la abundancia de larvas. (prueba de Spearman)	50
4.	<i>DISCUSIÓN</i>	52
5.	<i>CONCLUSIONES</i>	58
6.	<i>RECOMENDACIONES</i>	59
7.	<i>LITERATURA CITADA</i>	61
8.	<i>ANEXOS</i>	70

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
<i>Figura 1: Morfología y anatomía típica de un mejillón adulto colectado en la Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.....</i>	9
<i>Figura 2: Ciclo de vida de los individuos de la Familia Mytilidae “mejillones”. Bahía de Jiquilisco enero a diciembre de 2002.....</i>	10
<i>Figura 3: Estaciones de muestreo utilizadas en el periodo de estudio: 1. Palacio de Aves, 2. Canal El Nance (Isla Espíritu Santo), 3. Canal Caldera (Isla La Tortuga), 4. Madresal, 5. Canal La Caramba (Isla San Sebastián); Bahía de Jiquilisco enero a diciembre de 2002.....</i>	22
<i>Figura 4: Botella colectora de agua tipo Kitahara.....</i>	23
<i>Figura 5: Salinómetro.....</i>	24
<i>Figura 6: Medidor de pH.....</i>	24
<i>Figura 7: Disco Secchi.....</i>	25
<i>Figura 8: Red de Plancton y Flujómetro.....</i>	25
<i>Figura 9: Larvas colectadas en diferentes estadios y tamaños, Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.....</i>	27
<i>Figura 10: Abundancia mensual y estacional de larvas de la familia Mytilidae por m³. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.....</i>	31
<i>Figura 11: Abundancia espacial de larvas de la familia Mytilidae por m³. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.....</i>	32
<i>Figura 12: Abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae por m³. Bahía de Jiquilisco. Enero a diciembre de 2002.....</i>	33
<i>Figura 13: Variación espacial de temperatura, E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre 2002.....</i>	34

<i>Figura 14: Variación mensual de temperatura por estación de muestreo, E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.</i>	35
<i>Figura 15: Relación entre abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae y temperatura. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.</i>	36
<i>Figura 16: Variación Espacial de los promedios de salinidad en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.</i>	38
<i>Figura 17: Promedio mensual de salinidad en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.</i>	39
<i>Figura 18: Relación entre promedios mensuales de salinidad y precipitación pluvial en la Bahía de Jiquilisco, enero- diciembre 2002.</i>	40
<i>Figura 19 : Relación entre abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae y salinidad. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.</i>	41
<i>Figura 20 : Variación espacial de los promedios de pH en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.</i>	42
<i>Figura 21: Promedios mensuales de pH en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.</i>	43
<i>Figura 22: Relación entre abundancia mensual de Larvas de la familia Mytilidae y pH. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.</i>	44
<i>Figura 23: Variación espacial de transparencia (m) en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.</i>	45
<i>Figura 24: Promedios mensuales de transparencia (m) en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba</i>	46
<i>Figura 25: Relación entre abundancia mensual de Larvas de la familia Mytilidae y transparencia. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.</i>	47

INDICE DE TABLAS

	PAG.
<i>Tabla 1: Resultados de la prueba de Friedman para los factores físico-químicos.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 2: Resumen del coeficiente de correlación calculado (rs) para los Factores físico químicos en las estaciones de muestreo (prueba de Spearman).</i>	<i>51</i>

RESUMEN

La investigación sobre la distribución y abundancia de larvas de la familia Mytilidae, fue realizada en la Bahía de Jiquilisco, en el período de enero a diciembre del 2002, considerando la influencia de los factores físico-químicos del agua, como temperatura, salinidad, potencial de iones hidrógeno y transparencia.

Los muestreos se realizaron una vez por semana en marea alta, utilizando una red de plancton tipo Kitahara de 115 μm de luz de malla, con un diámetro de la boca de la red de 23cm y longitud de 1 m y consistieron en la colecta de larvas de mejillones y la medición de factores físico-químicos del agua en cinco estaciones fijas.

Como resultado se llevaron a cabo cuarenta y siete muestreos; colectándose 310,473 larvas/ m^3 , estimando un promedio total de 25,873 larvas/ m^3 en 705 muestras. Los datos indican que la distribución y abundancia de larvas no es uniforme, ya que la mayor abundancia se registró en la parte alta de la Bahía (Palacio de Aves E1) durante la época lluviosa, con el mayor valor en septiembre.

En cuanto a la influencia de los factores físico-químicos como temperatura, potencial de iones hidrógeno y transparencia; estadísticamente se determinó que no influyen en la distribución y abundancia de larvas, debido a que la variación en estos no es significativa. Con respecto a la salinidad, estadísticamente se determinó que influye inversamente sobre la abundancia de larvas en la parte alta, pero en la parte media (Canal El Nance E2 y Canal Caldera E3) y parte baja (Madresal E4 y Canal La Caramba E5) no hay un patrón claramente establecido, ya que en algunas estaciones la relación es directa y en otra no se establece ningún tipo de relación.

INTRODUCCIÓN

La Bahía de Jiquilisco es considerada el estuario- lagunar más importante de la costa salvadoreña, debido a su extensión y a la diversidad de hábitat; sirviendo así de criadero a muchas especies marinas y estuarinas de importancia ecológica y comercial, principalmente a crustáceos, moluscos y peces.

En este contexto los moluscos bivalvos poseen gran importancia ecológica debido a la diversidad de especies e importancia económica como fuente de alimento y comercio para las comunidades de la zona costera de El Salvador; entre las familias más explotadas a nivel comercial, sobresalen: La Arcidae, Mytilidae, Ostreidae y Veneridae.

A pesar de ello es poco lo que se conoce de la biología y ecología de éstas familias, que pueda dar sustento a un mejor conocimiento de la dinámica poblacional, que permita tomar medidas de uso y conservación sostenible.

En este sentido la presente investigación contribuye a generar bases para conocer la ecología larval de los moluscos de la familia Mytilidae, analizando la relación que tiene su distribución y abundancia con los factores físico-químicos del agua tales como temperatura (°C), salinidad (‰), potencial de iones hidrógeno (pH) y transparencia (m); con el propósito de determinar cuales son

las condiciones medioambientales que favorecen la sobrevivencia y desarrollo de larvas planctónicas.

De igual forma ésta información puede utilizarse para proponer acciones encaminadas al manejo sostenible, implementando la acuicultura en áreas estuarinas, ya que algunas especies como ***Mytella guyanensis***, son cultivadas y altamente consumidos en los países de la región, debido a que poseen un elevado nivel proteico (Cruz & Jiménez, 1994).

OBJETIVOS

GENERAL:

- ❖ Caracterizar la distribución y abundancia de larvas de la familia Mytilidae y su relación con algunos factores físico-químicos de la columna de agua en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador.

ESPECIFICOS:

- ❖ Determinar la distribución y la abundancia Espacio-Temporal de larvas de la familia Mytilidae.
- ❖ Monitorear los factores físico-químicos de la columna de agua tales como Temperatura (°C), Salinidad (‰), Potencial de Iones Hidrógeno (pH) y Transparencia (m).
- ❖ Analizar la relación entre la distribución y la abundancia de larvas de la familia Mytilidae con los factores Físico-Químicos del agua como temperatura (°C), salinidad (‰), potencial de iones hidrógeno (pH) y Transparencia (m).

1. MARCO TEORICO

1.1 Ecología de sistemas estuarinos

1.1.1 Hidrografía

El termino Sistema Estuarino es utilizado para referirse a bahías, lagunas, aguas interiores, canales, áreas inundadas por la marea y áreas costeras entre las mareas,

Un sistema estuarino se define como: Un ambiente costero con conexión restringida con el océano adyacente, la cual permanece abierta al menos intermitentemente. Este sistema puede ser dividido en tres regiones (Day *et al*; 1989):

- a) **Zona fluvial:** caracterizada por la falta de salinidad oceánica pero influenciada de acuerdo al aumento o descenso de las mareas.
- b) **Zona de mezcla:** se caracteriza por la mezcla de diferentes masas de agua y por una acentuada variación espacio-temporal de las propiedades físico-químicas y biológicas. Esta zona comprende desde la zona del río hasta la boca del estuario.
- c) **Zona costera:** es la región costera del mar adyacente, que se caracteriza por una mayor turbidez al compararla con las aguas vecinas.

1.1.1.1 Salinidad

En lagunas litorales y en las áreas donde los ríos se abren hacia el mar formando los estuarios, la salinidad se presenta baja, descendiendo desde la boca hasta su interior, llegando a alcanzar en algunos casos concentraciones de cero partes por mil. En estas zonas la salinidad presenta una variación estacional notable (Cifuentes *et al.* 1997b).

En los ambientes acuáticos la salinidad influye en la distribución de los seres vivos, ya que la fisiología de éstos está íntimamente ligada a las variaciones de salinidad (Cifuentes *et al.* ,1997b). Además la alta variabilidad de este factor en ecosistemas estuarinos tropicales es lo que se considera como el detonante para el desove de muchas especies (Quayle & Newkirk, 1989).

1.1.1.2 Temperatura

La temperatura del agua del mar tiene una influencia decisiva en la vida y en la distribución de los animales marinos, ya que interviene de manera directa en sus procesos fisiológicos, metabólicos y reproductivos (Cifuentes *et al.* ,1986), con éste factor se ha determinado que las ostras son estimuladas al desove por temperaturas arriba de los 29°C (Cuevas & Martínez, 1979).

Según Krebs, (1985) la temperatura puede actuar en cualquier etapa del ciclo vital y limitar la distribución de una especie a través de sus efectos en:

1. Supervivencia
2. Reproducción
3. Desarrollo de organismos Jóvenes
4. Competencia con otras formas de vida cerca de los límites de tolerancia

1.1.1.3 Potencial de Iones Hidrógeno

En los océanos el agua es ligeramente alcalina, y el valor de su pH está entre 7.5 y 8.4 y varía en función de la temperatura; si ésta aumenta, el pH disminuye y tiende a la acidez; también puede variar en función de la salinidad, la presión (dependiendo la profundidad) y de la actividad vital de los organismos marinos (Cifuentes *et al*, 1997b).

El conocimiento del pH del agua tiene importancia en oceanografía biológica, ya que muchos fenómenos biológicos pueden estar regulados por el mismo; incluso puede haber una influencia del pH en las migraciones de diversas especies de animales marinos. Por tal razón es de interés su determinación y valoración (Cifuentes *et al*, 1997b).

El pH puede influir en la distribución de algunas larvas de moluscos a la hora de que estas elijan el sustrato al que se fijan, un ejemplo de ellos es la larva de la “ostra americana” (*Crassostrea virginica*) que colonizan y se fijan en forma gregaria. Estas larvas no colonizan las conchas cuya capa externa de proteínas ha sido destruida por tratamiento químico de tal manera que no toleran un pH extremo (Krebs, 1985).

1.1.1.4 Corrientes

El movimiento de las masas de agua en un sistema estuarino o lagunar se puede dar debido a la acción de la gravitación, las mareas y el viento.

La gravitación esta relacionada con la diferencia de densidades del agua salada y el agua dulce, lo que produce corrientes superficiales de salida del estuario y corrientes de entrada provenientes del mar (Brenes, 1995).

La Bahía de Jiquilisco muestra un movimiento singular de las masas de agua en la parte alta y media (CENDEPESCA, 2004). Ya que en la marea alta, posiblemente existan dos masas de agua a lo largo del eje principal, las cuales son empujadas de la parte media hacia la parte interna por el agua oceánica que penetra hasta cierta distancia de la bocana (Anexo 1 y 2).

1.1.2 Manglares

Los manglares constituyen un ecosistema de trascendental importancia ecológica y comercial, por que juegan un rol como zona de refugio, alimentación y reproducción para muchos grupos taxonómicos tales como; crustáceos, moluscos, peces, aves, mamíferos, otros (Jiménez, 1994). Esa importancia radica en que son los principales productores primarios en los sistemas estuarinos e intervienen en múltiples cadenas tróficas dentro de los mismos y mar afuera (Yáñez-Arancibia, 1980 Y Quezada, 1995).

La vegetación de los manglares del Pacífico de Centro América presenta una gran diversidad de árboles, hierbas, lianas y epífitas. La composición de los bosques de manglar varia a lo largo de la costa pacifica, de acuerdo con las condiciones climáticas e hidrológicas en cada sitio. El núcleo principal del bosque, tanto en climas secos como lluviosos, está compuesto principalmente por especies de los géneros ***Rhizophora*** y ***Avicennia*** (Cruz & Jiménez, 1994).

Según Quezada (1995) la vegetación de la Bahía de Jiquilisco está distribuida en ocho asociaciones en donde diversas especies de ***Rhizophora*** ocupan los márgenes de los canales en las zonas constantemente inundadas, seguidas por asociaciones de ***Laguncularia racemosa*** y ***Rhizophora spp***, ***L. Racemosa***, ***Avicennia germinans*** y ***Rhizophora spp***; encontrándose un núcleo de ***Avicennia bicolor*** en zonas de leve acción de las mareas.

En un área de manglar se pueden diferenciar tres zonas típicas (Cruz & Jiménez, 1994) y (Jiménez, 1994).

- **La zona estuarina:** Compuesta por canales mareales, playones mareales y la laguna estuarina adyacente. En esta zona los organismos viven constantemente inmersos en el agua y se exponen al sol, en ambos casos por cortos periodos de tiempo.
- **La zona externa del bosque:** Influenciada por inundaciones maréales diarias, el componente arbóreo dominante son los géneros *Rhizophora* y *Avicennia*. En esta zona se encuentran importantes especies comerciales de moluscos.
- **La zona interna del bosque:** No es afectada por las mareas diarias, dado que puede estar libre de inundación durante varias semanas o meses. Especies de los géneros *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia* y *Conocarpus*, forman el componente arbóreo de esta zona. En los manglares bajo clima estacional, las poblaciones de moluscos sufren fluctuaciones estacionales en la densidad de sus poblaciones, debido a las duras condiciones durante la estación seca, la escorrentía y por la infiltración.

1.2 Generalidades de los moluscos de la Clase Bivalvia

Los bivalvos son moluscos acuáticos de simetría fundamentalmente bilateral. Su concha está formada por dos valvas calcificadas recubriendo los lados derecho e izquierdo del cuerpo (FAO, 1995). Típicamente, ambas valvas son igualmente convexas (concha equivalva), pero pueden diferir en tamaño y forma (concha inequivalva) como resultado de la alteración bilateral. Las valvas están articuladas entre sí a lo largo de una prominencia marginal del borde dorsal, denominada charnela, y están conectados por una estructura elástica poco calcificada llamada ligamento. Por la acción del ligamento, las dos valvas tienden a abrirse a lo largo de sus bordes anterior, posterior, y principalmente, ventral. En cambio, se cierran por la contracción de uno o dos (a veces tres) músculos aductores. Estos se insertan en áreas bien definidas de la superficie interna de las valvas, dejando marcas bien visibles denominadas cicatrices de los músculos aductores. (FAO, 1995)

1.3 Características de la familia Mytilidae

1.3.1 Taxonomía

Los mejillones pertenecen al Phylum Mollusca, Clase Bivalvia también llamada Pelecypoda, Subclase Pteriomorpha, Orden Mytiloida, Superfamilia Mytilacea, Familia Mytilidae (Barnes, 1989).

1.3.2 Morfología

Según FAO (1995) los miembros de esta familia poseen una concha equivalva y muy inequilátera, generalmente subtriangular o cilíndrica, a menudo con una estrecha abertura bisal en el borde ventral. Tienen umbos prosógiros situados en o cerca del extremo anterior, tienen una superficie externa completamente lisa o con costillas radiales, la escultura frecuentemente mas marcada en las áreas postrero-lateral y anterior y reducida en el área ventral. Poseen un periostraco generalmente prominente; liso, lamelado o piloso; su ligamento es hundido, situado a lo largo del área postrero-dorsal, sostenida por un relieve blancuzco calcificado, compacto o recubierto de diminutas fosetas. Dientes de la charnela reducidos o ausentes. Tienen la superficie interna de la concha intensamente nacarada (Figura 1).

La talla de los individuos esta definida por los siguientes rasgos distintivos que pueden ser descritas por al menos tres dimensiones (Ackerman *et al*, 1994):

- 1- **Longitud:** La distancia desde el umbo hasta el margen posterior de la concha, perpendicular al eje de la charnela.
- 2- **Altura:** Distancia desde el margen ventral hasta el margen dorsal de la concha paralelo al eje de la charnela.
- 3- **Anchura:** Distancia entre las valvas, perpendicular al eje de la charnela.

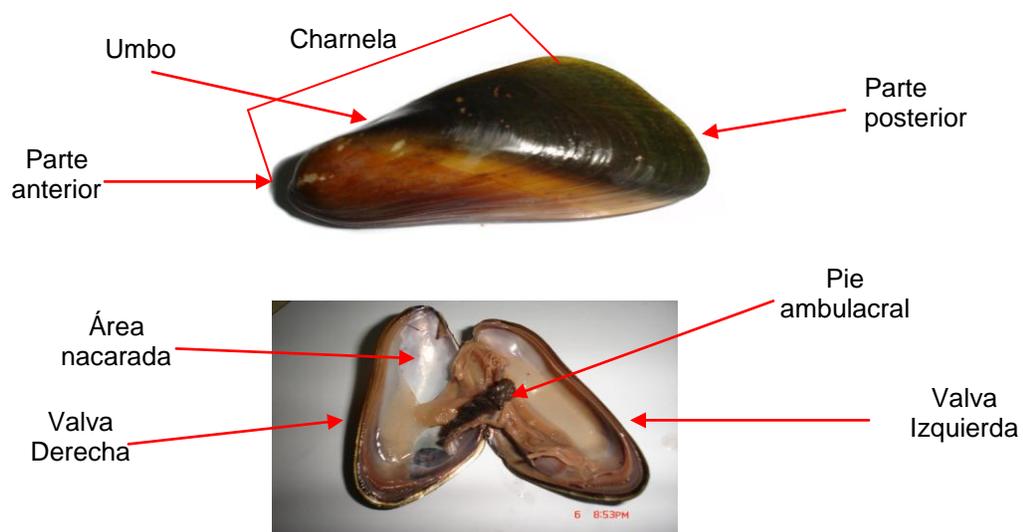
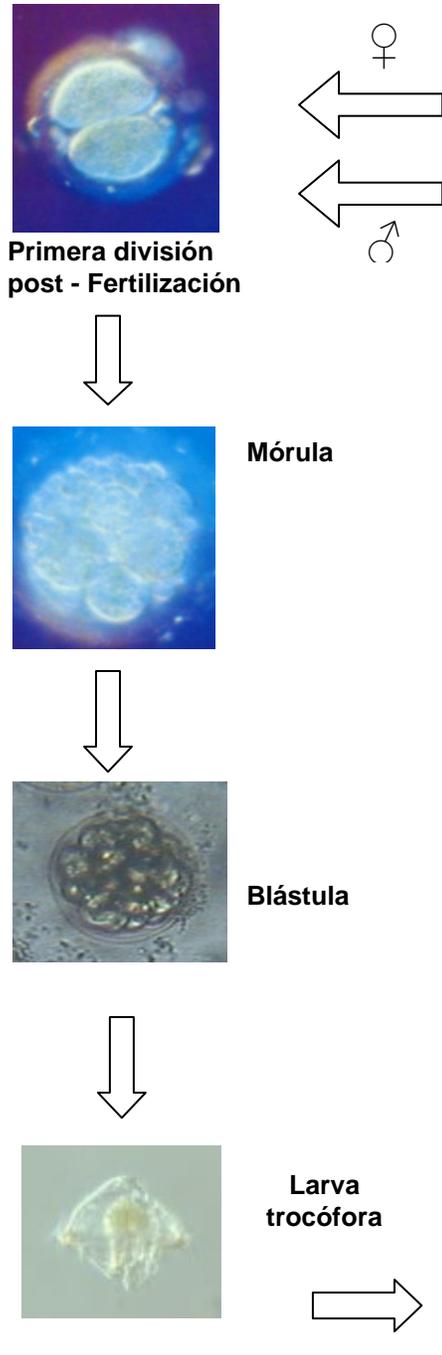


Figura 1: Morfología y anatomía típica de un mejillón adulto colectado en la Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

1.3.3 Reproducción y desarrollo

En la mayoría de bivalvos la reproducción es externa y ocurre en el agua circundante, en donde los gametos se expulsan de la cavidad suprabranquial con la corriente exhalante (Barnes, 1989). En el caso de los miembros de la familia Mytilidae, experimentan en su ciclo de vida dos fases. La primera una fase larval en la que son nadadores libres y forman parte del meropláncton y luego una segunda fase en la que buscan un sustrato y se convierten en organismos sésiles hasta llegar a adultos (Figura 2).

Información bibliográfica



Fotografías: fase de campo y laboratorio

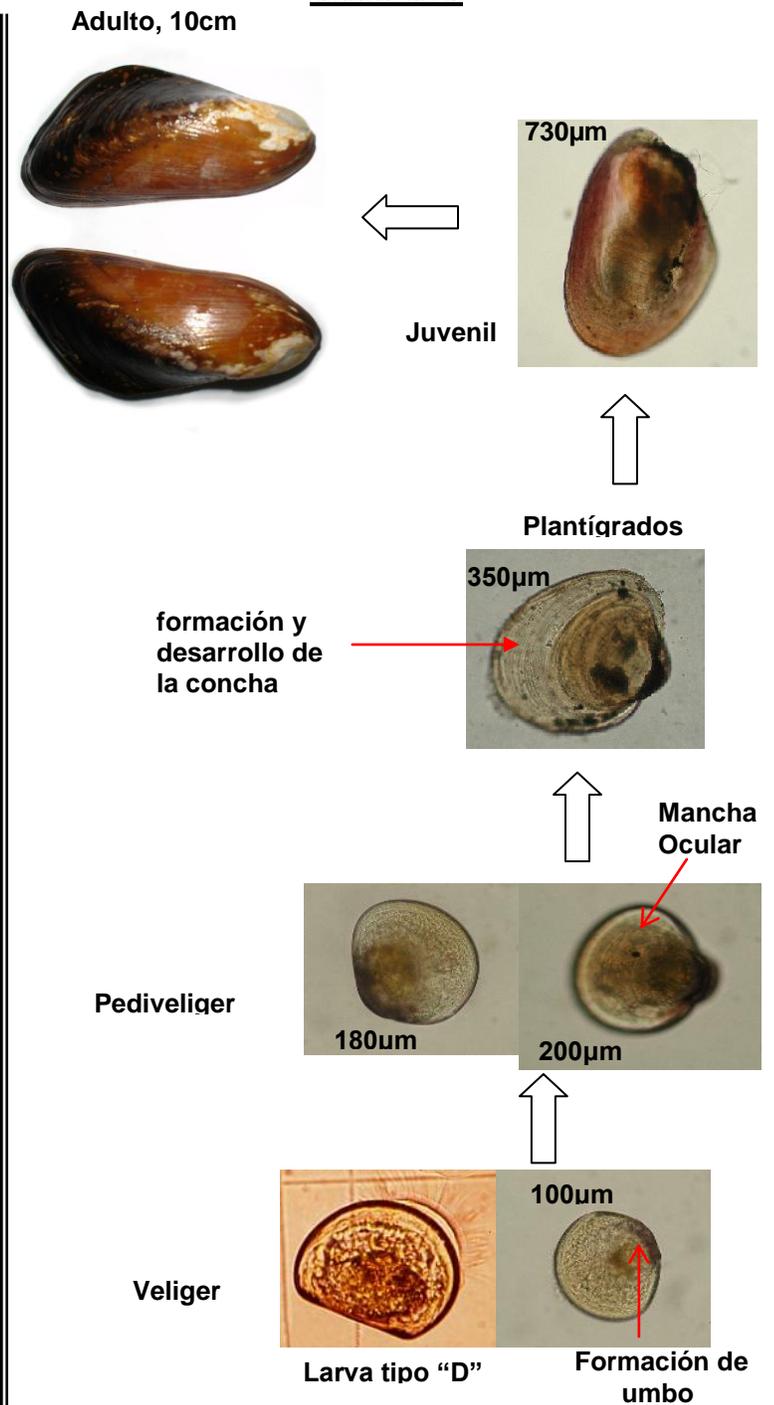


Figura 2: Ciclo de vida de los individuos de la Familia Mytilidae "mejillones". Bahía de Jiquilisco enero a diciembre de 2002.

Según Ackerman *et al*, (1994), los moluscos bivalvos experimentan varias etapas de desarrollo larvario hasta convertirse en adulto las cuales son:

- a) Forma larval pelágica
- b) Asentamiento primario y metamorfosis
- c) Asentamiento secundario o mecanismo post-metamorfosis

1.3.3.1 Etapa planctónica

Los principales eventos en la vida de los mejillones se describen en varias etapas, que van desde huevo hasta pediveliger.

- 1- **Huevo:** después de la fecundación sucede la división espiral, la blastulación y gastrulación; en este momento los individuos tienen un tamaño que oscila entre 40 a 96 μm (Ackerman *et al*, 1994).
- 2- **Larva trocófora:** tiene un diámetro aproximado de 57 a 121 μm y se presenta de 6 a 96 horas post-fertilización, esta larva se caracteriza porque es nadadora libre (Rees, 1950).
- 3- **Veliger:** Las larvas desarrollan el velo, el cual es un órgano que sirve para la locomoción y la alimentación. Esta etapa consta de dos fases: **Prodisoconcha I** en donde se desarrolla de 2 a 9 días post-fertilización y miden aproximadamente de 70 a 160 μm , se caracterizan porque secretan una estructura calcificada y **Prodisoconcha II** que se desarrolla de 7 a 9 días

post-fertilización y mide aproximadamente de 120 a 180 μm , se caracteriza porque secreta a través del tejido del manto una segunda estructura calcificada mucho más grande que la primera. Aquí se observa por primera vez la formación del umbo a la par de la charnela. Como en esta etapa son larvas nadadoras libres, son fácilmente encontradas en el plancton y su concha tiene forma de “D” (Chanley & Andrew, 1971).

4- **Pediveliger:** tiene un diámetro aproximado de 167 a 300 μm , pasan a esta etapa de 10-40 días aproximadamente después de la fertilización. El desarrollo del pie y otros órganos implica además del cambio anatómico, también un cambio en el comportamiento y es por ello que recibe el nombre de pediveliger. Cuando el pie está bien desarrollado es usado para nadar cerca del fondo como para arrastrarse en las superficies; ésta conducta es la que diferencia a las larvas veliger de las pediveliger; además en estas últimas se puede observar en la cavidad del manto la formación de una branquia o agalla filamentosa, la cual no madura hasta después de la metamorfosis (Ackerman, *et al.*, 1994).

5- **Post veliger o Plantígrado:** Las larvas tienen un diámetro aproximado de 158-500 μm y pueden encontrarse individuos entre los 18 a 90 días después de la fertilización (Chanley & Andrew, 1971). Estos ya pueden asentarse y secretar una fibra bisal al encontrar un sustrato o superficie adecuada para

realizar una metamorfosis, hasta llegar a ser plantígrado. Sin una superficie adecuada pueden retrasar la metamorfosis o el asentamiento hasta aproximadamente un mes, como es el caso de *Mytilus edulis* (Ackerman et al, 1994).

1.3.3.2 Vida Sésil

a) Metamorfosis primaria o asentamiento directo

El asentamiento es un proceso activo en el cual la larva en estadio pediveliger nada o se arrastra hasta seleccionar eventualmente el sitio y el sustrato en el cual se asentarán. El principal cambio morfológico es la pérdida del velo, el desarrollo de branquias o agallas, boca y la formación de una concha adulta. La función de filtrar el alimento del velo es tomada por las branquias o agallas, estos filamentos crecen en número, talla y complejidad, ocupando mayormente la cavidad del manto. El incremento en el crecimiento de las branquias, el pie y la boca, son facilitadas por el crecimiento de un nuevo eje de la concha. La forma de "D" es rápidamente reemplazada por una forma más triangular, característica de los mejillones (Ackerman et al, 1994).

Según (Levinton, 1982), la metamorfosis no puede ocurrir si no existe un sustrato adecuado para la vida de adulto. A continuación se mencionan las principales características que debe tener el sustrato para que las larvas puedan fijarse:

1. textura
2. diámetro.
3. Presencia de adultos de la misma especie (comportamiento gregario)
4. Contacto con sustancias producidas por organismos de su misma especie.

b) Asentamiento secundario (comportamiento post-metamorfosis)

En los bivalvos marinos el reclutamiento ocurre en dos fases:

- 1) La primera incluye el asentamiento de larvas pediveliger seguido de una metamorfosis.
- 2) La segunda fase incluye el traslado de mejillones (plantígrados, juveniles y adultos) a nuevas áreas.

Ackerman *et al.*, (1994) identificó tres mecanismos de traslación pelágica para

***Mytilus edulis*:**

- 1- Flotando en burbujas de aire
- 2- suspendida en la superficie del agua por los tentáculos del sifón o por los cilios del pie
- 3- sostenida por la placa del hilo bisal

1.4 Ecología de adultos.

1.4.1 Hábitat

La mayoría de bivalvos en su fase adulta tienen hábitat sedentario y tendencias a formar colonias, convirtiéndolos en blanco fácil de depredadores como gasterópodos, estrellas de mar y el mismo ser humano. Los miembros de esta familia son filtradores, algunos son excavadores, horadadores de rocas u otras conchas, por lo que han logrado conquistar diversos hábitat, como estratos rocosos, fangosos y arenosos, considerándose una familia muy diversa ya que posee aproximadamente 34 géneros (Keen, 1971). Así tenemos que (Cruz & Jiménez , 1994) describen los hábitat en que fueron encontrados los siguientes miembros de la familia Mytilidae en la costa pacífica de América Central:

- ***Brachidontes puntarensis***: se encuentra en zonas rocosas y forma pequeños racimos en la bifurcación de ***R. mangle*** en la parte externa del manglar.
- ***Mytella guyanensis***: esta especie se localiza en la parte externa del bosque de manglar, enterrados en las paredes de pequeños canales que desaguan en los esteros, también se le encuentra en playones arenosos o limo- arenosos de la zona estuarina y entre los neumatóforos de ***Avicennia sp.*** En puntas de barra o playones elevados.

- ***Mytella strigata***: se encuentra en fondos fangosos de la zona estuarina.
- ***Lithophaga aristata***: se desarrolla dentro de conchas de otros moluscos y rocas suaves de la zona externa del manglar, se encuentra además en la zona entre mareas y en profundidades de hasta 300 m.

1.4.2 Distribución

La familia Mytilidae se caracteriza por su amplia distribución mundial, así se tiene que ***Myoforceps sp.*** y ***Lithophaga aristata*** se han encontrado desde el Este de África, Este de las Indias, El Mediterráneo, Mar Rojo, Australia y Japón. En el continente americano algunos miembros como ***Mytella guyanensis*** y ***Gregariella sp.*** se encuentran en la costa atlántica desde Venezuela a Brasil (Keen, 1971).

Otros Mytilidos se distribuyen en la Costa Pacífica americana, desde el Golfo de California hasta Chile, incluyendo las Islas Galápagos y el Complejo Los Lagos (Conocida comúnmente como la X Región), en donde son cultivados extensivamente. Existen aproximadamente 18 especies de mytilidos que están distribuidos desde Baja California hasta Perú incluyendo la Costa de El Salvador los cuales son: ***Brachidontes adamsianus***, ***B. semilaevis***, ***Botula Cylista***, ***Choromytilus palliopunctatus***, ***Gregariella coarctata***, ***G. denticulata***, ***Lioberus salvadoricus***, ***L. plumula***, ***L. spatiosa***, ***L. aristata***, ***Modiolus capax***,

M. eiseni, M. pseudotulipus, Mytella arciformis, M. guyanensis, M. speciosa, M. strigata, y M. Tumbezensis (www.subpesca.cl 2003 Y Keen, 1971)

Estudios locales reportan para la Bahía de Jiquilisco la presencia de ***Mytella guyanensis*** “churria”. ***Brachidontes semilaevis, Botula cylista, Choromytilus palliopunctatus, Modiolus pseudotulipos, Mytella arciformis y M. strigata*** (Hernández & Calderón ,1974; Hernández, 1993 y Granados, 1995).

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del área de estudio

La Bahía de Jiquilisco se localiza en el departamento de Usulután, entre los 13°10' - 13°17' de L.N. y los 88°15' - 88°45' de L.O., mide 55 Km. de longitud. El canal principal a lo largo de sus sinuosidades mide 43 Km. y sobre un trecho de más de 30 km tiene una anchura de 2 a 3 Km. Representa el estuario más importante de la costa salvadoreña y abarca un área aproximada de 400 km² entre la desembocadura del Río Lempa y la Sierra de Jucuarán (Quezada, 1995). La bahía se encuentra separada del mar por la península de San Juan del Gozo, la cual mide 30 Km. de largo, posee dos salidas al mar conocidas como La Bocana El Bajón (sector poniente) y la Bocana La Chepona (sector oriental) (Menjívar, 1995).

El ecosistema de manglar asociado a la Bahía de Jiquilisco tiene una cobertura de aproximadamente 22.912 Ha (Jurado *et al*, 1995). Presenta el mas extenso bosque de manglar de la costa salvadoreña y está constituido por varias especies como: ***Avicenia bicolor***, ***A. germinans***, ***Conocarpus erectus***, ***Laguncularia racemosa***, ***Rhizophora harrizinii***, ***R. mangle*** y ***R. racemosa***, siendo esta ultima la especie que mas predomina con un 46.5% (Quezada, 1995). Ofrece un ambiente propicio para el desarrollo de una amplia gama de especies de importancia ecológica y comercial, por lo cual, la actividad

pesquera es muy grande; estimándose este lugar como el principal proveedor de moluscos para el mercado nacional (Mackenzie, 2001).

2.1.1 Climatología

La mayor parte de El Salvador está incluida dentro del tipo de clima de las sabanas tropicales calientes con estación seca (Awa) (Köppen, citado por Guzmán, 1995).

El microclima de la Bahía de Jiquilisco lo establecen sus características geofísicas: a menos de 20 msnm, con una temperatura promedio de 29 grados y con máximas de 38 grados. Normalmente soplan vientos de 7 km/h, con una humedad relativa del 68% y una evapotranspiración de 1,944 cm³ (REDES, 1999).

2.1.2 Hidrología.

El Sistema hidrológico de la bahía está dominado por las mareas y las descargas fluviales, pero además son importantes la escorrentía y la infiltración. Respecto a las descargas fluviales la bahía se enmarca entre las cuencas de los ríos Lempa y Grande de San Miguel. La primera se caracteriza por tener ríos de pequeño caudal, corto recorrido y un marcado comportamiento estacional, influenciando el canal principal en el sector de La Bocana El Bajón, entre estos

podemos mencionar: El Espino o Borbollón, El Potrero, El Zapote, Los Limones, Aguacayo, Roquinte, El Cacao, Chahuantique, otros (Redes, 1995).

Salazar (1995) caracteriza físicamente el agua de la Bahía de Jiquilisco con temperaturas promedio de 28°C a 33°C en diciembre y abril respectivamente. Con salinidades de 22 ‰ en octubre y 36 ‰ en mayo. Las mayores transparencias se encontraron cerca de la bocana con 4.45 m y las menores en la parte alta con 0.4 m.

2.2 Metodología de campo

En el periodo de agosto a diciembre de 2001 se desarrolló un muestreo piloto en la Bahía de Jiquilisco con el fin de seleccionar las estaciones de muestreo y evaluar el equipo a utilizar. Como resultado de esta fase fueron seleccionadas cinco estaciones de muestreo distribuidas desde la parte alta de la Bahía (Palacio de Aves) hasta La Bocana El Bajón.

Los criterios utilizados para establecer las estaciones de muestreo fueron:

- a) El gradiente de salinidad encontrado a lo largo del canal principal de la Bahía de Jiquilisco, que disminuye hacia la parte interna.
- b) Las estaciones Canal El Nance y Canal Caldera se eligieron por estar en canales secundarios dentro del bosque de manglar que actúa como una

barrera contra el viento, generando condiciones propicias para la sobrevivencia de larvas.

- c) El tiempo que requiere el muestreo; ya que un número mayor de cinco estaciones implicaba utilizar para todo el muestreo más de tres horas y media; por lo que ya no existía homogeneidad en las condiciones de marea de los lugares en que se encontraban las primeras con respecto a las últimas estaciones.

De acuerdo con lo anterior, las estaciones de muestreo seleccionadas fueron:

- ❖ Palacio de aves (parte alta de la Bahía) E1
- ❖ Canal El Nance (Isla El Espíritu Santo) E2
- ❖ Canal Caldera (Isla La Tortuga) E3
- ❖ Isla Madre Sal (Canal Principal) E4
- ❖ Canal La Caramba (Isla San Sebastián) E5

De aquí en adelante se referirá a la zona en donde se ubican Palacio de Aves como Parte Alta, Canal El Nance y Canal Caldera como parte media y Madresal y Canal La Caramba como Parte Baja (Figura 3).

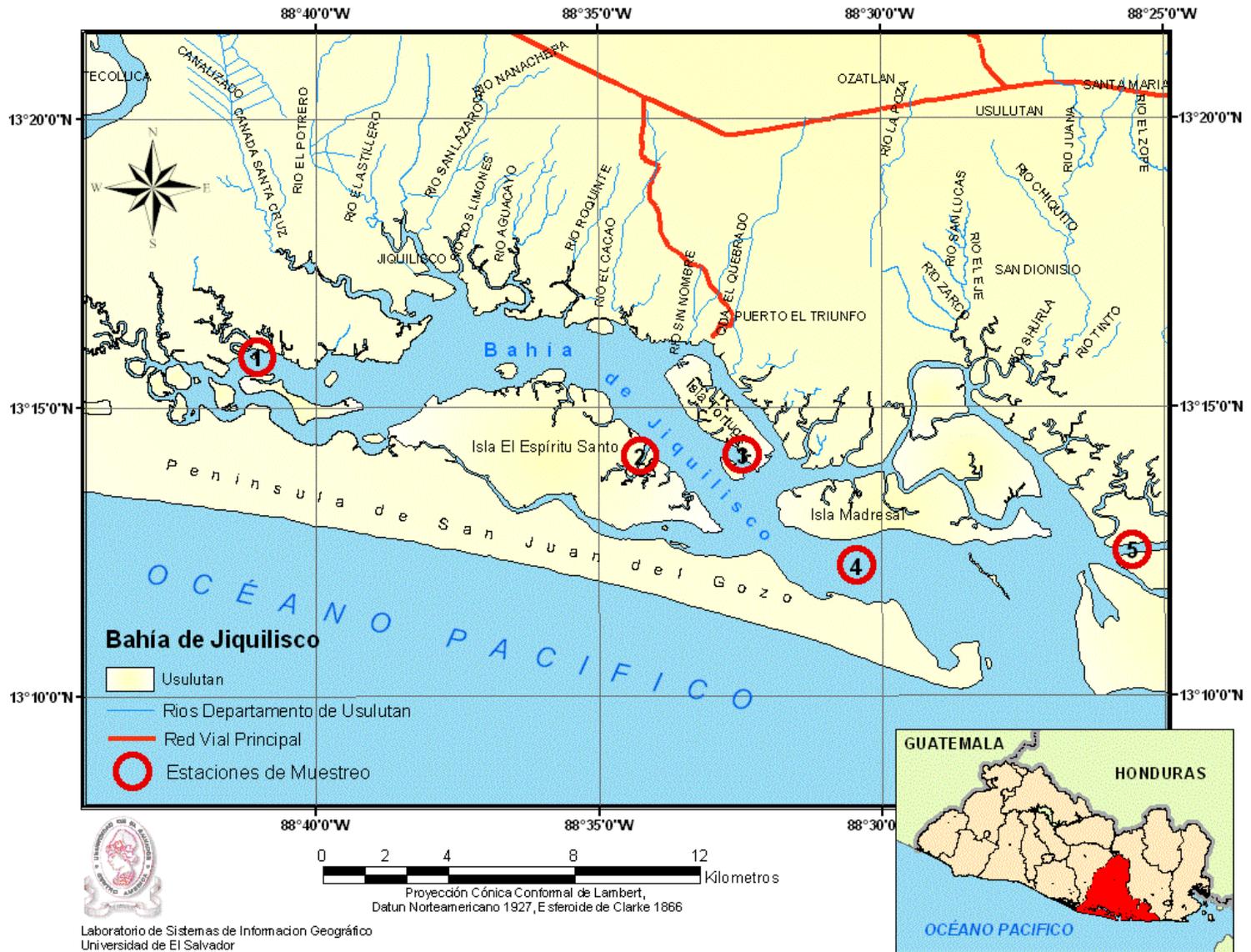


Figura 3: Estaciones de muestreo utilizadas en el periodo de estudio: 1. Palacio de Aves, 2. Canal El Nance (Isla Espíritu Santo), 3. Canal Caldera (Isla La Tortuga), 4. Madresal, 5. Canal La Caramba (Isla San Sebastián); Bahía de Jiquilisco enero a diciembre de 2002.

2.2.1 Factores Físico-Químicos

La toma de los factores físico-químicos de la columna de agua como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Salinidad(‰), Potencial de Iones Hidrógeno (pH) y Transparencia (m); se hizo con una frecuencia de una vez por semana en marea alta a bordo de una lancha de 25 pies de eslora con motor fuera de borda de 45 HP.

Cada uno de los factores físico-químicos se midió con la siguiente metodología:



Se utilizó una Botella colectora de agua tipo Kitahara con capacidad de 1 litro (Figura 4), se tomaron muestras de agua a profundidades de; 0m (superficie), 1m, 2m, 5m y 10m (cuando así lo permitió la marea y la altura de la columna de agua)

Figura 4: Botella colectora de agua tipo Kitahara

- ❖ **Temperatura:** Se colocó en la botella colectora de agua un termómetro de mercurio, graduado en escala de 0° a 50° grados Celsius con una precisión de 0.2°C .

❖ **Salinidad:** Se utilizó un salinómetro marca HACH con precisión mínima de 0.1 ‰ el cual mide la cantidad de sal en un kilogramo de agua (Figura 5)

La muestra era depositada en un termo en el que se sumergía la sonda del salinómetro y se procedía a la lectura y anotación del dato.



Figura 5: Salinómetro



Figura 6: Medidor de pH

❖ **PH:** Se utilizó un peachimetro electrónico marca YOKOGAWA. Siguiendo el mismo procedimiento utilizado para la salinidad, se colocaba la sonda en el agua contenida en el termo y se procedía a anotar el dato que aparecía en la pantalla del aparato. (Figura 6)

❖ **Transparencia:** para medir la transparencia de la columna de agua, se utilizó un Disco Secchi, al que se le adapta una cinta métrica graduada en centímetros. La profundidad Secchi, se anota cuando el disco ya no es visible. (Figura 7)



Figura 7: Disco Secchi

2.2.2 Captura de larvas

La colecta de larvas se hizo una vez por semana en marea alta a bordo de una lancha de 25 pies de eslora con motor fuera de borda de 45 HP, se efectuaron tres arrastres verticales en la columna de agua en cada estación de muestreo (obteniendo un total de quince muestras semanalmente). Para lo cual se utilizó una Red de Plancton tipo Kitahara de 115 μm de luz de malla, con un diámetro de la boca de la red de 23 cm y longitud de 1 m (Figura 8a). En la red se colocó un flujómetro, que mide el volumen de agua filtrada por la red. (Figura 8b).



a) Red de Plancton con flujómetro



b) Flujómetro

Figura 8: Red de Plancton y Flujómetro

Las revoluciones se transformaron a cm³ mediante la formula:

$$V = \pi r^2 \times h \times \frac{rd}{Rd}$$

En donde:

V = volumen de agua en centímetros cúbicos.

π = constante (3.1416).

r² = radio al cuadrado de la entrada o boca de la red.

h = altura o profundidad en centímetros.

rd = revoluciones del flujómetro con red.

Rd = revoluciones del flujómetro sin red (Boltovskoy, 1981)

2.3 Metodología de laboratorio

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de CENDEPESCA ubicado en Puerto El Triunfo, Departamento de Usulután; por medio de un estereoscopio marca OLYMPUS SZ40 con una resolución de 10X\22. El proceso de análisis inició filtrando el contenido de la muestra con un tamiz de 500 μ m, lo tamizado se colectó en un beaker de 500 ml en donde fue agitado para lograr que la muestra precipitara, luego el precipitado fue succionado con una pipeta de 5 ml y depositado en una caja petri de fondo cuadrulado, para identificar y contar a nivel de familia las larvas que ya poseían el umbo desarrollado (larvas entre 120 a 300 μ m) (Figura 9).

La abundancia fue expresada como número de larvas/m³; relacionando la cantidad de larvas por muestra con el volumen de agua filtrado por la red; luego se obtuvo el promedio por estación.

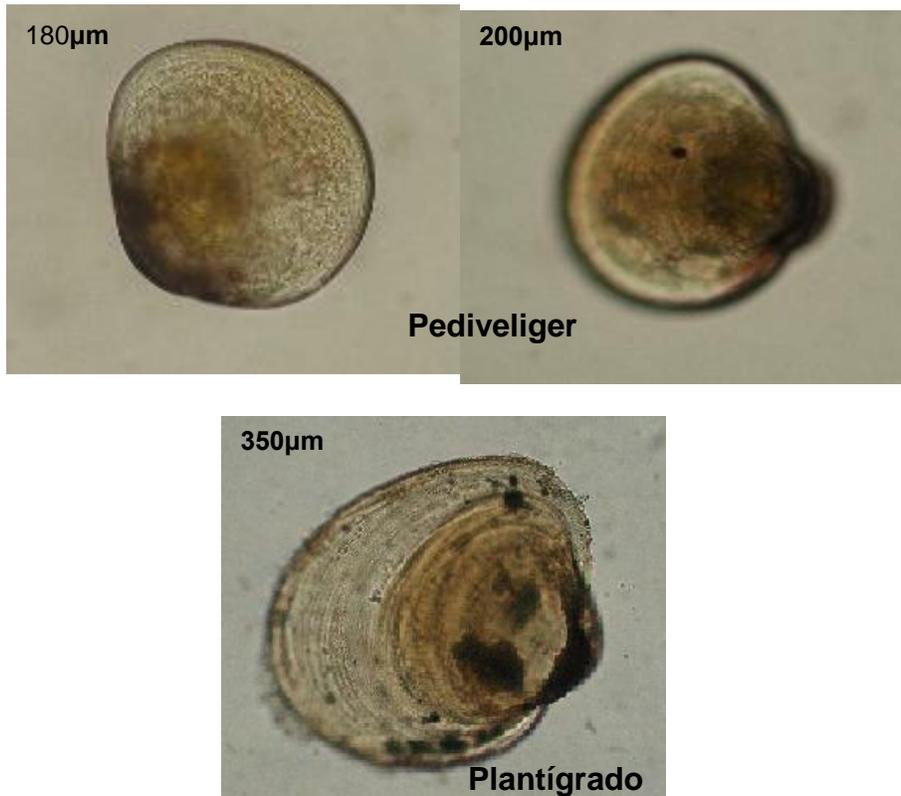


Figura 9: Larvas colectadas en diferentes estadios y tamaños, Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

2.4 Análisis y procesamiento de datos

Los valores registrados sobre abundancia de larvas y de factores físico-químicos, fueron agrupados en promedios mensuales por estación de muestreo, para facilitar la presentación y análisis de estos, para lo cual se plantearon dos pruebas estadísticas:

2.4.1 Análisis de Varianza por Rangos de Friedman

Se analizó el comportamiento de la distribución de larvas para determinar la variación entre estaciones y meses de muestreo.

Para el cálculo matemático se utilizó la siguiente formula:

$$x_r^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum (R_j)^2 - 3n(k+1)$$

Donde:

n= Número de bloques (meses del año)*

k= Número de tratamientos (estaciones de muestreo)*

R_j= Sumatoria por cada tratamiento (total anual de larvas por estación)

* n y k varían dependiendo si el análisis es temporal o espacial.

El resultado de esta prueba con 4 grados de libertad (gl) se confrontó con la tabla “F” a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ (Daniel, 1997).

2.4.2 Modelo de Correlación Por Rangos de Spearman

Las medidas de correlación que se calculan mediante este método se conocen como Coeficientes de correlación por Rangos de Spearman (Daniel, 1997). Este procedimiento utiliza los dos conjuntos de rangos que pueden asignarse al valor de las muestras de “X” (parámetros físico-químicos) y “Y” (larvas), que son las variables independientes y continuas respectivamente de una distribución en dos variables. La fórmula a utilizar cuando n es menor que 30 es (Daniel, 1997):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Los datos registrados de larvas y parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, potencial de iones hidrogeno y transparencia) de cada estación, se agruparon en promedios mensuales. Para analizar la abundancia se aplicó la prueba a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, cuyo valor crítico para un $n = 11$ (meses de muestreo) es de 0.4969. Con esta prueba se estableció la existencia o no de relación entre factores físico-químicos y la abundancia de larvas.

3. RESULTADOS

Se realizaron cuarenta y siete muestreos, entre enero y diciembre de 2002, colectando un total de 310,473 larvas/m³, estimando un promedio mensual de 25,873 larvas/m³, en 705 muestras.

3.1 Dinámica larval

La distribución y abundancia de larvas fue diferente en toda la Bahía, de tal manera que los mayores promedios mensuales se registraron en septiembre en la zona alta, mientras que en la zona media y baja se registraron en marzo y abril respectivamente, aunque con valores considerablemente bajos. Así, siguiendo un orden descendente en los promedios mensuales de abundancia se tiene que Palacio de Aves presentó 130,395 larvas/m³, Canal Caldera 1,245 larvas/m³, Canal El Nance 627 larvas/m³, Canal La Caramba 133 larvas/m³ y Madresal 85 larvas/m³ (Figura 10).

En el caso de las menores abundancias mensuales, estas se registraron así: Madresal con 13 larvas/m³ en diciembre, seguido de Canal La Caramba con 23 larvas/m³ en agosto, Canal Caldera y Canal el Nance con 33 larvas/m³ ambas en noviembre y Palacio de Aves con 238 larvas/m³ en enero (Figura 10).

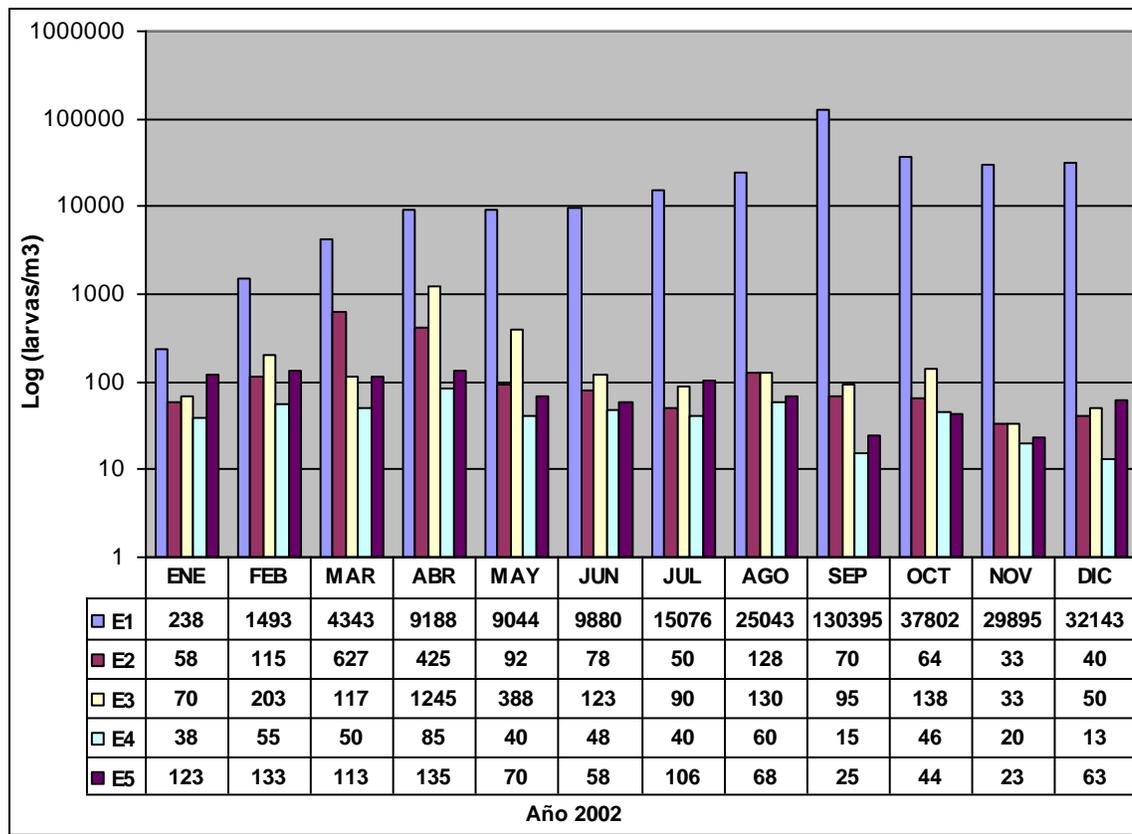


Figura 10: Abundancia mensual y estacional de larvas de la familia Mytilidae por m³. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

En cuanto a la distribución espacial de larvas, se observa una marcada diferencia de la abundancia, evidenciándose esto en Palacio de Aves respecto a las demás estaciones, en donde se obtuvo un promedio de 25,378 larvas/m³, mientras que para Canal Caldera fue de 224 larvas/m³, Canal El Nance con 148 larvas/m³, Canal La Caramba con 80 larvas/m³ y Madresal con 43 larvas/m³ (Figura 11).

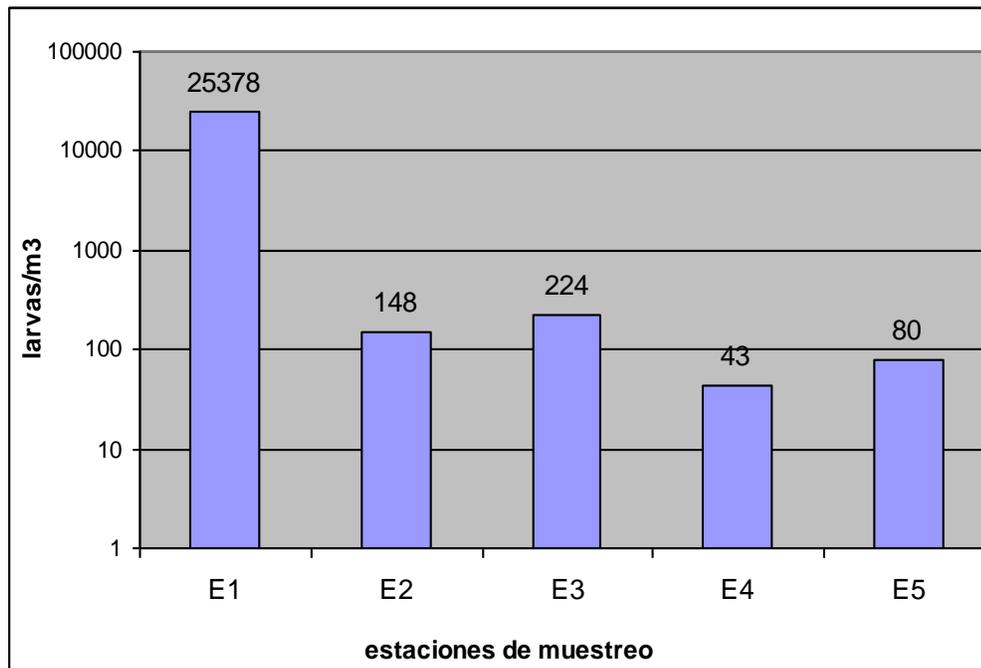


Figura 11: Abundancia espacial de larvas de la familia Mytilidae por m^3 . E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

En la abundancia mensual o temporal de larvas se observa la tendencia a incrementar de enero a septiembre encontrándose que la mayor abundancia se registró en septiembre con un valor de 130,600 larvas/ m^3 y la menor abundancia en enero con un valor de 527 larvas/ m^3 , mostrando una marcada diferencia en la abundancia (Figura 12).

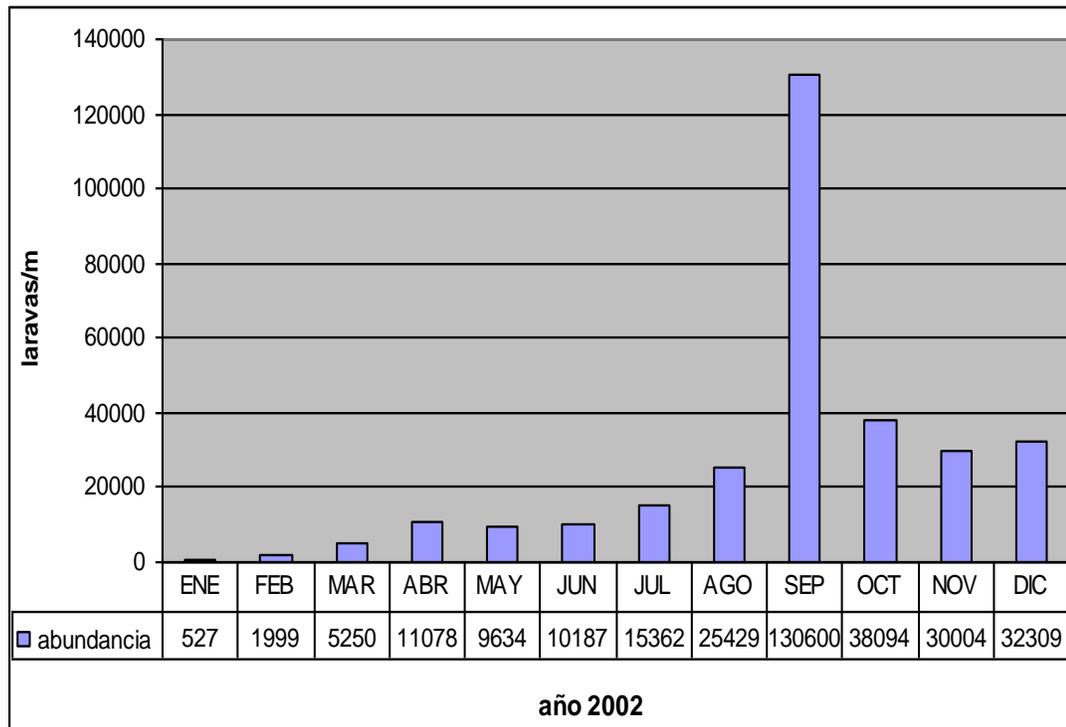


Figura 12: Abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae por m³. Bahía de Jiquilisco. Enero a diciembre de 2002.

3.2 Factores físico - químicos del agua

3.3.1 Temperatura

El ámbito de variación espacial de los promedios mensuales de temperatura osciló entre 30.1°C en la parte alta (Palacio de Aves) y 29.6 °C en la parte baja (La Caramba), lo que muestra que la temperatura es levemente mayor en el interior de la bahía (Figura 13).

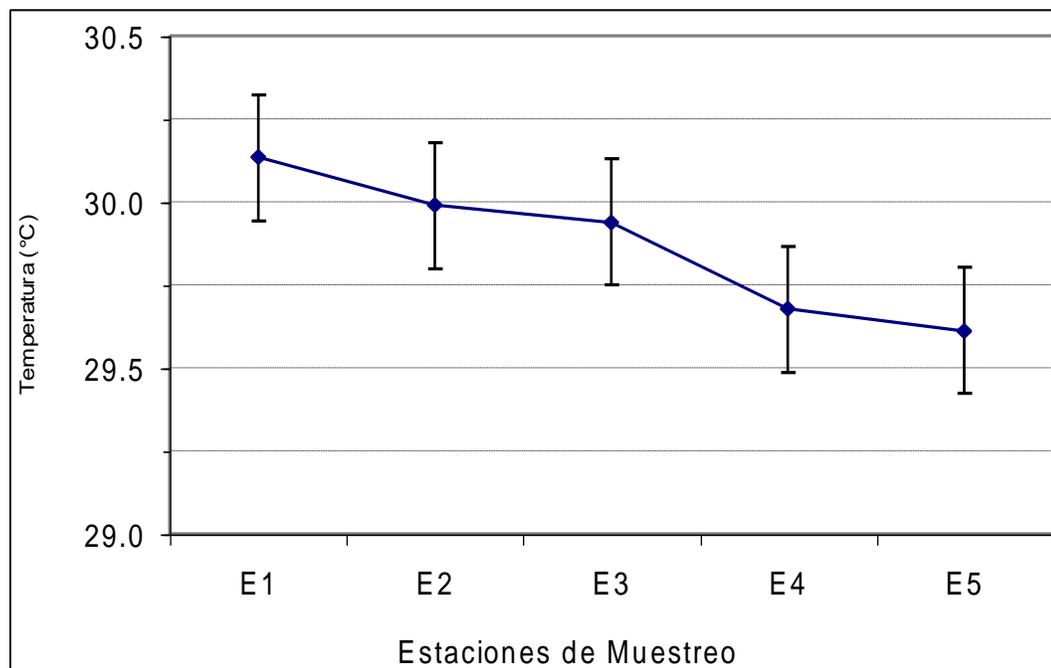


Figura 13: Variación espacial de temperatura, E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre 2002.

Los menores promedios mensuales se registraron en el mes de enero (27.7°C), mientras que los mayores en julio (31.5°C). Se observa una disminución en los

promedios de temperatura en el mes de septiembre para luego incrementar nuevamente en octubre. (Figura 14).

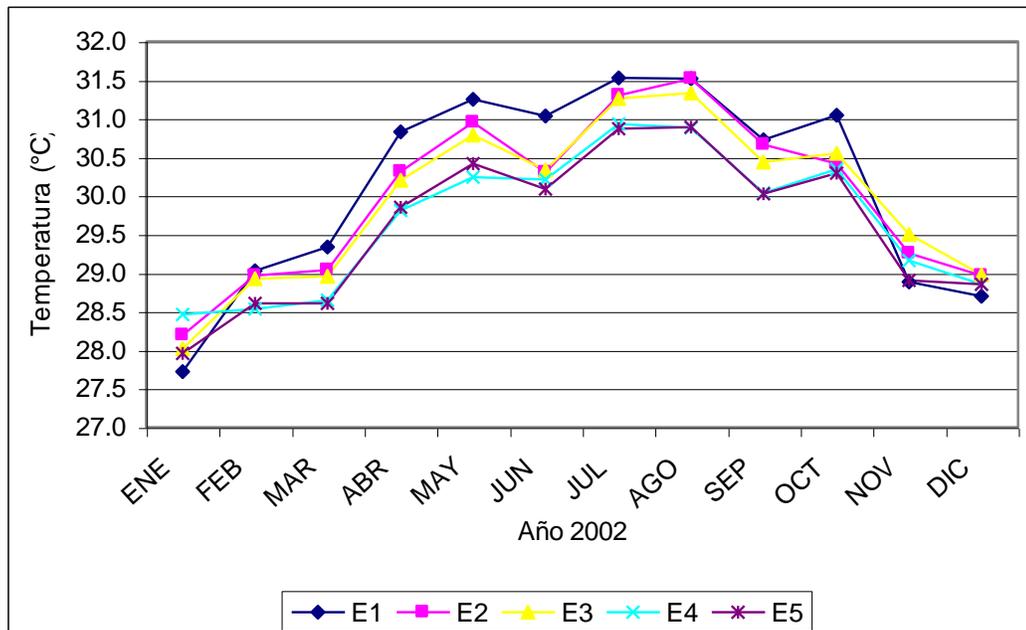
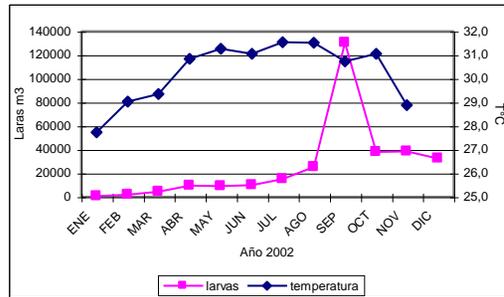
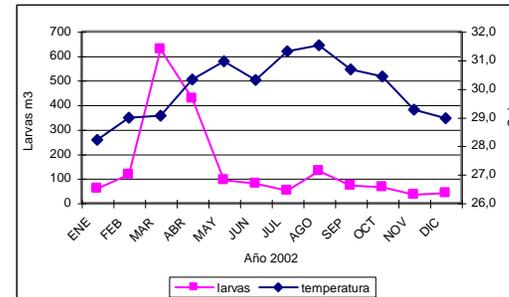


Figura 14: Variación mensual de temperatura por estación de muestreo, E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

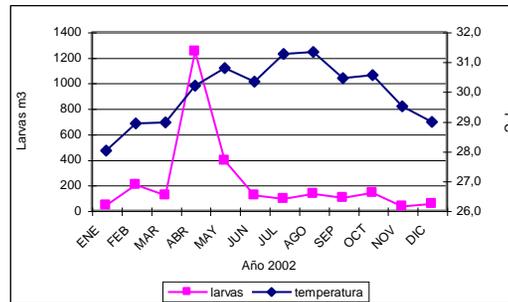
En el comportamiento de la temperatura se observa que después de registrarse las máximas temperaturas (julio y agosto), hubo un descenso en el mes de septiembre, aproximadamente de 0.8 °C, este comportamiento es similar en todas las estaciones, pero no parece tener alguna relación con el comportamiento de la distribución y abundancia de larvas la cual es diferente para todas las estaciones en ese mismo mes. (Figura 15)



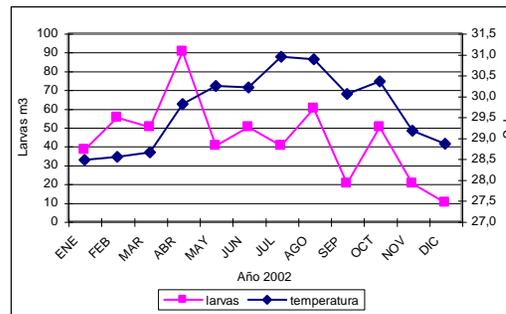
a) Palacio de aves



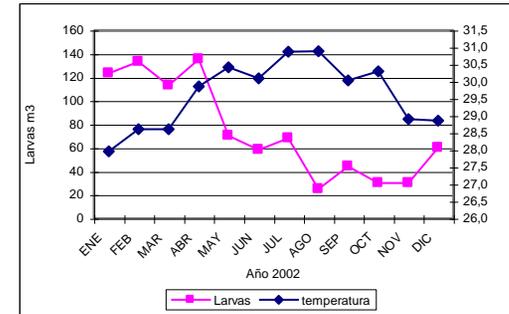
b) Canal El Nance



c) Canal Caldera



d) Madre Sal



e) Canal La Caramba

Figura 15: Relación entre abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae y temperatura. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

3.3.2 Salinidad

La salinidad varió a lo largo del eje principal de la bahía, de manera que durante el período de estudio los menores promedios se registraron en la parte alta con 31.9 ‰ y los mayores promedios en la parte baja 35.5 ‰; mostrando un gradiente de variación de 3.6 ‰ (Figura 16).

En cuanto al comportamiento temporal, la tendencia en la fluctuación de la salinidad, va de un aumento en la época seca y una disminución paulatina en la época lluviosa, teniendo un gradiente de variación en el periodo de muestreo de 15.7 ‰ registrándose el valor máximo en febrero (40.8 ‰) y el mínimo en noviembre (25.1 ‰) (Figura 17).

El comportamiento de este factor en la bahía es claramente influenciado por la precipitación; especialmente en la parte alta de la bahía, mostrando un descenso de salinidad muy marcado, registrándose en mayo y junio valores de 38.6 ‰ y 29.0 ‰ respectivamente, por lo que se observa en este corto periodo una variación en el gradiente de salinidad de 9.6 ‰ (Figura 18)

En cuanto a la relación entre salinidad y abundancia de larvas, se observa que en septiembre se registraron los menores valores de salinidad, los cuales coinciden con el mayor promedio mensual de larvas registrado en la parte alta de la bahía, dicho comportamiento no es similar a lo observado en las

estaciones de la zona media y baja, ya que a menores valores de salinidad (registrados en septiembre y noviembre), le corresponden los menores promedios mensuales de larvas/m³ (Figura 19)

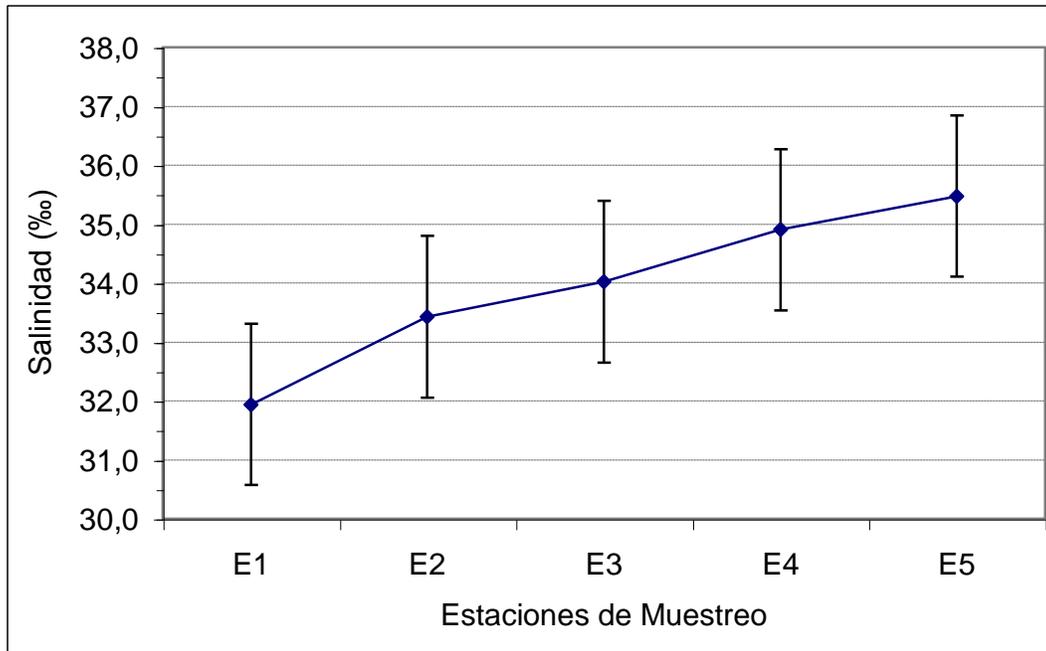


Figura 16: Variación Espacial de los promedios de salinidad en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.

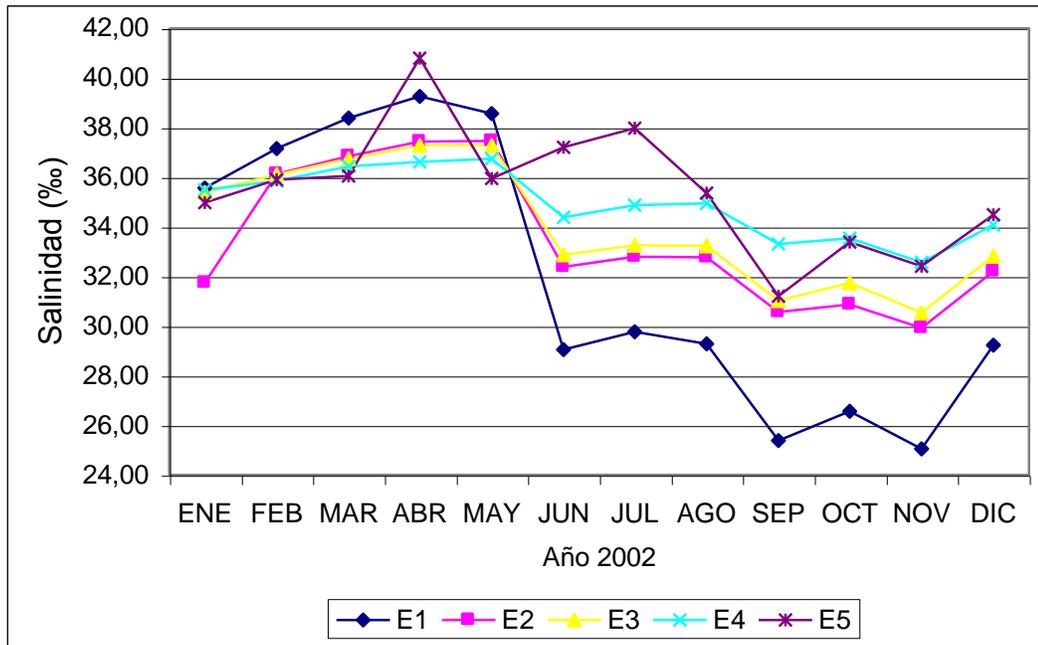
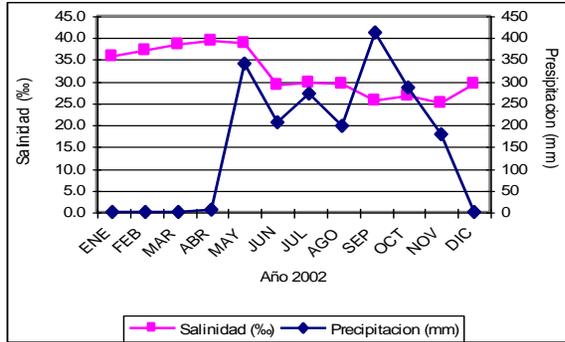
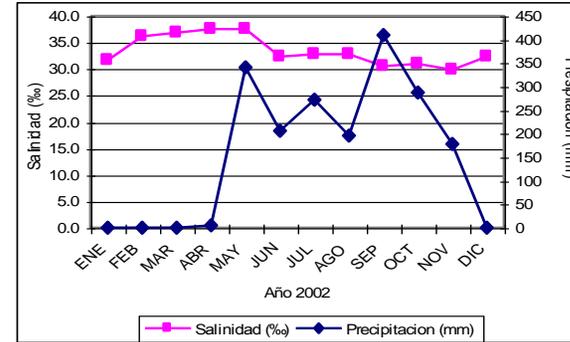


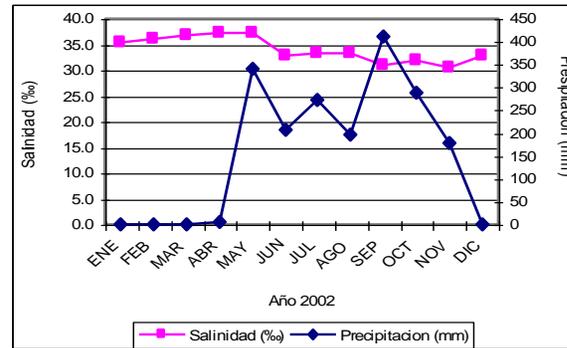
Figura 17: Promedio mensual de salinidad en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.



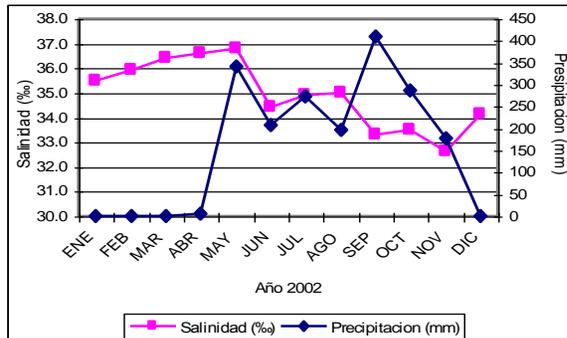
a) Palacio de Aves



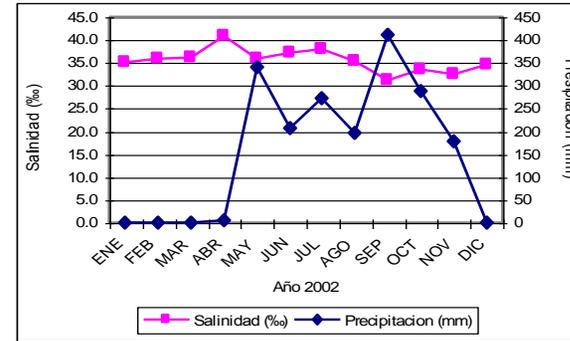
b) Canal El Nance



c) Canal Caldera

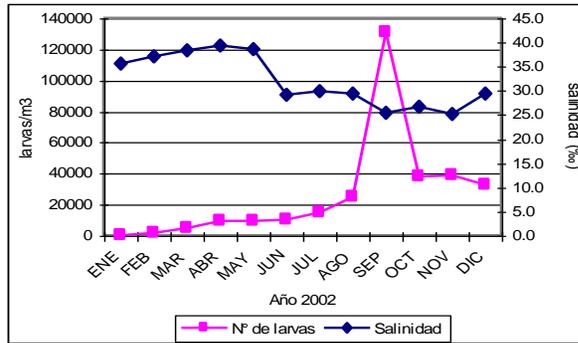


d) Madresal

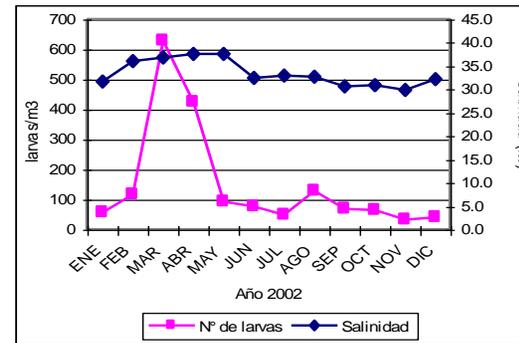


e) Canal La Caramba

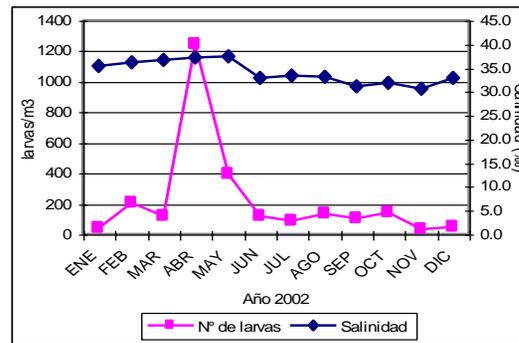
Figura 18: Relación entre promedios mensuales de salinidad y precipitación pluvial en la Bahía de Jiquilisco, enero- diciembre 2002.



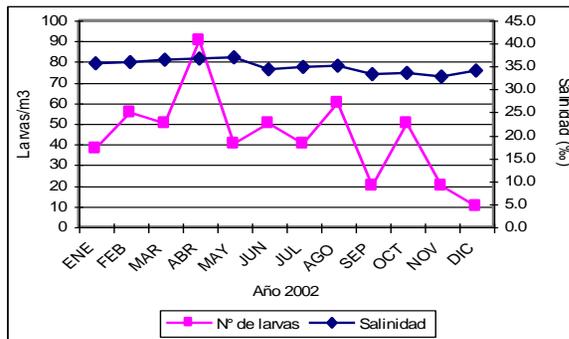
a) Palacio de Aves



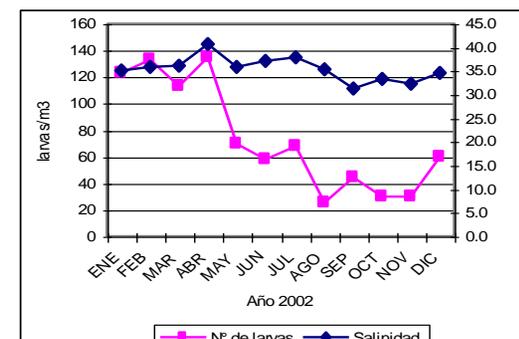
b) Canal El Nance



c) Canal Caldera



d) Madresal



e) Canal La Caramba

Figura 19 : Relación entre abundancia mensual de larvas de la familia Mytilidae y salinidad. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

3.3.3 Potencial de iones hidrógeno.

Los promedios anuales del potencial de iones Hidrogeno variaron a lo largo del eje principal de la Bahía, mostrando un comportamiento espacial en el que se registraron los valores máximos en las estaciones cercanas a la bocana. El menor promedio anual se registró en Palacio de Aves, con un valor de 7.6 y el mayor promedio anual en Madresal con un valor de 8.1 (Figura 20)

La fluctuación temporal de pH en la bahía, registró los mayores promedios mensuales en septiembre y octubre ambos con un valor de 8.5 y el menor en julio con un valor de 7.1 (Figura 21)

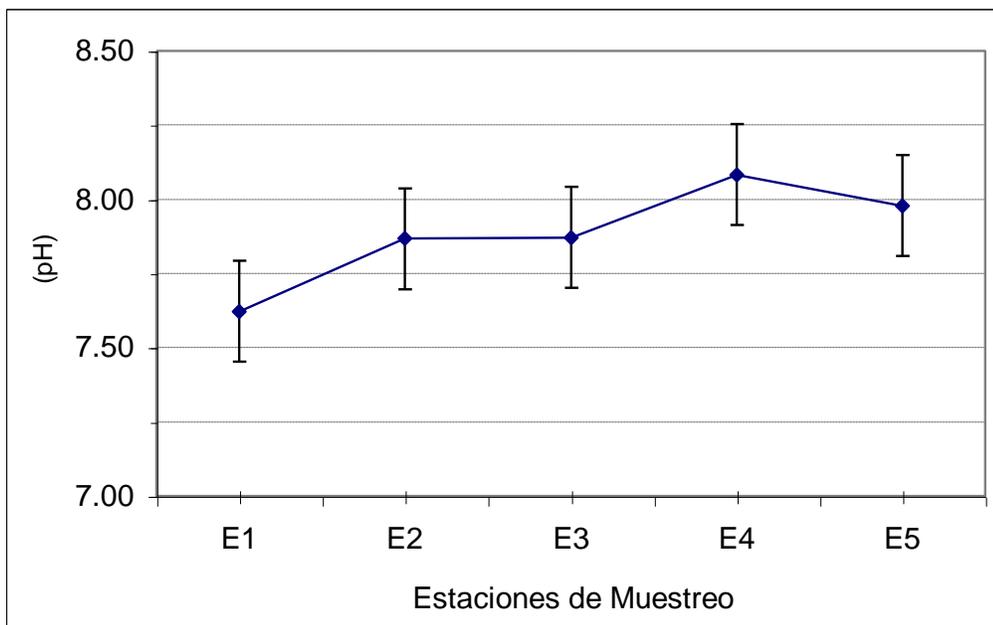


Figura 20 : Variación espacial de los promedios de pH en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.

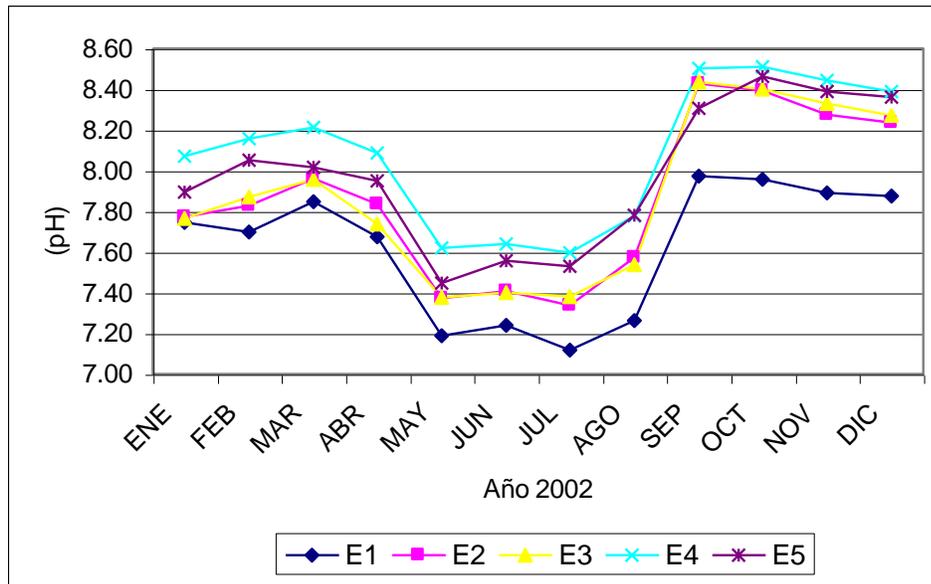
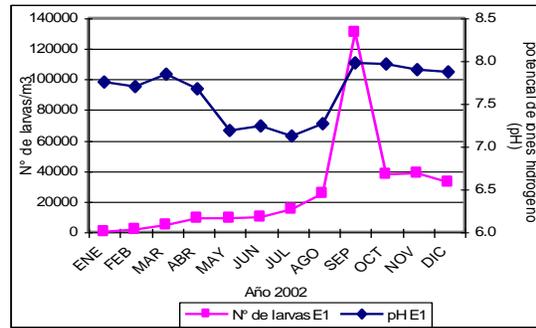
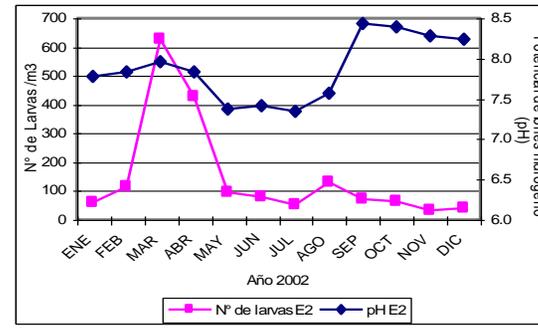


Figura 21: Promedios mensuales de pH en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.

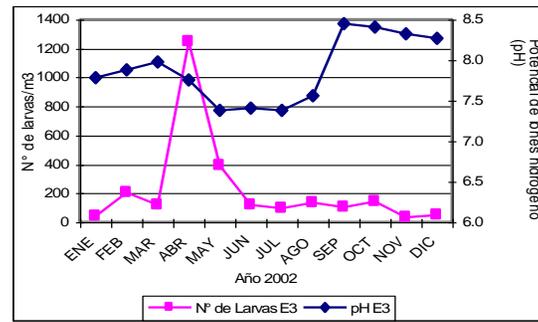
En cuanto a la relación entre potencial de iones hidrógeno y abundancia de larvas/m³ se puede observar para la zona alta de la bahía que los mayores promedios de este factor coinciden con los mayores promedios de larvas; aunque este comportamiento no es similar para las estaciones ubicadas en la parte media y baja, en donde la tendencia observada es que a mayores valores de pH el promedio mensual de abundancia larval es menor (figura 22).



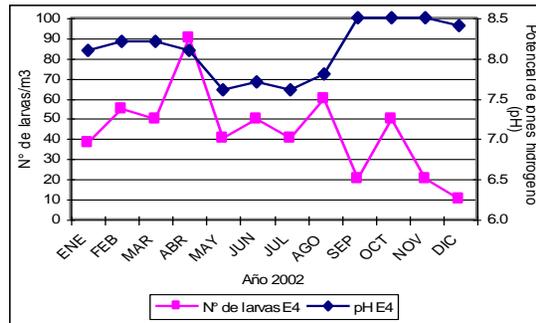
a) Palacio de Aves



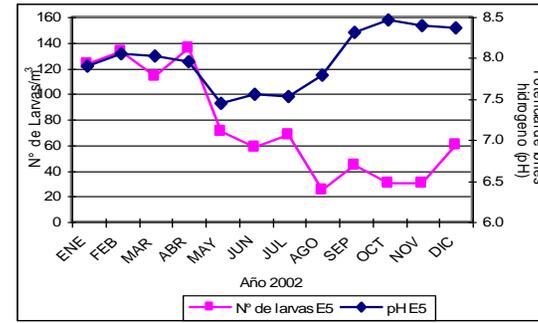
b) Canal El Nance



c) Canal Caldera



d) Madresal



e) Canal La Caramba

Figura 22: Relación entre abundancia mensual de Larvas de la familia Mytilidae y pH. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

3.3.4 Transparencia

Con respecto al comportamiento espacial de la transparencia, se tiene que el mayor promedio anual se registró en Madresal (3.0 m) estación cercana a la bocana y el menor promedio anual se registró en Canal Caldera (2.1 m); mientras que en la parte alta se registró un valor intermedio de 2.4 m (Figura 23)

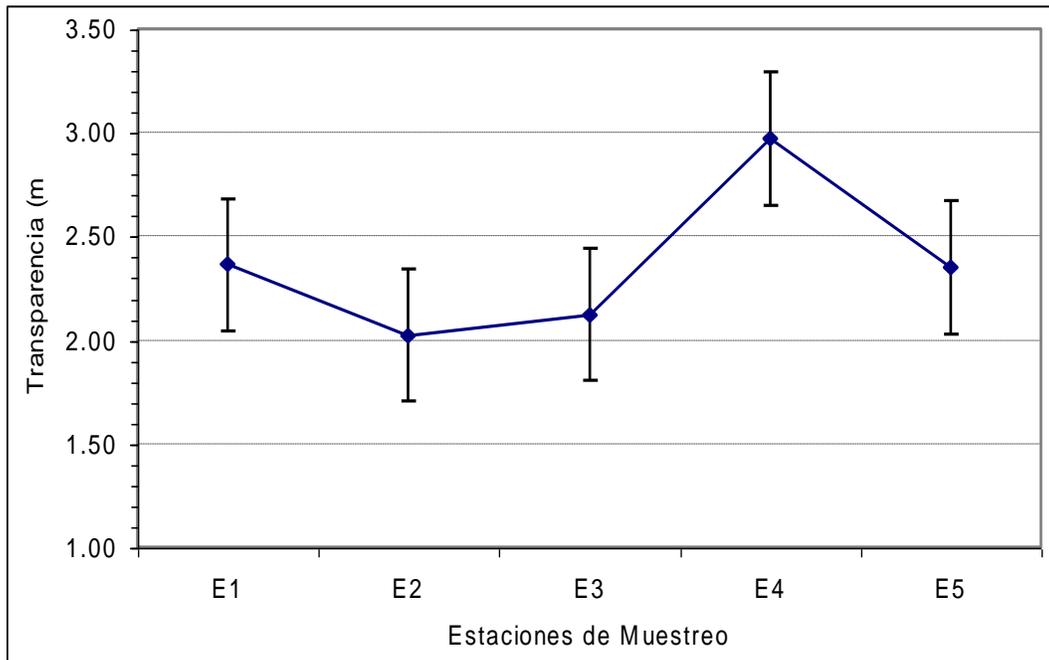


Figura 23: Variación espacial de transparencia (m) en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba.

Los mayores promedios mensuales se registraron en julio y noviembre en la parte baja con 3.8 y 3.7 m respectivamente. En la parte media se registraron los mayores promedios en noviembre y diciembre con 3.1 y 2.9 m respectivamente.

En cambio en la parte alta se registró el mayor valor (3.1 m) en marzo, es decir, las mayores transparencias para las tres zonas de la Bahía no se registraron en la misma época. (Figura 24)

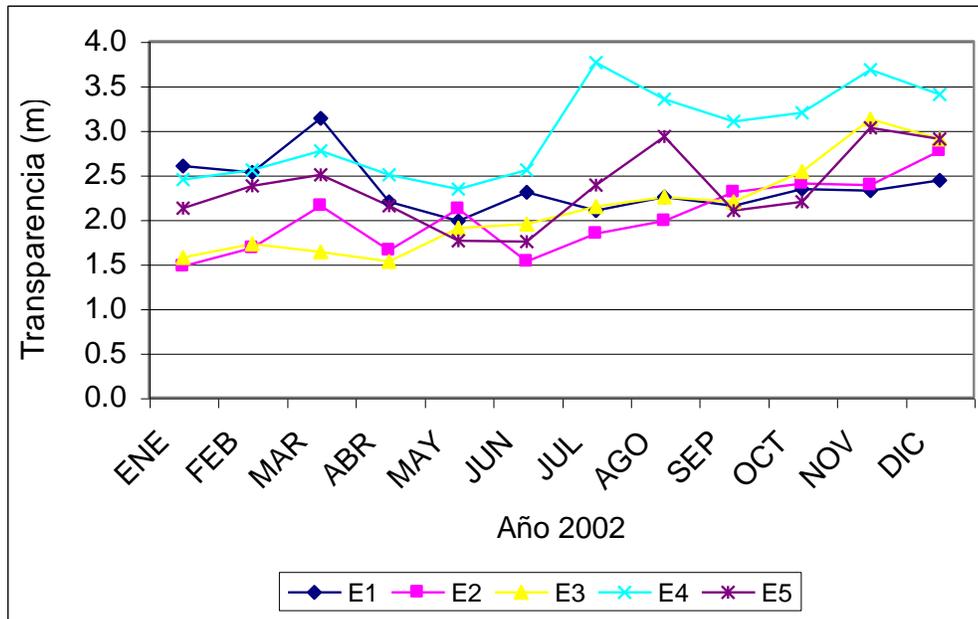
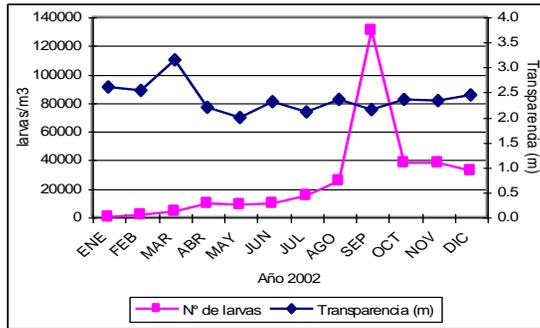
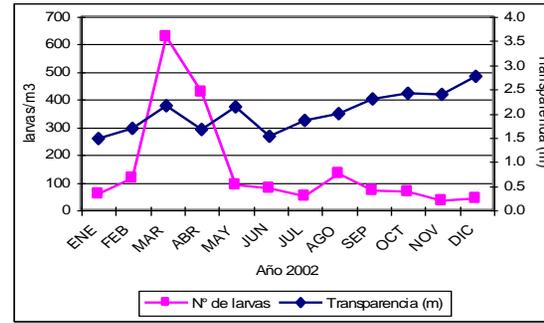


Figura 24: Promedios mensuales de transparencia (m) en la Bahía de Jiquilisco, enero-diciembre de 2002. E1 Palacio de Aves, E2 Canal El Nance, E3 Canal Caldera, E4 Madresal y E5 Canal La Caramba

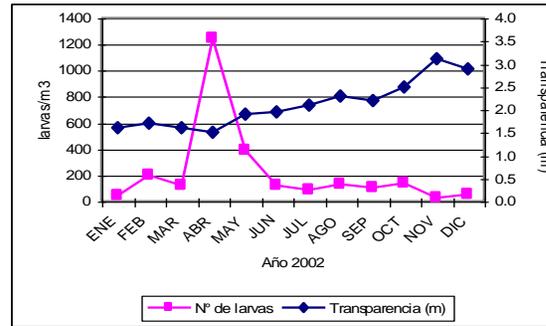
El comportamiento de la transparencia para las estaciones de muestreo ubicadas en las zonas media y baja de la bahía, es similar a la del pH, ya que a mayores valores de transparencia le corresponden menores promedios mensuales de larvas, no así para la zona alta en donde se observa que los mayores promedios de larvas no necesariamente coinciden con los mayores o menores valores de transparencia, sino que coinciden con valores intermedios de este factor (Figura 25).



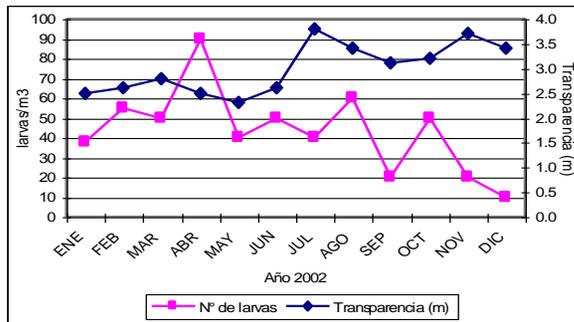
a) Palacio de Aves



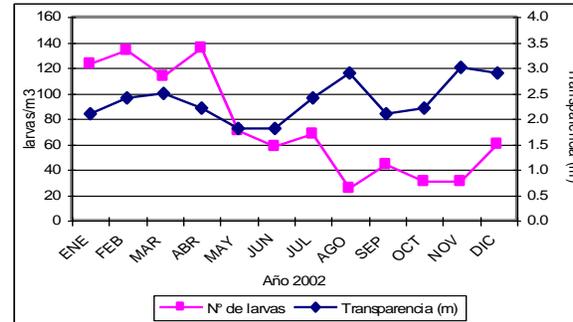
b) Canal El Nance



c) Canal Caldera



d) Madresal



e) Canal La Caramba

Figura 25: Relación entre abundancia mensual de Larvas de la familia Mytilidae y transparencia. Bahía de Jiquilisco, enero a diciembre de 2002.

3.3 Análisis de varianza sobre la distribución temporal y espacial de larvas.

3.4.1 Distribución temporal de larvas

(Prueba de Friedman)

Al aplicar el estadístico de prueba se obtiene un valor de:

$$Xr^2 = 16.48$$

Al consultar la tabla “f” corresponde un valor de $P = 0.124$ con 11 grados de libertad, es mayor que $\alpha = 0.05$, por lo que la distribución temporal de larvas no presenta variaciones estadísticamente significativas, lo que indica que la ocurrencia de larvas se da durante todo el año.

3.4.2 Distribución espacial de larvas

(Prueba de Friedman)

Al aplicar el estadístico de prueba se obtiene un valor de:

$$Xr^2 = 38.42$$

Al consultar este valor en la tabla “f” corresponde un valor de $P= 9.9 \times 10^{-8}$ con 4 grados de libertad es menor que $\alpha = 0.05$, lo que indica que la distribución espacial de larvas presenta variaciones estadísticamente significativas para todas las estaciones de muestreo.

3.4 Análisis de varianza sobre el comportamiento espacial y temporal para los factores físico-químicos.

Al aplicar la prueba estadística de Friedman, a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ con 11 grados de libertad, se determinó que la salinidad, la temperatura, la transparencia y el potencial de iones hidrógeno, experimentaron variaciones significativas durante el periodo de estudio.

Al aplicar esta misma prueba a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con 4 grados de libertad, se determinó que la temperatura, la transparencia y el potencial de iones hidrógeno experimentaron variaciones espaciales significativas (entre estaciones de muestreo) debido a que los valores de “p” obtenidos de la tabla “f” son menores que $\alpha = 0.05$. La salinidad en cambio no experimenta variaciones espaciales significativas ya que el valor de “p” obtenido es mayor que $\alpha = 0.05$.

Tabla 1: Resultados de la prueba de Friedman para los factores físico-químicos

Nivel de Significancia $\alpha = 0.05$	TEMPORAL			ESPACIAL		
	Xr ²	p	gl	Xr ²	p	gl
Temperatura	49.67	7×10^{-7}	11	22.78	1×10^{-4}	4
Salinidad	49.3	0	11	4.67	0.32	4
Potencial de Iones Hidrogeno}	52.45	2.3×10^{-7}	11	39.62	5.2×10^{-8}	4
Transparencia	17.4	0	11	19.67	0.0006	4

3.5 Análisis de la relación entre factores físico-químicos y la abundancia de larvas. (Prueba de Spearman)

Al aplicar la prueba estadística se determinó que la temperatura, el potencial de iones hidrogeno y la transparencia no tienen correlación alguna con la distribución y abundancia de larvas en la zona de muestreo ya que los “rs” calculados son menores que el “r” de la tabla “o” (0.4969).

De acuerdo a los valores obtenidos la salinidad influye sobre la distribución y abundancia de larvas ya que los “rs” calculados son mayores que el “r” de la tabla, con excepción de la estación La Caramba en la parte baja del canal principal cuyo valor calculado es menor al de la tabla.

La correlación en la parte alta de la bahía es inversa debido al valor negativo obtenido, no así para las estaciones de las zonas media y baja cuyos valores positivos indican que la relación entre salinidad y distribución y abundancia de larvas es directa (tabla 2)

Tabla 2: Resumen del coeficiente de correlación calculado (r_s) para los Factores físico químicos en las estaciones de muestreo (prueba de Spearman)

FACTORES	<i>Coeficiente de correlación (r_s) entre variables para las Estaciones de Muestreo</i>				
	E1	E2	E3	E4	E5
Temperatura	0.2877	0.1511	0.2794	0.1145	-0.2801
Salinidad	-0.8112	0.7592	0.6105	0.5730	-0.2085
Potencial de iones Hidrogeno	0.4965	-0.1261	-0.3018	-0.3009	-0.3569
Transparencia	-0.3783	-0.3859	-0.4544	-0.4151	-0.1239

4. DISCUSIÓN

Tomando en cuenta que la información acerca de la distribución y abundancia de larvas de mytilidos es muy escasa y teniendo conocimiento que su desarrollo larval tiene una duración entre 2 a 4 semanas, desde la fecundación hasta etapa pediveliger, es válido comparar los resultados de esta investigación con estudios sobre liberación de gametos como el de Ochoa Báez, 1985 (citado por Farfán, *et al*, 1998) quien encontró en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, que la liberación masiva de gametos de *Modiolus capax* es mas intensa de junio a septiembre, aunque el reclutamiento de juveniles es escaso; Así también Buckle & Garza, (1989) mencionan que encontraron evidencias de liberación de gametos de *Modiolus capax* en el Golfo de California durante todo el periodo de estudio (febrero de 1985 -enero 1986) enfatizando que el ciclo reproductivo tuvo fases definidas, evidenciándose en agosto un periodo de intensa liberación de gametos. De igual forma Martínez, (1977) afirma que en las costas del Estado de Guerrero, México, el desove del mejillón lagunar *Mytella strigata*, ocurre en los meses de mayo a septiembre. Los estudios antes mencionados concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación los cuales indican que las larvas de la familia Mytilidae se encuentran en la Bahía de Jiquilisco durante todo el año, aunque con marcadas diferencias en su distribución y abundancia ya que las mayores cantidades se colectaron en septiembre, durante la época lluviosa. A pesar que en ese mes la cantidad de larvas colectadas fue

considerablemente mayor respecto a los demás meses del periodo de estudio, esta variación no fue estadísticamente perceptible.

Al aplicar el análisis de varianza, este indica que la abundancia de larvas entre las estaciones de muestreo experimenta variaciones significativas, observándose la mayor abundancia en la parte alta; este comportamiento puede estar relacionado con factores físico-químicos y biológicos. Se sabe que en este sector la cantidad de nutrientes es mayor en la época de lluvias, ya que los ríos y quebradas arrastran nitritos, fosfatos y materia orgánica hacia ésta, provocando un afloramiento de diatomeas que se acentúa en septiembre (Menjívar, 1995). Esta misma tendencia fue observada por Herrera-Silveira, (1994) quien encontró en la Laguna de Celestún, Yucatán, que la descarga de materiales en la temporada de lluvias por los manantiales, favorecen el desarrollo de fitoplancton ($847 \text{ mg C/m}^3/\text{día}$), lo que indica que un aumento en la disponibilidad de alimento puede ser un factor determinante en la distribución y abundancia de larvas de moluscos bivalvos, tal como lo afirma Levinton, (1982).

La disponibilidad de alimento en algunos ecosistemas puede ser indicada por la transparencia del agua, pero en el caso de los sistemas estuarinos la disminución de la transparencia también está asociada a la sedimentación de origen fangoso-arcilloso (Brenes, 1995), posiblemente por esta razón el análisis de varianza aplicado, indica que este factor experimenta variaciones en el

tiempo y espacio, siendo mayor en la época seca en la parte baja y menor en la época de lluvia en la parte media, pero de acuerdo con el análisis de correlación aplicado, esa variación no está asociada a la distribución y abundancia de larvas.

De acuerdo a Quayle (1981), el trópico es la zona en donde la disminución y el aumento de la salinidad se pueden asociar con el inicio y la finalización de la época lluviosa, los registros obtenidos durante la presente investigación, reportan de abril a mayo los máximos valores de salinidad y de septiembre a noviembre los valores mínimos, lo que coincide con los reportes de SNET (2002), los cuales indican que estos últimos meses fueron los más copiosos durante ese año. Además durante esos meses se colectaron las mayores cantidades de larvas, lo que se respalda con los estudios de (Cuevas y Martínez, 1979) quienes exponen que la liberación de gametos de algunos moluscos generalmente está muy relacionada con la disminución en los valores de salinidad. A pesar de ello para la bahía no se pudo determinar la influencia de este factor en la abundancia larval, debido a que el análisis de correlación por rangos de Spearman indica que la salinidad influye inversamente en la abundancia de larvas en la parte alta (Palacio de Aves), pero en las estaciones de la parte media (Canal El Nance E2 y Canal Caldera E3) y una estación de la parte baja (Madresal E4) se determinó una influencia directa, y en el caso de

Canal La Caramba (estación de la parte baja) no se establece ningún tipo de relación, por lo que no se determina un patrón claramente establecido.

El comportamiento espacial de la salinidad presenta la tendencia a disminuir desde la bocana hacia la parte interna del canal principal, lo que coincide con (Ulloa & Philips, 1978), quienes concluyen que existe esa misma tendencia en las diferentes épocas del año, razón por la que posiblemente la prueba de Friedman, no logró detectar variaciones significativas de salinidad entre las estaciones.

Otro factor determinante en la distribución y abundancia espacial de las larvas, puede ser el movimiento de las masas de agua dentro de la Bahía de Jiquilisco, dominadas principalmente por la corriente mareal. Esta hipótesis está fundamentada en los resultados del estudio de corrientes realizado en la bahía de Jiquilisco (CENDEPESCA 2004) en el que se cree que durante la marea alta las aguas marinas no penetran hasta la parte más interna del canal principal; pero si empujan una masa de agua de la parte media hacia la parte interna; Este fenómeno podría explicar por que la mayor abundancia larval se encontró en esta zona, ya que las larvas zooplanctónicas podrían ser arrastradas por la masa de agua que posee características idóneas para la sobrevivencia larval (salinidades entre 39‰ en marzo y 25‰ en septiembre, temperaturas de 31.5°C en julio y 28°C en enero, pH de 7.1 en julio y 8 en septiembre y transparencias

que oscilaron entre 2.1 en julio y 3.1 en marzo). De acuerdo a Wolf (1995) las larvas de varias especies usan las corrientes para ser transportadas a sitios más convenientes para su sobrevivencia.

Por otra parte el pH experimentó variaciones espaciales significativas $P=0$, con un comportamiento similar para todas las zonas de muestreo, con rangos casi neutros en la parte alta y alcalinos en las zonas mas cercanas a la bocana. De acuerdo con la Prueba de Spearman las variaciones temporales y espaciales del pH no están relacionadas con la distribución y abundancia de larvas, ya que dicha prueba no encontró correlación entre ambas.

La temperatura es un factor ambiental muy importante que desencadena los procesos fisiológicos y reproductivos de la mayoría de especies. Para el caso de los moluscos bivalvos, Cuevas & Martínez, (1979) encontraron que arriba de 27.6 °C aumenta su actividad reproductiva. Wolf, (1995) menciona que la temperatura y la salinidad influye en la distribución de larvas nadadoras y Garza y Buckle, (1986), encontraron que en ambiente natural las máximas temperaturas coinciden con la liberación mas intensa de gametos.

Por otra parte el análisis de varianza (Friedman) demuestra que la temperatura en la Bahía de Jiquilisco experimenta variaciones espaciales y temporales, pero estas no están relacionadas con la distribución y abundancia de larvas.

La mayor abundancia de larvas se registró en la parte alta de la Bahía durante el mes de septiembre, encontrándose que el comportamiento de los factores ambientales durante el año, aparentemente no tiene efecto en la distribución y abundancia de larvas de la familia Mytilidae, posiblemente porque ésta abundancia y distribución esté más controlada por el efecto del viento y de las corrientes, por lo que existe la probabilidad que el movimiento de las masas de agua en la Bahía durante la marea alta, arrastren consigo larvas zooplanctónicas hacia su interior, encontrando las larvas con salinidades, temperaturas, pH y mayor cantidad de alimento que conjuntamente pueden generar condiciones adecuadas para la sobrevivencia de las mismas.

5. CONCLUSIONES

La ocurrencia de larvas se observó durante todo el periodo de estudio; registrándose la mayor abundancia durante la época lluviosa, principalmente en septiembre, posiblemente por que en esa época las salinidades disminuyen considerablemente alcanzando valores de 25‰, y aumenta el desarrollo de las poblaciones fitoplanctónicas, proporcionando mayor cantidad de alimento.

La distribución espacial de larvas varió considerablemente, ya que en condiciones de marea alta, la mayor abundancia se encontró en la parte alta de la Bahía, en donde las condiciones físicas, químicas, y biológicas son favorables para la sobrevivencia de las larvas de Mytilidos.

En lo referente a la temperatura, potencial de iones hidrógeno y transparencia, estadísticamente no muestran ninguna relación con la distribución y abundancia de larvas siendo la salinidad el único factor con incidencia en el comportamiento de las larvas, ya que en la zona en que se registraron los menores valores de ese factor, se obtuvieron las mayores abundancias de larvas, aunque de acuerdo al análisis de correlación por rangos de Spearman, este comportamiento no es similar en todas las zonas de la Bahía de Jiquilisco.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario integrar y actualizar las investigaciones malacológicas del país, para lograr un mayor desarrollo de esta área. Para ello la información que la presente investigación aporta debe ser complementada con otras, que permitan establecer medidas de uso y conservación sostenible para las especies de moluscos de importancia ecológica y comercial; elaborando un plan de manejo para este preciado recurso.

Las investigaciones sugeridas son las siguientes:

- ✓ Estudios taxonómicos de larvas de moluscos bivalvos de importancia ecológica y comercial.
- ✓ Estudios de distribución y abundancia de larvas de moluscos bivalvos relacionados con otras variables como disponibilidad de alimento, nutrientes y predación.
- ✓ Investigaciones sobre distribución y abundancia de larvas de mejillones en condiciones de marea baja.

- ✓ Trabajos de investigación experimental enfocados en el desove inducido en el laboratorio, para determinar las etapas del ciclo de vida y desarrollo larval de moluscos bivalvos propios de nuestros ecosistemas costeros, para ofrecer nuevas alternativas de obtención de semilla a los acuicultores y así aminorar el problema de la sobreexplotación del recurso.

- ✓ Investigaciones sobre reclutamiento de plantígrados y determinar que sustratos prefieren los moluscos bivalvos para asentarse y así proponer programas de protección de las áreas que son mas favorables para el asentamiento y fijación de larvas en metamorfosis.

- ✓ Estudios sobre madurez gonádica en individuos adultos de la familia mytilidae propios de la Bahía de Jiquilisco o de otros ecosistemas estuarinos de la costa salvadoreña para determinar si en efecto los individuos adultos de esta familia son sexualmente activos durante todo el año y en que porcentaje lo son.

7. LITERATURA CITADA

- ✓ ACKERMAN, J.D., S. BLAIR. ; S. J. NICHOLS & R. CLAUDI, 1994, A Review of The Early Life history of Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): Comparisons with Marine bivalves. *Can. J. Zool.* 72: 1169-1179. pp Toronto, Canadá.

- ✓ BARNES, R. D., 1989. *Zoología de los Invertebrados*. 5° Ed. Gettysburg College, Pennsylvania. Interamericana Mc Graw Hill. 942pp.

- ✓ BOLTOVSKOY D. 1981, Estimación de la cantidad de agua filtrada, en *Atlas del zooplancton marino sud-occidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial del INIDEP. Mar de plata Argentina, p. 87-91.

- ✓ BRENES, C. L ; 1995, Charla Magistral sobre hidrografía de ambientes estuarinos, laboratorio de oceanografía y manejo costero. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. En *Actas del Simposium "Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y Su Recurso de Post-larvas de Camarones Peneidos"*. pp 10-25

- ✓ BUCKLE RAMÍREZ L. F. Y M. GARZA AGUIRRE 1989, Ciclo Reproductivo del Mejillón "*Modiolus capax*" (Conrad 1837) (Bivalvia Mytilidae), en la Bahía de los Ángeles Baja California México. CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) Baja California México. 19pp

- ✓ CENTRO DE DESARROLLO PESQUERO Y DE LA ACUICULTURA, 2004, base de datos de monitoreo oceanográfico y meteorológico en la Bahía de Jiquilisco y la costa de la Unión, El Salvador, sección 3, 55pp.

- ✓ CHANLEY P. & J. ANDREW, 1971, Aids for identification of bivalve larvae, Malacología, 11(1) : 45-119.

- ✓ CIFUENTES, L. J. , P. G. TORRES, M. FRÍAS ,1986, El Océano y sus Recursos III. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Física, Matemáticas e Ingeniería. Fondo de Cultura Económica. México. 58pp.

- ✓ CIFUENTES, L. J. , P. G. TORRES, M. FRÍAS ,1997a, El Océano y sus Recursos IV. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Biológica. Fondo de Cultura Económica. 2° Ed. México. 66pp.

- ✓ CIFUENTES, L. J. ; P. G. TORRES & M. FRÍAS , 1997b. El Océano y sus Recursos IV. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Geológica y Química. Fondo de Cultura Económica 2° Ed.. México. 61pp

- ✓ CIFUENTES, L. J. , P. G. TORRES, M. FRÍAS ,1997c. El Océano y Sus Recursos V. Plancton. fondo de cultura económica. 2° Ed, México. 65Ppp

- ✓ CRUZ, S. R. & J. A. JIMÉNEZ, 1994, Moluscos asociados a las áreas de manglar de la costa pacífica de América Central, guía. Editorial UNA, Heredia C. R. 179pp.

- ✓ CUEVAS C.A. & A. MARTÍNEZ, 1979, Estudio gonádico de *Crassostrea corteziensis* Hertlein, C palmula Carpenter de San Blas, Nayarit, México (Bivalvia: Ostreidae) Anales de Ciencias del Mar y Limnología, universidad Nacional Autónoma de México, 6: 81-98.

- ✓ DANIEL W. W. 1997. Bioestadística. 3ª Ed. editorial Limusa S.A. de C. V. México. 775pp.

- ✓ Day, J., C. Hall, M. Kemp & A. Yanñez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, pp 45-143

- ✓ FAO, 1995. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca, Vol 1; Plantas e invertebrados; departamento de pesca, FAO; Roma, Italia; Roma . 417pp

- ✓ GRANADOS, C. A. 1995, Bioecología del ostión (*Crassostrea columbiensis*), en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Vol. VII N°68-69. Com. Soc. Malac. Uruguay. pp.425-453

- ✓ GUZMÁN LÓPEZ. G. ,1995, Clima y recursos atmosféricos, en “Historia natural y ecología de El Salvador, tomo I, 396pp. MINED, Comisión nacional de libros de textos gratuitos México DF.

- ✓ HERNÁNDEZ M. A, 1993, Inventario Preliminar de Moluscos Marinos de la Costa de El Salvador, SEMA, MAG. pp. 5 – 65.

- ✓ HERNÁNDEZ R. & M. CALDERÓN ; 1974, Inventario Preliminar de la Flora y Fauna Acuática de la Bahía de Jiquilisco. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Servicio de Recursos Pesqueros. MAG 28 pp

- ✓ HERRERA S. J. 1994, Correlaciones de parámetros hidrobiológicos de la laguna de Celestun, Yucatán, Anales de ciencias del mar y limnología. UNAM. 19pp.

- ✓ JIMÉNEZ J. A., 1994. Los manglares del pacifico Centroamericano. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 319 pp.

- ✓ JURADO, S. M., R. MORALES & J. ULLOA, 1995. Estimación de las Áreas de Manglares en los Principales Bosques Salados de El Salvador Mediante el Uso de Teledetección Satelital para 1987 – 1988 y 1994. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Nueva San Salvador, El Salvador, en Actas del Simposium “Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y Su Recurso de Post-larvas de Camarones Peneidos”. pp 203-209

- ✓ KEEN, A. M. 1971, Sea Shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru. 2° Ed. Stanford university press, Stanford California. pp 58 – 74.

- ✓ KREBS, C.J. 1985, ECOLOGIA, estudio de la distribución y la abundancia, 2° Ed. Harla, México, 679pp

- ✓ LEVINTON, J.S. , 1982, Marine Ecology, PRENTICE-HALL INC, State University of New York at Stony Brook. Englewood Cliffs, New Jersey 07632. 437pp

- ✓ MACKENZIE, C. L. jr. 2001. The Fisheries for mangrove cockles, *Anadara* spp. , from Mexico to Peru, with descriptions of habitats and biology, the fishermen's lives and the effects of shrimps farming. *Mar. fish. Rew.* 63(1),2001, 1-39 pp.

- ✓ MARN 2000. Informe Nacional, Estado Del Medio Ambiente En El Salvador. Ministerio Del Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador, C.A.

- ✓ MARTÍNEZ-GUERRERO A. ,1977, Distribución y variación estacional del zooplancton en cinco lagunas costeras en el estado de guerrero, México, *Anales de ciencias del mar y limnología*. UNAM. 15pp

- ✓ MENJIVAR, R. 1995. Distribución, Abundancia y diversidad de las diatomeas Planctónicas de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, en actas del simposium "Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y su Recurso de Post – larvas de Camarones Peneidos". Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Pp 236-256

- ✓ “MYTILIDOS”, Pagina web, 2003. 2pp
www.subpesca.cl/acuicultura/fichas/mitilidos.htm

- ✓ QUAYLE D.B. & J.F. NEWKIRK, 1989. Farming Bivalve Molluscs: Methods for study and Development, Advances in world Mariculture, Vol 1. Los Angeles, USA, The World Acuiculture Society, 294p

- ✓ QUEZADA, M. L. 1995, Composición florística de la vegetación de manglar de la bahía de Jiquilisco, Usulután en Actas del simposium Ecosistemas de manglares en el pacifico Centro Americano y su recurso de post-larvas de camarones peneidos, Universidad de El Salvador, escuela de Biología, pp 210-226.

- ✓ REDES, 1999, Evaluación de impacto ambiental biótico del proyecto recuperación de áreas deforestada de bosque salado en la Bahía de Jiquilisco. 61pp.

- ✓ REES, C. B. 1950, The identification and classification of Lamellibranch larvae; Hull bulletins of Marine ecology, Vol. III N° 19pp, 73-104.

- ✓ SAGASTIZADO, M. E., 1995, Poblaciones de enterobacterias en agua superficial y sedimento, durante la estación seca en la Bahía de Jiquilisco.

Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. En actas del simposium “Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y su Recurso de Post – larvas de Camarones Peneidos”. Pp 85-89.

- ✓ SALAZAR, J. L., 1995. Régimen Hidrográfico de La Bahía de Jiquilisco, Octubre 1993 a Marzo de 1995. Centro de Desarrollo Pesquero, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Nueva San Salvador, El Salvador. En Actas del Simposium “Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y Su Recurso de Post-larvas de Camarones Peneidos”.61-64pp

- ✓ SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES (SNET), Servicio de Meteorología, Centro de información Agro climatología. “Datos promedio de precipitación mensual en las estaciones de Puerto Parada (años 1970-1998 y 2002), Puerto El Triunfo (años 1959-1985, 1999-2002) y La Carrera (años 1998- 2002). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

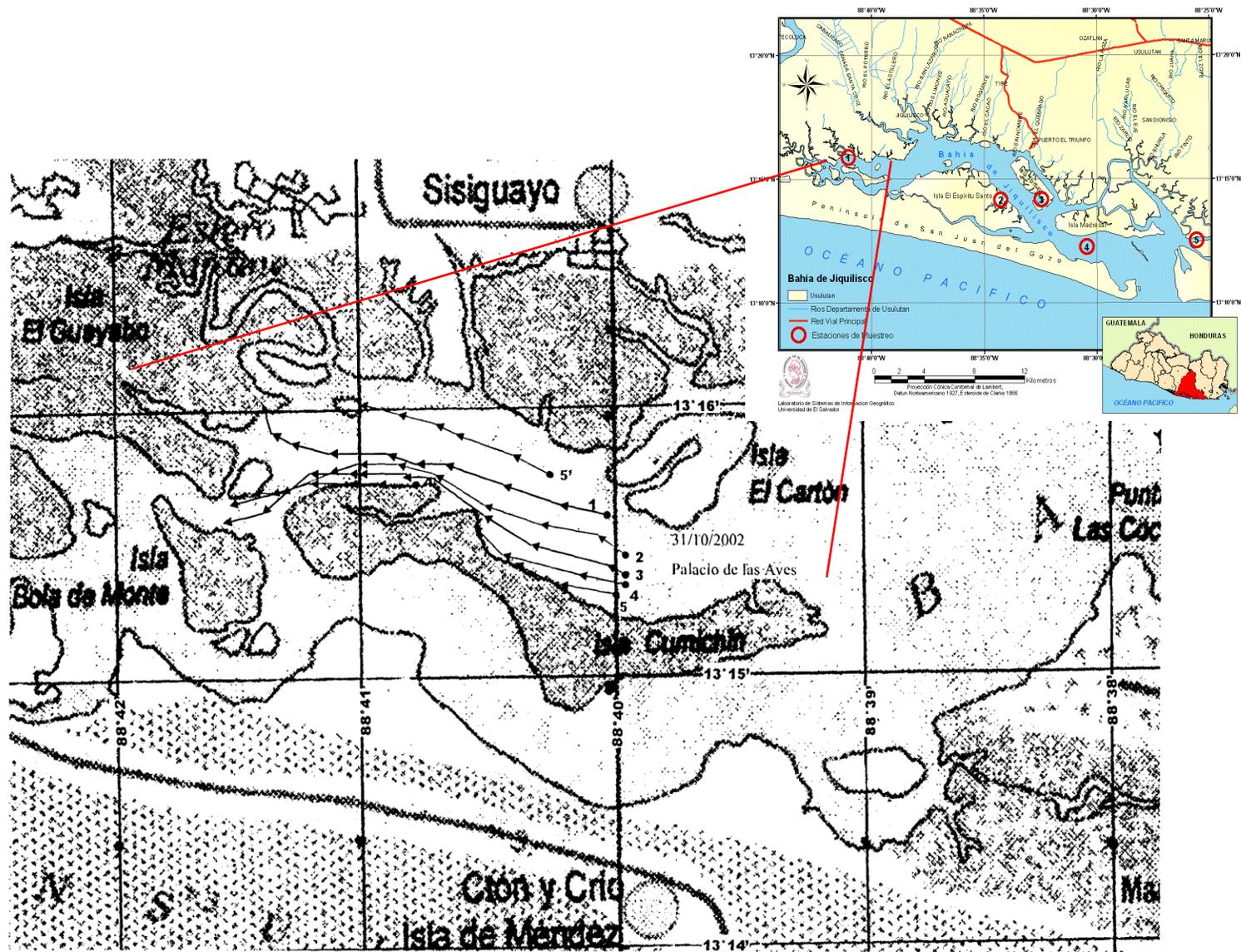
- ✓ STUARDO, J. & M. VILLAROEL, 1974, Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México, Anales de ciencias del mar y limnología, UNAM, 29pp.

- ✓ ULLOA J. B & P. PHILLIPS; 1978. Estudio de las poblaciones de Camarones Marinos en La Bahía de Jiquilisco, El Salvador. MAG. Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Servicio de Recursos Pesqueros. 31pp.

- ✓ WOLF M. 1995, Charla magistral “Main research lines in the field of larval ecology of marine organisms”. Centro de Ecología Marina Tropical(ZMT). Klagenfurter Str. GEO. Bremen, Alemania. En Actas del Simposium “Ecosistemas de Manglares en El Pacifico Centroamericano y Su Recurso de Post-larvas de Camarones Peneidos”. pp 285-290

- ✓ YÁNEZ-ARANCIBIA, A., 1980, taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del pacifico de México. Centro de ciencias del mar y limnología, universidad Nacional, autónoma de México, publicaciones especiales 2: 1-306 (1978)

8. ANEXOS



Anexo 2: Monitoreo de corriente en la zona alta de la Bahía de Jiquilisco.