

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE OSTRAS DEL
GENERO *Crassostrea* (Bivalvia: ostreidae) EN PLAYAS
ROCOSAS DEL DEPARTAMENTO DE
LA UNIÓN, EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

Br. MANUEL ANTONIO HERNÁNDEZ SEGURA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO DE 2005.

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

**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE OSTRAS DEL
GENERO *Crassostrea* (Bivalvia: ostreidae) EN PLAYAS
ROCOSAS DEL DEPARTAMENTO DE
LA UNIÓN, EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Br. MANUEL ANTONIO HERNÁNDEZ SEGURA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESORADA POR:

M.Sc. FRANCISCO A. CHICAS BATRES. _____

JURADO EVALUADOR

M.Sc. OLGA LIDIA TEJADA. _____

Lic. CARLOS ANTONIO GRANADOS. _____

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO DE 2005.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

Dra. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL

Licda. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FISCAL GENERAL

Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

Dr. JOSÉ HÉCTOR ELÍAS

DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ENERO DE 2005.

DEDICATORIAS

Al trabajador salvadoreño, ya que son ellos y ellas con su esfuerzo quienes hacen posible que la Universidad de El Salvador abra año con año sus puertas a las nuevas generaciones de hombres y mujeres con las que algún día más tarde o mas temprano se construirá un El Salvador diferente.

A aquellos que ya no se encuentran físicamente entre nosotros y de los cuales recibí además de cariño muchos consejos y ejemplos: Mi abuelos Mercedes Díaz y José Palacios, el tío Clemente, el “tatita” David y “mama” Lina y el Prof. Pastor Baires.

A mi familia:

Mi madre Teresa de Jesús Hernández y tías Rosa Guadalupe Díaz y Maria Daisy Díaz, ya que son ellas a quienes les debo en gran parte el ser la persona que soy, y por que puedo decir que tengo el privilegio de tener tres madres.

Mis abuelas Rosa Elba Hernández y Julia Ramírez, por aun en tiempos difíciles, con mucho esfuerzo lograron sacar adelante a sus familias.

Mi Hermano José Reinaldo Hernández y mi primo Leonel Martínez, por que en momentos de alegría y de tristeza, siempre han estado con migo.

Mis tíos Roberto y José Hernández, Ana Mercedes, Cruz Beltrán, Ana Gladis, Mirna Funez y mis otros primos Paty, Brenda, Roberto, Elba, Stephany, Joselin y Anita; por que a pesar de la distancia seguimos siendo una familia unida.

*Soy feliz, soy un hombre feliz y
quiero que me perdonen por este día
los muertos de mi felicidad (Silvio Rodríguez)*

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros del Proyecto Desarrollo de la Acuicultura en los estuarios de El Salvador (JICA –CENDEPESCA) Licda. Marlene Galdamez, Lic. Hebert Vásquez, Ing. Tsuneo Iwao e Ing. Joji Ogawa por el apoyo recibido en esta investigación.

A mi asesor

M.Sc. Francisco Antonio Chicas Batres por todas sus enseñanzas y el apoyo brindado durante mi formación académica y profesional dentro y fuera de la Escuela de Biología.

A los miembros plenos, mis amigos y hermanos

Miguel Ayala (peche), Jeremías Yanes (la bestia), Carlos Alemán (el gusano), Luis Ángel Ramírez (Shampoo), Ernesto Segovia (el niño), Rodrigo Zelaya (el chino), Manuel Medina (el chele), Carlos Medina (el choco) y Raúl Landaverde (Klishman), pues se que siempre podré contar con ellos mientras tengamos vida.

A mis amigas y compañeras

Norma Argueta, Rhina Pérez, Maricela Villacorta, Margarita Landaverde, Zenaida Domínguez y Carmen Turcios por que cada una de ellas a sabido comprenderme y apoyarme.

A los Biólogos

Lic. Jorge López, Lic. Carlos Antonio Granados, M.sc. Olga Lidia Tejada Lic. Wilfredo Cañas, Franklin López y M.sc. Ana Martha Zetino, por los aportes, la colaboración y el apoyo que me brindaron durante mi formación académica y durante el desarrollo de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDOS

	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1 General.....	3
1.2 Específicos.....	3
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	4
2.1 Aspectos generales de las ostras.....	4
2.2 Morfología externa de las ostras.....	6
2.3 Morfología interna de las ostras.....	7
2.4 Alimentación.....	9
2.6 Reproducción y embriogenia.....	10
2.7 Factores que estimulan el desove de las ostras y la distribución y abundancia de sus larvas.....	12

3.	METODOLOGÍA.....	18
	3.1 Descripción general del área de estudio.....	18
	3.2 Estaciones de muestreo.....	19
	3.3 Metodología de campo.....	22
	3.3.1 Muestreo de plancton.....	23
	3.3.2 Toma de datos físico-químicos.....	25
	3.4 Metodología de laboratorio.....	26
	3.4.1 Revisión de muestras de plancton.....	26
	3.4.2 Cálculo de volumen agua muestreado.....	29
	3.5 Análisis estadísticos.....	29
4.	RESULTADOS.....	31
	4.1 Factores físico – químicos.....	31
	4.1.1 Temperatura del Agua (°C).....	31
	4.1.2 Salinidad (‰).....	35
	4.1.3 Transparencia del agua (m.).....	39
	4.1.4 Varianza de los factores Físico-Químicos entre estaciones de muestreo y durante el período de investigación.....	43
	4.2 Abundancia de larvas planctónicas de ostra.....	44
	4.2.1 Abundancia por estación.....	44
	4.3 Comparación de abundancia entre estaciones.....	48
	4.4 Abundancia total por estación.....	50

4.5	Abundancia mensual total.....	51
4.6	Relación entre la abundancia de larvas planctónicas de ostras y factores como temperatura, salinidad y transparencia del agua.....	52
5.	DISCUSIÓN	54
6.	CONCLUSIONES.....	62
7.	RECOMENDACIONES.....	64
8.	LITERATURA CONSULTADA.....	66
9.	ANEXOS.....	74

INDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Promedios mensuales y valores calculados de Temperatura (°C) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.....	35
Cuadro 2. Promedios mensuales y valores calculados de Salinidad (‰) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.....	39
Cuadro 3. Promedios mensuales y valores calculados de Transparencia (m.) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.....	43
Cuadro 4. Resultados del ANDEVA aplicado a los valores mensuales promedio de Temperatura, Salinidad y Transparencia del agua entre estaciones de muestreo y durante el periodo de investigación.....	44
Cuadro 5. Promedios mensuales de larvas planctónicas de ostra por m ³ en las estaciones de muestreo; zona costera Dpto. de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	49

Cuadro 6. Resultados de la prueba de correlación
por rangos de SPEARMAN (r_s) y coeficiente de
determinación (r^2) aplicados a la abundancia
mensual de larvas de ostra y factores oceanográficos
como Temperatura, Salinidad y Transparencia
del agua, en las estaciones “Las Tunas”,
“Playas Negras” y “Maculiz”.....53

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Franja costera del Departamento de La Unión donde fueron ubicadas las estaciones de muestreo.....	20
Figura 2. Red tipo KITAJARA 5522, utilizada en los muestreos de plancton.....	24
Figura 3. Extracción y separación de la muestra de plancton.....	24
Figura 4. Botella KITAHARA 5022B.....	25
Figura 5. Medición de temperatura y salinidad.....	25
Figura 6. Medición de transparencia.....	25
Figura 7. Larvas planctónicas de ostra con umbo desarrollado.....	26
Figura 8. Muestra de plancton con larvas de ostra presentes.....	28
Figura 9. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	33
Figura 10. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	33

Figura 11. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	33
Figura 12. Comparación de la temperatura mensual promedio de “Las Tunas”, Playas Negras” y “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero 2002 a enero 2003.....	34
Figura 13. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	37
Figura 14. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Playas Negras”;Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	37
Figura 15. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	37

Figura 16. Comparación de la salinidad mensual promedio de “Las Tunas”, Playas Negras” y “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero 2002 a enero 2003.....	38
Figura 17. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Las tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	41
Figura 18. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	41
Figura 19. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	41
Figura 20. Comparación de la transparencia mensual promedio de “Las Tunas”, Playas Negras” y “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero 2002 a enero 2003.....	42

Figura 21. promedios mensuales de larvas por m ³ , “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	45
Figura 22. promedios mensuales de larvas por m ³ , “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	46
Figura 23. promedios mensuales de larvas por m ³ , “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	47
Figura 24. Promedios mensuales de abundancia de larvas planctónicas de ostra por m ³ en las estaciones de muestreo “Las tunas”, “Playas Negras” y “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	50
Figura 25. Total de larvas planctónicas de ostra colectadas en las Estaciones de muestreo “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.....	51

Figura 26. Promedios de abundancia mensual entre

estaciones de muestreo “Las Tunas”, “Playas Negras” y

“Maculiz”; Departamento de La Unión, El Salvador.

Período de enero de 2002 a enero de 2003..... 52

RESUMEN

El estudio sobre distribución y abundancia de larvas planctónicas de ostras fue realizado en tres sitios de la costa del Departamento de La Unión; en esta zona fueron escogidas “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis” como estaciones de muestreo para la colecta de plancton y medición de factores oceanográficos como temperatura, salinidad y transparencia del agua, realizándose entre enero de 2002 y enero de 2003 un total de 49 muestreos en los que se colectó un total de 9,582 larvas. El resultado de los muestreos indicó que la ocurrencia de larvas fue permanente durante los trece meses de investigación, así como en las tres estaciones de muestreo, observándose un incremento en la abundancia de larvas durante la época lluviosa lo cual podría atribuirse a la mayor disponibilidad de alimento que se genera por efecto de las lluvias. Los valores más altos de abundancia larval se registraron entre julio y noviembre, reportándose para el mes de agosto el pico más alto de abundancia larval con un promedio de 200 larvas por m^3 y “Las Tunas” con total de 5901 larvas, lo cual corresponde al 65% de las capturadas fue la estación con mayor abundancia, esto pudo deberse a que “Las Tunas” es el sitio más cercano al estero “El Encantado” el cual aporta además de nutrientes una gran cantidad de larvas de “ostras de mangle”. Al correlacionar los valores mensuales de abundancia con la temperatura, salinidad y transparencia del agua, este último como indicador indirecto de disponibilidad de alimento, el análisis de correlación por rangos de SPEARMAN solamente encontró relación con la transparencia del agua en estación “Maculis”, pero se conoce que los otros factores oceanográficos son determinantes en la reproducción de las ostras y en la distribución y abundancia de las larvas de estos moluscos.

INTRODUCCIÓN

El interés por conocer la distribución y abundancia local y temporal de las larvas planctónicas de ostras se debe a la importancia ambiental y socioeconómica que estos moluscos bivalvos tienen dentro de la zona costera, en donde son parte fundamental de sus procesos ecológicos y constituyen en la mayoría de los casos la principal o única fuente de ingresos para una gran cantidad de personas que se dedican a su extracción.

Las ostras poseen un alto potencial reproductivo, pero al igual que la mayoría de recursos marinos vivos con importancia económica, su explotación descontrolada ha ocasionado una significativa disminución en las capturas y en las tallas de extracción, lo que ha provocado que los bancos naturales de estos moluscos estén disminuyendo y hallan desaparecido de algunas zonas de la costa salvadoreña.

Aun cuando se han realizado estudios relacionados con este tema en otros países y la información aportada por estos trabajos es fundamental, con frecuencia esta información se vuelve difícil de aplicar en nuestro país, debido a las diferencias climatológicas y medioambientales entre zonas geográficas, y es que los factores antes mencionados repercuten directamente en la actividad reproductiva de las ostras, las cuales responden a estímulos provocados por las condiciones del medio en que habitan.

El presente trabajo aporta información de un período de trece meses de investigación en el cual se realizó semanalmente un monitoreo tanto de larvas planctónicas de ostras, así como de temperatura, salinidad y transparencia del agua en un segmento de costa comprendido entre “Las Tunas” y la Península de Amapala en el Departamento de La Unión, en donde actualmente se encuentran los bancos de ostras más productivos del país.

Se espera que la información aportada por esta investigación contribuya al conocimiento de la dinámica larval y que fundamente acciones para proteger y dar buen uso a este recurso marino tan importante.

1. OBJETIVOS

1.1 General:

- Caracterizar la distribución y abundancia local y temporal de larvas planctónicas de ostras del género *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) en playas rocosas del departamento de La Unión.

1.2 Específicos:

- Determinar la distribución de las larvas planctónicas de ostra en un segmento de costa comprendido entre “Las Tunas” y la Península de Amapala.
- Cuantificar la abundancia local y mensual de larvas planctónicas de ostras en los sitios de muestreo.
- Determinar la relación entre la abundancia y distribución de las larvas de ostra y factores oceanográficos como temperatura, salinidad y transparencia del agua.
- Aportar información sobre los sitios y épocas de mayor abundancia de las larvas de ostras, y así contribuir en el conocimiento sobre este recurso.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Aspectos generales de las ostras.

Las ostras son moluscos acuáticos de simetría fundamentalmente bilateral que poseen conchas formando dos valvas calcificadas, las cuales se encuentran articuladas dorsalmente entre sí y encierran por completo al cuerpo blando (**Barnes, 1989 y FAO, 1995**); son habitantes típicos de los esteros, desembocaduras de ríos, lagunas costeras y todas aquellas formaciones litorales en donde exista un sustrato adecuado para que se fijen las larvas y se desarrollen los adultos (**Castillo & García, 1986**).

Estos moluscos son filtradores que se alimentan de partículas y organismos planctónicos diminutos, los cuales son atrapados cuando la corriente inhalante pasa a través de sus branquias en las cuales se retienen hasta ser agrupados para luego ser desplazados hasta la boca (**Walne, s. a.**).

Los hábitos de reproducción en las ostras pueden variar entre algunas de sus especies, sin embargo la mayoría de estos organismos presentan sexos diferenciados al momento del desove, aunque el sexo puede variar entre uno y otro desove, pudiendo un año desovar como hembra y el otro como macho (**Barnes, 1989**).

La fecundación es externa y se realiza en el agua circundante, pero en algunas especies luego de la fecundación, las larvas son incubadas dentro de sus padres por casi la mitad de su vida planctónica, mientras que otras pasan todo su estadio larvario como plancton (**Barnes, 1989**).

La clasificación taxonómica de estos organismos referida por **Rodríguez (2000); Castillo & García (1986); Barnes (1989) y Cruz & Soto (1994)**; es la siguiente:

CLASE BIVALVIA Linné, 1758. También llamados Pelecípoda o

Lamellibranchia.

ORDEN OSTREOIDA Férussac, 1822.

SUBORDEN OSTREINA Férussac, 1822.

SUPERFAMILIA OSTREACEA Rafinesque, 1815.

FAMILIA OSTREIDAE Rafinesque, 1815.

SUBFAMILIA OSTREINAE Rafinesque, 1815.

GENERO CRASSOSTREA Sacco, 1897,

OSTREA Linnaeus, 1758.

Las ostras reportadas por **Cruz & Jiménez (1994); FAO (1995) y Angell (1996)** para El Salvador, y que habitan en la zona donde se desarrolló la investigación pertenecen al género *Crassostrea*, siendo estas *Crassostrea iridescens* encontrándose también con los nombres de *Striostrea prismática*, *Crassostrea prismática*, *Ostrea prismática* y *Ostrea iridescens*; se distribuye

desde baja California hasta Ecuador (**Pacheco, 1979; Fournier, 1991; Cruz & Jiménez, 1994 y FAO, 1995**). Así también, la *Crassostrea* o *Saccostrea palmula* y la *Crassostrea* u *Ostrea columbiensis*, las cuales habitan en áreas estuarinas y de manglar desde México hasta Ecuador (**Cruz & Jiménez, 1994 y FAO, 1995**).

El género *Crassostrea* presenta la siguientes características: valva izquierda elongada y pegada al sustrato, cicatriz del músculo aductor frecuentemente incolora y cerca del borde de las valvas, y huevos pequeños no incubados (**Quayle, 1981**).

2.2 Morfología externa de las ostras.

La característica distintiva de las conchas de estos bivalvos es la presencia de dos valvas calcificadas, unidas sobre la línea media dorsal por un ligamento flexible en la charnela que forma un istmo con escaso carbonato de calcio y abundantes proteínas; dicho ligamento tiene una estructura tal que cuando las valvas están cerradas, la parte dorsal se estira y la ventral se comprime, así cuando los músculos aductores del cuerpo blando de la ostra se relajan, la elasticidad del ligamento hace que las valvas se abran (**Barnes, 1989**).

Estas valvas que constituyen una sola pieza son producto de la adaptación morfológica efectuada por la clase bivalvia donde a partir de la forma ancestral, la modificación básica involucra una concha comprimida lateralmente y elongada dorsoventralmente (**Castillo & García, 1986**).

La forma de la concha esta relacionada con las actividades propias del animal; las ostras por ser organismos sésiles carecen de mecanismos de locomoción una vez fijadas al sustrato, esto hace que su forma este determinada por las características de sustrato en que se fija (**Castillo & García, 1986**).

Quayle (1981) y Barnes (1989), afirman que la concha se compone de tres capas. La interna es una capa delgada, dura y por lo general brillante denominada nácar. La capa exterior es una capa delgada, córnea casi membranosa que se desgasta muy pronto y se denomina periostraco. Entre las dos capas mencionadas anteriormente se encuentra la tercera que forma la parte principal de la concha y esta compuesta por láminas de carbonato de calcio superpuestas.

2.3 Morfología interna de las ostras.

Según la **FAO (1995)**, el cuerpo blando, no segmentado de los bivalvos se caracteriza por una compresión dorso-ventral entre los lóbulos derecho e izquierdo del manto, el cual es una lámina de tejido formado por dos lóbulos que secretan y revisten internamente las respectivas valvas, dando lugar a una

cámara cuya función es cubrir los órganos de alimentación y reproducción ya que el cuerpo de estos moluscos carece de cabeza y de órganos de masticación.

Según **(Walne s. a.)** la masa corporal que se encuentra entre los músculos aductores, contiene el sistema digestivo que consiste en una boca, un esófago y un estómago en forma de bolsa; a demás del intestino, el corazón y el riñón.

En la base del estómago se encuentra una ranura, la cual en una ostra que se esta alimentando contiene un bastoncillo cristalino gelatinoso de color amarillo llamado estilo cristalino; este constituye una parte fundamental del sistema digestivo y es una fuente de enzimas.

Barnes (1989) establece que estos moluscos poseen un par de branquias de estructura laminar, cuya actividad genera un complejo sistema de corrientes de agua que permite la recolección de alimento; los filamentos alargados y plegados, y sus uniones mutuas, dan a las branquias el aspecto de láminas, a lo cual se debe el nombre de lamelibranquios.

En cada lado del estómago y conductos que conducen al mismo, aparece una serie de tubos rugosos denominados divertículo digestivo, a menudo llamado también hígado, éste es altamente pigmentado y cuando la ostra esta alimentándose en forma activa su color es verde oscuro o negro, de otra manera su color es café claro **(Quayle, 1981)**.

2.4 Alimentación.

Se sabe relativamente poco sobre lo que constituye la totalidad del alimento de las ostras, como estas permanecen inmóviles y se alimentan mediante la filtración a través de las branquias, debe suponerse que estos moluscos aceptan cualquier tipo de alimento que les llegue en el agua que habitan; aunque no todo el alimento que consumen es digerido **(Walne s. a.)**.

Cualquiera que sea el alimento de las ostras, ya sean flagelados microscópicos, diatomeas o partículas orgánicas muy pequeñas producto de la desintegración de animales y plantas en el mar, existe por lo general un ciclo anual de crecimiento y engorde; esto indica un ciclo anual de disponibilidad de alimento, el cual coincide con la floración del plancton **(Quayle, 1981)**.

El proceso de alimentación consiste en que los cilios de las branquias atrapen las partículas filtradas, lanzándolas a la superficie frontal de los filamentos branquiales, la cual esta repleta de células secretoras de mucus y de grupos de cilios, de los cuales unos baten hacia la base y otros hacia el margen libre de branquias. La secreción mucosa atrapa las partículas alimenticias hasta formar una masa apelotonada que se lleva a la boca por medio de conductos y tractos ciliados **(Walne s. a.)**.

2.5 Reproducción y embriogenia.

Las ostras presentan diferentes hábitos de reproducción, pero en su mayoría estos moluscos bivalvos son dioicos; entre esta mayoría se encuentran las ostras del género *Crassostrea* (**Barnes, 1989**).

La biología reproductiva de las ostras se puede caracterizar en cuatro etapas 1- Desarrollo gonadal 2- Fertilización 3- Desarrollo larval 4- Fijación y metamorfosis (**Newell & Longdon 1996**)

El desarrollo gonadal inicia con la multiplicación celular por mitosis de células germinativas. En el caso de las hembras estas células posteriormente constituyen las gonias primarias y secundarias las cuales entraran en división meiótica. Solo entonces se da el aumento en el volumen celular. Este aumento solo ocurre en las hembras y obedece a la acumulación de inclusiones proteicas, lipídicas y polisacáridas en el citoplasma del oocito. En este caso el índice gonádico aumenta y el de la glándula digestiva disminuye, debido a la transferencia de la glándula digestiva a la gónada (**Sastry & Blake, 1971**)

En el caso de los machos el crecimiento celular no ocurre debido a que los espermatocitos secundarios pasan rápidamente a espermátidas, los que posteriormente se diferencian en espermatozoides sin que ocurra variación en el volumen de la célula.

Al momento del desove las ostras abren sus gonoductos en la cavidad del manto y los gametos son expulsados al exterior total o parcialmente; tanto las hembras como los machos liberan los óvulos y los espermatozoides directamente al agua circundante en donde se realiza la fecundación, pudiendo dar origen, dependiendo del tamaño, edad y madures sexual del adulto; hasta un millón y medio de larvas (**Barnes, 1989 y Walne, s. a.**).

Las especies ovíparas como las del género *Crassostrea* expulsan los gametos al medio donde ocurre la fertilización. En estos, casos los ovocitos son lanzados al medio en profase meiótica, y una vez que entra en contacto con el agua de mar, la meiosis continúa y se detiene nuevamente en metafase 1; reiniciándose cuando el espermatozoide entra en contacto con óvulo dando lugar a la fertilización, la cual se evidencia con la formación de huso meiótico y al aparición del primer polocito producto de la primera división meiótica.

Noda (1980), describe que después de la fecundación, el embrión sufre divisiones celulares hasta convertirse en mórula y posteriormente en blástula; la blástula da origen al primer estadio larval denominado larva trocófora que es común para todos los bivalvos (**anexo 1**).

Noda (1980) y Quayle (1980) observaron que el embrión ó larva trocófora libre y nadadora desarrolla dos diminutas valvas características de la clase, y la capacidad de nadar mediante el golpeteo de cabellos diminutos

llamados cilios, transformándose en una larva veliger también llamada larva “D” por su forma (**anexo 2**).

Barnes (1989) y Quayle (1980) plantean que después de la larva “D” estos moluscos desarrollan algunos sistemas de órganos básicos y al final del período larval, la ostra cuenta con dos músculos aductores, un sistema digestivo, varios filamentos branquiales, un órgano natatorio y dos valvas con el umbo perfectamente desarrollado, el que le da el nombre de larva umbonada (**anexo 3**).

Barnes (1989) describe a las larvas de ostras como organismos planctotróficos y longevos, capaces de dispersarse con las corrientes a distancias de hasta 1,300 Km. **Quayle (1980)** por su parte refiere que en zonas templadas el período larval puede durar entre 18 y 21 días, pero en los trópicos este período dura entre una semana y diez días; al final de este período cuando las larvas han alcanzado el medio milímetro están listas para adherirse a un sustrato.

2.6 Factores que estimulan el desove de las ostras y la distribución y abundancia de sus larvas.

La actividad reproductiva de las ostras en zonas tropicales se extiende por largos períodos de tiempo, pudiendo encontrar en todos los meses del año ostras con alto grado de madurez sexual y al mismo tiempo ostras ya desovadas (**Giese, 1959 y Villalobos, 1980**).

Los resultados de la investigación de **Fournier (1991)** concuerdan en que las ostras se reproducen todo el año ya que encontró que entre el 50% y 90% de la población de ***Striostrea prismática*** (Gray, 1825) estaba desovando, en nueve de los catorce meses de su investigación en Costa Rica.

Cabrera et al. (2001), coinciden con los autores antes citados, ya que reporta haber encontrado individuos maduros y desovados de ***Saccostrea palmula*** (Carpenter, 1857) durante todo el año, así como los hallazgos de **Caballero et al. (1997)** en sus estudios sobre ***Crassostrea columbiensis***.

En la biología de las ostras de los trópicos la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento son factores determinantes que repercuten en el desarrollo gonadal, así como en la cantidad y calidad en los desoves, también en la distribución de sus larvas y el asentamiento o fijación de éstas (**Sidey et al., 1999** y **Devakie & Ali 1999**).

Estudios realizados a estos moluscos mostraron que las ostras presentan épocas de reproducción estrechamente relacionadas con el aumento de la temperatura y la disminución de salinidad (**Cabrera et al. , 2001 Cuevas & Martínez, 1979** y **Páez et al., 1993**).

Quayle & Newkirk, (1989) al analizar factores físico-químicos, plantean que en los trópicos la temperatura es un factor relativamente estable, pero la salinidad frecuentemente es altamente variable por lo que generalmente es considerada como el factor que estimula el desove. Pero **Angell, (1996)** sostiene que el efecto de la salinidad en la maduración de la gónada aun no está clara.

La temperatura juega un papel importante en la biología reproductiva de las ostras; se ha determinado que estos organismos son estimulados al desove por temperaturas arriba de los 29 °C y que es en épocas de mayor temperatura cuando la actividad reproductiva está en su apogeo. **Cuevas & Martínez (1979) y Páez et al. (1993)** encontraron que la ostra de piedra ***Striostrea prismatica*** (Gray, 1825) se encuentra, durante agosto y septiembre en su época de desove, que es relativamente corta y está estimulada por altas temperaturas que oscilan entre 29 y 34°C.

Esto último es sustentado por **Soniat & Ray (1985)**, quienes en los meses de julio a septiembre encontraron los mayores índices de condición en algunas especies de ostra, lo cual coincidió con los meses de más alta temperatura del agua. El índice de condición refleja el porcentaje de peso carne de las ostras, el cual aumenta cuando las gónadas crecen y cubren el cuerpo blando del molusco.

Cuevas & Martínez (1979), establecen también la época de desove de otra especie, la *Saccostrea palmula* (Carpenter, 1857), para la cual la temperatura es un factor determinante, desovando a temperaturas por encima de 27.6 °C en el mes de noviembre.

La temperatura es importante en la biología reproductiva de las ostras según lo plantea **Urban (2001)**, pues influye en el tiempo que los bivalvos del trópico permanecen en estado planctónico, ya que estos organismos desovan a altas temperaturas como estrategia para disminuir el tiempo de los estadios planctónicos de sus larvas, lo que aumenta las posibilidades de sobrevivencia.

Devakie & Ali (1999) plantean que cuando factores ambientales como la temperatura y la salinidad son homogéneos durante el año, aparentemente no afectan directamente y por si solos en la abundancia de las larvas de moluscos y en estos casos la combinación de dichos factores es lo que influye en el desove de las ostras y en la aparición de sus larvas.

Factores de tipo biológico como la alimentación pueden tener influencia sobre la biología reproductiva de las ostras y el incremento en la disponibilidad de alimento generalmente está asociada al inicio de la época lluviosa, pues en esta parte del año aumenta la producción primaria y la biomasa del fitoplancton debido al suplemento de nutrientes generados por los procesos de mezcla en la columna de agua a través de la turbulencia, así como por la disminución de la salinidad (**Epifanio et al., 1983 y Morales & Murillo, 1995**).

Oliva & de Jesús (2000) confirman lo anteriormente planteado, ya que reportan haber encontrado en época lluviosa la mayor abundancia de larvas de moluscos en su investigación. Estos resultados apoyan lo planteado por **Quayle (1981)**, quien observó una fuerte relación entre el inicio de la época lluviosa en los trópicos y la actividad reproductiva de estos organismos, la cual se estimula por la disponibilidad de alimento, propiciando el desove de las ostras y repercutiendo en el desarrollo de sus larvas (**Creekman, 1977**).

Respecto a la distribución de las larvas de moluscos, esta se encuentra influenciada por las corrientes superficiales producidas por vientos y cambios de marea, ya que estos moluscos durante su etapa larval se establecen cerca de la superficie a causa de su fototropismo positivo y a la migración verticalmente en busca de alimento, por lo que pueden ser dispersadas por las corrientes superficiales (**Scheltema, 1992; Gasca et al., 1994 y Stoner & Davis, 1997**).

Esto último explica el fenómeno descrito por **Angell (1996)**, quien reporta que las larvas producidas en esteros pequeños pueden ser arrastradas hacia el mar por el flujo neto de la marea, antes que estas alcancen el tamaño suficiente para asegurar su fijación, recorriendo grandes distancias y adaptándose a condiciones ambientales nuevas.

Pacheco (1979), encontró que la abundancia de larvas de *Ostrea iridescens* sinónimo de *Striostrea prismatica* (Gray, 1825) en todas sus estaciones de muestreo en el Golfo de Fonseca, siendo mayor la abundancia en las estaciones “Las Mueludas” Y “La Bolsa” las más cercanas al estero del “Tamarindo”, sugiriendo la incidencia del estero en los cambios de salinidad de la zona y el efecto de estos cambios en la distribución y abundancia de larvas debido a la disponibilidad de alimento.

Gasca & Morales (1996) concuerdan con lo anterior, al plantear que los organismos en estado planctónico se concentran en sitios con mayor disponibilidad de alimento, por lo que éste es considerado un factor determinante en la abundancia temporal y espacial del zooplancton.

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción general del área de estudio.

El área de estudio esta situada en el Departamento de La Unión y comprende un segmento de costa de aproximadamente 8.3 Km. de longitud ubicada en los 13°, entre 09' y 08' LN y 87° entre los 58' y 55' LO. Este segmento de la costa esta ubicado entre playa "Las Tunas" y la Península de Amapala.

Esta sección de la costa cuyo núcleo lo constituyen roca y piedra sólida construye al lado sur varias ensenadas llanas con cabos rocosos, conformando un área de fondos marinos rocosos de unas 143.10 hectáreas, las cuales están entre los 2 y 12 metros de profundidad **(Gierloff- Emden, 1976 y PROARCA, 2001)**.

Los trechos de playa ubicados en la zona muestran amplias playas de arenas finas y gruesas, acantilados de bases y plataformas rocosas expuestas, arrecifes rocosos, cantos rodados, pequeñas bocanas hasta amplias zonas estuarinas y de manglar entre las que destacan estero "El Encantado" y del Tamarindo; el primero de estos ubicado al oeste de los sitios de muestreo desembocando en el los ríos "El Encantado" y "Monares". Y el segundo y más grande es el estero del Tamarindo ubicado al este de los sitios, desembocando en este el río "Managuara" **(Gierloff- Emden, 1976 y PROARCA, 2001)**.

Ambos esteros debido al efecto de las mareas y corrientes marinas afectan de manera directa el área de estudio, ya que permanentemente se realiza un intercambio de agua entre el área de estudio y los estuarios y viceversa. Frente a esta costa la velocidad de las corrientes alcanza hasta 1.5 nudos, y su dirección puede variar a veces hacia el oeste y a veces hacia el este **(Gierloff- Emden, 1976)**.

En cuanto a los factores medioambientales, la temperatura del Departamento de La Unión registra promedios de 27.8°C anualmente, los mayores promedios mensuales son de 29 a 29.5 °C y se dan en los meses más calurosos que son marzo y abril. Las aguas de las costas del departamento presentan un promedio de 30°C, y en la temporada de vientos se reduce a 27.5°C **(PROARCA, 2001)**.

La salinidad varía anualmente entre 30 y 37 ‰, observándose los valores más altos entre marzo a mayo, y los más bajos en el mes de noviembre. Los valores de precipitación para la zona varían entre 2347 y 1028mm., con un promedio anual de 1701 mm **(MARN, 2000)**.

3. 2 Estaciones de muestreo.

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas específicamente frente a playa “Las Tunas”, “Playas Negras” y “El Maculiz”, a una distancia promedio una de la otra de 2.1 Km. **(Figura 1)**.

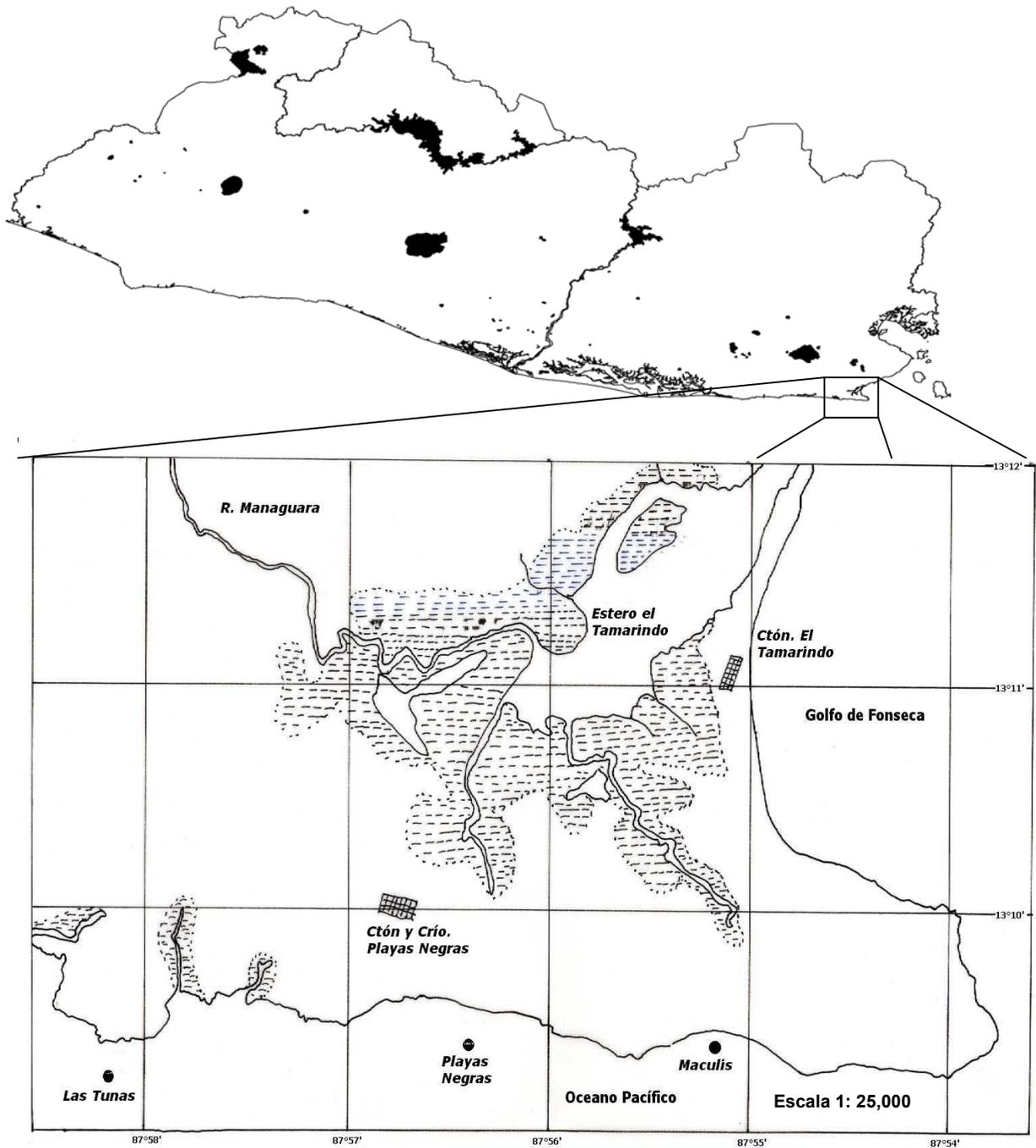


Figura 1. franja costera del Departamento de La Unión donde fueron ubicadas las estaciones de muestreo.

Los datos de posición y profundidad de las estaciones se obtuvieron mediante un posicionador geográfico satelital (GPS) y una ecosonda respectivamente, en visitas previas a la investigación entre los meses de junio y agosto del 2001.

Estación “Las Tunas” se encuentra a los 13° 09’ 28” Latitud Norte y 87° 58’ 05” Longitud Oeste (Figuras 1). La ubicación del sitio es frente a Playa “Las Tunas” perteneciente al caserío del mismo nombre, situado en el Cantón Llano de Los Patos, Municipio de Conchagua, Departamento de La Unión (**I.G.N. s. a.**).

El sitio presenta fondos marinos rocosos que se encuentran a una profundidad promedio de 9.1m; esta sección de la costa muestra acantilados, plataformas y salientes rocosos expuestos al oleaje, existen en la zona formaciones arrecifales rocosas, cantos rodados y piedras sueltas de gran tamaño, es la estación de muestreo más cercana a la bocana del estero “El Encantado” también llamado estero “Las Tunas” y es considerado como hábitat de muchas especies de invertebrados marinos (**PROARCA, 2001**).

Estación “Playas Negras” se encuentra a los 13° 09’ 29” Latitud Norte y 87° 56’ 13” Longitud Oeste (Figuras 1). La ubicación del sitio es frente a “Playas Negras” que pertenece al Caserío del mismo nombre, ubicado en el cantón “Llano de Los Patos”, municipio de Conchagua, Departamento de La Unión (**I.G.N. s. a.**).

El sitio presenta fondo marino arenoso con presencia de parches rocosos en forma de franjas constituidos por arrecifes rocosos, rocas sumergidas y cantos rodados que se encuentran a una profundidad promedio de 7.0 m; esta sección de la costa muestra playas de arenas finas (**PROARCA, 2001**).

Estación “Maculis”: se encuentra a los 13° 08’ 77” Latitud Norte y 87° 55’ 12” Longitud Oeste (Figuras 1). Se ubica frente a Playa “El Maculiz” la cual pertenece al Caserío del mismo nombre, ubicado en el cantón “El Tamarindo”, municipio de Conchagua, Departamento de La Unión **(I.G.N. s. a.)**.

El sitio presenta fondo marino arenoso con presencia de parches rocosos en forma de franjas constituidos por arrecifes rocosos y cantos rodados que se encuentran a una profundidad promedio de 6.4 m; esta sección de la costa muestra playas de arenas finas con algunas salientes rocosas expuestas al oleaje.

3.3 Metodología de campo.

Los muestreos se llevaron a cabo semanalmente entre enero de 2002 y enero de 2003, fueron realizados muestreos de larvas planctónicas de ostra y de factores oceanográficos como temperatura, salinidad y transparencia del agua en las costas del Departamento de La Unión.

En cada visita a la zona se recorrieron las estaciones de muestreo en el siguiente orden “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; desarrollando los muestreos generalmente entre 10.00 a.m. y 12:00 del mediodía.

3.3.1 Muestreo de plancton

Se realizó usando la red de plancton KITAJARA 5522 de fabricación Japonesa, cuyas características son las siguientes: luz de malla de 75 μ m, boca de 21cm de diámetro, módulo excluidor de muestras de 10 ml. y una pesa de 300 gr. (Figura 2).

La red se desplazó de fondo hasta superficie de forma vertical usando una cuerda graduada cada 0.5 m, con la que se midió también la profundidad del sitio. En cada estación fueron realizados tres desplazamientos de la red desde el fondo hasta superficie, cada una de las muestras obtenidas fue depositada en un frasco debidamente etiquetado con el número de muestra y el lugar de muestreo, posteriormente ya en los frascos, las muestras se fijaron con formalina al 10 % para ser llevadas al laboratorio (Figura 3).

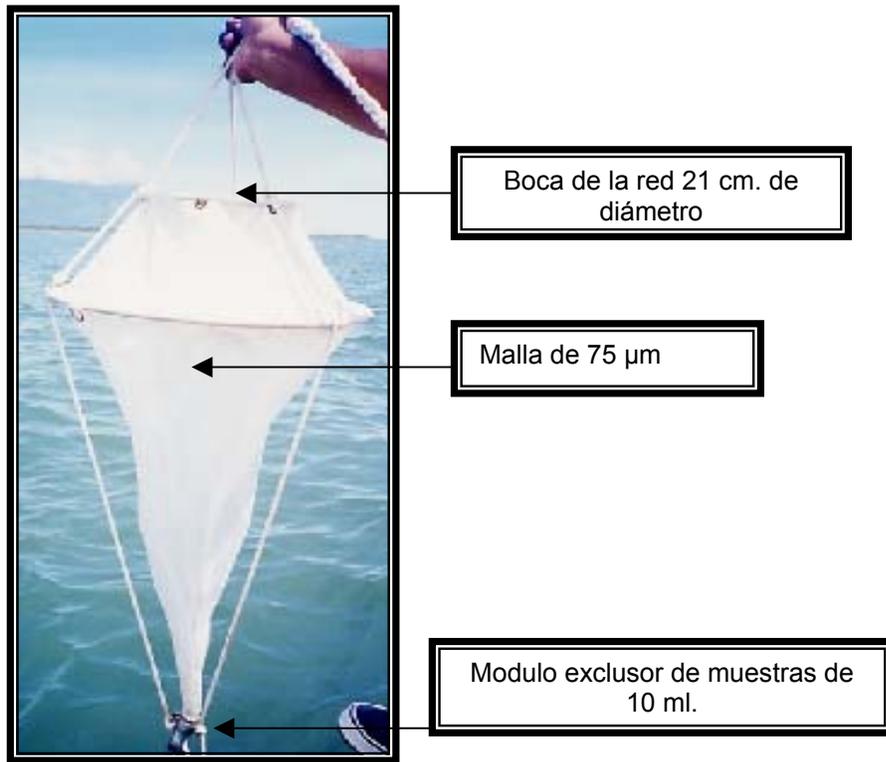


Figura 2. Red tipo KITAJARA 5522, utilizada en los muestreos de plancton.



Figura 3. Extracción y separación de la muestra de plancton.

3.3.2 Toma de datos Físico-Químicos.

Los datos de temperatura y salinidad fueron tomados del fondo de cada sitio, extrayendo la muestra de agua con una botella KITAJARA 5022-B (Figura 4), la cual permite coleccionar muestras a diferentes profundidades. Una vez obtenida la muestra, fueron medidos los parámetros antes mencionados mediante un sistema electrónico HACH; SENCION 5, con precisión mínima de $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $0.1\text{ }^{\circ}\text{‰}$, cuyos datos fueron confrontados con los de un termómetro de mercurio con precisión de $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el caso de temperatura, la transparencia de la columna de agua fue medida con el disco SECHI (figuras 5 y 6).



**Figura 4. Botella KITAHARA
5022B**



**Figura 5. Medición de
temperatura y salinidad**



**Figura 6. Medición de
transparencia**

3.4 Metodología de laboratorio.

Las muestras recolectadas fueron revisadas en el laboratorio de CENDEPESCA Puerto El Triunfo, Departamento de Usulután. La duración de esta fase fue igual que la fase de campo, de 13 meses, realizándose en el mismo período.

3.4.1 Revisión de muestras de plancton.

El proceso de revisión de las muestras comprendió la identificación con base en la forma y tamaño de las larvas ostras, y el conteo de estas por estación de muestreo. El método utilizado fue la identificación por etapa más avanzada de concha larval (**Quayle, 1981**); las larvas de ostra son identificables por este método, cuando se encuentra en la fase umbonal (umbo desarrollado) y su tamaño sobrepasa las $150\mu\text{m}$ (Figura 7).

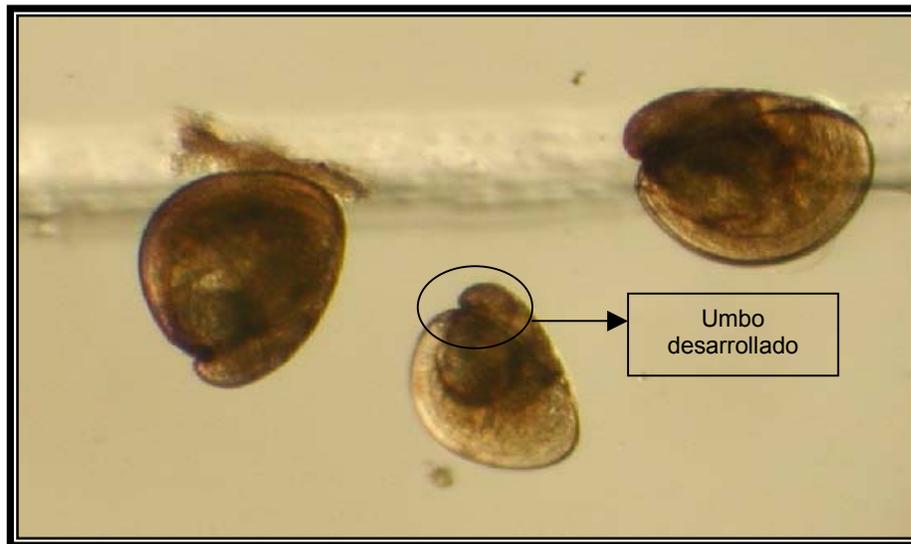


Figura 7. Larvas planctónicas de ostra con umbo desarrollado.

Para la separación de las larvas de ostra con tallas mínimas de identificación de otros organismos y materia suspendida, las muestras fueron vertidas sobre dos tamices de distinto micraje, cada muestra fue tamizada inicialmente a 500 μm para excluir los organismos demasiado grandes, posteriormente la muestra fue tamizada nuevamente a 150 μm para excluir los organismos demasiado pequeños.

Se revisó únicamente la submuestra con organismos entre 150 y 500 μm , los cuales se colocaron en una caja *petri* de fondo dividido en cuadrículas de 5 mm², a la cual se le agregaba agua salada para evitar el desecamiento y daño de la muestra (Figura 8).

La identificación y conteo de larvas se realizó mediante un microscopio estéreo con ampliación máxima de imagen de 40X, a través del cual se revisó el contenido de la caja *petri* cuadro por cuadro, diferenciando y contabilizando de entre otros organismos las larvas planctónicas de ostra.

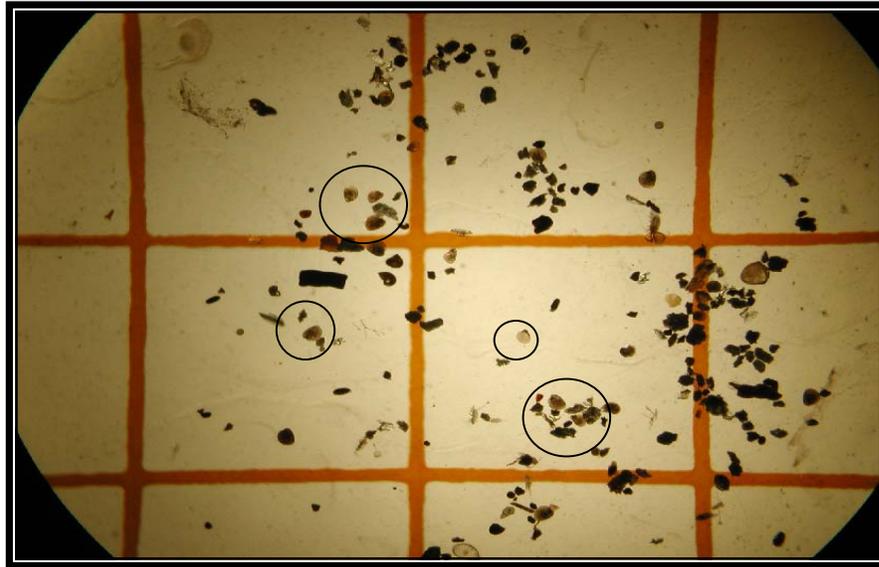


Figura 8. Muestra de plancton con larvas de ostra presentes.

El total de larvas por estación se obtuvo sumando el número de larvas capturadas en cada uno de los desplazamientos de la red, este total se dividió entre el número de litros de agua filtrados en cada estación para obtener la cantidad de larvas por litro de agua muestreado, luego, este valor se multiplicó por mil para obtener el dato de larvas por cada mil litros, lo que es equivalente a un m³. este valor resulta ser más fácil de presentar, ya que cuando el número de larvas es muy bajo el dato comparativo de larvas por litro no alcanza números enteros.

Ej.

N° de litros	n° de larvas	larvas / litros	Larvas / litros *1000 (m ³)
997.13	7	0.007020162	7

3.4.2 Cálculo de volumen agua muestreado.

El cálculo del volumen de agua filtrado por la red se realizó mediante la ecuación $v = h \cdot a$ descrita por **Matsunaga & Kasuga (1979)**, en donde:

v = volumen de agua filtrado por la red.

h = profundidad (cm.) desde la cual se desplazó la red.

$$a = \pi \cdot r^2$$

$$\pi = 3.1416$$

r = radio de la boca de la red de plancton, = 11.5

Esta ecuación da como resultado un valor en cm^3 , el cual es equivalente a ml. los que posteriormente se convirtieron a litros y m^3 .

3.5 Análisis estadísticos.

Para la aplicación de las pruebas estadísticas, los datos obtenidos en cuanto a factores oceanográficos y abundancia de larvas fueron agrupados en promedios mensuales por estación de muestreo, siendo procesados y analizados mediante el programa STATISTIX 3.5. Las pruebas utilizadas fueron el Análisis de Varianza (ANDEVA) no paramétrico en dos vías de FRIEDMAN, aplicado con nivel de significancia (α) = 0.05; con el cual se realizó la comparación de abundancia de larvas, temperatura, salinidad transparencia entre estaciones y meses de muestreo (**Daniels, 1997 y Triola, 2000**).

La otra prueba utilizada fue la correlación por rangos de SPEARMAN, la cual se aplicó con nivel de significancia (α) = 0.05, cuyo valor crítico para un $n = 13$ (meses de muestreo) es de 0.566; el objetivo de esta prueba fue establecer la existencia o no de relación entre la abundancia de larvas planctónicas de ostra y factores físico-químicos de la zona; además con el valor de la correlación (r_s) se obtuvo el Coeficiente de determinación (r^2), el cual indicó el porcentaje de la variación de un factor y atribuida a un factor x (**Daniels, 1997 y Triola, 2000**).

4. RESULTADOS

4.1 Factores Físico – Químicos.

Se llevaron a cabo un total de 49 muestreos en los que se obtuvieron datos de factores oceanográficos como Temperatura, Salinidad y Transparencia del Agua.

4.1.1 Temperatura del Agua (°C).

“Las Tunas”

En esta estación, el valor de temperatura más bajo se registró en el último muestreo de enero de 2003 siendo este 26.30 °C. y el valor más alto fue 31.00 °C el cual se registró en el primer muestreo de agosto y en el tercer muestreo de septiembre.

Los promedios mensuales de temperatura mostraron una tendencia al aumento de enero de 2002 a agosto del mismo año, observándose fluctuaciones en los meses de marzo y junio. A partir de agosto en donde se presentó el promedio mensual más alto el cual fue 30.65°C, pudo observarse una disminución de la temperatura hasta alcanzar su promedio mensual más bajo en enero de 2003, siendo este de 26.70°C (Figura 9).

“Playas Negras”

En “Playas Negras, la temperatura varió entre 26.60 y 30.90°C, éstos valores se presentaron en el último muestreo de enero de 2003 y en el primer muestreo de agosto de 2002 respectivamente.

Los promedios mensuales de temperatura en “Playas Negras” presentaron tendencia al aumento a partir de enero de 2002, fluctuando en los meses de marzo y junio. El valor más alto de temperatura fue registrado en agosto, con 30.65°C y a partir de este momento la estación mostró una tendencia descendente hasta enero de 2003 con un valor promedio de 26.80°C (Figura 10).

“Maculis”

Los valores más altos de esta investigación fueron registrados aquí. “Maculis” presentó valores extremos de 26.60 y 31.00°C, específicamente en el último muestreo del mes de enero 2003 y en el último de agosto respectivamente.

En “Maculis”, la tendencia en el aumento de temperatura empezó a mostrarse a partir del mes de marzo, presentando una fluctuación en junio, alcanzando la temperatura promedio mensual más alta de 30.70°C en agosto y luego descendiendo a 26.85°C en enero de 2003 (Figura 11).

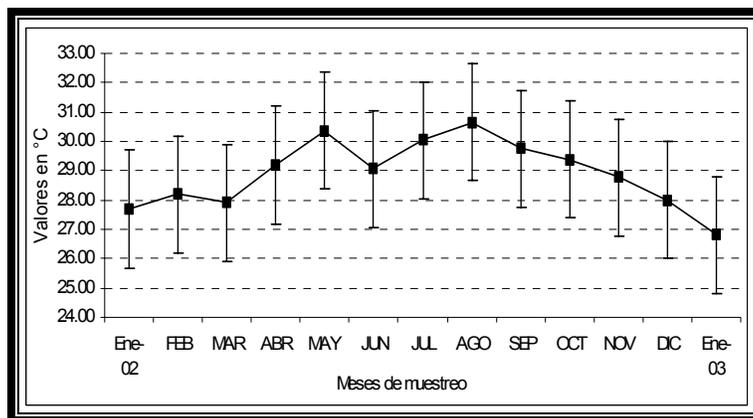


Figura 9. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

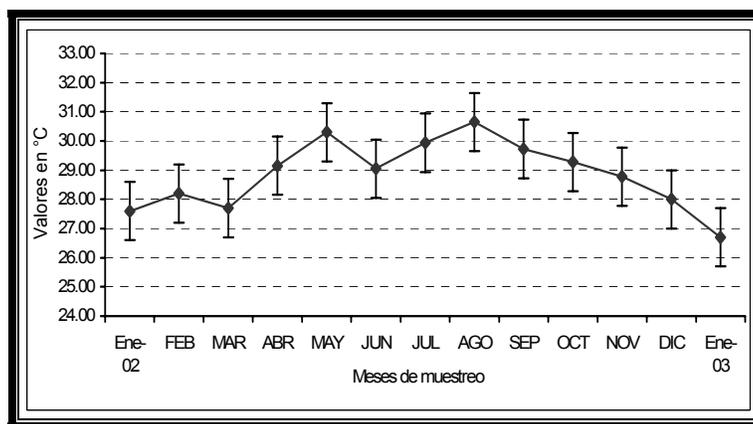


Figura 10. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

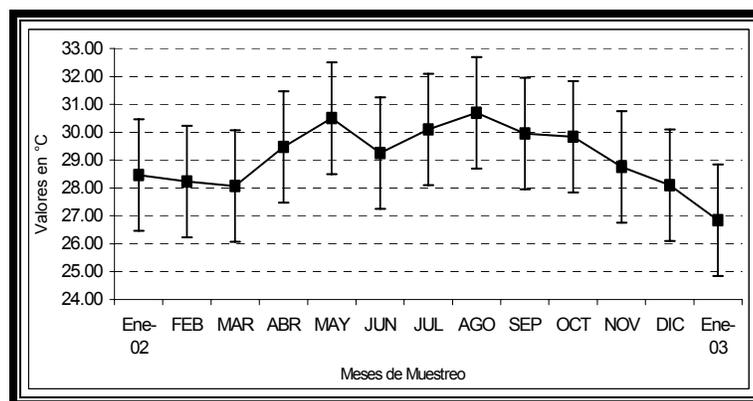


Figura 11. Variación de la temperatura mensual promedio de la estación “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

Exceptuando enero de 2002; en donde “Maculis” mostró una tendencia distinta a las otras dos estaciones en todas se presentó la mismas tendencias de aumento y disminución de la temperatura, siendo en agosto cuando se registró la temperatura más alta en las tres estaciones. Y el mes cuando se registró la menor temperatura fue enero de 2003 (Figura 12).

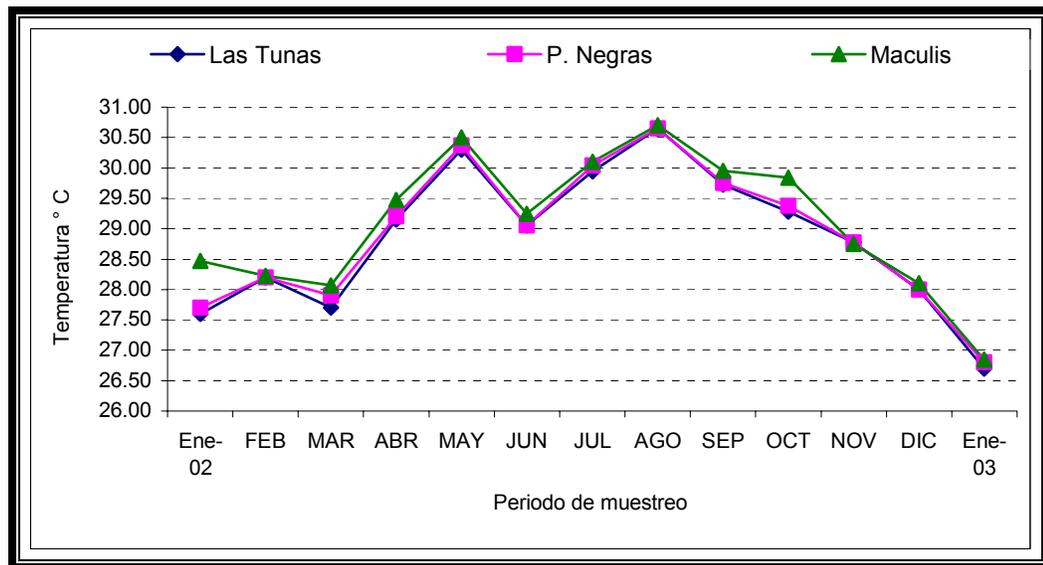


Figura 12. Comparación de la temperatura mensual promedio de “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Periodo de enero 2002 a enero 2003.

La estación “Maculis”, fue la que presentó los valores más altos, obteniéndose para trece meses de muestreo una temperatura promedio de $29.10 \pm 1.13^{\circ}\text{C}$. Las estaciones “Las Tunas y “Playas Negras” presentaron temperaturas de $28.85 \pm 1.16^{\circ}\text{C}$ y $28.91 \pm 1.15^{\circ}\text{C}$ respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios mensuales y valores calculados de Temperatura (°C) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.

Meses y numero de muestreos	“Las Tunas”	“P. Negras”	“Maculis”
ENE 02 n = 3	27.60	27.70	28.47
FEB n = 4	28.20	28.20	28.23
MAR n = 3	27.70	27.90	28.07
ABR n = 4	29.15	29.20	29.48
MAY n = 4	30.30	30.38	30.50
JUN n = 4	29.05	29.05	29.25
JUL n = 5	29.94	30.04	30.10
AGO n = 4	30.65	30.65	30.70
SEP n = 4	29.73	29.75	29.95
OCT n = 5	29.28	29.38	29.84
NOV n = 4	28.78	28.78	28.75
DIC n = 3	28.00	28.00	28.10
ENE 03 n = 2	26.70	26.80	26.85
Promedio	28.85	28.91	29.10
Mínima	26.70	26.80	26.85
Máxima	30.65	30.65	30.70
DS	1.16	1.15	1.13

4.1.2 Salinidad (‰)

“Las Tunas”

En este sitio, los valores de salinidad variaron entre 34.10 y 36.90 ‰, observándose en el segundo muestreo de noviembre la más baja salinidad y en el tercer muestreo de mayo la más alta.

En la salinidad promedio mensual se observó una tendencia al aumento desde el inicio de esta investigación, alcanzando su valor más alto en mayo con 36.83 ‰. Posteriormente este factor tendió a descender hasta llegar a 34.63 ‰ en Noviembre, para luego aumentar nuevamente (Figura 13).

“Playas Negras”

La salinidad varió entre 34.30 y 37.10 ‰, registrándose estos valores en el primer muestreo de mayo y en el primero de noviembre respectivamente.

La salinidad promedio mensual presentó una tendencia ascendente desde el inicio de la investigación hasta alcanzar su valor más alto en mayo con 36.95 ‰, para luego descender a 34.80 ‰ en noviembre; posteriormente la salinidad tendió nuevamente a aumentar (Figura 15).

“Maculis”

Aquí, los valores absolutos extremos de salinidad se presentaron en el primer muestreo de noviembre, y segundo y tercer muestreo del mes de mayo, siendo éstos 34.40 y 37.10 ‰ respectivamente.

La salinidad en “Maculis” mostró promedios mensuales que ascendieron de enero de 2002 hasta mayo del mismo año, alcanzando su mayor valor en este último mes con 37.05 ‰; luego este factor descendió hasta 34.73 ‰ en noviembre. En los meses restantes (diciembre y enero de 2003), la tendencia observada fue el aumento de salinidad (Figura 15).

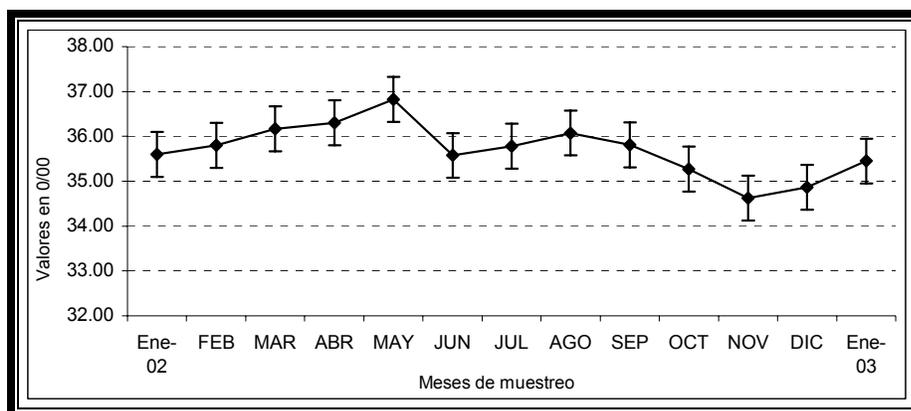


Figura 13. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

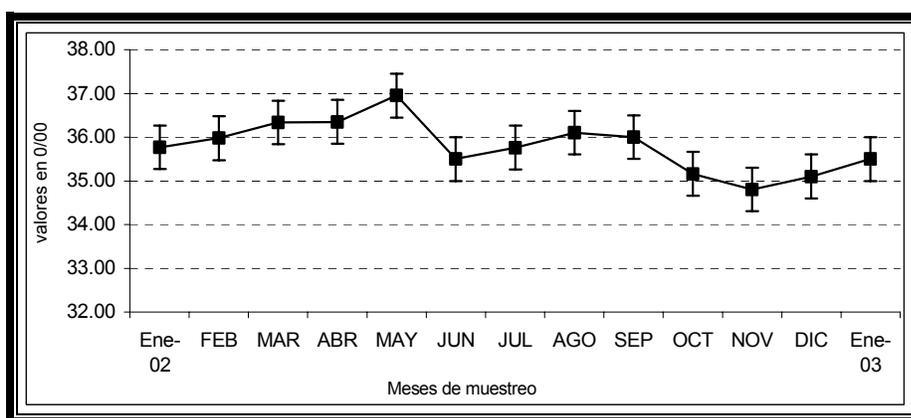


Figura 14. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

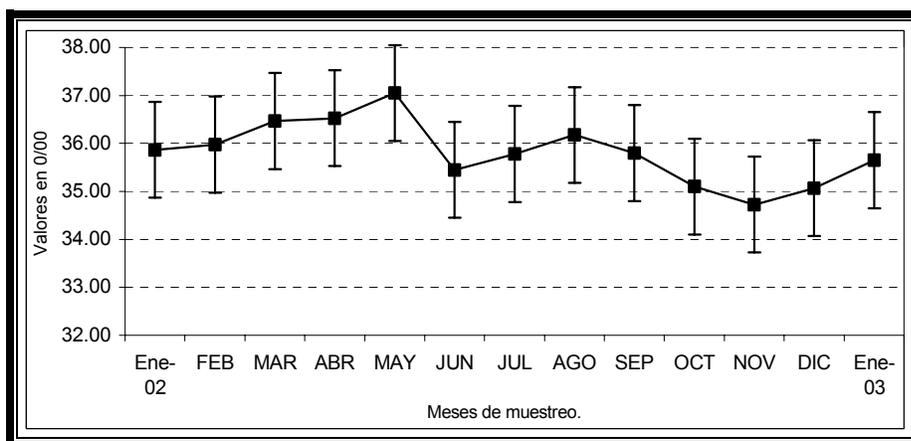


Figura 15. Variación de la salinidad mensual promedio de la estación “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

La tendencia al aumento y disminución de salinidad se mantuvo homogénea en todas las estaciones. Mayo de 2002 presentó la salinidad más alta en las tres estaciones, y el mes con menor salinidad fue noviembre de 2002 (Figura 16).

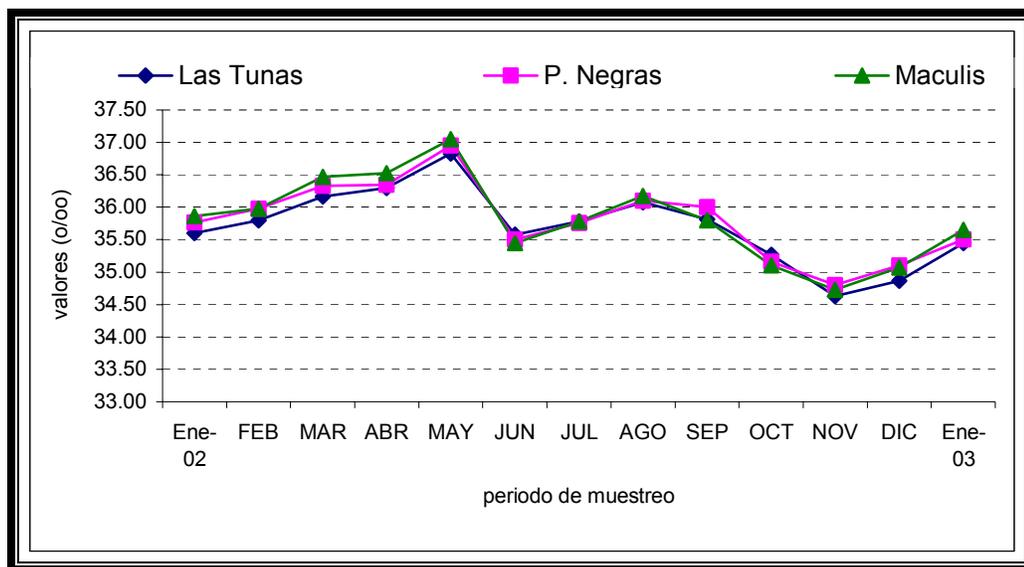


Figura 16. Comparación de la salinidad mensual promedio de “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero 2002 a enero 2003.

“Maculis” fue la estación que presentó los valores más altos, obteniéndose para trece meses de muestreo una salinidad mensual promedio 35.82 ± 0.65 ‰. Las estaciones “Las Tunas” y “Playas Negras” presentaron promedios de 35.70 ± 0.59 ‰ y 35.79 ± 0.59 ‰, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios mensuales y valores calculados de Salinidad (‰) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.

Meses y número de muestreos	“Las Tunas”	“P. Negras”	“Maculis”
ENE 02 n = 3	35.60	35.77	35.87
FEB n = 4	35.80	35.98	35.98
MAR n = 3	36.17	36.33	36.47
ABR n = 4	36.30	36.35	36.53
MAY n = 4	36.83	36.95	37.05
JUN n = 4	35.58	35.50	35.45
JUL n = 5	35.78	35.76	35.78
AGO n = 4	36.08	36.10	36.18
SEP n = 4	35.81	36.00	35.80
OCT n = 5	35.27	35.16	35.10
NOV n = 4	34.63	34.80	34.73
DIC n = 3	34.87	35.10	35.07
ENE 03 n = 2	35.45	35.50	35.65
Promedio	35.70	35.79	35.82
mínima	34.63	34.80	34.73
Máxima	36.83	36.95	37.05
DS	0.59	0.59	0.65

4.1.3 Transparencia del agua (m.)

“Las Tunas”

Los valores de transparencia variaron entre 1.00 y 6.40 m., registrándose la menor transparencia en el último muestreo de septiembre y la mayor en el tercer muestreo de febrero. En los valores promedio mensual, Septiembre de 2002 y Enero de 2003 presentaron la menor transparencia, siendo éste de 2.15 m. El mes con mayor visibilidad fue junio con 4.40 m. de transparencia del agua (Figura 17).

“Playas Negras”

Los valores de “Playas Negras” variaron entre 2.00 y 7.40 m., observándose estos en el segundo muestreo de septiembre y tercero de febrero respectivamente. La transparencia promedio mensual muestra a Enero de 2003 con la menor visibilidad, siendo esta de 2.65 m. y el mes con mayor transparencia fue Febrero con 5.28 m. de transparencia (Figura 18).

“Maculis”

Los valores de transparencia del agua más bajos a lo largo de la investigación se presentaron en el ultimo muestreo de septiembre y el segundo de diciembre con 1.40 m. La mayor visibilidad se obtuvo en el segundo muestreo del mes de julio con 6.20 m. de transparencia. Los promedios mensuales de transparencia muestran a diciembre de 2002 con la menor transparencia, siendo esta de 2.00 m. y el mes que presentó la mayor visibilidad fue Enero de 2002, siendo esta de 6.07 m.(Figura 19).

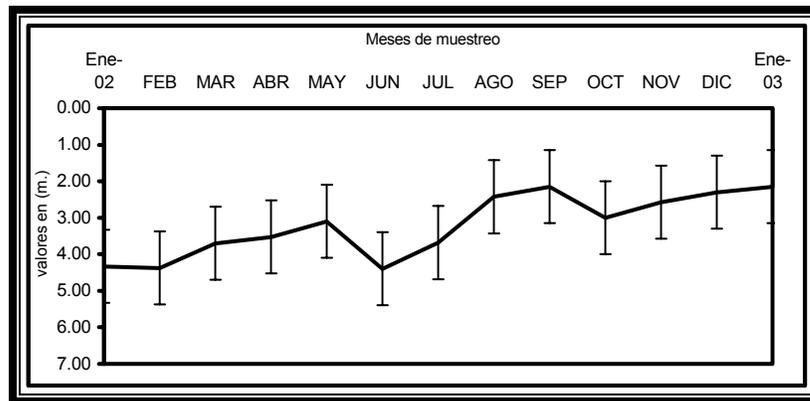


Figura 17. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

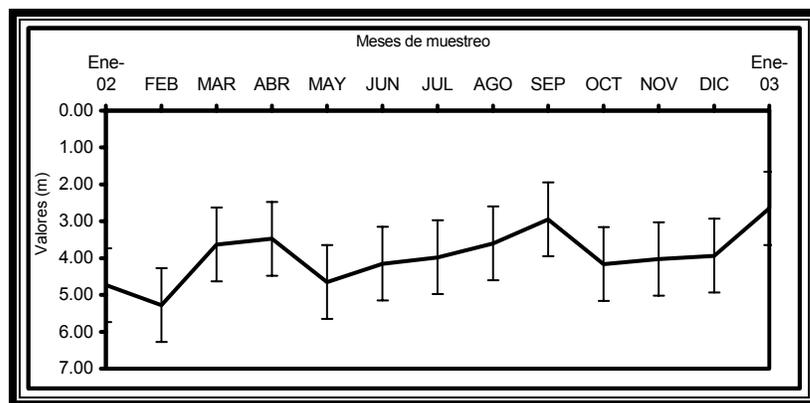


Figura 18. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

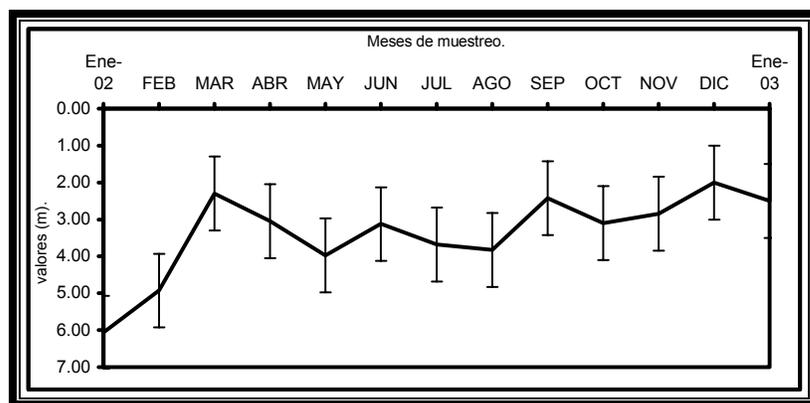


Figura 19. Variación de la transparencia mensual promedio de la estación “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

Las tendencias de aumento y disminución de transparencia variaron en cada una de las estaciones, siendo “Maculis” la que presentó los mayores y menores valores de visibilidad en los meses de enero y marzo de 2002 respectivamente (Figura 20).

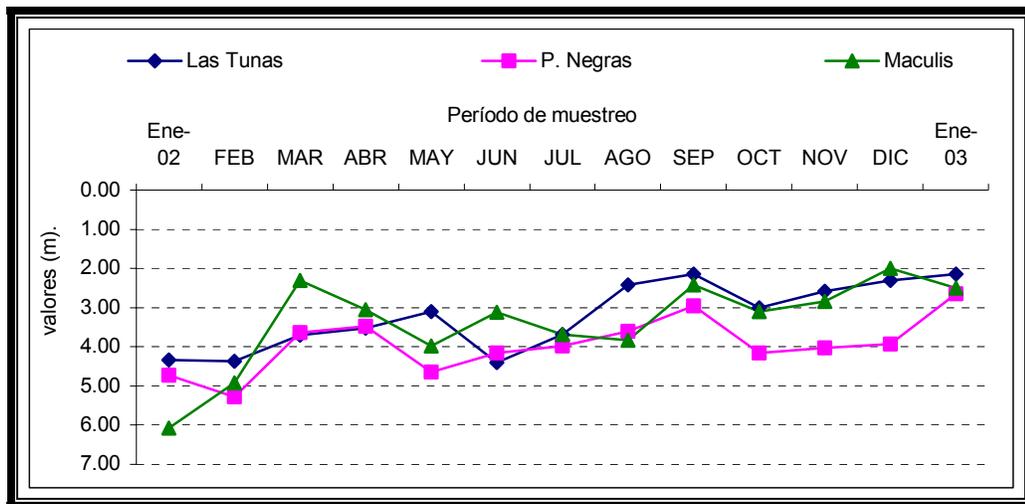


Figura 20. Comparación de la transparencia mensual promedio de “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero 2002 a enero 2003.

“Las Tunas” fue la estación que presentó menos transparencia, obteniéndose para trece meses de muestreo valor mensual promedio 3.21 ± 0.85 m. Las estaciones “Playas Negras” y “Maculis”, presentaron promedios de 3.94 ± 0.71 m y 3.37 ± 1.14 m, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedios mensuales y valores calculados de Transparencia (m.) en las estaciones de muestreo; zona costera del Dpto. de La Unión, El Salvador.

Meses	“Las Tunas”	“P. Negras”	“Maculis”
ENE 02 n = 3	4.33	4.73	6.07
FEB n = 4	4.38	5.28	4.93
MAR n = 3	3.70	3.63	2.30
ABR n = 4	3.53	3.48	3.05
MAY n = 4	3.10	4.65	3.98
JUN n = 4	4.40	4.15	3.13
JUL n = 5	3.68	3.98	3.68
AGO n = 4	2.43	3.60	3.83
SEP n = 4	2.15	2.95	2.43
OCT n = 5	3.00	4.16	3.10
NOV n = 4	2.58	4.03	2.85
DIC n = 3	2.30	3.93	2.00
ENE 03 n = 2	2.15	2.65	2.50
promedio	3.21	3.94	3.37
mínima	2.15	2.65	2.00
máxima	4.40	5.28	6.07
DS	0.85	0.71	1.14

4.1.4 Varianza de los factores Físico-Químicos entre estaciones de muestreo y durante el período de investigación.

El análisis de FRIEDMAN aplicado a los promedios mensuales de Temperatura, Salinidad y Transparencia del agua entre estaciones de muestreo y durante el período de investigación, dio como resultado en el caso del ANDEVA entre estaciones que únicamente la salinidad no presentó diferencias significativas. Para la varianza durante el periodo de investigación, los tres factores presentaron diferencias significativas en el transcurso de la investigación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados del ANDEVA aplicado a los valores mensuales promedio de Temperatura, Salinidad y Transparencia del agua entre estaciones de muestreo y durante el periodo de investigación.

Nivel de significancia (α) = 0.05		Entre estaciones de muestreo	En el período de muestreo
TEMPERATURA	FRIEDMAN	18.17	35.47
	P	0.0001*	0.0004*
	G. L.	2	12
SALINIDAD	FRIEDMAN	5.16	35.54
	P	0.0758	0.0004*
	G. L.	2	12
TRANSPARENCIA	FRIEDMAN	7.882	27.22
	P	0.0194*	0.0072*
	G. L.	2	12

* diferencias significativas.

4.2 Abundancia de larvas planctónicas de ostra.

Los muestreos planctónicos dieron como resultado un total de 9,582 larvas de ostras colectadas, reportándose ocurrencia de larvas durante los trece meses de investigación y en los tres sitios de muestreo.

4.2.1 Abundancia por estación.

“Las Tunas”

En este lugar se determinaron tres momentos importantes de aparición de larvas. El primero en agosto, mes en que se obtuvo un promedio de 337 larvas /m³; el segundo en septiembre con un promedio de 370 larvas /m³ y el tercero en noviembre, siendo este último el de mayor abundancia con 403 larvas /m³.

Cantidades menores (entre 39 y 139 larvas /m³), pero si muy importantes, se observaron en los meses de octubre, julio, mayo y diciembre, encontrándose en orden el descendente respectivo 139, 101, 51 y 39 larvas /m³. En los meses restantes la aparición de larvas no sobrepasó las 10 larvas por m³; siendo febrero el mes de menor abundancia con 5 larvas /m³, (Figura 21).

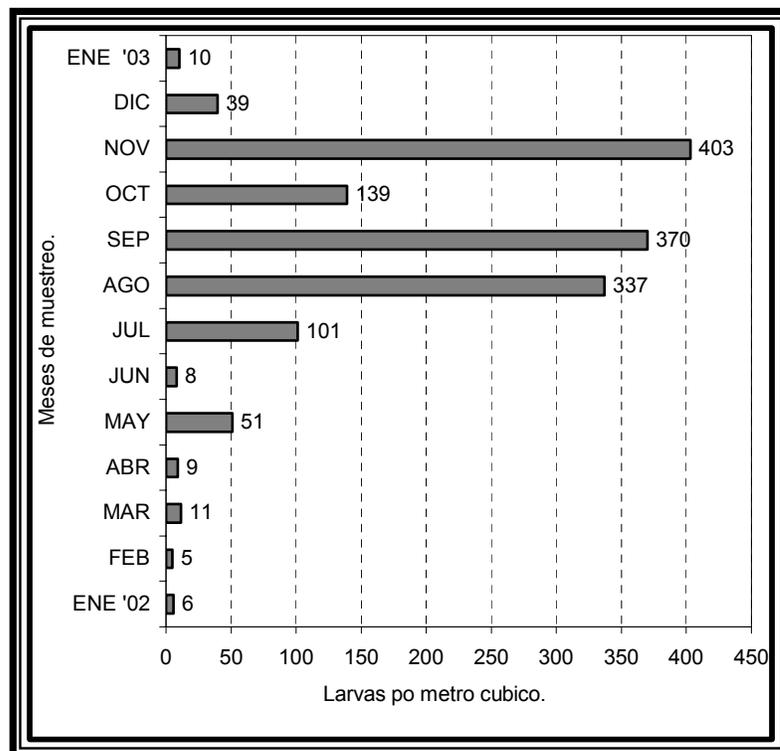


Figura 21. promedios mensuales de larvas por m³, “Las Tunas”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

“Playas Negras”

Aquí se determinó, que de los trece meses de muestreo, agosto fue el que presentó mayor abundancia de larvas, con promedio de 233 larvas /m³. Promedios entre 35 y 95 larvas por m³, se registraron en los meses octubre, diciembre, julio y noviembre, donde los valores promedio obtenidos fueron 95, 68, 37 y 32 larvas /m³ respectivamente.

En los meses restantes los promedios de aparición larval no sobrepasaron las 25 larvas /m³, siendo abril el de menor abundancia con 2 larvas /m³ (Figura 22).

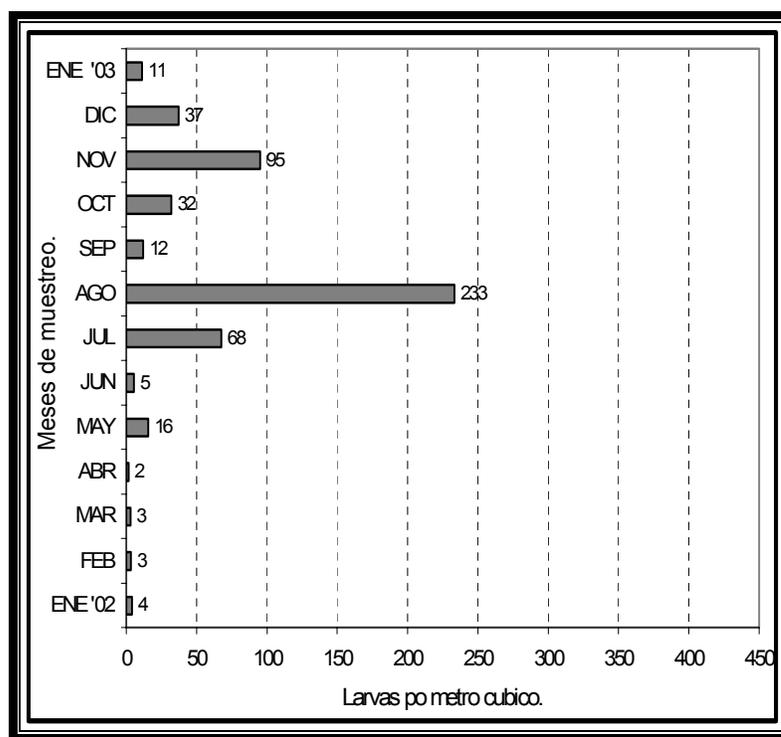


Figura 22. promedios mensuales de larvas por m³, “Playas Negras”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

“Maculis”

El mes de noviembre presentó la mayor abundancia con promedio de 92 larvas por m^3 , le siguen a este julio y octubre con 46 y 41, así como mayo y agosto con 31. “Maculis” fue la única estación que presentó 0 abundancia de larvas en uno de los meses de muestreo, siendo este el mes de abril (Figura 23).

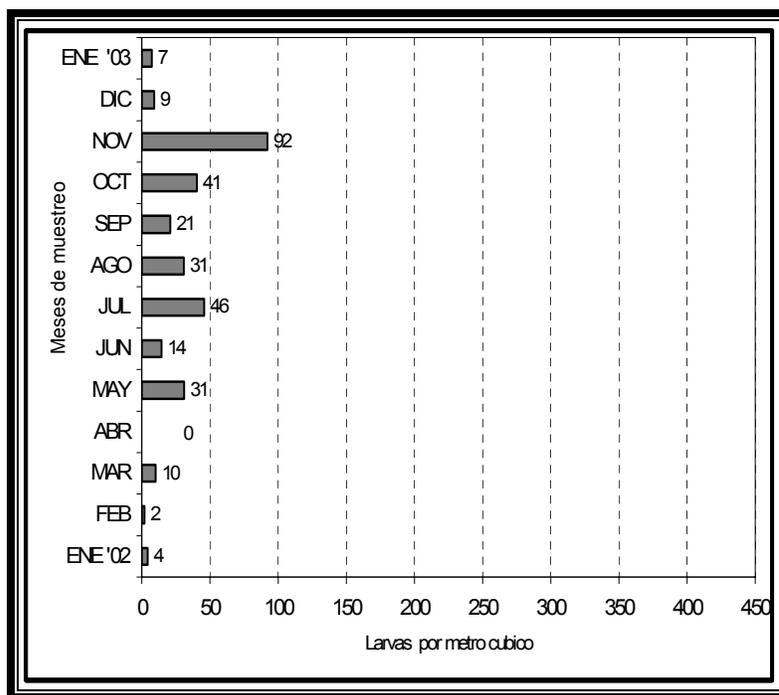


Figura 23. promedios mensuales de larvas por m^3 , “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

4.3 Comparación de abundancia entre estaciones.

“Las Tunas” presentó en once de los trece meses de investigación, más abundancia larval que las otras estaciones de muestreo, siendo esta diferencia más evidente en los meses de agosto, septiembre octubre y noviembre, en donde “Las Tunas” superó a “Playas Negras” y “Maculis” por más de 100 larvas /m³ de agua muestreado.

Los valores de abundancia mensual para esta estación variaron entre las 5 y 403 larvas /m³. Los meses en donde “Las Tunas” estuvo por debajo de las otras estaciones, fueron Junio y Enero del 2003 (Cuadro 4 y Figura 24).

La estación “Playas Negras” superó a las otras dos estaciones de muestreo, únicamente en el mes de enero de 2003, en tanto que se mantuvo con la segunda mayor abundancia en los meses de febrero, abril, julio, agosto, noviembre y diciembre; durante el mes de enero de 2002 “Playas Negras” y Maculiz” presentaron la misma abundancia. Los valores de abundancia mensual para la estación variaron entre las 2 y 233 larvas /m³ (Cuadro 4 y Figura 24).

Estación “Maculis” en el mes de junio fue la estación que presentó la mayor abundancia de larvas, en los meses de marzo, mayo, septiembre y octubre fue la segunda estación más productiva. Los valores de abundancia mensual para esta estación variaron entre las 0 y 92 larvas /m³ (Cuadro 5 y Figura 24).

Cuadro 5. Promedios mensuales de larvas planctónicas de ostra por m³ en las estaciones de muestreo; zona costera Dpto. de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

MES	"Las Tunas"	"Playas Negras"	"Maculis"
ENE '02	6	4	4
FEB	5	3	2
MAR	11	3	10
ABR	9	2	0
MAY	51	16	31
JUN	8	5	14
JUL	101	68	46
AGO	337	233	31
SEP	370	12	21
OCT	139	32	41
NOV	403	95	92
DIC	39	37	9
ENE '03	10	11	7

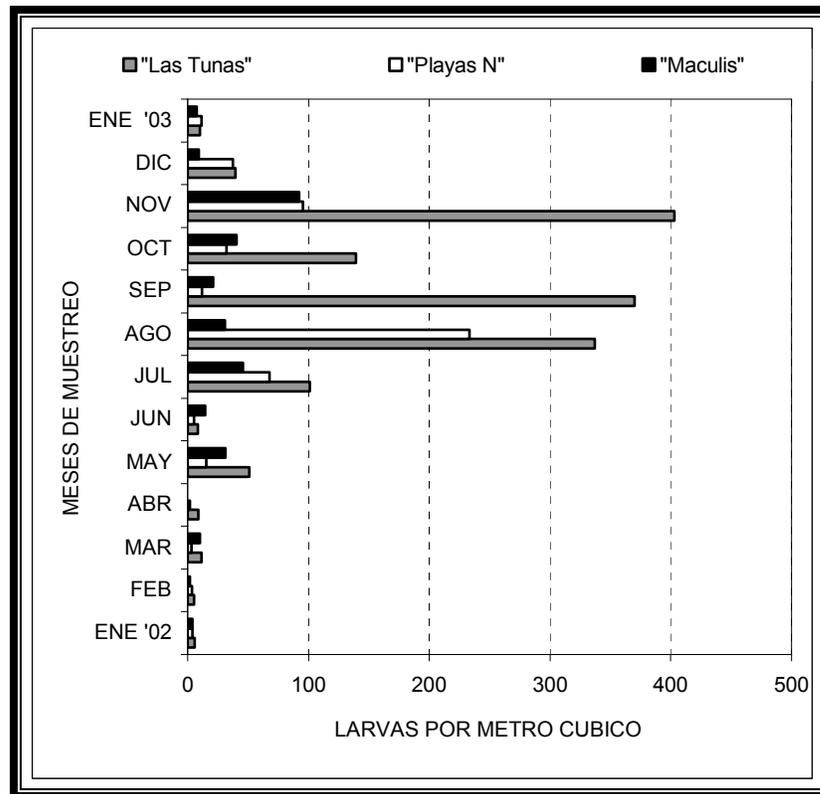


Figura 24. Promedios mensuales de abundancia de larvas planctónicas de ostra por m³ en las estaciones de muestreo “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

4.4 Abundancia total por estación.

“Las Tunas” fue la estación que presentó mayor abundancia, el número de larvas encontradas en esta estación durante trece meses de muestreo fue 5901, lo cual corresponde al 65% de la abundancia total para la tres estaciones. En “Playa Negras”, el total de larvas colectadas fue 2602, siendo esta la segunda estación más productiva durante trece meses de muestreo (Figura 25). La cantidad de larvas colectadas en “Playas Negras”, corresponden al 22% de la abundancia total para la tres estaciones; La estación “Maculis” fue la

estación menos productiva, pues presentó una abundancia de 1079, correspondiente al 13% de la abundancia total .

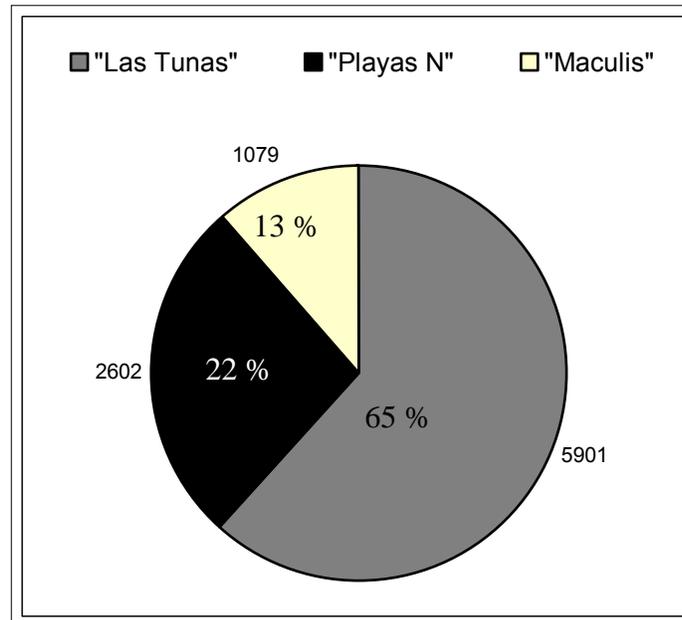


Figura 25. Total de larvas planctónicas de ostra colectadas en las Estaciones de muestreo "Las Tunas", "Playas Negras" y "Maculis"; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

4.5 Abundancia mensual total.

El promedio mensual de larvas varió entre 3 y 200 larvas por m³. Los meses enero, febrero, marzo, abril, junio y enero de 2003 presentaron las menores abundancias, no sobrepasando en ninguno de estos meses las 10 larvas por m³. Los meses que presentaron las mayores abundancias, en orden ascendente fueron: diciembre con 29 larvas por m³, mayo con 33; julio y octubre con 71, septiembre con 134, noviembre con 197 y agosto con 200 (Figura 26).

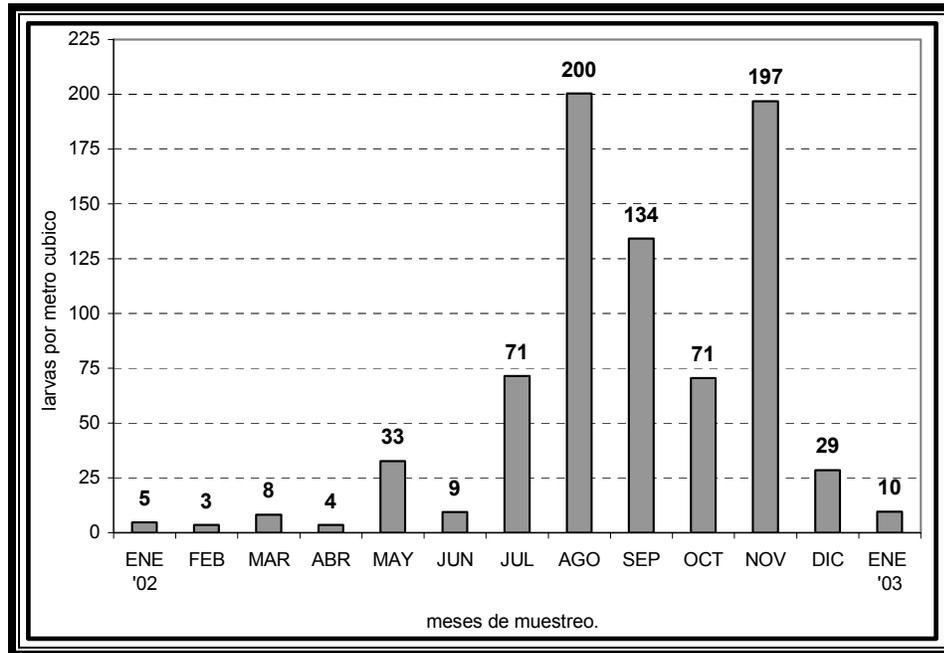


Figura 26. Promedios de abundancia mensual entre estaciones de muestreo “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”; Departamento de La Unión, El Salvador. Período de enero de 2002 a enero de 2003.

4.6 Relación entre la abundancia de larvas planctónicas de ostras y factores como temperatura, salinidad y transparencia del agua.

Los resultados de la prueba de correlación por rangos de SPEARMAN y del coeficiente de determinación, dieron como resultado que solamente el factor transparencia en la estación “Maculis” presentó una correlación negativa con la abundancia de larvas; los factores como temperatura y salinidad no mostraron asociación alguna con la abundancia de larvas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de correlación por rangos de SPEARMAN (r_s) y coeficiente de determinación (r^2) aplicados a la abundancia mensual de larvas de ostra y factores oceanográficos como Temperatura, Salinidad y Transparencia del agua, en las estaciones “Las Tunas”, “Playas Negras” y “Maculis”.

SITIOS	FACTORES CORRELACIONADOS	r_s	r^2	%
"Las Tunas"	Larvas – Temperatura	0.5604	0.314	31.4
	Larvas – Salinidad	-0.1429	0.020	2
	Larvas – Transparencia	-0.6575*	0.432	43.2
"P. Negras"	Larvas – Temperatura	0.4897	0.239	23.9
	Larvas – Salinidad	0.4298	0.184	18.4
	Larvas – Transparencia	-0.0715	0.0005	X
"Maculis"	Larvas – Temperatura	0.5620	0.315	31.5
	Larvas – Salinidad	-0.3959	0.150	15
	Larvas – Transparencia	-0.0303	0.00009	X

* correlación

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que la ocurrencia de larvas planctónicas de ostra se presentó ininterrumpidamente en todos los muestreos, determinando con esto que los estadios larvarios de este grupo de moluscos se distribuyen a lo largo de esta franja costera comprendida entre “Las Tunas” y la Península de Amapala, y que pueden encontrarse en distintas cantidades durante todo el año.

Esto concuerda con lo reportado por **Pacheco (1979)**, quien al investigar la distribución y abundancia de larvas de ostra en la línea costera salvadoreña del Golfo de Fonseca, encontró presencia de larvas en todas las estaciones de muestreo y durante todo el período de su investigación, con momentos de mayor abundancia en algunos meses.

Este comportamiento de las ostras se debe a su alto potencial reproductivo en los trópicos, en donde se caracterizan por presentar una actividad reproductiva muy extensa, observándose momentos de apogeo en algunas épocas del año (**Giese, 1959; Villalobos, 1980; Quayle, 1981; Fournier, 1991; y Caballero *et al.*, 1997**).

En la presente investigación se observó presencia de larvas en los tres sitios de muestreo, estas pueden tener su origen en dos diferentes hábitats, el primero en los bancos de ostras ubicados en el área de estudio y el segundo en las zonas de manglar ubicadas en los esteros del “Tamarindo” y “El Encantado”, situados al este y al oeste de los lugares de muestreo respectivamente.

Se conoce que la dispersión de larvas de moluscos esta determinada por las corrientes marinas superficiales producidas por vientos y cambios de marea, pues estos organismos en su etapa larval se establecen cerca de la superficie ya que presentan fototropismo positivo **Gasca *et al.* 1994 y Stoner & Davis, 1997**).

Frente a la costa de La Unión las corrientes marinas se mueven de Este a Oeste y viceversa (**Gierloff- Emden, 1976**). Esta condición oceanográfica, en un segmento de costa relativamente pequeño como la del área de estudio, puede ocasionar que las larvas de ostra se dispersen a otros sitios, alejándose de su lugar de origen y distribuyéndose a lo largo de la costa tal como se reporta en esta investigación.

A pesar que las larvas se distribuyeron en todos los sitios de muestreo, estas se concentraron de manera desigual en cada uno de ellos. El resultado del análisis de varianza aplicado a los valores mensuales de abundancia entre estaciones ($p = 0.0007$) mostró que existieron diferencias significativas en la cantidad de larvas en cada sitio, encontrándose mayor abundancia en “Las Tunas”.

“La Tunas” por estar ubicado más cerca del estero “El Encantado”, puede presentar mayor disponibilidad de alimento debido a los nutrientes aportados por el estuario, lo que concuerda con lo reportado por **Pacheco (1979)** quien encontró mayor abundancia de larvas en los sitios más cercanos al estero del “Tamarindo”, sugiriendo la incidencia de estos ecosistemas en la abundancia de larvas debido a la disponibilidad de alimento, siendo esto respaldado por **Gasca & Morales (1996)**, quienes reportan que los organismos en estado planctónico se concentran en sitios con mayor disponibilidad de alimento.

Otra posible explicación a la mayor abundancia de estos organismos en “Las Tunas”, es el aporte de larvas que provienen de los bancos de ostras dentro del estero “El Encantado”, las cuales según **Angell (1996)** pueden ser arrastradas al mar por efecto de los cambios de marea y distribuirse a lo largo de la costa pudiendo recorrer grandes distancias y adaptarse a condiciones ambientales nuevas.

Epifanio et al. (1983) y **Morales & Murillo (1995)** sostienen que el incremento en la densidad del zooplancton está asociado al inicio de la época lluviosa; este planteamiento coincide con lo expuesto por **Oliva & de Jesús (2000)**, quienes reportan haber encontrado en época lluviosa la mayor abundancia de larvas de moluscos durante su investigación. Estos resultados apoyarían lo planteado por **Quayle (1981)**, quien observó una fuerte relación entre el inicio de la época lluviosa en los trópicos y la actividad reproductiva de las ostras, la cual según **Creekman (1977)** se estimula por la disponibilidad de

alimento propiciando el desove de los adultos y repercutiendo en el desarrollo de sus larvas.

En esta investigación se determinó que la mayor presencia de larvas y los picos más altos de abundancia de estos organismos coincidieron con la época lluviosa registrada en el área de estudio entre mayo y principios de noviembre, siendo agosto y septiembre los meses de mayor pluviosidad, lo que apoyaría lo expuesto por **Quayle (1981); Epifanio *et al.* (1983); Morales & Murillo (1995) y Oliva & de Jesús (2000)**, quienes sostienen que existe una fuerte relación entre la época lluviosa y la reproducción de los moluscos en los trópicos.

Morales & Murillo (1995) refiriéndose a la época lluviosa, plantean que en esta parte del año aumenta la producción primaria y la biomasa del fitoplancton debido al suplemento de nutrientes generados por los procesos de mezcla que generalmente se expresan en el aumento de la turbidez del agua.

Al analizar la relación entre la abundancia de larvas y la transparencia del agua, no se pudo comprobar la existencia de una asociación estadísticamente significativa entre ambos factores en las estaciones “Playas Negras” y “Maculis” lo que pudo deberse a las notables diferencias en los valores de transparencia entre los sitios y meses de toma de datos en los cuales no se observaron tendencias o épocas definidas en el aumento o disminución de la transparencia.

Únicamente en “Las Tunas” pudo observarse correlación entre ambos factores ($r_s = -0.6575$), donde r^2 indicó que el 43.2 % de la variación en la abundancia de larvas puede ser explicado por la disminución en la transparencia del agua.

Se debe tomar en cuenta que la transparencia del agua es un indicador indirecto de la disponibilidad de alimento, la cual también puede disminuir debido al aumento de sólidos suspendidos en la columna de agua, los que en este caso pueden provenir de los esteros cercanos a las estaciones de muestreo.

Además de la disponibilidad de alimento, en la biología de las ostras de los trópicos existen otros factores como temperatura y salinidad que también son determinantes y repercuten en su desarrollo gonadal, en la cantidad y calidad en los desoves así como en la abundancia de sus larvas y en el asentamiento o fijación de éstas (**Sidey *et al.*, 1999** y **Devakie & Ali 1999**).

Quayle and Newkirk (1989), al analizar factores físico-químicos en zonas tropicales plantean que la temperatura es un factor relativamente estable pero la salinidad frecuentemente es sumamente variable, por lo que generalmente es considerada como el factor que estimula el desove de las ostras.

Contrariamente a lo antes planteado, la temperatura es un factor que varió significativamente entre los sitios de muestreo ($p = 0.0001$), siendo “Maculis” el sitio que presentó los valores más altos, lo que seguramente se debió a la menor profundidad del sitio (4.6m) en comparación con “Las Tunas” y “Playas Negras” (6 y 7m). Así también durante el período de esta investigación la temperatura varió significativamente ($p = 0.0004$).

Según **Cuevas & Martínez (1979)** y **Páez *et al.* (1993)** la temperatura juega un papel importante en la biología reproductiva de las ostras, determinando que estos organismos son estimulados al desove por temperaturas arriba de los 29 °C y que es en épocas de mayor temperatura cuando la actividad reproductiva esta en su apogeo.

Al correlacionar la temperatura con la abundancia de larvas, no se encontró estadísticamente relación entre ambos factores en ninguna de las estaciones de muestreo; sin embargo el aumento en la abundancia mensual de larvas planctónicas de ostras fue observado a medida que la temperatura del agua fue incrementándose, siendo este fenómeno más evidente en los meses con temperaturas entre 28 y 32°C, las cuales se registraron entre julio y noviembre, lo cual concuerda con el planteamiento de **Cuevas & Martínez (1979)** y **Páez *et al.* (1993)**.

Urban (2001), interpreta este comportamiento de las ostras frente a la temperatura como una estrategia reproductiva de los bivalvos de zonas tropicales para disminuir el tiempo de los estadios planctónicos de sus larvas, lo que aumenta las posibilidades de sobrevivencia.

Generalmente en los trópicos la disminución y aumento en la salinidad se asocia al inicio y finalización de la época lluviosa (**Quayle, 1981**), este comportamiento en la disminución de la salinidad pudo observarse a partir de mayo cuando inició la época lluviosa, incrementándose nuevamente a partir de noviembre cuando dio inicio la época seca. Los resultados del análisis de correlación demostraron que tampoco la salinidad presentó una asociación estadísticamente significativa con el aumento en la abundancia de larvas de ostra en ninguna de las estaciones de muestreo, las cuales no presentaron diferencias significativas de salinidad entre ellas ($p = 0.0758$), pero sí durante el transcurso de la investigación ($p = 0.0004$).

Se debe tomar en cuenta que aún cuando la temperatura y salinidad mostraron diferencias significativas en los valores mensuales promedio, éstas diferencias no fueron tan amplias (DS máxima 1.16°C y 0.65‰), por lo que estos factores por si solos según el planteamiento de **Devakie & Ali (1999)** no parecen influir en la reproducción de las ostras, y en estos casos es su combinación lo que influiría en el desove de las ostras y en la aparición de sus larvas.

Otro aspecto que hace difícil correlacionar factores físico-químicos y transparencia del agua con las épocas de mayor abundancia de larvas planctónicas de ostra, es la diferencia en las características ambientales de los hábitat de los cuales pudieron provenir las larvas muestreadas.

Debido a que esta investigación fue realizada en una franja costera que presenta ambientes rocosos expuestos al oleaje, así como la influencia directa de algunos esteros, los que por efectos de marea realizan intercambios de agua con las zonas en donde se ubicaron las estaciones de muestreo; es probable, en función de las características de la zona y de la capacidad de las larvas de desplazarse a grandes distancias, que los factores que influyeron en el desove de las ostras adultas y la aparición de sus larvas no hayan sido similares al de los sitios donde se colectaron las larvas y por lo tanto es difícil correlacionarles.

Sin embargo, aunque las pruebas estadísticas aplicadas no encontraron una correlación significativa entre los factores antes mencionados y la abundancia de larvas planctónicas de ostra, es evidente que la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento son determinantes en la biología reproductiva de las ostras, ya que la presencia de larvas planctónicas fue más evidente en las épocas que registraron más alta temperatura, más baja salinidad y teóricamente mayor disponibilidad de alimento; aunque como se mencionó anteriormente, no sea un solo factor el que influya aisladamente sino la combinación entre éstos la que determine las épocas reproductivas.

6. CONCLUSIONES

- La ocurrencia de larvas de ostra es permanente, sin embargo, la abundancia varía significativamente en el transcurso del año debido a que las ostras en los trópicos se reproducen constantemente presentando momentos de apogeo cuando las condiciones ambientales y biológicas son óptimas.
- A pesar de que estadísticamente la temperatura y salinidad no muestran relación con la abundancia de larvas, se conoce que estos factores son determinantes en la reproducción de las ostras y en la aparición de sus larvas, debido a estrategias reproductivas de los moluscos para disminuir el tiempo de sus estadios planctónicos lo cual aumenta las posibilidades de sobrevivencia.
- La mayor abundancia de larvas de ostras se registró durante la época lluviosa entre mayo y principios de noviembre, en esta parte de año, según la literatura consultada existe un incremento en la disponibilidad de alimento generado por el aumento de nutrientes en el agua; esto sugiere que la disponibilidad de alimento es determinante en la distribución y abundancia de las larvas de ostra, ya que la abundancia de las larvas en época lluviosa aumenta significativamente en comparación con los meses de época seca.

- Las larvas de ostra se distribuyeron en todos los sitios de muestreo debido a las corrientes marinas frente a la costa de La Unión, siendo “Las Tunas” la estación con mayor abundancia, lo que pudo deberse al aporte de larvas provenientes de especies de ostras que habitan en estero “El Encantado”, así como por la disponibilidad de alimento generado por los nutrientes que salen del estero.

7. RECOMENDACIONES

Esta investigación aporta información que contribuirá al conocimiento de las épocas y sitios de mayor abundancia de larvas planctónicas de ostras y la relación de los factores medioambientales, con los mecanismos reproductivos de estos organismos, en las costas del departamento de La Unión, sin embargo falta mucha información sobre este tema por lo que se recomienda lo siguiente.

A la Universidad de El Salvador:

Promover investigación que permita obtener información oceanográfica, así como biológica y ecológica de las especies marinas bentónicas en las costas salvadoreñas; entre las cuales se sugieren:

- ✓ Estudios sobre taxonomía de larvas de moluscos y otras invertebrados marinos, los cuales por su importancia económica están siendo sometidos a una fuerte explotación.
- ✓ Estudios sobre las épocas de reproducción de moluscos y otras invertebrados marinos que permitan establecer periodos de protección para estos recursos.

- ✓ Estudios sobre el potencial para cultivo de algunos bivalvos y gasterópodos con importancia comercial los cuales están actualmente sometidos a una fuerte explotación.
- ✓ Estudios sobre disponibilidad de nutrientes y su relación con el aumento del zooplancton y fitoplancton.
- ✓ Monitoreo permanente de corrientes y factores oceanográficos.

A CENDEPESCA:

- Establecer un sistema de monitoreo permanente de las condiciones oceanográficas y climatológicas en la zona costera del Departamento de La Unión.
- Establecer un sistema de monitoreo permanente para larvas planctónicas de ostra, en los sitios donde se ubican los bancos más productivos de ostras de importancia comercial.
- Implementar acciones de ordenamiento en la extracción de moluscos de importancia comercial, las cuales se sustenten en la información biológica y ecológica ya existente.

8. LITERATURA CONSULTADA

1. ANGELL C. 1996. Factibilidad de ostricultura en Barra de Santiago. Green project, San Salvador, El Salvador, C. A.; 16 p.
2. BARNES R. D., 1989. Zoología de los Invertebrados, editorial interamericana, 5° edición, México D. F.; 956 p.
3. CABALLERO A., J. CABRERA & Y. SOLANO. 1997. Descripción del crecimiento y madures sexual de una población de *Crassostrea columbiensis*. Rev. Biología tropical, 44(3)/45(1). 335- 339
4. CABRERA J. H., M. P. QUESADA, M. U. HERNÁNDEZ Y O. SÁENS, 2001. Crecimiento y madurez sexual de una población de *Sacostrea palmula* (Mollusca : Bivalvia), Costa Rica ; Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre (LARNAVISI), Universidad Nacional ; Heredia, Costa Rica, c. e. jcabrer@samara.una.ac.cr o mprotti@samara.una.ac.cr
5. CAMPOS J. A. & M. A. FOURNIER, 1989. El banco de *Ostrea iridescens* de la Bahía de Curú, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 38(2A): 331-333, 1989.

6. CASTILLO Z. G. & A. GARCIA, 1986. Taxonomía y Anatomía comparada de las ostras en las costas de México, Anales del Instituto de ciencias del Mar y Limnología, UNAM; 13(2). 249-314 1986.
7. CREEKMAN L. L. 1977. The effects of conditioning the American oyster (*Crassostrea virginica*) with *Tetracelmis suecica* and cornstarch on the growth, vigor and survival of its larvae. Máster's Thesis, Dept. Mar. Science, Univ. Virginia, 58 pp.
8. CRUZ R. A. & J. R. JIMÉNEZ, 1994. Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central; editorial Fundación UNA; Heredia, Costa Rica, 33 pp.
9. CUEVAS C. A. & A. MARTÍNEZ, 1979. Estudio gonádico de *Crassostrea corteziensis* Hertlein, *C palmula* Carpenter y *C iridescens* Hanley de San Blas, Nayarit, México (Bivalvia: Ostreidae). An. Cent. Cienc. Mar Limno., Universidad Nac. Autónoma de México, 6: 81-98.
10. DANIEL W. W., 1997. Bioestadística, Grupo Noriega editores, editorial Limusa, S.A. de C. V. México, D. F. 878 p.

11. DEVAKIE M. N. & A. B. ALI, 1999. salinity- temperature and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino); Rev. Acuaculture 184 (2000) 105-114.
12. EPIFANIO C. E., D MAURER And DITTEL A. I. 1983. Seasonal changes in nutrients and dissolved oxygen in the Gulf of Nicoya, a tropical estuary on the Pacific Coast of America Central; Rev. Hydrobiologia, 101: 231-238.
13. 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; pp. 107 y 161.
14. FOURNIER M. A. 1991. The reproductive biology of the tropical rocky oyster *Ostrea iridescens* (Bivalvia: Ostreidae) on the Pacific coast of Costa Rica; Rev. Acuaculture, 101 (1992) 371-378.
15. GASCA, R., E. Suárez-Morales & L. Vásquez-Yoemans 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomása y composición) en dos bahías del mar Caribe mexicano. Rev. Biol. Trop. 42: 595-604.
16. GASCA, R. & E. Suárez-Morales 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México. 771 p.

17. GIERLOFF H. G. & EMDEN, 1976. La costa de El Salvador, Dirección de publicaciones; Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador, C. A.; 247 pp.
18. GIESE, A. C. 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycle of marine invertebrates. ANNU. Rev, Physiol. 21:547-576.
19. MATSUNAGA N. & E. KASUGA, 1979. Introducción al conocimiento del medio acuático; Dirección General de Ciencia y Tecnología del mar, Subsecretaria de Educación e Investigación Tecnológica; México D.F. 66 pp.
20. MARN 2000. Informe nacional; Estado del medio ambiente en El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador, C. A., 3 pp.
21. MORALES A. AND MURILLO M. 1995. distribution, abundance and composition of coral reef zooplankton, Cahuita National Park, Costa Rica; Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología y Escuela de Biología, universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. 15 pp.
22. NEWELL, R.I.E. Y C. J. LANGDON, 1996. Mechanisms and Physiology of larval and adult feeding En: Kennedy V. y R.I.E. Newell (Eds). The Oyster *Crassostrea virginica*. Sea Grant, United state os America. Pp 185-223.
23. NODA U. 1980. Fisheries in Japan: Abalone and oyster; Japan marine products photo materials association, Tokio, Japan; pp. 98-99.

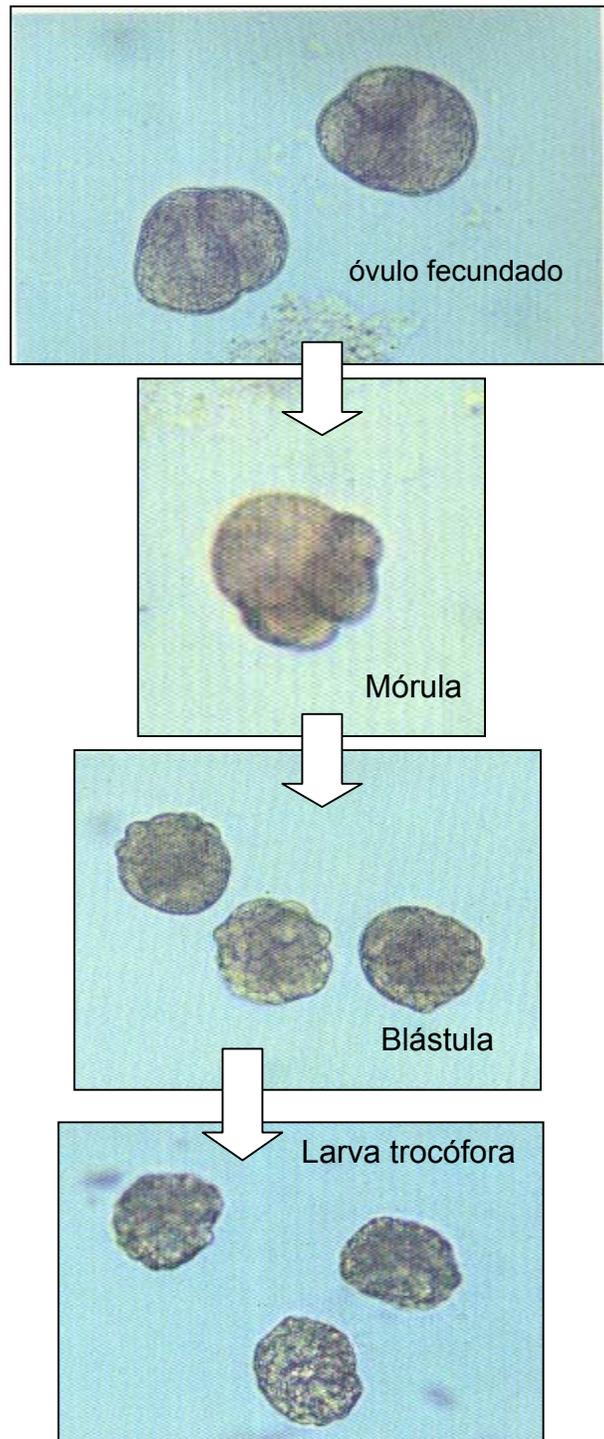
24. OLIVA J. & A. DE JESÚS NAVARRETE, 2000. Composición, distribución y abundancia de larvas de moluscos gastrópodos en el sur Quintana Roo, México y norte de Belice, colegio de la frontera sur (ECOSUR), Unidad Chetumal; Laboratorio de pesquerías artesanales, Quintana Roo, México 9 pp.
25. PACHECO R. 1979. Estudios preliminares de los períodos larvarios de la ostra (*Ostrea iridescens*, Hanley), Tesis para optar al grado de licenciatura en biología, Departamento de Biología; Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador, 28 p.
26. PÁEZ F., ZAZUETA H. M. & J. I. OSUNA. 1993. Biochemical composition of the oysters *Crassostrea iridescens* Hamley and *Crassostrea corteziensis* Hertlein in the northwest coast of Mexico: seasonal changes; J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 170 (1993) 1-9.
27. PROARCA / COSTAS 2001. Corredor Biológico Golfo de Fonseca El Salvador. S.e. 157 pp.
28. 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 Acuaculture society , 294 p.

29. QUAYLE D. B. 1981. Ostras tropicales: Cultivos y métodos, Ottawa, Ont., Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. 84 p.
30. REYNA M. L. 1996. Proyecto corredor biológico mesoamericano. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente. San Salvador, El Salvador, pp. 2-3 y 21 a 25.
31. RODRÍGUEZ L. G. 2000. Acondicionamiento e implementación de técnicas de fecundación artificial *in vitro*, en reproductores de ostra perlera (*Pinctada mazatlanica*) y su larvicultura; seminario para optar al grado de técnico en acuicultura; Universidad San Carlos, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA; Guatemala, 41 p.
32. RUIZ E. & J. C. PEÑA, R. A. CRUZ & J. A. PALACIOS. 1998. Crecimiento y ciclo reproductivo de *Polymesoda radiata* (Bivalvia: Corbiculidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 46(3). 643-648.
33. SCHELTEMA, R. S. 1989. Planktonic and non-planktonic development among prosobranch gastropods and relationship to the geographic range of species. pp. 183-188.

34. SIDEY, V; G. ZÚÑIGA; M. ZAMORA, y W ZURBURG. 1999.
Perspectivas para el Cultivo de Ostras en el Golfo de Nicoya,
Uniciencia 15-16, pp.9-2.
35. SASTRY A. N. Y BLEKE, N. J., 1971. Regulation of gonad development
in the by scallop *Aequipecten irradians* Lamark. Biol. Bull. (Woods
Hole, Mass) 140: 274-283.
36. SOLANO Y. & J. CABRERA, J. A. PALACIOS, & R. A. CRUZ. 1997.
Madurez sexual, índice de condición y rendimiento de *Pinctada*
mazatlanica (Pterioidea: Pteriidae), Golfo de Nicoya, Costa Rica.
Rev. Biol. Trop., 45(3). 1049- 1054.
37. SONIAT T. M. & R. M. RAY 1985. Relationships between possible
available food and the composition, condition and reproductive
state of oyster from Galveston Bay, Texas. Contributions in Mar.
Sci. 28:109-121.
38. STONER, A. W. & M. DAVIS 1997. Abundance y distribution of queen
conch veligers (*Strombus gigas* Linne) in the central Bahamás.
Horizontal patterns in relation to reproductive and nursery grounds.
J. Shell. Res. 16: 7-18.
39. TRIOLA M. F. 2000. Estadística elemental; séptima edición; editorial
Pearson Education, México D. F. 824 p.

40. URBAN JORG - H. 2001. Reproductive strategies in tropical bivalves (*Pteria colimbus*, *Pinctada imbricata* and *Pinna carnea*) : temporal coupling of gonad production and spat abundance related to environmental variability; Journal of Shellfish Research, Vol. 20, N°. 3, 1127- 1134.
41. VILLALOBOS C. R. 1980. Variación and population structure in the genus *Tetraclita* (Crustacea: cirripedia) between temperate and tropical populations IV. The age structure of *T. stalactifera* and concluding remark. Rev Biol. Trop. 20: 353-359.
42. WALNE P. R., s. a. Cultivo de moluscos bivalvos, editorial ACRIVIA, Zaragoza, España 319 p.

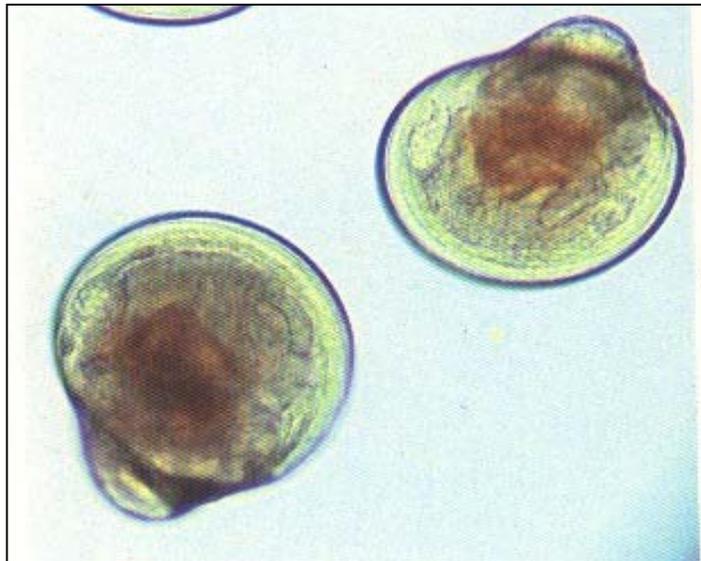
9 ANEXOS



Anexo 1. Proceso de desarrollo de una larva de ostra hasta llegar larva trocófora, tamaños entre 45 y 100 μm (NODA U., 1980)



Anexo 2. Larvas de ostra tipo "D", tamaño entre 100 y 150 μm
(NODA U., 1980)



Anexo 3. Larvas de ostra con umbo desarrollado, tamaño entre 150 y 350 μm
(NODA U., 1980)