

**VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA LARVA DE LA OSTRA DE MANGLE
Crassostrea rhizophorae (GUILDING, 1828), DE ABRIL A AGOSTO DE 2006,
EN LA BAHÍA DE CISPATÁ, CARIBE COLOMBIANO**

LUIS ALEJANDRO MEJÍA TORRES

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
SANTA MARTA
2008**

**VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA LARVA DE LA OSTRA DE MANGLE
Crassostrea rhizophorae (GUILDING, 1828), DE ABRIL A AGOSTO DE 2006,
EN LA BAHÍA DE CISPATÁ, CARIBE COLOMBIANO.**

LUIS ALEJANDRO MEJÍA TORRES

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo Marino

Director

CÉSAR SALAZAR

Biólogo Marino

Asesores

CLAUDIA CASTELLANOS

Bióloga Marina M. Sc.

GERMÁN DÍAZ

Biólogo Marino M. Sc.

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

SANTA MARTA

2008

A todos aquellos que creyeron en mí,
e hicieron posible la realización de este sueño.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA	1
2. ANTECEDENTES	5
3. MARCO TEÓRICO	9
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	14
3.1.1. Ubicación.	14
3.1.2. Condiciones climáticas y atmosféricas.	14
3.1.3. Oceanografía.	16
3.1.4. Hidrografía continental.	17
3.1.5. Geología y geomorfología.	18
3.1.6. Cobertura vegetal.	18
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
6. HIPÓTESIS	21
7. METODOLOGÍA	22
7.1. FASE DE CAMPO	22
7.1.1. Selección de sitios de muestreo.	22
7.1.2. Descripción de estaciones.	22
7.1.3. Toma de muestras.	23
7.1.4. Parámetros físico-químicos.	24
7.2. FASE DE LABORATORIO	26
7.3. FASE DE GABINETE	27
7.3.1. Estimación de volumen filtrado por la red.	27

7.3.2. Estimación de abundancias larvales (larvas/m ³).....	28
7.3.3. Estimación de rumbos de corrientes superficiales.....	29
7.3.4. Estimación de rumbos de corrientes y temperaturas por imágenes satelitales.....	29
7.3.5. Estimación de valores de precipitación.....	30
7.3.6. Estadística aplicada.....	30
8. RESULTADOS.....	32
8.1. PARÁMETROS BIOLÓGICOS.....	32
8.1.1. Abundancias larvales.....	32
8.1.2. Abundancias larvales por estadios.....	33
8.2. PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	35
8.2.1. Temperatura superficial.....	35
8.2.2 Salinidad superficial.....	39
8.2.3 Oxígeno.....	42
8.2.4 Corrientes.....	44
8.2.5 Profundidad.....	46
8.2.6. Precipitación.....	48
8.2.7. Transparencia.....	49
8.3. RELACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES CON VARIABLES BIOLÓGICAS.....	51
8.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	52
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
9.1. PARÁMETROS BIOLÓGICOS.....	53
9.1.1. Abundancias larvales.....	53
9.1.2. Estadios larvales.....	55
9.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	57

9.2.1. Temperatura superficial.....	57
9.2.2. Salinidad superficial.....	58
9.2.3. Oxígeno.....	60
9.2.4. Corrientes.....	61
9.2.5. Variación de la profundidad.....	62
9.2.6. Precipitación.....	64
9.2.7. Transparencia.....	65
9.3. RELACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES CON VARIABLES BIOLÓGICAS	66
9.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	69
10. CONCLUSIONES.....	71
11. RECOMENDACIONES	72
12. BIBLIOGRAFÍA	74

Lista de tablas

Tabla 1. Rango, resolución y exactitud de los parámetros físico-químicos medidos por la sonda YSI® 85 empleada en el estudio.	25
Tabla 2. Rumbos de las corrientes en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre entre junio y agosto de 2006.	46

Lista de figuras

- Figura 1. Vista externa e interna de las valvas de *Crassostrea rhizophorae*; A. Valva derecha, vista externa. B. Valva izquierda, vista externa. C. Valva derecha, vista interna. D. Valva izquierda, vista interna (Modificado de Castillo y García, 1984)... 9
- Figura 2. Larvas veliger de *Crassostrea rhizophorae*. A. Estadío "D", longitud máxima 60 μm . B. Estadío umbonado, longitud máxima 160 μm . C. Estadío pediveliger, longitud máxima 350 μm 13
- Figura 3. Bahía de Cispatá indicando las estaciones de muestreo, principales coberturas vegetales y usos de tierras (modificado de INVEMAR-URRA, 2005)..... 16
- Figura 4. Gráfica de abundancias larvales promedio por arrastre (umbonada+pediveliger) de abril a agosto de 2006, indicando larvas/ m^3 en cada estación y en cada mes y su desviación estándar (n=2). 33
- Figura 5. Abundancias promedio por arrastre (larvas/ m^3) y desviación estándar (n=2) de estadíos A. umbonados y B. pediveliger de abril a agosto de 2006..... 35
- Figura 6. Imagen satelital de la temperatura superficial del océano para las costas del Golfo de Morrosquillo en abril (A), mayo (B), junio (C), julio (D) y agosto (E). de 2006, durante los días de muestreo, representando la temperatura mediante la intensidad del color. Tomadas y modificadas del sistema SPOT de predicción oceánica de la Armada Nacional de Colombia (CIOH, 2006). 36
- Figura 7 Comportamiento de la temperatura en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006..... 37
- Figura 8. Comportamiento de la temperatura superficial para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006..... 38
- Figura 9. Comportamiento de la salinidad en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006..... 40
- Figura 10. Comportamiento de la salinidad superficial para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006..... 41
- Figura 11. Comportamiento de la saturación de oxígeno en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006. 42

Figura 12. Comportamiento del oxígeno (% de saturación) para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006.	44
Figura 13. Imagen satelital de la corriente superficial del océano en abril (A), mayo (B), junio (C), julio (D) y agosto (E) durante los días de muestreo; las flechas representan la dirección y la intensidad de color la velocidad. Tomadas del sistema SPOT de predicción oceánica de la Armada Nacional de Colombia (CIOH, 2006). 45	45
Figura 14. Profundidad promedio mensual y desviación estándar (n= 6) para los meses de junio, julio y agosto de 2006.	47
Figura 15. Variación de la marea en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre para junio, julio y agosto de 2006 en cada una de las estaciones.	48
Figura 16. Valores mensuales de precipitación en mm durante el 2006 para el área de estudio. Tomados de la base de datos del IDEAM en la estación pluviométrica “Villa Marcela”.	49
Figura 17. Valores de profundidad del disco Secchi durante las 24 horas que antecedieron el arrastre para todas las estaciones de abril a agosto de 2006. Las líneas entrecortadas obedecen a valores no calculados debido a que la transparencia fue igual a la profundidad.	50
Figura 18. Profundidad de disco Secchi para la hora de arrastre (10 am) de abril a agosto de 2006.	51
Figura 19. Análisis de componentes principales para las variables físico-químicas oxígeno, salinidad, pluviosidad, temperatura y transparencia para la hora de los arrastres en abril (AB), mayo (MY), junio (JN), julio (JL) y agosto (AG) de 2006. Los números en frente de cada mes indican la estación.	52

Lista de anexos

ANEXO A. Curva de calibración del flujómetro HydroBios-Kiel bajo condiciones marinas.

ANEXO B. Fotografía de carta de deriva diseñadas para el estudio.

ANEXO C. Tabla con valores de flujómetro inicial, final, tiempo de arrastre, rev/seg, m/rev, distancia recorrida por la red h(m) y volumen filtrado (m³) para cada uno de los arrastres.

ANEXO D. Tabla con valores de larvas encontradas en alicotas observadas, valore de volumen observado, volumen concentrado, volumen filtrado y densidad de larvas por metro cúbico para cada una de las muestras.

ANEXO E. Valores de temperatura tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con temperaturas máximas, mínimas, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo.

ANEXO F. Valores de salinidad tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con salinidades máximas, mínimas, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo.

ANEXO G. Valores de oxígeno en % saturación tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con máximos, mínimos, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo

ANEXO H. Valores de profundidad (cm), valores máximos, mínimos, rango, promedio y desviación estándar tomados para todas las estaciones en el ciclo de 24 h que antecedieron cada arrastre para los meses de junio, julio y agosto.

ANEXO I. Resultados de la correlación de Spearman mostrando valores de correlación, tamaño de la muestra y valor p.

ANEXO J. Tabla con valores de abundancias por arrastre y abundancias promedio, para los estadios umbonados, pediveliger y la sumatoria de los dos; en donde se observa los máximos por estación, promedios y desviaciones estándar.

ANEXO K. Tabla con valores de abundancias por arrastre y abundancias promedio, para los estadios umbonados, pediveliger y la sumatoria de los dos; en donde se observa los máximos mensuales, promedios y desviaciones estándar.

RESUMEN

Se estudio la distribución espacio-temporal de las larvas veliger de *Crassostrea rhizophorae* a través de arrastres mensuales de plancton en el periodo de abril a agosto de 2006 en cuatro puntos de la bahía de Cispatá, como paso importante en la determinación de su potencial de cultivo. Paralelamente se realizó una medición de factores físico-químicos (oxígeno, temperatura, salinidad, transparencia, dirección de las corrientes).

De un total de 8.401 larvas contabilizadas durante todo el estudio 8.263 (98 %) correspondieron al estadio umbonado y tan solo 138 (2 %) al pediveliger. No existieron diferencias estadísticas significativas en la distribución espacial de las larvas, sin embargo si hubo diferencias significativas en las abundancias larvales entre los meses de mayo y agosto. Las variables físico-químicas no variaron espacialmente pero si temporalmente, destacándose diferencias estadísticas significativas en la salinidad y la temperatura entre abril y julio. No se encontró una relación directa de las variables físico-químicas y abundancias larvales.

Palabras clave: Variación larval, Veliger, Pediveliger, *Crassostrea rhizophorae*, Bahía de Cispatá.

ABSTRACT

The temporal space distribution of the veliger larvae *Crassostrea rhizophorae* was study between april and august of 2006 in four points of Cispatá Bay. This research was done collecting samples thru this period of time monthly; the samples were taken using a plankton drag net. At the same time physicochemical factors were being measured (oxygen, temperature, salinity, transparency, directions of the currents). The investigation of these larvae is due to the potential of hatchery.

A total of 8.401 larvae were count during this study; from that total 8.263 (98%) were in the umbonado larval stage and only 138 (2 %) were pediveliger. the present study didn't find significant statistic differences related to the spatial distribution of the larva's, but it did show some major differences in terms of abundance specially between the months of may and august. The physicochemical variables were stable in terms of space but they did show some changes thru time, between april and july the temperature and salinity fluctuate. Respectively, this research didn't reveal any direct relation between the physicochemical variables and the larval abundance.

Key words: Larval variation, Veliger. Pediveliger, *Crassostrea rhizophorae*, Bahía de Cispatá.



INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA

Las ostras desde la antigüedad, se han destacado como una alternativa alimenticia en amplias regiones del planeta, debido principalmente a su fácil adquisición y a su alto contenido protéico (Akaboshi y Pereira, 1981; Riaño y De La Ossa, 1999). Por lo anterior, éstos invertebrados se han convertido en especies pioneras para el inicio de la acuicultura marina y desde los tiempos del imperio romano se empezó con su cría y engorde (Mas y Tiana, 1990; Dunhan, 2004), con tal éxito, que en muchos lugares su sobreexplotación está representando un problema de sostenibilidad, que desencadena en muchas de las regiones poseedoras del recurso, una escasez de semilla y en ocasiones su desaparición (Mas y Tiana, 1990).

Países como Francia, Japón, Holanda y Estados Unidos han alcanzado un alto nivel técnico y una producción sostenible de semillas para algunas especies (Quayle, 1981), no obstante, en países en donde la explotación tecnificada de estos recursos es relativamente nueva, aun continúan siendo incipientes estas tecnologías, dada la particularidad de condiciones a las que se ven sometidas las diferentes poblaciones, dependiendo de la región en donde se encuentren y al corto tiempo que se han estudiado.

A lo largo de las costas suramericanas, uno de los principales representantes de la familia Ostreidae es *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), la cual se desarrolla en estuarios donde las salinidades son variables, resistiendo condiciones desde oligohalinas (salinidades de 0,5 a < 5) hasta hipersalinas (> 35), aunque su rango ideal de desarrollo dentro de dicho parámetro esté entre los 25 y 30 (polihalino); no obstante, puede morir si se expone a medios



oligohalinos por tiempo prolongado (Wedler, 1992) Presenta amplia tolerancia a una alta sedimentación, siendo común en sistemas estuarinos donde se asocia con *Rizophora mangle* (mangle rojo) como componente esencial de los ecosistemas de manglar, dadas sus características filtradoras (Quayle, 1981; Díaz y Puyana, 1994).

La importancia ecológica de la ostra radica en el aprovechamiento de la materia orgánica, residuos metabólicos y el material orgánico en degradación proveniente de los cuerpos de agua que alimentan los estuarios; filtrando, depurando e incorporando materiales inertes a la cadena trófica (Rodríguez, 1995; Riaño y De La Ossa, 1999).

En la actualidad, *C. rhizophorae* es considerada como una de las especies más prometedoras para la explotación comercial en varios países del Caribe como Venezuela, Brasil y Cuba (Rampersad y Ammons, 1992; Lapegué *et al.*, 2002; Lodeiros, 2006). En Colombia, a pesar de contar con un clima tropical que hace de sus costas lugares ideales, en donde bivalvos como este, se desarrollan rápidamente casi todo el año (Quayle, 1981), no existe una explotación tecnificada del recurso; sin embargo, hay un interés creciente por desarrollar actividades ostrícolas dada su importancia económica y alimenticia, además del potencial de explotación a gran escala, en donde la apertura de un mercado sostenible casi todo el año abriría grandes expectativas para este recurso renovable.

La recolección de la ostra es importante en todo el Caribe por ser medio de subsistencia para muchas poblaciones costeras en una actividad denominada “ñanga” (Rodríguez *et al.*, 1998; Riaño y De La Ossa, 1999; Cogollo, 2004), en donde los individuos, son desprendidos sin discriminación de tallas, mediante el



corte de las raíces del mangle; generando daños tanto para el manglar, como para la población de ostras, que se ven afectadas por la extracción de individuos inmaduros y del sustrato para las poblaciones futuras.

Los sistemas estuarinos, a su vez proveen una alta productividad primaria que representa un gran potencial de recursos pesqueros. En las costas colombianas del Atlántico y Pacífico se caracterizan principalmente por traer un aporte de nutrientes a través de los ríos y son considerados como un ecosistema altamente productivo que aporta gran cantidad de materia orgánica en forma de hojarasca que experimenta un proceso de descomposición, realizada por microorganismos, los cuales a su vez son sustento para otras especies de la red trófica. Además, las raíces de mangle en forma de zancos, sirven de refugio y protección a los estadios juveniles de peces, moluscos y crustáceos (Rodríguez, 1994), por lo cual, el daño que se realiza con la extracción de la ostra representa grandes repercusiones para los ecosistemas marinos en general.

Actualmente el INCODER y la Corporación Autónoma y Regional de los Valles del Río Sinú y San Jorge (CVS), adelantan un proyecto de cultivo de *Crassostrea rhizophorae* en la Bahía de Cispatá, que ha sido exitoso desde el punto de vista biológico y aunque aún se tienen inconvenientes con la comercialización, ha generado grandes expectativas por ser una importante herramienta en la disminución del impacto causado por el hombre a los ecosistemas marinos y una importante actividad económica para las comunidades de pescadores dependientes del recurso pesquero (CVS-CONIF, 2004).



Estudios de este tipo son necesarios debido a la importancia de la obtención de la semilla como sustento de los cultivos, y aunque la identificación de las larvas es compleja (Rees, 1950; Hendriks *et al.*, 2005), es imperativo una caracterización de las larvas del medio natural, con el fin de conocer la cantidad y las características de los individuos larvales que luego son potenciales reclutas para definir los momentos y lugares precisos para la instalación de colectores con el fin de evitar la fijación de organismos competidores (Pascual, 1972; Mas y Tiana, 1990), como algas, crustáceos y otros moluscos, buscando una producción sostenible en el tiempo, sustentada con bases científicas que aseguren en cierta manera la obtención de resultados y la aplicación de medidas con miras al manejo sostenible de las poblaciones naturales y de cultivo.

El presente estudio se encuentra enmarcado dentro del proyecto “Implementación de cultivos de ostra, en la Bahía de Cispatá”, promovido por el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y la Corporación Autónoma de los Valles del Río Sinú y San Jorge (CVS) con el aval del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y fue realizado para optar al título de Biólogo Marino, con el objetivo de fortalecer la generación oportuna de conocimientos relevantes para el desarrollo sostenible. También se encamina a generar y divulgar conocimiento para el cumplimiento de los compromisos adquiridos por Colombia en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (ley 165 de 1994) y específicamente del Mandato de Yakarta sobre Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Marina y Costera (COLCIENCIAS, 2001).



2. ANTECEDENTES

Los primeros estudios para Colombia que conciernen a aspectos larvales de *C. rhizophorae* se remontan a trabajos realizados con fines de cultivo en la década de los 70's en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Carmona *et al.* (1983), reportaron la existencia de larvas para todo el año con picos de abundancia que se presentan con el aumento de las lluvias en la Ciénaga, para los meses febrero - marzo, mayo - junio y septiembre, con máximos de 180 larvas/m³; Wedler (1992) encontró el mismo patrón con los descensos de salinidad, considerándola como el principal factor que afecta la maduración y posterior desarrollo de las larvas, detectando condiciones ideales con valores entre los 25 y 30 de salinidad, condiciones nocivas en aguas oligohalinas por tiempo prolongado y temperaturas óptimas de desarrollo entre 28 y 35 °C. Toro (1995) realizó un estudio de abundancias larvales encontrando picos para los meses de octubre, febrero y mayo que se incrementaron con el aumento de la salinidad que vario de 15 a 45. La densidad máxima reportada fue de 64.151 larvas/L.

Zapata (1995) reportó abundancias que no superaron las 100 larvas/m³ para la familia Ostreidae en un estudio sobre la oferta larval de moluscos bivalvos para cuatro bahías del Parque Natural Nacional Tayrona, encontrando ausencia de larvas para los meses de septiembre y octubre y mayores abundancias en abril y diciembre - enero; el primer pico luego de época de surgencia y el segundo posterior a la de lluvias. También encontró un mayor número de larvas a 15 m de profundidad comparado con 3 m.



Valero (1997) entre agosto de 1995 y mayo de 1996, complementó el estudio de Zapata (1995) para la misma área de estudio, realizando arrastres de zooplancton con el fin de determinar la composición taxonómica y las abundancias de larvas de bivalvos. La mayor abundancia para *C. rhizophorae* fue en el mes de mayo, posterior a la época seca, con un total de 11 larvas/m³, encontrando que para esta zona, el incremento en la abundancia pareció estar más marcado por el cambio de la temperatura.

Por otro lado, Salazar y Ramírez (1977), hicieron un estudio preliminar para el cultivo artificial de la ostra en la Bahía de Cispatá, siendo la primera investigación en realizarse en el área del presente estudio. La investigación consistió en una descripción general de los bancos de ostra para la zona y de algunas características ecológicas de individuos maduros. Posteriormente, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) y la CVS, patrocinaron una serie de estudios cuyo objetivo se enfocaba en el desarrollo de un paquete tecnológico para la producción de la ostra, que se inició con el estudio de Daza y Arias (1994), en un ensayo de fijación y crecimiento, en donde reportaron los períodos comprendidos entre junio - julio, agosto - octubre y noviembre - diciembre como los de mayor fijación larval en la Bahía de Cispatá sin embargo no reportaron valores de abundancias.

Arias *et al.* (1995), aunque no reportaron valores de abundancias, encontraron épocas de mayor fijación en la Bahía para los meses de noviembre - diciembre y marzo - julio en la Ciénaga de Mestizos y agosto - diciembre y abril - julio en la Ciénaga de Pepino.

El primer reporte de abundancias larvales en el plancton para la Bahía de Cispatá, fue realizado por Arias *et al.* (1996), encontrando máximos de 3.112



larvas/m³ para agosto de 1994 y 7.000 larvas/m³ para noviembre de 1995 y las mayores fijaciones para los períodos de junio - septiembre y noviembre - diciembre, corroborando la existencia de larvas durante todo el año.

Por último Rodríguez *et al.* (1998), realizó un estudio cuyo fin era observar la fijación larval de *C. rhizophorae* para la Ciénaga de Mestizo en 1997, encontrando las mayores fijaciones larvales en mayo - junio, agosto y octubre, y pese a que no reportó los números de las abundancia larvales, relacionó los picos de fijación, con la existencia de larvas en el plancton.

A nivel del Caribe, en Cuba durante la década de los 60's y mediados de los 70's, se realizaron varios estudios con fines de implementación del cultivo los cuales fueron recopilados por Nikolic *et al.* (1976b), quienes realizaron una descripción amplia de la biología y aspectos ecológicos de la ostra, reportando abundancias máximas de hasta 2.080 larvas/m³ y de 6 a 8 veces más abundancias larvales en las áreas cercanas al mangle que en las alejadas, aproximadamente a 150 m; también relacionaron los más altos valores de abundancias con bajamar registrando una producción de larvas durante todo el año pero con picos muy variables.

En Brasil Boehs (1994), desarrolló un trabajo acerca de los patrones de variabilidad temporal y distribución horizontal y vertical de las larvas del género *Crassostrea* en la Bahía de Paranagua, encontrando mayores cantidades de larvas asociadas a condiciones de aguas de relativa calma, alcalinas y con baja salinidad; además, observó una tendencia de mayor concentración de larvas junto al fondo pero con una relativa homogeneidad para toda la Bahía y mayores picos larvales en noviembre y abril con abundancias de hasta 3.000



larvas/m³ en relación con el aumento de la temperatura que fluctuó entre 18 y 28 °C.

Por último, Christo (2006) desarrolló un trabajo de la biología y ecología de la ostra del género *Crassostrea* en la Bahía de Guaratuba (Brasil), estudiando la distribución espacio-temporal de las larvas, encontrando individuos durante todo el muestreo con picos máximos de 260 larvas/m³ con mayores densidades en las temperaturas más elevadas (27 °C) y las menores salinidades (10).



3. MARCO TEÓRICO

Los bivalvos o pelecypodos pertenecen a los moluscos, uno de los filos de mayor diversidad de formas, encontrándose desde caracoles (gasterópodos) hasta pulpos y calamares (cefalópodos), pero a diferencia del resto, se caracterizan principalmente por poseer dos valvas aplanadas dorsoventralmente que recubren todo su cuerpo (Ruppert y Barnes, 1996). Dentro de estos, esta el Orden Pterioidea, al cual pertenecen mejillones, almejas, vieiras y la ostra del mangle *Crassostrea rhizophorae* (Figura 1); estos se caracterizan por presentar solo un músculo aductor y comunicaciones branquiales filamentosas o vasculares; con una concha generalmente inequivalva, es decir de valvas desiguales (Castillo y García, 1984).

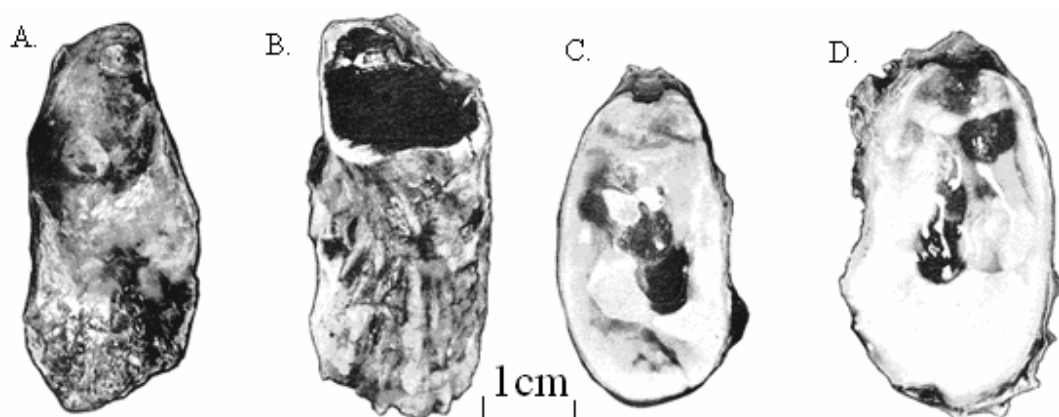


Figura 1. Vista externa e interna de las valvas de *Crassostrea rhizophorae*; A. Valva derecha, vista externa. B. Valva izquierda, vista externa. C. Valva derecha, vista interna. D. Valva izquierda, vista interna (Modificado de Castillo y García, 1984).

La ostra del mangle se encuentra localizada en el sur del Caribe y las Antillas pasando por Surinam hasta Brasil (Díaz y Puyana, 1994; Riaño y De La Ossa, 1999).



Su ubicación taxonómica según Díaz y Puyana (1994) es:

Phylum Mollusca

Clase Bivalvia

Subclase Pteriomorpha

Orden Pterioidea

Suborden Anysomania

Superfamilia Ostracea

Familia Ostreidae (Rafinesque, 1815)

Género *Crassostrea* (Sacco, 1897)

Especie *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828)

Nombre común: Ostión, Ostra de Mangle

La familia Ostreidae comprende un gran número de especies comestibles y no comestibles y se subdivide en dos géneros; *Ostrea* (Linnaeus, 1758) y *Crassostrea* (Sacco, 1897); este último, al cual pertenece *C. rhizophorae* se caracteriza por tener valvas desiguales mas bien asimétricas, con dos dientes a lado y lado del próvnculo (Chanley y Dinamani, 1980) y se diferencia principalmente del género *Ostrea* por la forma de reproducción ya que en *Ostrea* la fecundación es interna y en *Crassostrea* es externa (Chanley y Dinamani, 1980; Mas y Tiana, 1990).

Existe una problemática con la sistemática de diversos géneros y especies de la familia ostreidae debido a las similitudes y diferencias que se presentan en las



ostras maduras dependiendo de las características del sustrato y del medio en que se desarrollan, dada su gran plasticidad fenotípica (Newball y Carriker, 1983; Castillo y García, 1984), lo que ha hecho que la diferenciación en adultos sea muy complicada sin herramientas como la genética (Lapégue *et al.*, 2002). En cuanto a la especie es importante resaltar que existe una controversia en su estatus taxonómico debido a su similitud con *Crassostrea virginica* (Newball y Carriker, 1983), situación que ha hecho pensar a muchos autores que se trata de una forma ecológica de *C. virginica* aunque estudios recientes revelan que las similitudes entre ambas formas no justifican una separación de esta a nivel de especie y debe ser considerada como un ecotipo de *C. virginica* (Newball y Carriker, 1983); sin embargo, para el área de estudio solo se tiene reportada a *C. rhizophorae* lo cual facilita la identificación.

El proceso de reproducción para este tipo de bivalvo se inicia luego de un período de acumulación de reservas energéticas básicas para el sustento de los gametos, cuando la gónada cubre mas de las $\frac{3}{4}$ partes de la masa visceral, mas o menos a los seis meses, a una talla que puede variar, según las condiciones del medio y las características genéticas de la población (Riaño y De La Ossa, 1999). La ostra del tipo *Crassostrea* desova bien como macho o bien como hembra pudiendo cambiar al siguiente período reproductivo (Quayle y Newkirk, 1989; Mas y Tiana, 1990), presentando un sincronismo que prevalece en muchos invertebrados marinos así como en otros moluscos, siendo una importante herramienta de supervivencia y evolución (Morgan, 1995).

En general el desove de las ostras se da por cambios en las condiciones del medio como la temperatura, ayudado por la presencia de la hormona reproductora que permite una sincronización al momento de la expulsión de los gametos (Riaño y De La Ossa, 1999); sin embargo, para el trópico, es frecuente



que los desoves estén relacionados con las épocas de lluvias y dado que estas dependen de las cambiantes condiciones meteorológicas, el hacer un pronóstico de ellas, no es herramienta suficiente para determinar con precisión la ubicación de los colectores larvales (Quayle, 1981). Adicionalmente, en los estuarios del Caribe, las gónadas crecen, se desarrollan y maduran con el ascenso de la salinidad y la temperatura, siendo estos los factores más influyentes (Arias *et al.*, 1995).

En la mayoría de las ostras, la fertilización de los ovocitos es externa, permitiendo la formación de una gran cantidad de larvas trocóforas y veligeras en un reducido tiempo, dado su carácter sincrónico principalmente en zonas templadas. En el trópico, la situación es un poco diferente ya que la temperatura es un factor más estable y al parecer los cambios en la salinidad son los que estimulan el desove, dándose temporadas reproductivas prolongadas incluso durante todo el año en algunos lugares (Riaño y De La Ossa, 1999). También pueden presentar momentos de apogeo generalmente antes y después de las épocas de lluvias (Quayle, 1981; Arias *et al.*, 1995) en donde una sola hembra puede llegar a poner hasta 170 millones de óvulos, aproximadamente (Bonilla, 1969 En: Arias *et al.*, 1995).

Transcurridas de 12 a 24 h de la fertilización, el huevo se transforma en trocófora, pasadas las 48 h en promedio alcanza el estado larval veliger de aproximadamente 60 μm también conocida como larvas "D", por su parecido con esta letra, posteriormente comienza a sobresalir el umbo por lo que reciben el nombre de umbonadas o veliconcha (Figura 2), donde no dura mas de 15 días para alcanzar la talla indicada de fijación en un estadio conocido como pediveliger (300 a 450 μm) en el cual se ha formado un pie bien desarrollado y una mancha ocular (Chanley y Dinamani, 1980; Wedler, 1983; Mas y Tiana, 1990; Boehs, 1994). Las larvas tropicales de *Crassostrea*, pueden alcanzar



hasta los 450 μm de longitud (Quayle, 1981), posteriormente inicia el período de fijación mediante la secreción de la glándula de cemento que fijara la ostra por medio de la valva izquierda al sustrato (Wedler, 1983; Arias *et al.*, 1995).

Existe un carácter distintivo importante en las larvas del género *Crassostrea* ya que se presenta un crecimiento acentuado del umbo izquierdo en estadio umbonado o veliconcha de mas de 120 μm (Figura 2), que se mantiene en pediveliger y es muy característico y útil en la separación de otras especies de larvas de bivalvos (Pascual, 1971; Chanley y Dinamani, 1980; Boehs, 1994; Hendriks *et al.*, 2005).

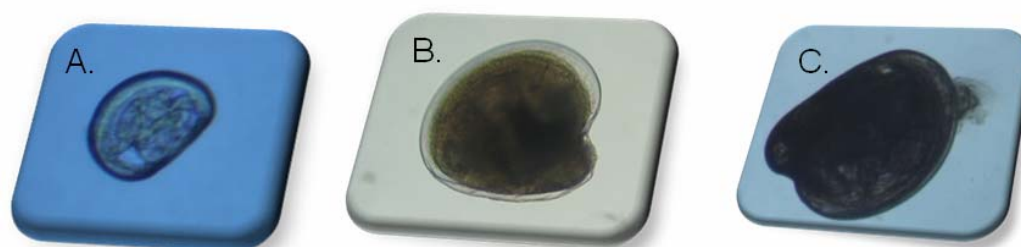


Figura 2. Larvas veliger de *Crassostrea rhizophorae*. A. Estadío “D”, longitud máxima 60 μm . B. Estadío umbonado, longitud máxima 160 μm . C. Estadío pediveliger, longitud máxima 350 μm .

Los lugares de fijación máxima están determinados por una compleja serie de factores como amplitud de la marea, temperatura, concentración de fitoplancton, corrientes y abundancia de *Rhizophora mangle* como sustrato (Nikolic *et al.*, 1976a; Mas y Tiana, 1990), las cuales tienen un papel importante en la estabilidad poblacional de la ostra de mangle, ya que según la dinámica en que se presente, se favorece la sedimentación de partículas, la renovación de oxígeno disuelto, la movilización del plancton alimentario de tipo vegetal (fito), las variaciones de salinidad y desechos metabólicos, incidiendo directamente sobre las poblaciones (Riaño y De La Ossa, 1999).



3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación.

La caracterización del estado larval de *C. rhizophorae* se llevó a cabo en la Bahía de Cispatá, antiguo delta del Río Sinú, en el extremo sur del Golfo de Morrosquillo, Costa Atlántica colombiana, entre latitudes 9° 22' y 9° 26' N y entre los 75° 46' y 75° 56'W, (Figura 3). Tiene una superficie aproximada de 130 km², limita en el costado norte con el Golfo de Morrosquillo, en el sur con la zona de distrito de riego de La Doctrina, por el este con las estribaciones de la loma Algarrobo y por el oeste con el Río Sinú (Patiño y Flores, 1993; Cogollo, 2004; CVS-CONIF, 2004).

3.1.2. Condiciones climáticas y atmosféricas.

La Bahía de Cispatá se encuentra ubicada en la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), que regula las condiciones climatológicas a lo largo de todo el año. El tipo climatológico de la región se denomina clima de sabana xerófila árido, influenciado por los fenómenos climáticos que predominan para toda la Costa Caribe colombiana (Espinal, 1963 En: Patiño y Flores, 1993; INGEOMINAS, 1988 En: Buitrago y Sainea, 2003); por lo que se presenta un régimen seco y uno húmedo con regularidad bimodal, conformado por un período de aguas bajas o época seca de diciembre a marzo o abril, en donde las lluvias no sobrepasan los 50 mm/mes, siendo enero y febrero los meses más secos y de menor precipitación; de mayo a julio se encuentra la denominada época de transición y de lluvias esporádicas y de agosto a noviembre la época de lluvias o temporada húmeda (Molina *et al.*, 1994). La precipitación promedio anual es de 900-1.200 mm y una temperatura ambiente promedio anual de 26,7 °C (Patiño y Flores, 1993).



El régimen de vientos esta relacionado con las estaciones climáticas presentándose los Alisios en época seca de diciembre a marzo, soplando de forma intensa pero velocidad variable, provenientes del noreste, alcanzando velocidades de hasta 9 nudos, marcando un incremento en el flujo de calor en la interfase aire-agua, lo cual influye en la distribución de la salinidad y la temperatura; en los meses de abril a noviembre. En la época de transición y húmeda, el viento se hace variable tanto en dirección como en fuerza, pero son mas dominantes los períodos de calma acompañados por episodios de intensas precipitaciones cuya máxima intensidad se da en octubre (Molina *et al.*, 1994). Es importante resaltar que hacia los meses de julio a agosto se presenta el fenómeno meteorológico denominado “veranillo de San Juan” en donde hay una disminución de las lluvias a consecuencia de los vientos provenientes del suroeste (IGAC, 1975 En: Patiño y Flores, 1993).

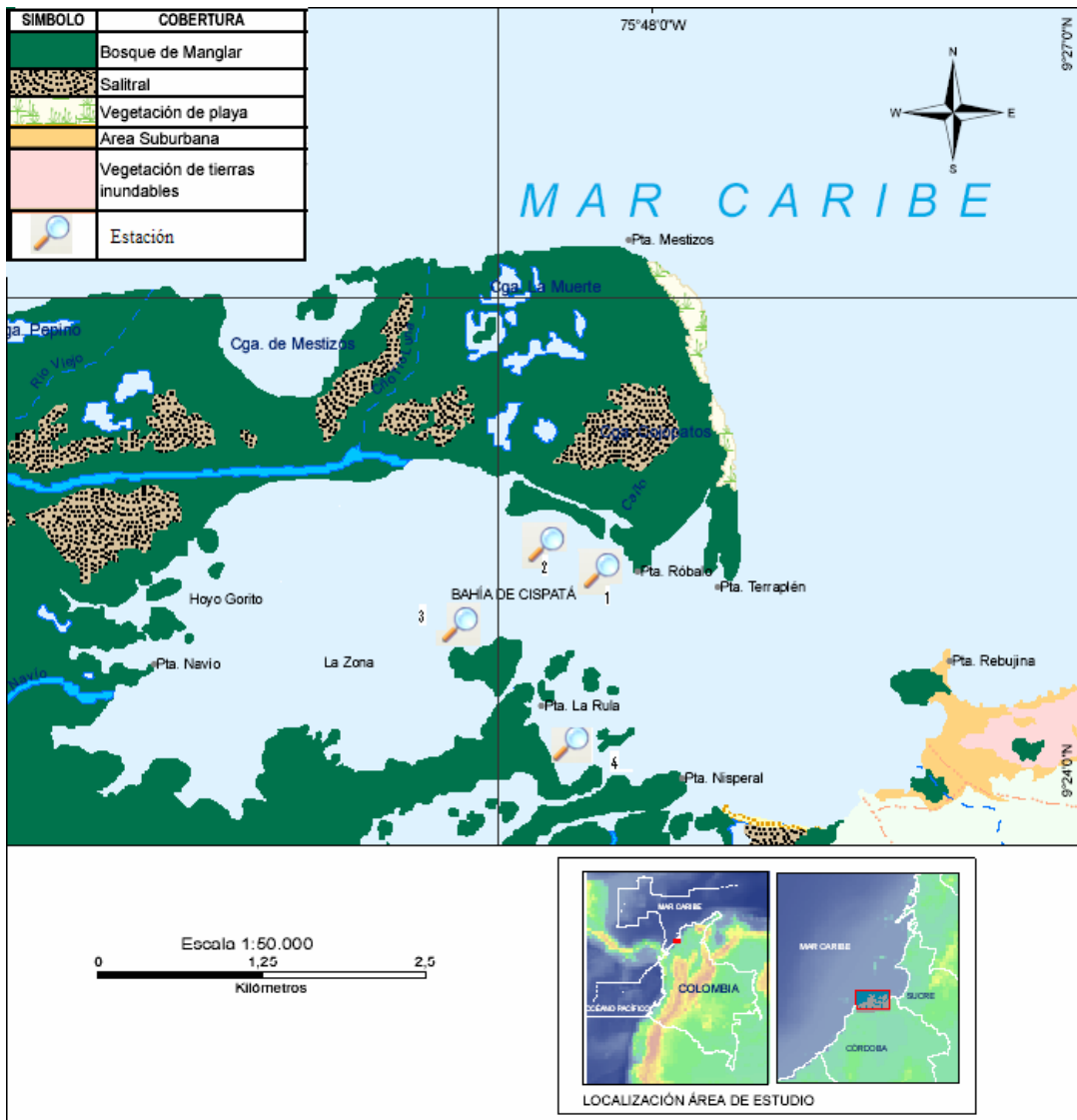


Figura 3. Bahía de Cispatá indicando las estaciones de muestreo, principales coberturas vegetales y usos de tierras (modificado de INVEMAR-URRA, 2005).

3.1.3. Oceanografía.

Pese a que existen dos tipos de corrientes marinas estacionales que afectan al Caribe colombiano (superficiales y ascensionales) (Bula, 1990), el Golfo de Morrosquillo sólo se ve afectado significativamente por dos superficiales que bordean las costas alternadamente; la corriente Caribe en sentido este-oeste y la contracorriente de Panamá en sentido oeste-este; ambas obedecen al patrón



de vientos dominantes de la época; la corriente Caribe con los Alisios en dirección noroeste-este para los meses de diciembre a marzo o abril en el verano mayor y en el verano menor de julio a agosto y la contracorriente de Panamá la cual es derivada de la Caribe al golpear contra la esquina sur de la plataforma continental de Nicaragua, produciendo una corriente en dirección de Panamá de giro ciclónico que alcanza a llegar hasta la Guajira si los Alisios lo permiten, generalmente en temporada de invierno menor (mayo-junio) y mayor (septiembre-noviembre) en sentido oeste-este (Bula, 1990). Estas corrientes pueden llegar a afectar a la Bahía de Cispatá pero en eventos de nivel macro como mar de leva y tormentas, ya que para efectos de la dinámica interna de la Bahía, la punta de Mestizos genera una protección de los efectos oceánicos, con aguas en relativa calma casi todo el tiempo (Molina *et al.*, 1994).

3.1.4. Hidrografía continental.

La zona de estudio se podría considerar como una de las áreas del litoral colombiano más dinámicas de los últimos siglos, dados los cambios acontecidos en la dinámica hídrica del Río Sinú. En el siglo pasado este Río, cambió su desembocadura desde la Bahía de Cispatá hasta la actual en Tinajones, unos cuantos kilómetros más hacia el suroeste por la línea de costa, lo cual llevo a la salinización de aguas y suelos que anteriormente contaban con un aporte hídrico constante y directo dentro de la Bahía. Este cambio incidió drásticamente en la composición de la fauna y flora del lugar, transformándola principalmente en especies estuarinas, dando como resultado uno de los ecosistemas manglaricos mas representativos de la región (CVS-CONIF, 2004).

El principal aporte fluvial para la Bahía, continua siendo el Río Sinú en conjunto con una serie de caños que alimentan el sistema de ciénagas de los alrededores, entre los que se destacan Caño Grande y Caño Sicará con agua



dulce y el Salado, el Soldado, Garzal, Remediapobre, Palermo y Tijó, que conducen agua salobre (CVS-CONIF, 2004).

3.1.5. Geología y geomorfología.

El área de la Bahía de Cispatá puede definirse como un ecosistema estuarino semicerrado o lagunar que se compone de una amplia red de ciénagas delimitadas por bancos de arena o manglar con conexión directa al Mar Caribe y descargas de afluentes del Río Sinú (Patiño y Flórez, 1993), con una profundidad promedio de la Bahía interna que oscila entre los 0,5 m a 1,4 m, dependiendo del lugar y de la marea (CVS-CONIF, 2004).

3.1.6. Cobertura vegetal.

El área de estudio se encuentra rodeada en su mayoría por bosques de mangle (Figura 3), con vegetación arbóreo-arbustiva con alturas medias y altas que se componen principalmente de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae*; su uso principal es el forestal, pesquero y turístico. También se encuentran salitrales o playones salinos con formaciones de manglar aisladas y algunas plantaciones de mangle en recuperación, compuesto principalmente de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* sin un uso aparente. En una menor cantidad se encuentran tipos de vegetación de playa, caracterizada por ser vegetación arbustiva y graminoide en suelos arenosos sin un uso aparente; vegetación de tierras inundables caracterizada por vegetación graminoide y flotante en cuerpos de agua con especies como *Typha domingensis*, *Acrostichum aureum*, *Eichornia* spp., *Heliconia* sp. y *Salvinia* sp., con usos para la agricultura y cultivos estacionales (INVEMAR-URRA, 2005).



4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Debido a la necesidad de conocer la dinámica larval de la ostra del mangle (*Crassostrea rhizophorae*) como fundamento para la implementación de métodos sostenibles de producción y cultivo, el estudio pretende evaluar las variaciones espacio-temporales en su estructura larval, entre abril y agosto de 2006 en la Bahía de Cispatá teniendo en cuenta las condiciones que presenta la columna de agua en diferentes sitios.



5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los cambios espacio-temporales de la estructura larval de *C. rhizophorae* teniendo en cuenta la abundancia de sus estadios larvales principales (umbonada y pediveliger).
- Determinar las condiciones físico-químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, transparencia y corrientes) presentes para cada sector de la Bahía durante los muestreos.
- Establecer las posibles relaciones entre la abundancia larval y las condiciones de la columna de agua presentes en cada estación.



6. HIPÓTESIS

Las mayores abundancias de larvas se presentan en las estaciones en las cuales la salinidad esta directamente influenciada por la dinámica de la marea en el tiempo de ingreso al sistema, lo que permite que la salinidad se mantenga estable a lo largo del muestreo.

La variabilidad de estadíos larvales tendrá una relación directamente proporcional con el incremento de la pluviosidad, dada la disminución en la salinidad.

La variabilidad de las condiciones físico-químicas diferentes a la salinidad, no influyen en la dinámica larval del sistema.



7. METODOLOGÍA

7.1. FASE DE CAMPO

7.1.1. Selección de sitios de muestreo.

Para caracterizar el estado larval se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo dentro de la Bahía (Figura 3), teniendo en cuenta la factibilidad en la implementación de colectores para el desarrollo del cultivo a gran escala. En primer lugar, se escogieron estaciones situadas dentro de áreas observables desde tres quioscos de vigilancia instalados previamente (estaciones 1,2 y 4). También se tuvo en cuenta el aporte hídrico, el componente abiótico y la presencia de bancos naturales de ostras, los cuales fueron identificados con ayuda de los pescadores que explotan este recurso en el área. Es de destacar, que la cuarta estación, fue implementada a partir del segundo mes de muestreo puesto que en el primero existieron dificultades logísticas en la realización del arrastre; sin embargo, si se obtuvieron datos de las variables físico-químicas.

7.1.2. Descripción de estaciones.

La primera estación se ubicó al noreste, justo antes de la boca principal de entrada del océano hacia la Bahía, a una distancia de 7 m del mangle, en coordenadas 9° 24' 54,2" N y 75° 48' 9,5" W. Se caracterizó por ser la de mayor influencia marina, dada por la cercanía al océano, aunque el oleaje era casi nulo debido a que se encontraba protegida por el rodal de mangle.

La segunda estación, se encontraba a 450 m al oeste de la primera y a 7 m del mangle, en coordenadas 9° 24' 57,8" N y 75° 48' 16,7" W. Una apertura dentro del rodal de mangle denominada por los pescadores como "El Caño" (Figura 3) separaba las dos estaciones y generaba una corriente importante durante los



flujos y reflujos causados por la marea y al igual que la primera estación, no se presentaba acción directa del oleaje.

La tercera estación se ubicó hacia la parte suroeste de la boca de salida de la Bahía, a 7 m del rodal de mangle, en coordenadas 9° 24' 26,2" N y 75° 48' 50,3" W; era afectada directamente por las corrientes de agua dulce descendientes de la parte alta del estuario principalmente de caño Grande.

La cuarta estación se ubicó en la parte sur de la Bahía en coordenadas 9° 24' 5,0" N y 75° 48' 15,6" W; se encontraba en el centro de una especie de ensenada, conformada y protegida por los mismos rodales de mangle, con profundidades que fluctuaron entre los 80 y 90 cm; se caracterizó, por que a diferencia de las demás, la distancia al rodal de mangle era superior a 50 m y no había una presencia significativa de bancos naturales de ostras.

7.1.3. Toma de muestras.

Se efectuaron cinco muestreos de abril a agosto de 2006, en la primera semana de cada mes, entre 9:00 y 11:00 a.m. Los meses seleccionados obedecieron a consideraciones administrativas y tiempos de ejecución de contratos.

Cada muestra se tomó con una red de plancton tipo Hansen de 0,30 m de diámetro de boca, con una longitud total de 1 m y 65 µm de ojo de malla en el vaso colector, a una velocidad promedio de 3 nudos. Se realizó un arrastre superficial en forma circular y horizontal para evitar la turbulencia del motor, lo que sumado al uso del flujómetro, constituyó un método confiable para hallar el volumen del agua filtrada (García, 1974; Boltovskoy, 1981). Para calcular el volumen filtrado por la red, se empleó un flujómetro marca Hidro-Bioskiel® el



cual fue calibrado previamente (Anexo A). En cada estación se realizó una réplica, para un total de dos arrastres por estación, seis para el primer mes y ocho del segundo muestreo al quinto; debido a la implementación de la cuarta estación en el segundo mes, para un total de 38 muestras durante todo el estudio. Solo se pudieron realizar arrastres superficiales debido a la baja profundidad de las estaciones que fluctuó entre los 80 y 180 cm.

Teniendo en cuenta que la colmatación de la red es uno de los factores que puede afectar seriamente la precisión de los cálculos cualitativos (Boltvskoy, 1981), se realizaron varios arrastres de prueba para determinar en que momento la red dejaba de filtrar eficientemente; esto se hacía por observación directa al extraer la red y corroborar que no estuviese taponada, determinándose un promedio de 30 s por arrastre dadas las condiciones de alta productividad que caracterizan este tipo de estuarios y el pequeño tamaño de ojo de malla del vaso colector (Domínguez y Alcaraz, 1983).

Las muestras fueron fijadas y preservadas en formaldehído al 5 % y neutralizadas con tetraborato de sodio (bórax), en una relación 9:1 con el volumen de la muestra (Steedman, 1976; Quayle, 1981), para ser examinadas posteriormente en el laboratorio.

7.1.4. Parámetros físico-químicos.

Fueron tomados una vez al mes en cada una de las estaciones, durante las 24 h que antecedieron al arrastre planctónico, realizándose un monitoreo de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l y porcentaje de saturación), salinidad, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), dirección de la corriente (grados), transparencia (cm) y profundidad (cm), con intervalos de 4 h entre cada medición (2:00 p.m., 6:00 p.m., 10:00 p.m., 2:00 a.m., 6:00 a.m. y 10:00 a.m.).



Para la toma de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y salinidad se empleó una sonda multiparámetros marca YSI® 85 la cual se introdujo en la columna de agua a 20 cm de profundidad y contaba con las características enmarcadas en la tabla 1.

Tabla 1. Rango, resolución y exactitud de los parámetros físico-químicos medidos por la sonda YSI® 85 empleada en el estudio.

Medición	Rango	Resolución	Exactitud
Conductividad	0 a 499,9 $\mu\text{S/cm}$	0,1 $\mu\text{S/cm}$	$\pm 0,5$ % FS
	0 a 4.999 $\mu\text{S/cm}$	1,0 $\mu\text{S/cm}$	$\pm 0,5$ % FS
	0 a 49,99 mS/cm	0,01 $\mu\text{S/cm}$	$\pm 0,5$ % FS
	0 a 200,0 mS/cm	0,1 $\mu\text{S/cm}$	$\pm 0,5$ % FS
Salinidad	0 a 80	0,1	± 2 %, o $\pm 0,1$
Temperatura	-5 a + 65 °C	0,1 °C	$\pm 0,1$ °C (± 1 lsd)
Oxígeno disuelto	0 a 200 % Sat.	0,1 % Sat.	± 2 % Sat.
	0 a 20 mg/l	0,01 mg/l	$\pm 0,3$ mg/l

Las corrientes fueron determinadas *in situ* según el método de Tait, (1987) por observación directa de la deriva de la lancha, luego de ser amarrada por la proa en los pilotes de señalización de cada estación; adicionalmente fueron empleadas cartas de deriva diseñadas según Acosta y Cañon (1998), que describen el método como directo y consta de una tarjeta rectangular de color fluorescente para su identificación, introducida dentro de una bolsa de polietileno del mas alto calibre, sellada con calor, junto con un peso y una pequeña cantidad de aire (Anexo B). El peso determina que la tarjeta flote inclinada, por lo que al tener forma rectangular los ejes de resistencia al aire y al agua son diferentes (Acosta y Cañon, 1998), asegurando un desplazamiento causado por la corriente de agua. Estas tarjetas fueron arrojadas por la borda de popa del bote y pasados 5 min aproximadamente, fue trazado el rumbo de la tarjeta en superficie, mediante el empleo de una brújula.



Las mareas se determinaron mediante el empleo de una cinta métrica fondeada junto a los pilotes de señalización de cada estación durante los meses de junio, julio y agosto, ya que para abril y mayo los pilotes fueron tomados por los pescadores para sus artes de pesca lo cual imposibilitó la obtención de datos en estos primeros meses.

La profundidad de cada estación se midió con el mismo método anterior y la transparencia fue tomada con disco Secchi con un diámetro de 0,30 m, determinando la profundidad hasta donde podía ser observado el disco con ayuda de un cabo medrado.

7.2. FASE DE LABORATORIO

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Jorge Tadeo Lozano seccional Santa Marta y observadas en un microscopio marca NIKON® E200 en placa Bogorov con alícuotas de 3 ml; el número de alícuotas a observar se determinó mediante la curva de abundancia acumulada, que fue realizada para cada una de las muestras.

La diferenciación de las larvas de *C. rhizophorae* del resto de larvas de bivalvos, se realizó con el criterio de desigualdad de los umbos (Boehs, 1994; Chanley y Dinamani, 1980; Pascual, 1971) planteado en el marco teórico, igualmente, con base a trabajos efectuados en identificación de larvas de bivalvos para la región (Zapata, 1995; Valero, 1997) y estudios internacionales donde se describen y se ilustran las formas larvales de bivalvos (Rees, 1950; Pascual, 1971; Chanley y Dinamani, 1980; Waller, 1981; Monteiro *et al.*, 2006).



Mediante el empleo de un micrómetro acoplado a uno de los oculares del microscopio, las larvas mayores a 300 μm se clasificaron como pediveliger y las larvas de 65 a 300 μm se clasificaron como umbonadas, teniendo especial cuidado de observar las larvas con umbo incipiente por su parte derecha, ya que esto permitía ver la desigualdad de umbos y la línea de la charnela, facilitando así su identificación (Pascual, 1971).

Cabe destacar que la medición se realizó a lo ancho de la valva, por lo cual se tenía en cuenta la longitud máxima, que es la distancia entre el extremo del umbo y el borde ventral (Pascual, 1971).

Adicionalmente, también se contó para la identificación, con imágenes realizadas en el laboratorio de producción de moluscos de la Universidad del Magdalena, en un estudio sobre crecimiento y desarrollo larval de *C. rizophorae* (Vega *et al.*, 2006).

7.3. FASE DE GABINETE

7.3.1. Estimación de volumen filtrado por la red.

El volumen filtrado por la red se calculó con base en el número de revoluciones marcado por el flujómetro dividido en el tiempo que duró el arrastre, lo cual arrojó las revoluciones por segundo (rev/s); para hallar los metros por revolución (m/rev) se empleó la curva de calibración (Anexo A) y con este valor multiplicado por el número de revoluciones del flujómetro se calculó la distancia recorrida por la red (h), (Anexo C) de tal forma que el volumen filtrado para cada arrastre se obtuvo de la fórmula:

$$V (\text{m}^3) = \pi \times r^2 \times h \quad (\text{Boltovskoy, 1981})$$



Donde:

$$\pi = 3,1416$$

r^2 = Radio de la boca de la red

h = Distancia recorrida

7.3.2. Estimación de abundancias larvales (larvas/m³).

La estimación de la abundancia larval de cada estadio en términos de densidad (larvas/m³) se realizó mediante la siguiente ecuación modificada de APHA (1995):

$$\text{Densidad (larvas/m}^3\text{)} = \frac{n \times \text{Vol. concentrado (ml)}}{\text{Vol. observado (ml)} \times \text{Vol. filtrado (m}^3\text{)}}$$

Donde:

n = corresponde al número total de larvas de cada estadio encontradas en todas la alícuotas observadas;

Volumen concentrado = volumen total de la muestra

Volumen observado = representa la parte de la muestra que fue sometida a riguroso conteo en las alícuotas

Volumen filtrado = volumen de muestra filtrado por la red (Anexo D).

La abundancia larval total se determinó mediante la suma de las densidades de los estadios umbonado y pediveliger (Anexo D).

Para efectos de interpretación y por el hecho de tenerse dos arrastres (A y B) por cada estación, las abundancias totales se agruparon en cuatro tipos de abundancias:



Abundancia individual por arrastre: es el valor neto obtenido en cada arrastre.

Abundancia promedio por arrastre: resultado de promediar el arrastre A y B.

Abundancia promedio por estación: Promedio de arrastres individuales en cada estación (Anexo J).

Abundancia promedio mensual: Promedio de arrastres individuales en cada mes (Anexo K).

Se efectuaron gráficos que permitieran evaluar la distribución espacial y temporal del componente larval en el sistema.

7.3.3. Estimación de rumbos de corrientes superficiales.

Para expresar los rumbos de las corrientes de manera gráfica se emplearon los puntos cardinales (norte, sur, oeste y este) y semicardinales (noreste, sureste, suroeste y noroeste) realizando una subdivisión de la circunferencia de la brújula en ocho sectores y posteriormente se clasificó cada dirección según los grados obtenidos en campo con el método de cartas de deriva empleado por Acosta y Cañon (1998).

7.3.4. Estimación de rumbos de corrientes y temperaturas por imágenes satelitales.

Para establecer la temperatura superficial del océano y la corriente superficial para los días de muestreo, se tuvieron en cuenta los datos arrojados por el sistema de predicción oceánica de la Dirección General Marítima de la Armada Nacional Colombiana (SPOD) el cual recibe información en tiempo real sobre la temperatura superficial del mar de satélites de la NOAA (Administración Atmosférica y Oceánica Nacional de Estados Unidos) y datos de viento del modelo global meteorológico de alta resolución, UKMO (*United Kingdom*



Meteorological Office, UK) con los cuales realiza las predicciones y diseños de corrientes y temperaturas oceánicas (CIOH, 2006).

7.3.5. Estimación de valores de precipitación.

Los valores de precipitación para el área de estudio durante los meses muestreados fueron tomados de la base de datos del Instituto de Hidrológica, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para la estación pluviométrica “Villa Marcela”, la cual se encuentra ubicada en el municipio de San Antero.

7.3.6. Estadística aplicada.

Debido a la capacidad de migrar de las larvas según las condiciones de la columna de agua (Scheltema, 1986; Deskshenieks *et al.*, 1996; Christo, 2006), para el análisis estadístico se tuvieron en cuenta los valores de las variables físico-químicas tomadas en el momento en que se realizaron los arrastres (10 a.m.) y se tomaron los valores de abundancia del estadio umbonado junto con el estadio pediveliger (Anexo D)

El análisis exploratorio de los datos se realizó usando medidas de tendencia central, mediante la media y medidas de variabilidad como la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Con el fin de determinar si existían diferencias entre estaciones, tanto para las abundancias larvales como para los valores de las variables físico-químicas, se realizó estadística inferencial empleando la prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 1999) ya que los datos no se ajustaban al modelo paramétrico. Previa estimación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas con la prueba de Shapiro-Wilks y el test de Bartlett's respectivamente.



En los casos en que se presentaron diferencias en la prueba de Kruskal-Wallis, se empleo la prueba pareada de Dunn para datos no paramétricos, con el fin de determinar entre quienes se encontraban las diferencias.

Se realizó un análisis de componentes principales PCA en el programa estadístico InfoStat[®] con el fin de observar las tendencias en las variables abióticas en forma grafica y poder determinar la correlación de estas variables. El PCA permitió agrupar las estaciones según las similitudes existentes en el conjunto de variables físico-químicas disociando todos los registros (estaciones-variables) que sobresalen dentro del contexto de datos evaluado (Ramírez, 1999).

Para establecer posibles relaciones entre las variables bióticas (abundancia larval) y abióticas (oxígeno disuelto, temperatura, transparencia y salinidad) fue empleada la correlación de Spearman debido a que los datos no eran paramétricos (Zar, 1999) utilizando el programa Statgraphics[®] 5.1. Esta prueba es una medida de asociación lineal, cuyos resultados de correlación varían de -1 a 1, siendo 1 el valor de correlación positiva fuerte, -1 el valor de correlación negativa fuerte y 0 el valor de asociación no lineal (Ludwig y Reynolds, 1988).



8. RESULTADOS

8.1. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

8.1.1. Abundancias larvales.

Las larvas fueron encontradas en todos los sitios de muestreo y en todos los meses. En cuanto a la variación espacial, los valores de abundancias promedio por estación más altos fueron para las estaciones 4 y 3 con $701 \pm 780,45$ (desviación estándar) y $652 \pm 579,42$ larvas/m³ respectivamente. Los máximos valores promedio por arrastre también se encontraron en las estaciones 4 y 3 con un máximo de $1.946 \pm 57,28$ larvas/m³ en mayo y $1.650 \pm 320,32$ en junio respectivamente. El valor más alto individual por arrastre (valor sin promediar), se presentó en el arrastre A de la estación 4 para el mes de mayo con un total de 1.987 larvas/m³ (Anexo J).

La estación 2 presentó el menor valor promedio por estación con $165 \pm 79,72$ larvas/m³ y el menor valor promedio por arrastre con $80 \pm 59,40$ larvas/m³; al igual que el menor valor individual por arrastre con 38 larvas/m³ (Anexo J).

En cuanto a la variación temporal, mayo se destacó por ser el mes en donde se obtienen los valores promedio por mes más altos con 885 ± 708 larvas/m³, seguido por junio con 591 ± 670 larvas/m³. El menor valor promedio mensual, se presentó en agosto, con 171 ± 144 larvas/m³ (Anexo K).

La gráfica de los valores promedio por arrastre evidenció dos tendencias; la primera, la mayor abundancia larval en todas las estaciones se dio o en mayo o en junio en donde se reportan abundancias que sobrepasan las 600 larvas/m³ y



la segunda, una similitud entre abril, julio y agosto en donde las abundancia no superan las 470 larvas/m³ (Figura 4).

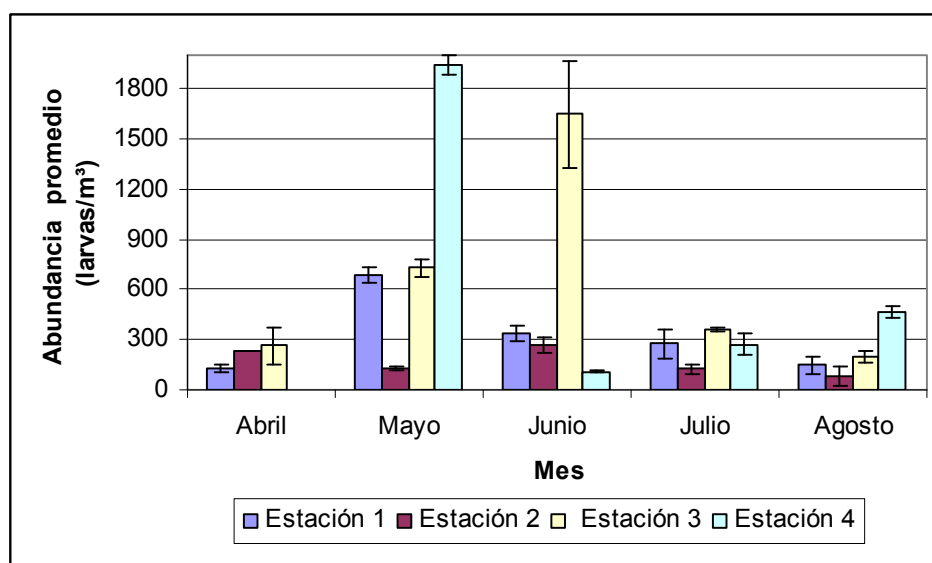


Figura 4. Gráfica de abundancias larvales promedio por arrastre (umbonada+pediveliger) de abril a agosto de 2006, indicando larvas/m³ en cada estación y en cada mes y su desviación estándar (n=2).

La prueba de Kruskal-Wallis aplicada a las abundancias, reveló que no existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución espacial ($p= 0,052$; $H= 8,28$ y $n= 10$) pero si en la distribución temporal ($p=0,045$; $H= 9,72$; $n= 8$). La prueba de Dunn indicó que los meses con diferencias estadísticamente significativas son mayo y agosto ($Q= 2,94$; $P< 0,01$).

8.1.2. Abundancias larvales por estadíos.

Se contabilizaron un total de 8.401 larvas, de las cuales 8.263 (98 %) correspondían al estadio umbonado y tan solo 138 (2 %) al pediveliger.



El valor más alto registrado para el estadio umbonado en arrastres sin promediar fue de 1.963 larvas/m³ para la estación 4, arrastre A, en mayo y el menor fue de 29 larvas/m³ para la estación 2, arrastre A, en agosto (Anexo K).

El mayor valor promedio por estación para el estadio umbonado fue de 693 ± 768 larvas/m³ en la estación 4, seguido por 651 ± 580 larvas/m³ en la estación 3; la estación 1 presentó 302 ± 218 larvas/m³ y por último la estación 2 con 158 ± 85 larvas/m³ (Anexo K).

En cuanto a la variación temporal el mes de mayor abundancia promedio para el estadio umbonado fue mayo con 877 ± 696,8 larvas/m³, seguido por junio con 582 ± 675 larvas/m³; julio presentó 260 ± 100,9 larvas/m³, agosto 210 ± 169,4 larvas/m³ y por último abril con 203 ± 78,9 larvas/m³.

La gráfica de abundancias promedio para el estadio umbonado (Figura 5) es muy similar a la realizada para la totalidad de los estadios (Figura 4), manteniendo la misma tendencia espacial y temporal descrita para la abundancia larval total.

Las larvas pediveliger aparecieron muy esporádicamente con un valor máximo por arrastre sin promediar de 51 larvas/m³ para el mes de agosto, arrastre B, estación 2; no obstante en 23 de los 38 arrastres realizados no se encontró ninguna larva en estadio pediveliger (Anexo K). La estación con una mayor abundancia promedio fue la 1 con 12,8 ± 17,1 larvas/m³ y la menor la 3 con 1 ± 2,3 larva/m³.



El mes que presentó mayor abundancia promedio fue agosto con $12,5 \pm 20$ larvas/m³ y el menor fue julio con $2,1 \pm 4,3$ larvas/m³ (Anexo K).

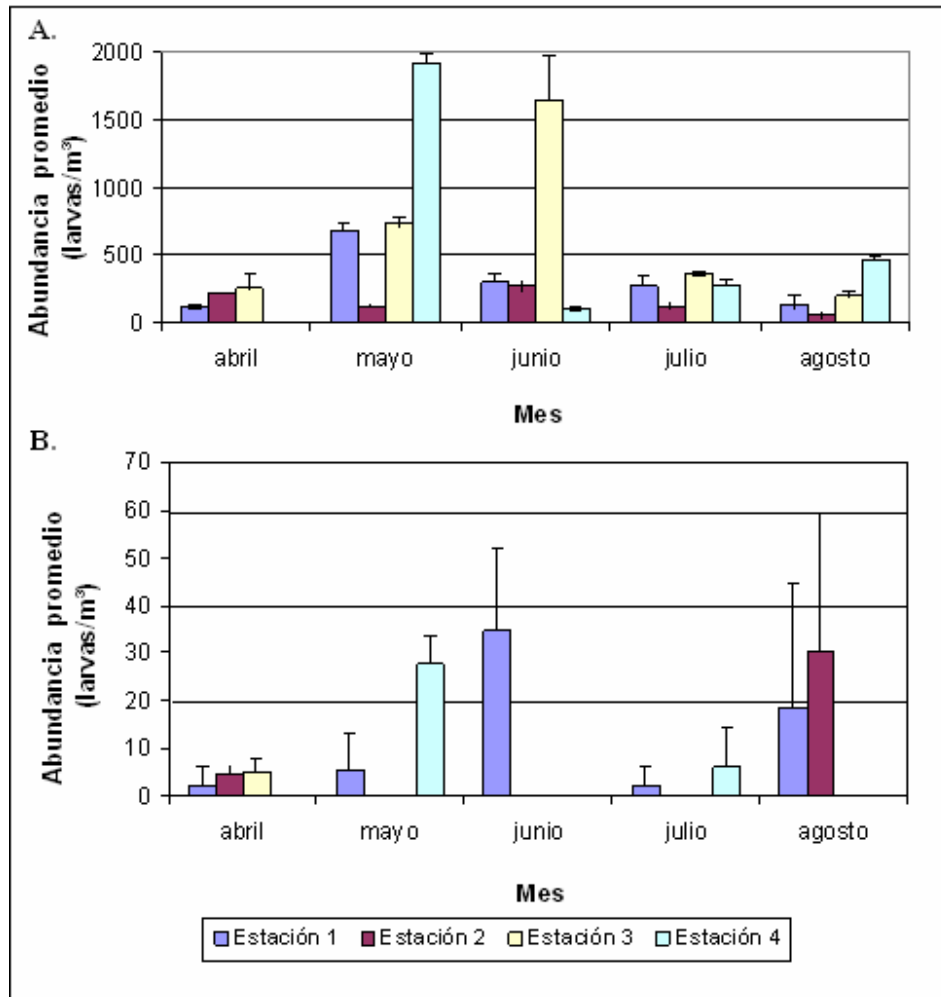


Figura 5. Abundancias promedio por arrastre (larvas/m³) y desviación estándar (n=2) de estadíos A. umbonados y B. pediveliger de abril a agosto de 2006

8.2. PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

8.2.1. Temperatura superficial.

Según las imágenes satelitales del sistema SPOT de la Armada Nacional Colombiana, la variación de la temperatura superficial del mar en la parte



oceánica para las costas del Golfo de Morrosquillo fue casi imperceptible y se mantuvo entre los 30 y 31 °C durante los meses de muestreo (Figura 6).

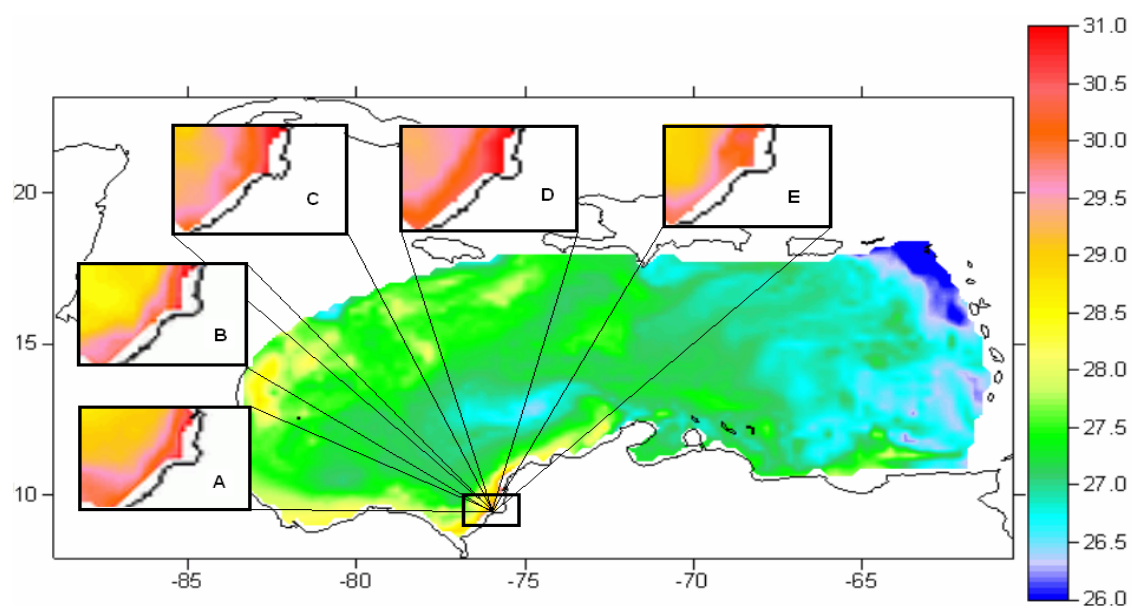


Figura 6. Imagen satelital de la temperatura superficial del océano para las costas del Golfo de Morrosquillo en abril (A), mayo (B), junio (C), julio (D) y agosto (E) de 2006, durante los días de muestreo, representando la temperatura mediante la intensidad del color. Tomadas y modificadas del sistema SPOT de predicción oceánica de la Armada Nacional de Colombia (CIOH, 2006).

Al observar el comportamiento de la temperatura a escala local para cada estación a lo largo de todo el estudio, se presentó un patrón común durante el día, encontrándose las temperaturas más altas hacia las 2:00 p.m. y las más bajas en la madrugada, entre las 2:00 a.m. y 6:00 a.m. (Figura 7).

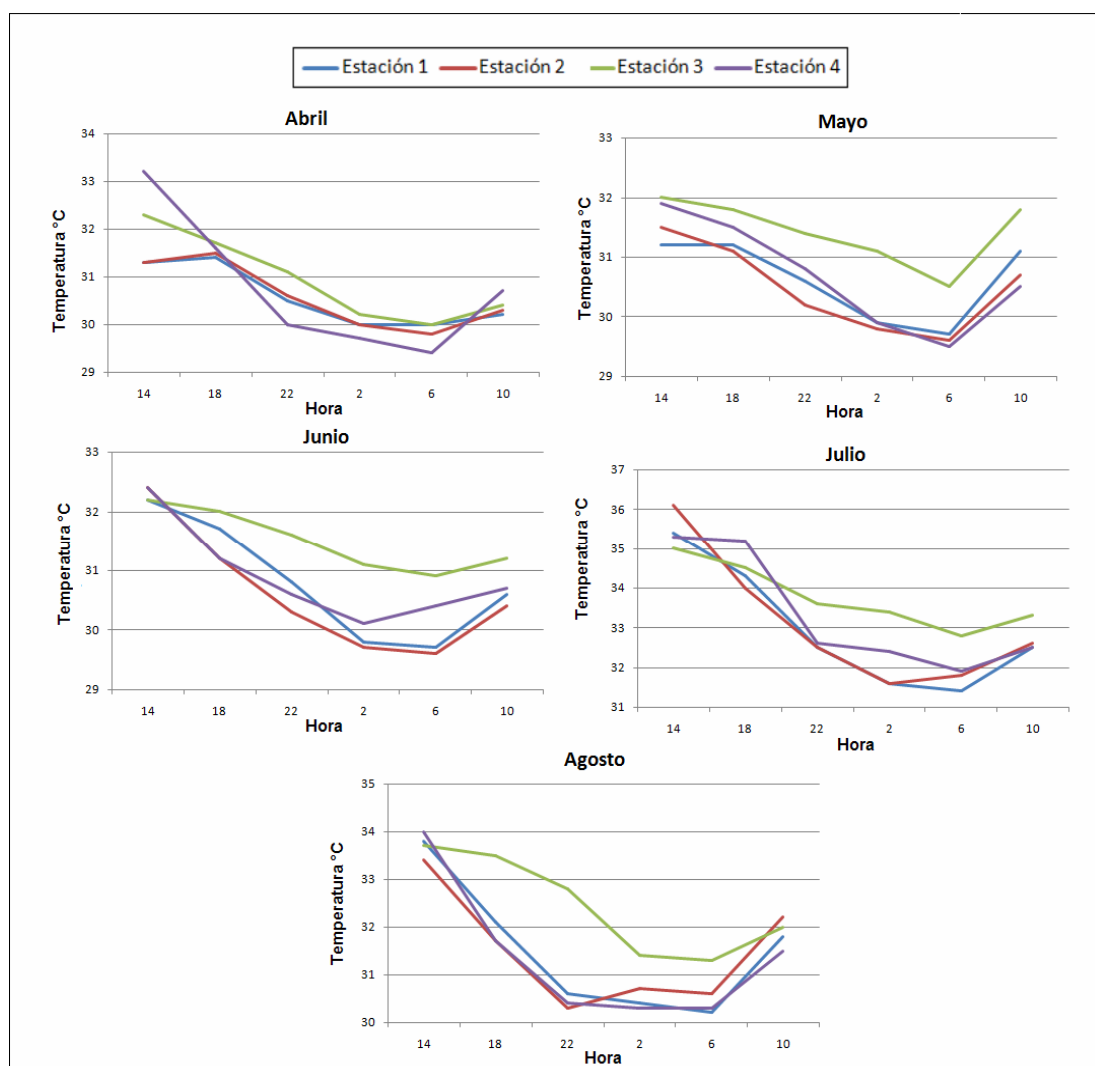


Figura 7 Comportamiento de la temperatura en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006.

El mes más calido fue julio para todas las estaciones con temperaturas promedio que oscilaron entre los $32,95 \pm 1,58$ °C y los $33,77 \pm 0,82$ °C. El mes mas frío fue abril, con una temperatura promedio constante de 30 °C para todas las estaciones (Anexo E).



La estación 3 como tendencia general, mostró las mayores temperaturas del día para todos los meses (Figura 7); sin embargo, la mayor temperatura superficial del agua en todo el estudio, se presentó en julio, en la estación 2, con un valor de 36,1 °C y la menor se observó en abril para la estación 4 con un valor de 29,4 °C.

La estación 2 presentó la mayor variación de temperatura durante el día con un rango de 4,5 °C para el mes de julio; el mes de mayo fue el más estable para todas las estaciones mostrando variaciones menores a 2,5 °C.

La grafica de variación mensual de temperatura para la hora del arrastre evidenció valores similares dentro de cada mes durante todo el estudio obteniéndose los más bajos para el mes de abril y los más altos para julio y agosto, observándose una tendencia a aumentar con el paso de los meses (Figura 8).

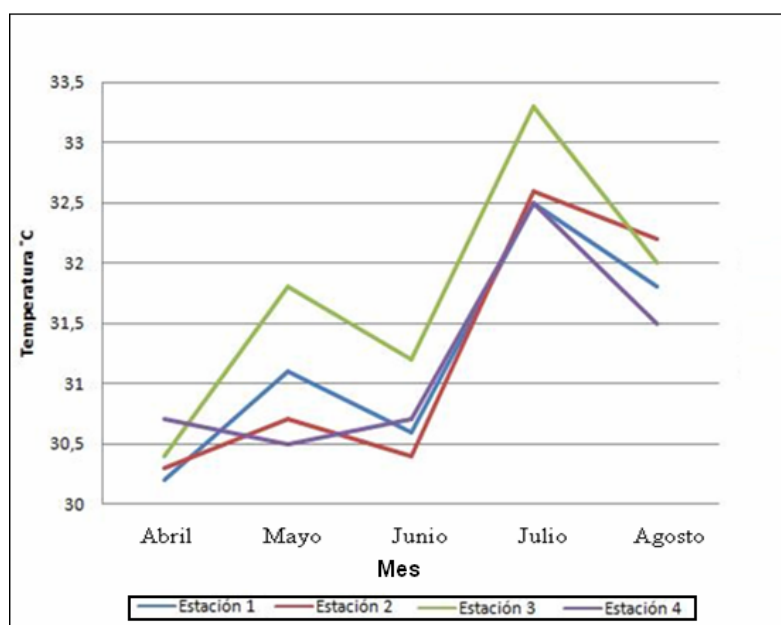


Figura 8. Comportamiento de la temperatura superficial para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006.



La prueba de Kruskal-Wallis reveló que existen diferencias estadísticamente significativas de la temperatura entre los meses ($p= 0,0032$; $H= 1,819$; $n= 4$) pero no entre estaciones ($p= 0,833$; $H= 0,8645$; $n= 5$). La prueba de Dunn reveló que existieron diferencias significativas entre abril y julio.

8.2.2 Salinidad superficial.

El mes de mayor salinidad promedio superficial fue abril para todas las estaciones, encontrándose salinidades promedio que fluctuaron desde $31,65 \pm 0,79$ para la estación 4, hasta $32,53 \pm 0,08$ en la estación 2 (Anexo F).

El mes de menor salinidad promedio en todas las estaciones fue julio, con salinidades que fluctuaron entre $22,17 \pm 1,73$ para la estación 4 y $23,37 \pm 0,34$ para la estación 3.

El mayor valor de salinidad se presentó en las estaciones 1 y 2 para el mes de abril con 32,6 y el menor en el mes de agosto en la estación 4 con 18,8 (Anexo F).

El comportamiento de la salinidad a lo largo del día fue muy variable según el mes (Figura 9), pero como tendencia general aumentó su rango de variación con el paso de los meses. El mes más estable durante el ciclo de 24 h fue abril con rangos de variación entre los 0,2 y 1,8 unidades de salinidad y el más variable fue agosto con rangos entre los 1,3 y 9,6 unidades.

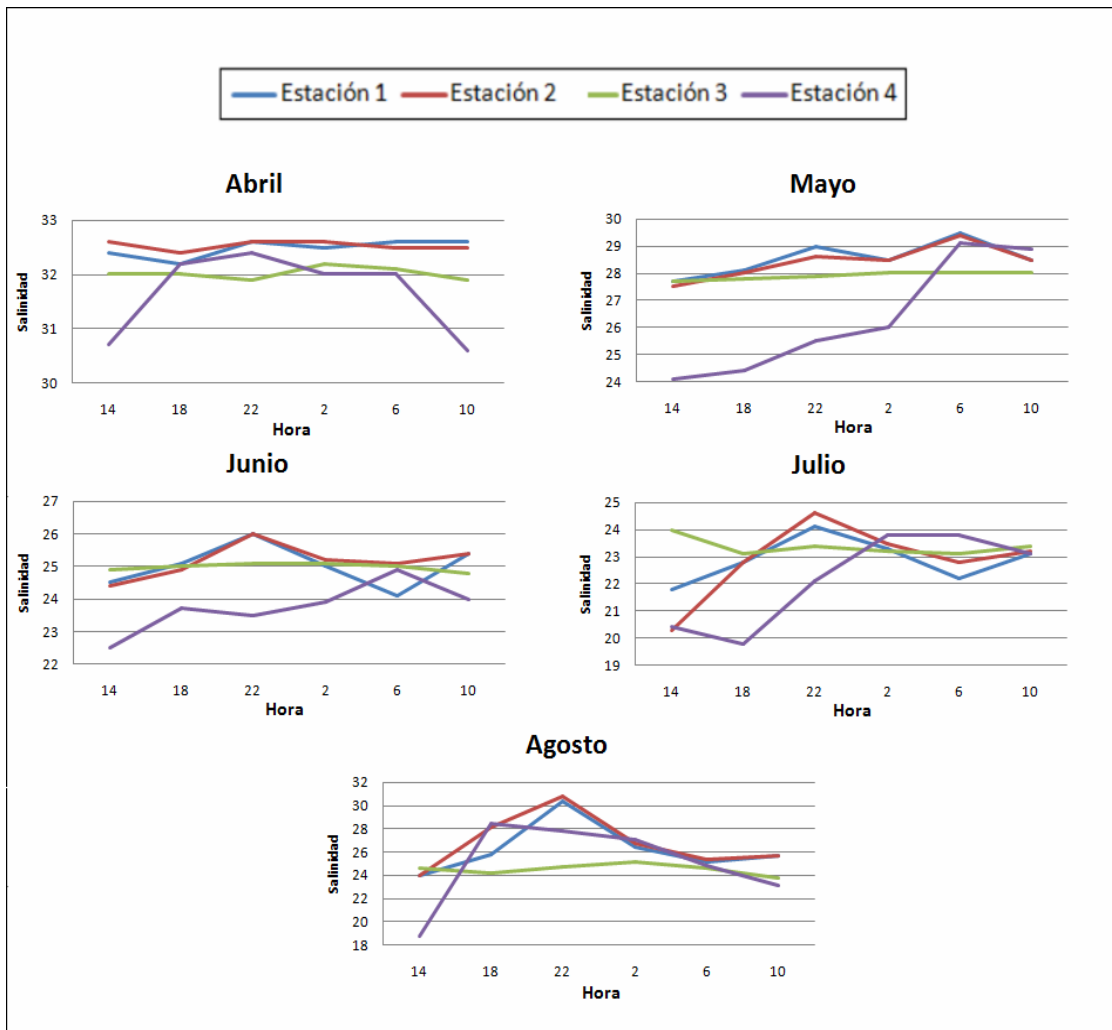


Figura 9. Comportamiento de la salinidad en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006.

Existió una similitud entre las estaciones 1, 2 y 3 respecto a la fluctuación diaria de la salinidad dentro de cada mes, observando un solapamiento de sus líneas de tendencia, en contraste con la estación 4, la cual presentó los cambios más abruptos y sobresale respecto a las demás con los valores más bajos para todos los meses (Figura 9).



Si se observan los cambios de la salinidad para la hora del arrastre durante todo el estudio, se ve una clara reducción de la salinidad desde abril a julio con un leve aumento para el mes de agosto; sin embargo, los valores en cada mes para todas las estaciones fueron muy similares (Figura 10).

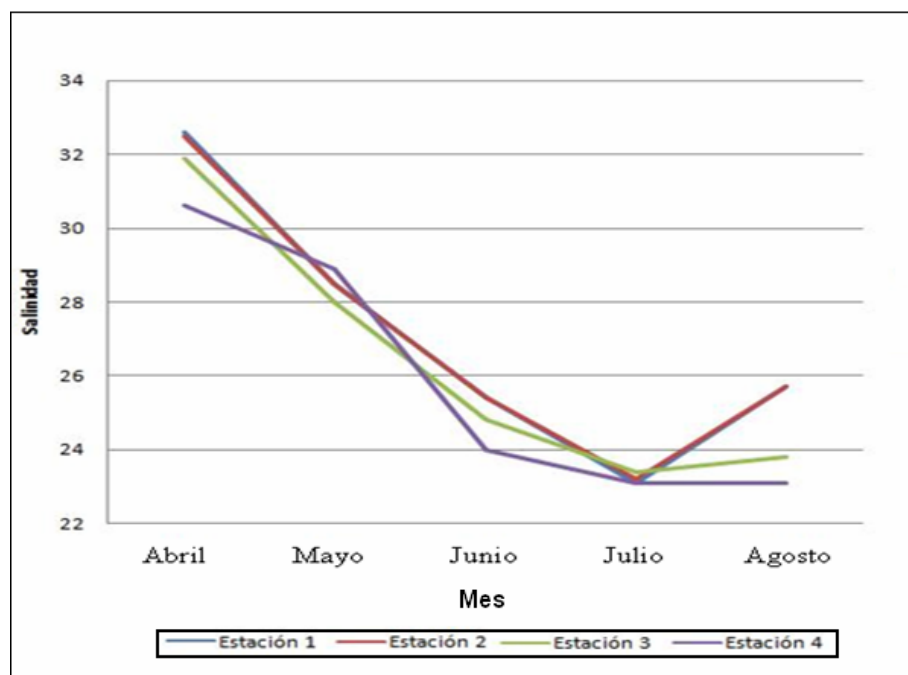


Figura 10. Comportamiento de la salinidad superficial para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006.

La prueba de Kruskal-Wallis mostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa de salinidad para las estaciones ($p= 0,849$; $n= 5$; $H= 0,8013$) pero si hay diferencias estadísticamente significativas para los meses ($p= 0,0023$; $n= 4$; $H= 16,5586$). La prueba de Dunn determino diferencias significativas entre abril y julio.



8.2.3 Oxígeno.

Como tendencia general para casi todas las estaciones y durante todos los meses de muestreo los mayores porcentajes de saturación de oxígeno se observaron hacia el medio día y disminuían con el paso de las horas hasta alcanzar los más bajos hacia las 6:00 a.m. (Figura 11).

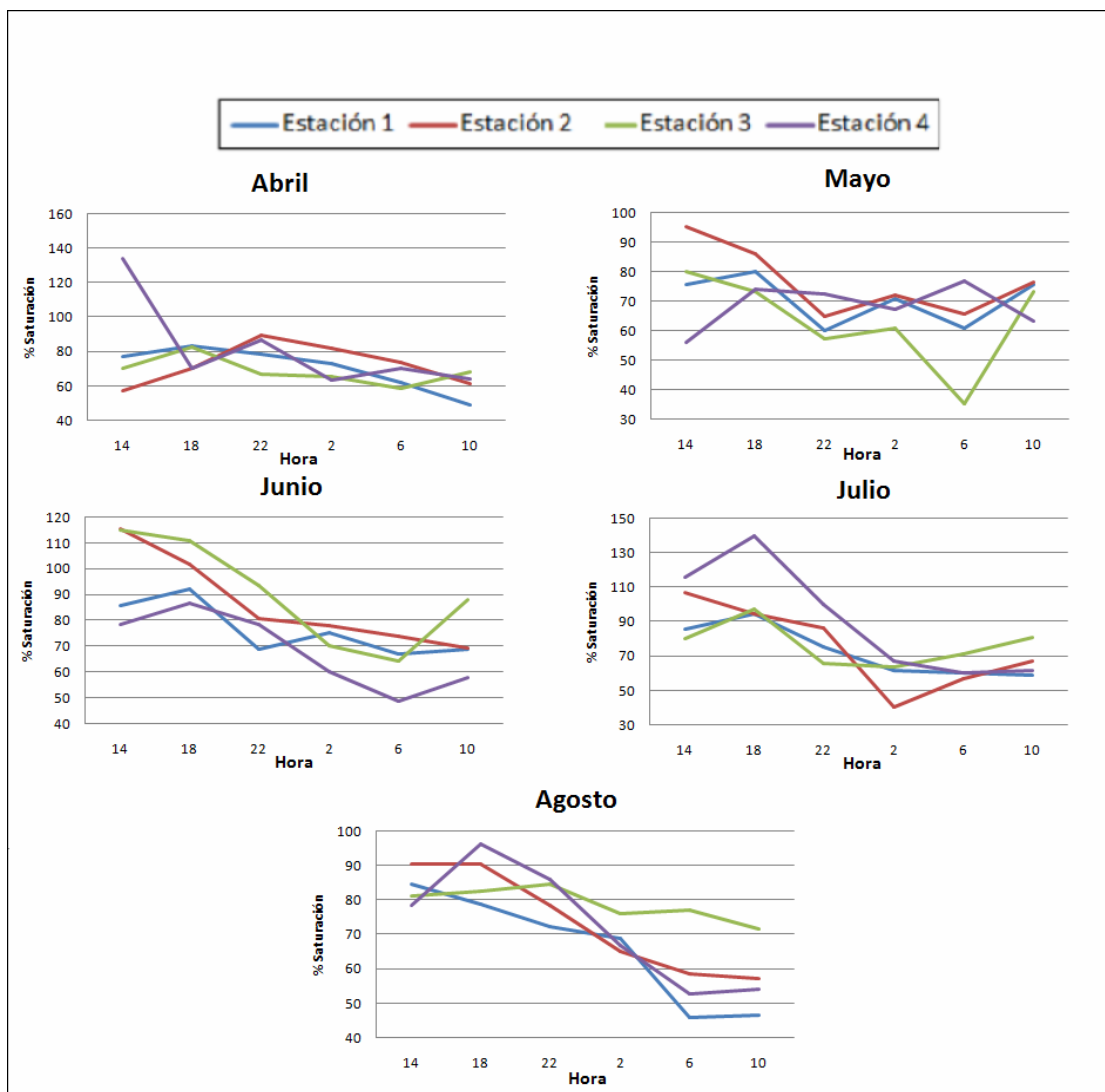


Figura 11. Comportamiento de la saturación de oxígeno en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre en cada mes de muestreo para todas las estaciones de abril a agosto de 2006.



El más alto valor de porcentaje de saturación de oxígeno se registró para el mes de julio en la estación 4 con 139,8 % y el más bajo se presentó en mayo con 35,3 % para la estación 3 (Figura 11).

El mes con mayor porcentaje de saturación de oxígeno promedio para las estaciones 1,2 y 3 fue junio y para la 4 julio. El mes de menor porcentaje de saturación promedio para las estaciones 1 y 2 fue abril y para las estaciones 3 y 4 fue mayo (Anexo G).

En la estación 4 se observó el mayor rango de variación durante el día con 79,4 % para el mes de julio y la menor variación se tomó en la estación 3 para el mes de agosto con 13 % (Anexo G).

La variación del % de saturación de oxígeno para la hora de los arrastres durante todo el muestreo fluctuó entre el 46 % y el 88 %. No existió una tendencia definida con el paso de los meses en los porcentajes de saturación de oxígeno; sin embargo, los más altos valores para todas las estaciones se observaron en los tres primeros meses, abril, mayo y junio y los menores valores se dieron para las estaciones 1,2 y 4 en el mes de agosto y en abril para la estación 3 (Figura 12).

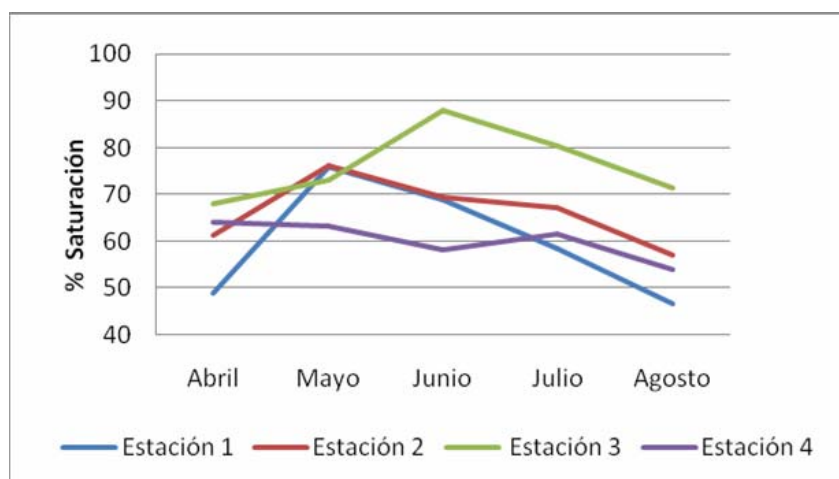


Figura 12. Comportamiento del oxígeno (% de saturación) para la hora de los arrastres (10:00 a.m.), de abril a agosto de 2006.

Según la prueba de Kruskal-Wallis no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones ($p= 0,0508$; $n= 5$; $H= 7,777$) ni entre los meses ($p= 0,164$; $n= 4$; $H= 6,5$), no obstante, la estación tres sobresale por evidenciar los valores más altos de oxígeno en 4 de los 5 muestreos (abril, junio, julio y agosto) (Figura 12).

8.2.4 Corrientes.

Según los datos arrojados por el análisis satelital, la corriente superficial predominante para el Caribe en el área del muestreo durante los meses de abril a agosto, fue la contracorriente de Panamá, que se acercó a las costas colombianas del Golfo de Morrosquillo con dirección oeste-este, pero a la altura del la Bahía de Cispatá su sentido fue suroeste-noreste. Es de destacar que la corriente Caribe no presentó influencia alguna en el área de estudio (Figura 13).

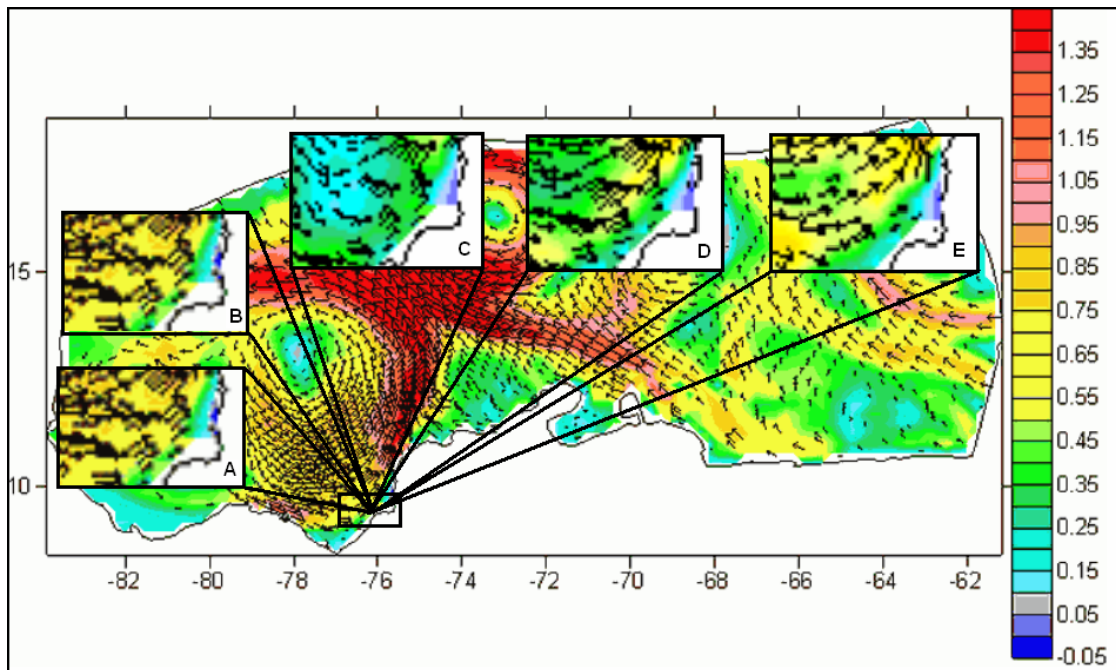


Figura 13. Imagen satelital de la corriente superficial del océano en abril (A), mayo (B), junio (C), julio (D) y agosto (E) durante los días de muestreo; las flechas representan la dirección y la intensidad de color la velocidad. Tomadas del sistema SPOT de predicción oceánica de la Armada Nacional de Colombia (CIOH, 2006).

El comportamiento de las corrientes a escala local para cada una de las estaciones en el ciclo de 24 h que antecedieron al arrastre de agosto a junio, no mostró similitud clara de los rumbos ni entre meses ni entre estaciones para las estaciones 1, 2 y 4 (Tabla 2).

La única estación que presentó un patrón de direccionamiento de corrientes de junio a agosto es la 3, que mantuvo rumbos con tendencia al sur durante el día (10:00 a.m. a 6:00 p.m.) y rumbos con tendencia a el norte durante la noche y parte de la madrugada. La estación 1 se destacó por mantener un rumbo constante durante las 24 h en el mes de agosto (Tabla 2).



Tabla 2. Rumbos de las corrientes en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre entre junio y agosto de 2006.

	Hora	Junio	Julio	Agosto
Estación 1	14	→	↘	↘
	18	↘	↘	↘
	22	↖	↖	↘
	2	↖	→	↘
	6	nula	↘	↘
	10	↘	↘	↘
Estación 2	14	↓	↖	→
	18	↘	↘	↘
	22	nula	↖	↘
	2	↖	↗	→
	6	↓	↓	↘
	10	→	→	↖
Estación 3	14	→	↘	↘
	18	↖	↓	↓
	22	↖	↘	↖
	2	↓	↗	↑
	6	↑	↖	↖
	10	↘	↑	↗
Estación 4	14	↘	←	→
	18	→	←	↘
	22	nula	←	←
	2	nula	↑	←
	6	→	↖	↘
	10	→	→	→

Convenciones:

Punto Cardinal	Símbolo
Norte (N)	↑
Noreste (NE)	↗
Este (E)	→
Sureste (SE)	↘
Sur (S)	↓
Suroeste (SO)	↙
Oeste (O)	←
Noroeste (NO)	↖

8.2.5 Profundidad.

Las cuatro estaciones presentaron diferencias notorias en la profundidad promedio. La estación 2, fue la de mayores profundidades, fluctuando entre $172,8 \pm 15,6$ y $182 \pm 12,5$ cm seguida por la 1 que fluctuó entre $141,9 \pm 14,9$ y



151,3 \pm 7,7 cm; luego la 3 con valores entre 130,6 \pm 9,7 y 137,8 \pm 12,7 cm y por último la 4 que osciló entre 78 \pm 14 y 87 \pm 5,8 cm (Anexo H).

Se observó una disminución en la profundidad promedio del agua de junio a agosto para todas las estaciones con excepción de la estación 3 (Figura 14).

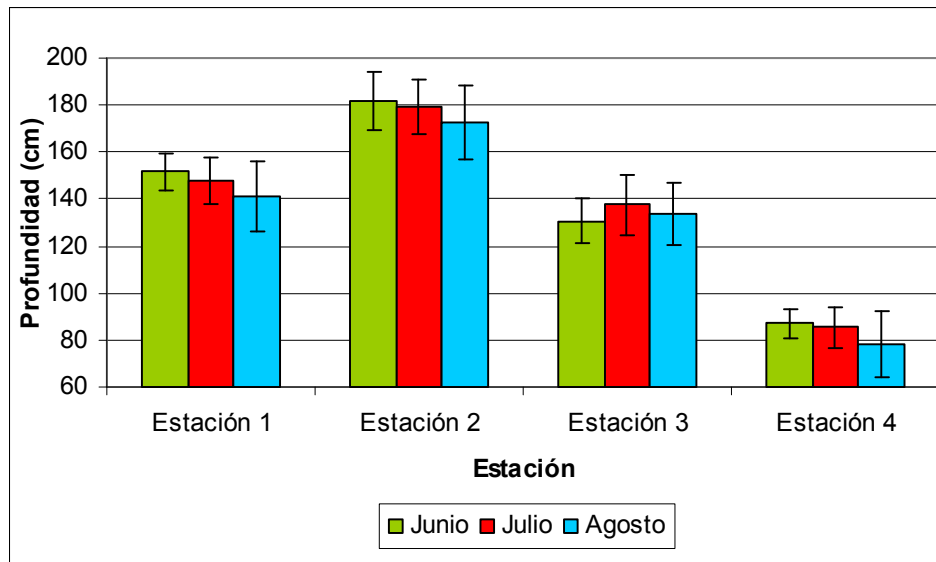


Figura 14. Profundidad promedio mensual y desviación estándar (n= 6) para los meses de junio, julio y agosto de 2006.

Al graficar las variaciones de la profundidad durante 24 h, las mareas presentaron la misma tendencia de crecimiento y decrecimiento para todas las estaciones (Figura 15). En general, las mayores profundidades se evidenciaron entre 6:00 p.m. y 2:00 a.m. y las menores entre 10:00 a.m. y 2:00 p.m.; sin embargo, existió una diferencia de mes a mes respecto de la hora a la cual alcanzaron los mayores y menores valores (Figura 15).

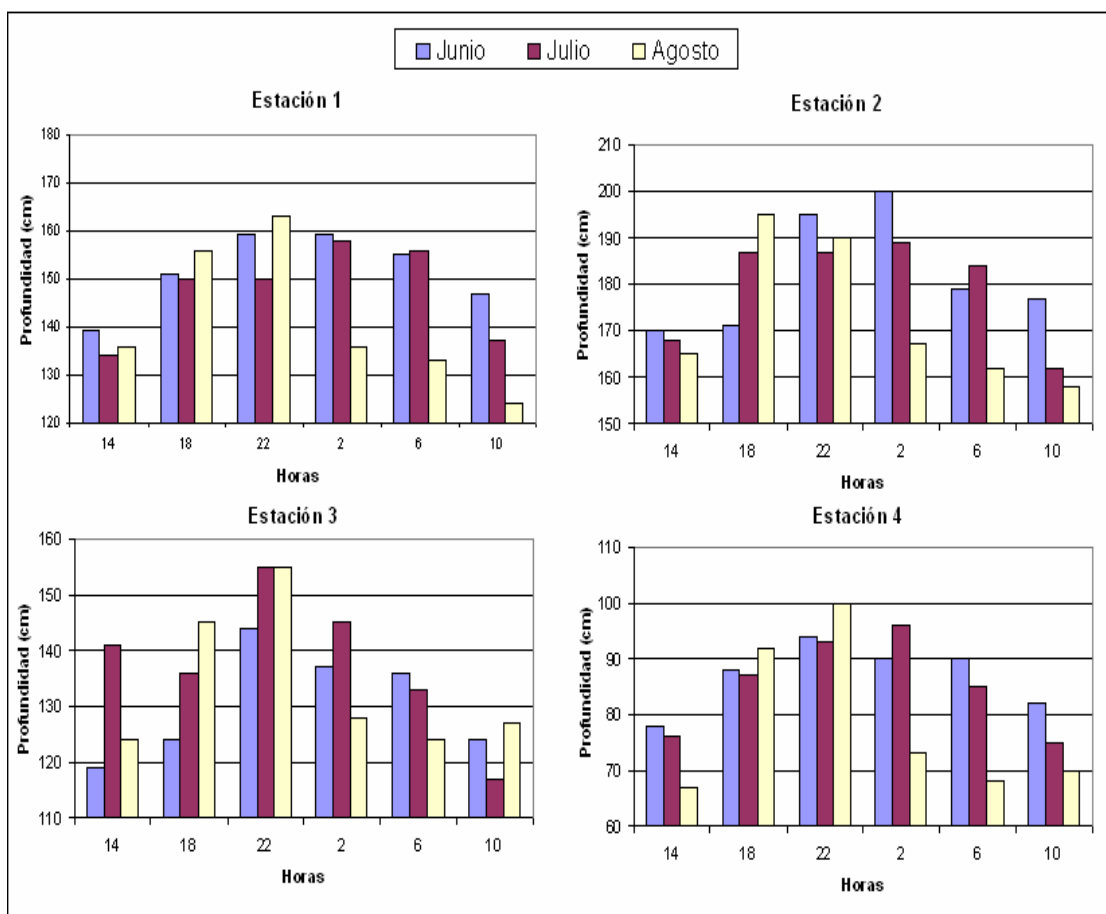


Figura 15. Variación de la marea en el ciclo de 24 h que antecedieron el arrastre para junio, julio y agosto de 2006 en cada una de las estaciones.

8.2.6. Precipitación.

La precipitación total mensual en el área de estudio durante los meses de muestreo se caracterizó por presentar un aumento paulatino de marzo a mayo, disminuyendo para junio y finalmente incrementándose durante el último mes (Figura 16). Mayo se destacó por ser el mes de mayor precipitación con 229 mm y marzo el de menor con 14 mm. Es prudente aclarar, que se tuvieron en cuenta los valores de precipitación mensual total desde el mes de marzo, es decir un mes antes del primer muestreo, ya que estas fueron las cantidades de lluvia que en verdad afectaron el mes inmediatamente siguiente, debido a que el muestreo se realizaba los primeros días de cada mes.

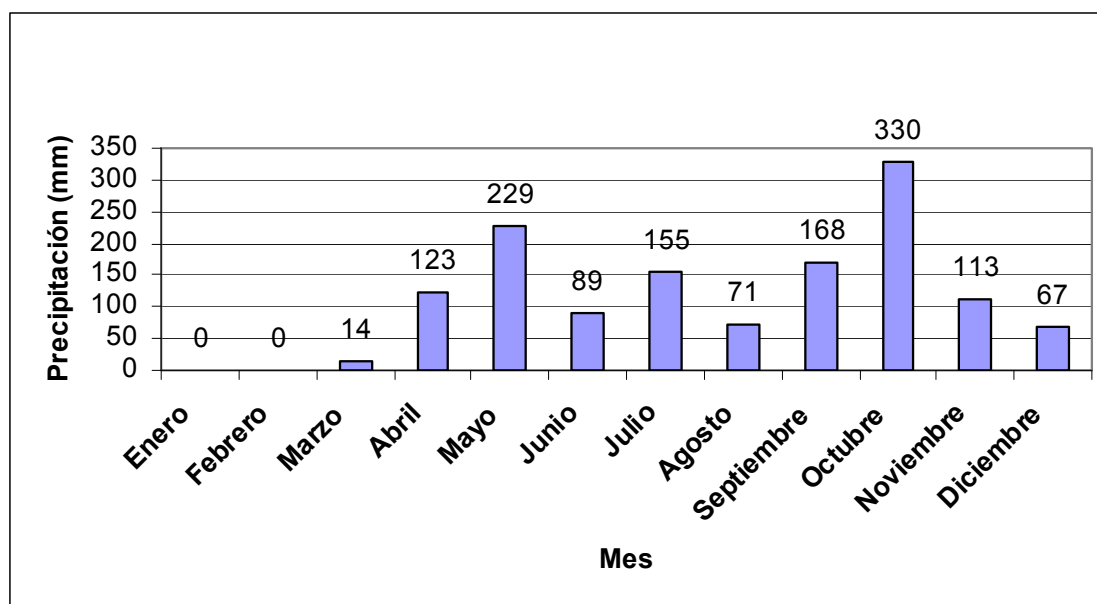


Figura 16. Valores mensuales de precipitación en mm durante el 2006 para el área de estudio. Tomados de la base de datos del IDEAM en la estación pluviométrica “Villa Marcela”.

8.2.7. Transparencia.

En cuanto a la fluctuación diaria de los valores de transparencia de la columna de agua se presentó un patrón claro para los meses de abril, mayo, junio y julio, donde se obtuvieron los mayores valores de penetración de la luz en las horas de la mañana entre 6:00 y 10:00 a.m. (Figura 17).

En general, los valores más bajos de penetración de la luz se presentaron en las horas de la tarde con excepción del mes de agosto donde no se aprecia una tendencia definida (Figura 17).

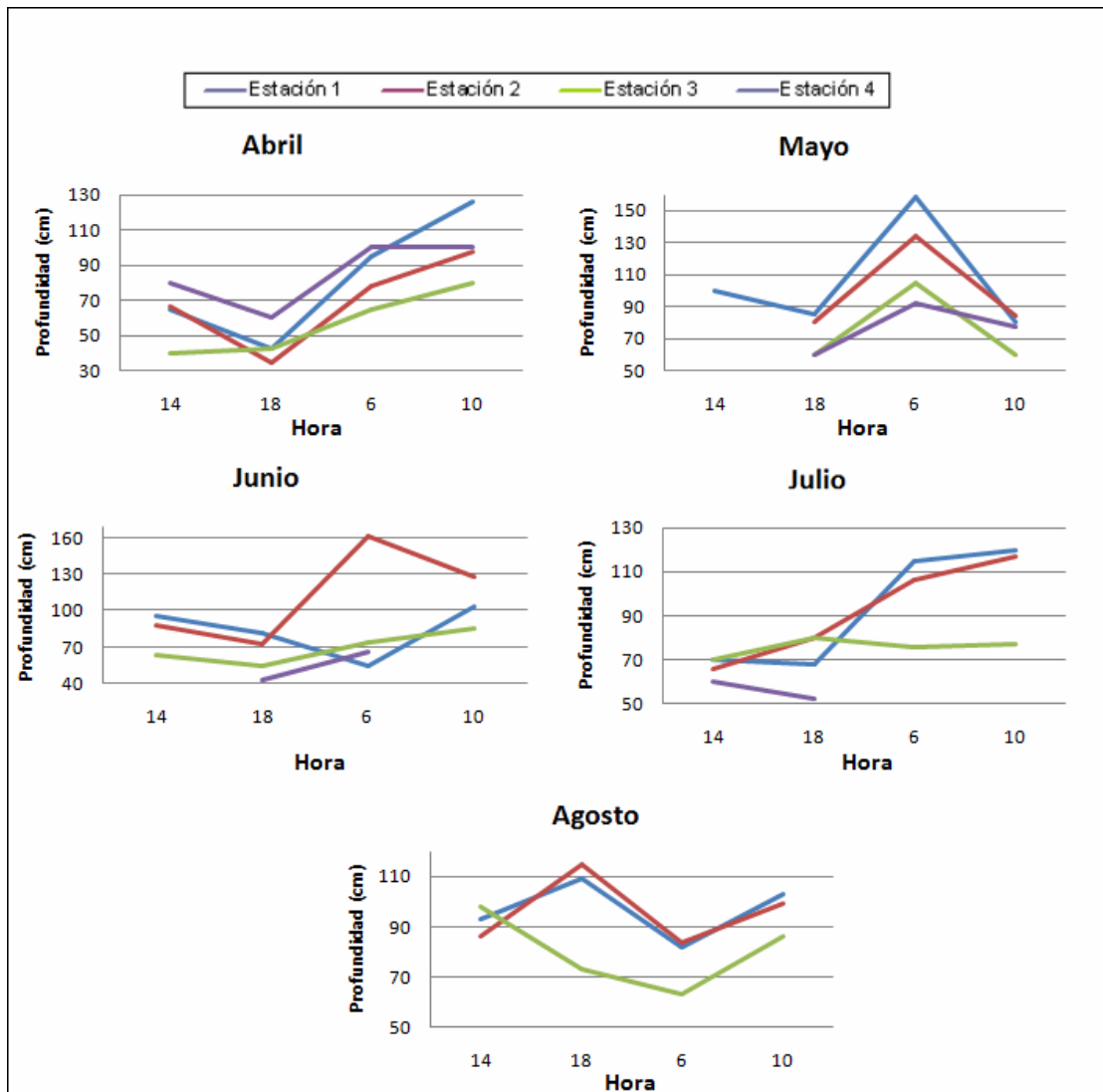


Figura 17. Valores de profundidad del disco Secchi durante las 24 horas que antecedieron el arrastre para todas las estaciones de abril a agosto de 2006. Las líneas entrecortadas obedecen a valores no calculados debido a que la transparencia fue igual a la profundidad.

En cuanto a los valores de transparencia para la hora del arrastre, en la estación 1 y 4, el mes de mayor transparencia fue abril con 126 y 100 cm respectivamente; para la estación 2 fue junio, con 128 cm y para la 3 fue agosto, con 86 cm. El mes de menor transparencia fue mayo para todas las estaciones (Figura 18).



En general las estaciones 1 y 2 se destacaron como las de mayor transparencia en comparación con la 3 y 4.

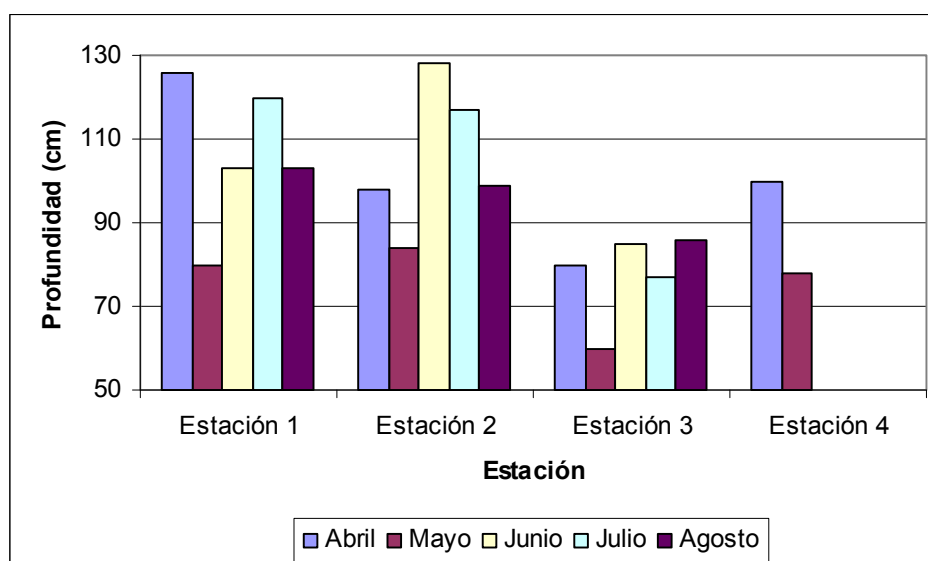


Figura 18. Profundidad de disco Secchi para la hora de arrastre (10 am) de abril a agosto de 2006.

8.3. RELACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES CON VARIABLES BIOLÓGICAS

Los resultados obtenidos al aplicar la correlación de Spearman para las variables abundancia larval, oxígeno, temperatura y salinidad, revelaron que no existió una relación estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre las variables abundancia-oxígeno ($r_s = 0,43$; $n = 19$; $p = 0,064$), abundancia-temperatura ($r_s = -0,0097$; $n = 19$; $p = 0,967$), abundancia-salinidad ($r_s = -0,0634$; $n = 19$; $p = 0,788$), oxígeno-temperatura ($r_s = 0,101$; $n = 19$; $p = 0,665$) y oxígeno-salinidad ($r_s = -0,026$; $n = 19$; $p = 0,991$); sin embargo, se observó una relación estadísticamente significativa entre la temperatura y la salinidad ($r_s = -0,750$; $n = 19$; $p = 0,0015$) (Anexo I).



8.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

En el análisis de componentes principales se conformaron dos grandes grupos para el componente 1 que explican el 41,2 % de la varianza; el primero en dirección a los vectores salinidad, constituido por las estaciones de abril y mayo; el segundo en dirección al vector temperatura, en donde se agruparon las estaciones de junio, julio y agosto (Figura 19). Para el componente 2, que explica el 25,1 % de la varianza, se observó la agrupación de estaciones en dirección a los vectores transparencia y oxígeno; sin embargo no presentan un patrón muy definido con excepción de la estación 1 y 2 que parecen estar relacionadas con el vector transparencia (Figura 19).

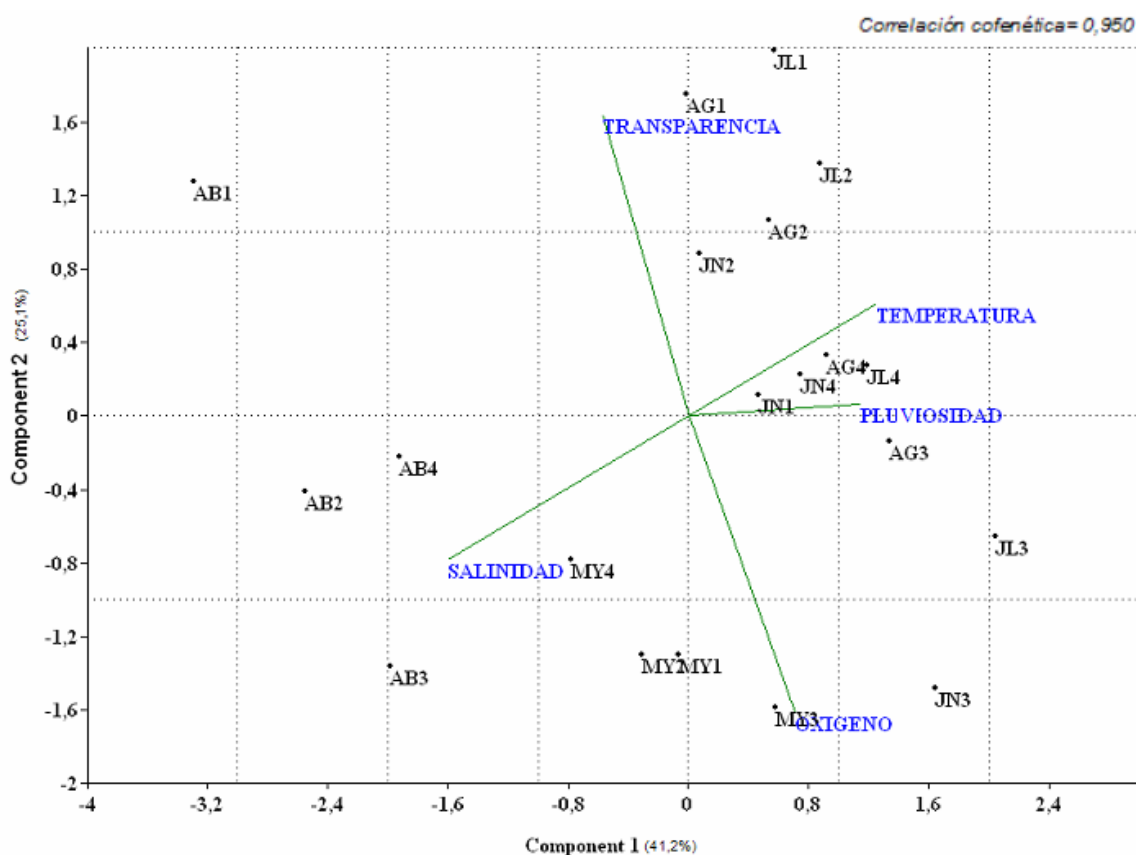


Figura 19. Análisis de componentes principales para las variables físico-químicas oxígeno, salinidad, pluviosidad, temperatura y transparencia para la hora de los arrastres en abril (AB), mayo (MY), junio (JN), julio (JL) y agosto (AG) de 2006. Los números en frente de cada mes indican la estación.



9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

9.1.1. Abundancias larvales.

Para el presente estudio se observó que existe una reproducción continua para la ostra del mangle *C. rhizophorae* durante el período de muestreo, con un aumento en la abundancia larval por arrastre para los meses de mayo y junio (Figura 4) y diferencias estadísticas significativas entre las abundancias de mayo y agosto. Estas diferencias significativas probablemente fueron causadas por abundancias superiores a 500 larvas/m³ presentes en la mayoría de los arrastres de mayo, en contraste con abundancias menores a 250 y dos inferiores a 50 larvas/m³ para los arrastres del mes de agosto (Anexo K).

La existencia de larvas de *C. rhizophorae* a lo largo de todo el año ha sido reportada por varios autores en el Caribe, específicamente en Cuba (Nikolic *et al.*, 1976b), Ciénaga Grande de Santa Marta (Carmona *et al.*, 1983; Wedler, 1992), Brasil (Boehs, 1994; Christo, 2006) y en la Bahía de Cispatá (Daza y Arias, 1994; Arias *et al.*, 1995 y Arias *et al.*, 1996).

Los valores de abundancias máximas larvales reportados por Arias *et al.* (1995; 1996), para la misma área de estudio fluctuaron entre 3.112 y 7.000 larvas/m³ para los años 1994 y 1995. Pese a que estos valores sean un poco superiores a los encontrados en el presente estudio, se debe tener en cuenta que tan solo se muestrearon cinco meses y puede que no se muestreara en la época de mayor reproducción del año, por lo tanto no se pueden comparar en su totalidad los resultados, pero en general los promedios mensuales están por encima de las



200 larvas/m³ lo cual es un buen indicio de la existencia de suficiente semilla para sostener las poblaciones existentes y presenta un buen perfil para el desarrollo de cultivos en el área debido a que abundancias similares para casi todos los estudios anteriormente reportados generaron una buena captación de semilla incluyendo la Bahía de Cispatá. Se destaca la similitud entre el período de mayor abundancia de este estudio (mayo-junio) con períodos de alta fijación de semilla en colectores artificiales, identificados por Daza y Arias (1994), Arias *et al.* (1995;1996) y Rodríguez *et al.* (1998).

En Cuba, Nikolic *et al.* (1976b) encontraron máximos de 2.080 larvas/m³ y en Brasil Boehs (1994) y Christo (2006) registraron máximos de 3.000 y 260 larvas/m³, respectivamente. Para el presente estudio, el máximo valor de abundancia larval individual fue de 1.987 larvas/m³ por lo cual se presentaron abundancias similares a las encontradas en Cuba y no muy lejanas a las encontradas en Brasil por Boehs (1994). Para ambos países las abundancias representaron cantidades significativas, influenciadas por amplias zonas de manglar.

En cuanto a la distribución de las larvas en cada una de las estaciones, no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variación espacial por lo cual se deduce una relativa homogeneidad en la abundancia larval para el área muestreada (parte interna de la bahía).

Existe una tendencia natural de las larvas a mantenerse dentro de los estuarios, por su capacidad de desplazamiento horizontal y vertical en combinación con desplazamientos a mayor escala causados por factores ambientales como las corrientes (Scheltema, 1986; Dekshenieks *et al.*, 1996), circunstancia que podría explicar en parte el hecho de encontrar una buena cantidad de larvas en



el área estudiada y aunque que no se tuvieron estaciones en el exterior que permitieran afirmar semejanzas o diferencias, la capacidad natatoria de la larva ha sido corroborada por autores como Mann y Evans (1998), quienes detectaron esta tendencia y afirman que es utilizada por la larva como mecanismo de dispersión con el fin de colonizar nuevos sustratos y poder mantenerse en condiciones ambientales propicias para su crecimiento.

En general las abundancias encontradas ratifican una alta fecundidad de la especie *C. rhizophorae*, representada en abundantes larvas planctónicas, muy por encima de otras especies encontradas dentro de las mismas muestras que no fueron tenidas en cuenta en este estudio.

Esta alta fecundidad corroborada por la mayoría de autores que han trabajado con el género *Crassostrea* (Nikolic *et al.*, 1976b; Carmona *et al.*, 1983; Wedler, 1992; Boehs, 1994; Daza y Arias, 1994; Arias *et al.*, 1995; Arias *et al.*, 1996; Christo, 2006) no solo para abundancias larvales, si no en estudios complementarios de fijación en la Bahía de Cispatá y otras partes del mundo, son evidencia del potencial de cultivo que se tiene para el área.

9.1.2. Estadíos larvales.

El estadio denominado umbonado o prodisoconcha, predominó con un 98 % del total de las larvas encontradas y se caracterizó por la asimetría de los umbos que presentaron un crecimiento acentuado en la valva izquierda (Boehs, 1994). Este estadio tiene una longitud que va desde las 120 μm hasta los 280 μm y ha sido reportado como abundante en estudios similares donde se han descrito los diferentes estadios larvales (Boehs, 1994; Christo, 2006).



El estadio final de la etapa planctónica de la larva se denomina pediveliger y tiene una longitud que va desde los 280 μm aproximadamente hasta los 400 μm y se caracteriza por la aparición de un pie para su fijación y un par de ocelos, además nada activamente por el uso del velum y del pie ciliado (Boehs, 1994); este último estadio tuvo muy baja predominancia, tan solo del 2 % con respecto al total de las larvas encontradas, circunstancia que no es de extrañar si se tiene en cuenta la capacidad migratoria de la larva, sobre todo en el estadio próximo a la fijación y la tendencia natural a mantenerse en los lugares menos iluminados (Akaboshi y Pereira, 1981). Esta tendencia ha sido ampliamente descrita por autores como Carriker (1952 En: Boehs, 1994) quien describió patrones de distribución vertical diferente en los estadios larvales de las ostras, encontrando los estadios más jóvenes con una disposición vertical uniforme a diferencia de los estadios maduros quienes tienden a permanecer próximos al fondo. Mann (1988 En: Boehs, 1994), constato que el porcentaje de larvas menores a 150 μm decrecen con la profundidad y las mayores a 150 μm aumentan.

Este patrón de distribución también se observa en trabajos de captación larval como el de Montolla *et al.* (1984), quien realiza un trabajo con colectores artificiales en Costa Rica obteniendo mayores fijaciones en los límites inferiores al rango mareal; igualmente, Akaboshi y Pereira, (1981) desarrollan un trabajo de captación de larvas de ostra a diferentes profundidades encontrando mayores fijaciones a 7 y 8 m comparado con 2 y 3 m y de 6 a 8 veces más larvas cerca del mangle que lejos de este, más o menos a unos 150 m de distancia, lo que demostraría un patrón de preferencia por fijaciones en fondos y lugares oscuros para el género *Crassostrea*; al respecto Wedler (1992) anota que las larvas de *C. rhizophorae* prontas a fijarse prefieren los sustratos con poca iluminación. Para este caso, dada la baja profundidad del estuario, es posible que las larvas busquen lugares de poca luminosidad asociados directamente con la sombra que proveen los rodales de mangle, y puede ser



uno de los factores incidentes en la baja abundancia de larvas pediveliger en el presente estudio, debido a que los arrastres no podían ser realizados muy cerca de esta sombra natural.

9.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

9.2.1. Temperatura superficial.

Es importante tener en cuenta las tendencias de la temperatura a nivel macro y sus posibles causas, ya que la incidencia de las aguas oceánicas en el momento de mezclarse con las aguas del estuario, son un factor importante que determina las condiciones puntuales para un área específica (Chávez, 1978).

Dentro de los resultados obtenidos para el presente estudio, las imágenes satelitales demostraron una temperatura estable en la capa superficial del océano, que se mantiene entre los 31 y 32 °C a lo largo de las costas que influyen al Golfo de Morrosquillo y la Bahía de Cispatá. Esta estabilidad durante el muestreo, determinó una baja incidencia en cambios de temperatura causados por la corriente Caribe, que en época de verano, establece una baja considerable de la temperatura para el sector, como consecuencia directa de la acción de los vientos Alisios que generan la disminución paulatina de la temperatura superficial del mar, ya que el flujo de calor en la interfase aire-agua se incrementa (Molina *et al.*, 1994).

Si se compara la alta temperatura (30 a 31 °C) y relativa estabilidad a lo largo del muestreo con las gráficas de corrientes satelitales, se puede observar una influencia directa de aguas cálidas transportadas por la contracorriente de Panamá que finalmente influye las costas de la Bahía de Cispatá para el período de estudio.



A escala local o micro escala, se pudo observar una tendencia de aumento de la temperatura para la hora del muestreo con el avance de los meses, encontrando la temperatura más baja para la hora de los arrastres en el mes de abril con 30,2 °C (época seca) y la más alta en julio 32,6 °C (época de transición). Esta tendencia también fue reportada por Molina *et al.* (1994), quien encuentra las temperaturas más bajas para la época seca y las más altas en invierno.

El comportamiento de la temperatura durante las 24 h que antecedieron a los arrastres, demostró fluctuaciones máximas que superaron los 4,5 °C para un mismo sitio, como es el caso de la estación 2 para el mes de julio, en donde se observó la máxima temperatura hacia las 2 de la tarde (36,1 °C) y la menor hacia las 2 de la mañana (31,7 °C). Esta tendencia de máximos y mínimos diarios se mantuvo durante todo el estudio y para todas las estaciones, en donde al parecer, el calentamiento generado por el sol regulaba el crecimiento y decrecimiento de la temperatura.

La estación 3 presentó los valores más altos de temperatura para la hora del muestreo y en general para todas las horas registradas en los monitores de 24 h realizados antes del arrastre, estas diferencias marcadas de temperaturas entre estaciones pueden obedecer a variaciones causadas por la profundidad y aportes directos de afluentes y/o corrientes, que en este caso, al ser la estación menos profunda, la incidencia de radiación solar puede calentar más rápido la columna de agua (Day *et al.*, 1987)

9.2.2. Salinidad superficial.

En este tipo de estuarios la circulación de las aguas, que son de quien finalmente dependen los gradientes de salinidad, se debe principalmente a las



mareas, las corrientes fluviales y el viento (Chávez, 1978); sin embargo, existe una relación directa entre marea-corriente que genera una corriente hacia dentro de la Bahía en pleamar y una saliendo en bajamar, no obstante, este patrón no se evidencia con claridad ya que la relación marea corriente varía mucho de lugar a lugar dentro de la Bahía debido a la topografía (Chávez, 1978), como se discutirá más adelante en el análisis de corrientes, pero si se pudo observar un gradiente de salinidad que disminuye a medida que se aleja de la boca de la Bahía, razón por la cual fue fácil observar las salinidades más altas en las estaciones 1 y 2 y las más bajas en la estación 4 a lo largo de la mayoría de los meses muestreados.

En cuanto a las variaciones diarias de la salinidad superficial, el rango de variación aumentó con el paso de los meses, con valores en abril que fluctuaron entre los 30 y 32, hasta llegar a fluctuar entre 18 y 30,8 en agosto, pero sin lugar a dudas la tendencia más clara es la disminución de la salinidad con el paso de los meses (Figura 10), lo cual puede adjudicarse al aumento en los aportes de aguas dulces con la llegada de las lluvias en la interfase con la temporada invernal que dulcifica lentamente el estuario lo cual representó la existencia de diferencias estadísticas significativas entre abril, en donde se encontraron los más altos valores y julio donde se midieron los menores.

La estación 4 presentó los cambios más abruptos a largo del día para todos los meses muestreados, situación que pudo ser consecuencia directa de su lejanía con la boca de entrada de la Bahía, ya que los aportes de agua dulce disminuían la salinidad con mayor intensidad que en el resto de estaciones, sobre todo cuando la marea fue más baja (\pm 2:00 p.m.), presentando en todos los muestreos los menores valores de salinidad; sin embargo, cuando el estuario se comenzaba a llenar, con la llegada de la marea alta, los valores tendían a homogenizarse para todas las estaciones.



Las salinidades para el área de muestreo estuvieron dentro de los rangos de 0 a 34 encontrados por Molina *et al.* (1994) y por Arias *et al.* (1996 y 1995), quien encontró variaciones entre 19 y 35, a pesar de que el lugar estudiado por estos últimos autores este mucho más expuesto al océano.

Dichas salinidades también concuerdan con las recomendadas por Nikolic *et al.* (1976a), quien describió rangos ideales entre los 28 y 36 para el desarrollo de *C. rhizophorae*.

9.2.3. Oxígeno.

El porcentaje de saturación de oxígeno presentó un patrón de aumento durante el día, alcanzando los mayores valores al medio día y decreciendo paulatinamente en las horas de la noche hasta alcanzar los valores más bajos a las 6:00 a.m. Esta tendencia de concentración de oxígeno disuelto en el agua es dependiente de la temperatura, salinidad y presión, además de factores como la actividad fotosintética de comunidades autotróficas, la respiración de comunidades heterotróficas y autotróficas y la descomposición de la materia orgánica (Franco, 2005), en consecuencia, posiblemente la producción de oxígeno se elevó en el día, bajo influencia directa de la luz solar (producción de oxígeno por fotosíntesis) y disminuyó durante la noche, por el consumo de oxígeno de las comunidades antes mencionadas.

No existió una tendencia definida con el paso de los meses en los porcentajes de saturación de oxígeno para la hora del arrastre (Figura 12); no obstante, se observó una fluctuación entre el 40 y el 90 %, por lo cual, el área estudiada de la Bahía de Cispatá presentó aguas saturadas y subsaturadas sin un patrón definido en el transcurso de los meses analizados. Al parecer, las larvas



toleraron estos rangos de saturación de oxígeno, ya que fueron encontradas en todo el muestreo.

9.2.4. Corrientes.

Las corrientes juegan un papel preponderante en las condiciones de los lugares sobre los cuales tienen incidencia y pese a que el área de estudio no se encuentre en contacto directo con las corrientes oceánicas analizadas en las imágenes satelitales, ya que está protegida por la punta de Mestizos (Molina, *et al.*, 1994), es importante tenerlas en cuenta para el entendimiento de los fenómenos que ocurren a pequeña escala.

Según los datos arrojados por el análisis satelital, la corriente superficial predominante para el Caribe en el área del muestreo durante los meses de abril a agosto, fue la contracorriente de Panamá, en sentido oeste-este con influencia nula de la corriente Caribe en el punto de estudio en consecuencia directa de los patrones de circulación de los vientos Alisios que para la época del estudio permanecieron alejados, permitiendo la influencia de dicha corriente para todas las costas del Golfo (IDEAM, 2000).

En cuanto a las corrientes que se generaron en cada punto muestreado, se pudo determinar un predominio de corrientes muy débiles que en algunos casos hacían imposible la detección de su dirección.

Como ya fue mencionado, en los estuarios la circulación de las aguas se debe principalmente a las mareas, las corrientes fluviales y el viento; sin embargo, existe una relación directa entre marea-corriente que genera una corriente hacia dentro de la Bahía en pleamar y una saliendo en bajamar, no obstante, este



patrón, puede no evidenciarse con claridad ya que la relación marea corriente varía mucho de lugar a lugar dentro de las bahías debido a la topografía (Chávez, 1978); la única estación que presentó un patrón similar al causado por las mareas fue la estación 3 en los meses de agosto y julio (Tabla 2), ya que para el resto de estaciones las direcciones de las corrientes fueron muy azarosas, probablemente, por la complejidad de cada punto que inclusive para las estaciones 1 y 2 que se encontraban muy cercanas, no parece ser similar.

Analizando más afondo el comportamiento para la estación 3, la dinámica de mareas podría representar un ciclo de llenado que generó corrientes hacia el continente (sur) desde las 12:00 p.m. hasta más o menos las 2:00 a.m. y una corriente contraria, en dirección a la parte externa del estuario (norte) por evacuación de aguas o reflujo desde las 2:00 a.m. hasta las 12:00 p.m. Es probable que solo se haya observado esta tendencia en este punto, ya que es la única estación que parecía estar expuesta al libre tránsito del agua en el canal principal de acceso a la parte interna de la Bahía y no tenía influencia muy cercana de los rodales de mangle (Figura 3); sin embargo, la corriente parece no influir en las abundancias larvales, ya que no tuvieron una diferencia significativa respecto al resto de estaciones.

9.2.5. Variación de la profundidad.

Las mareas son consecuencia directa del ascenso y descenso del nivel del océano causadas principalmente por la atracción generada por el sol y la luna (IDEAM, 2000). En esta región del Caribe, la marea es del tipo semidiurno (dos ciclos en 24 h) con una amplitud promedio inferior a los 0,6 m, teniendo especial incidencia en las velocidades de las corrientes durante los flujos y reflujos, permitiendo el intercambio y mezcla de aguas en el área estuarina (Molina *et al.*, 1994).



Pese a que las mareas del tipo semidiurno impliquen dos pleamares y dos bajamares al día, para el Caribe se presentan mareas irregulares, es decir, solo una bajamar y una pleamar seguida de un ascenso y descenso leve del nivel de las aguas (IDEAM, 2000). Las gráficas de marea trazadas para cada estación mediante las profundidades evidenciaron esta tendencia, encontrándose un pico de marea alta con la caída de la noche, entre 6:00 p.m. y 2:00 a.m. y un pico de marea baja entre 10:00 a.m. y 2:00 p.m.

Como es de esperar, si las corrientes en este tipo de estuarios son generadas por las mareas (Molina *et al.*, 1994), debe existir una relación directa entre la marea alta y el flujo así como entre la marea baja y el reflujo, situación que se evidenció en la estación 3, observándose corrientes de flujo en dirección sur justo antes de alcanzarse las mayores mareas a las 10:00 p.m.; y corrientes de reflujo en dirección norte, antes de las mareas más bajas.

En algunos estuarios, las mareas y las corrientes pueden llegar a desfasarse por acción de las masas de agua que siguen corriendo dentro del estuario aún cuando ya el nivel del mar ha vuelto a su nivel medio (Chávez, 1978), no obstante, el comportamiento irregular de las corrientes puede no ser consecuencia de esta condición, ya que la estación 3 evidenció una relación entre marea-corriente por lo cual el estuario no es lo suficientemente largo como para que ocurra el fenómeno antes descrito y la irregularidad se presenta debido a la particularidad topográfica de cada punto, como se describió en la discusión de corrientes.

En cuanto a la identificación de los llamados períodos de aguas bajas y aguas altas, es prudente destacar que para las cuatro estaciones se encontró influencia directa de las mareas, como se dijo anteriormente, razón por la cual



el nivel del agua depende más de la intensidad de las mareas, sin embargo, se encontró una tendencia a la disminución del nivel promedio mensual de profundidad, para los meses de junio, julio y agosto con excepción de la estación 3 que bien puede ser explicado por la variación en la intensidad de las mareas.

Históricamente Arias *et al.* (1995), encontraron para los años 1993 y 1994, el período de aguas bajas de abril a julio y el de aguas altas entre agosto y noviembre con la llegada del invierno muy cerca del área de estudio, en la Ciénaga de Mestizos y Pepino, y aunque cabe destacar una relación entre el nivel del agua del estuario y el período climático (INVEMAR-URRA, 2005), esta relación puede desaparecer dependiendo de la manipulación de la hidroeléctrica y se debe tener en cuenta que para la caracterización de aguas altas y bajas según el IDEAM, se deben observar lugares sin incidencia de las mareas, razón por la cual el área de estudio no se prestó para este tipo de deducciones ya que las mareas influyen directamente toda el área de muestreo.

9.2.6. Precipitación.

Con base en los reportes mensuales de lluvias para el área de estudio del IDEAM, se observó que para todos los meses de muestreo se presentaron precipitaciones con mayor incidencia en mayo y menor en marzo. El reporte general del año es un poco diferente con lo publicado en el plan de manejo del área (CVS-CONIF, 2004) y lo reportado por Molina *et al.* (1994), donde se describe una temporada de lluvias que se inicia desde abril hasta noviembre, con un período de transición o de lluvias esporádicas de mayo a junio, con un leve descenso en julio y agosto y el mes de mayor precipitación es octubre. Para este estudio, no se observó el descenso en julio y agosto (Figura 16), pero la tendencia en todo el año es similar.



Teniendo en cuenta la importancia de los aportes hídricos en el estuario, es fundamental destacar, que aunque exista una relación estrecha entre lluvias y factores físico-químicos como la salinidad y la turbidez, los efectos de URRRA pueden ser significativos, pese a que el manejo de la hidroeléctrica busque un acercamiento de los promedios mensuales de aportes de agua del Río Sinú, con los valores históricos (INVEMAR-URRA, 2005).

9.2.7. Transparencia.

La transparencia de la columna de agua está directamente relacionada con la cantidad de material particulado disuelto y en consecuencia, el aporte de aguas continentales juega un papel importante en esta dinámica (Day *et al.*, 1987).

Si se observan los niveles de precipitación para el área, el mes de mayo presentó los valores más altos durante el estudio lo cual concuerda con el mes de menor transparencia en la columna de agua, sin embargo en el resto de meses no se observó una tendencia muy clara.

La cercanía al océano de las estaciones 1 y 2, presupone mayor transparencia en la medida en que se encuentran más alejadas de los aportes continentales, situación que se evidenció en los datos obtenidos para casi todos los meses, sin embargo, se debe tener en cuenta que también incide la profundidad de cada estación, por lo cual es prudente mirar con cautela los datos, ya que en ocasiones la baja profundidad de las estaciones 3 y 4 determinaba que la transparencia fuera igual a la profundidad, sumado al efecto de la propela del bote sobre el sedimento que para este último caso era mayor debido a la cercanía con el fondo.



Los valores de profundidad de disco Secchi encontrados en este estudio fluctuaron entre los 30 y 160 cm por lo cual resultan muy similares a valores registrados para la Bahía en años anteriores como los de Arias *et al.* (1996), quien encontró transparencias para los años 94 y 95 que variaron entre los 105 y 180 cm y Arias *et al.* (1995), quien describió valores de transparencia entre 75 y 127 cm para las ciénagas de Pepino y para Mestizos entre 105 y 163 cm sin un patrón definido de crecimiento o decrecimiento mensual.

Es de destacar que luego de la puesta en marcha de la represa de URRRA, el INVEMAR reportó una tendencia de disminución de material particulado debido a la detención de sedimentos en la presa y en consecuencia aumento de la transparencia de las aguas (INVEMAR-URRA, 2005), sin embargo, los valores obtenidos contradicen dicha tendencia ya que se encontró el menor valor de transparencia con respecto a los otros estudios para la misma área, pero como se dijo anteriormente, la poca profundidad de algunas estaciones pueden estar afectando directamente estos bajos valores.

9.3. RELACIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES CON VARIABLES BIOLÓGICAS

Pese a que los análisis estadísticos no revelaran una correlación significativa entre las abundancias larvales y las variables físico-químicas, si se observó una relación estadísticamente significativa entre la temperatura y la salinidad (Anexo I), y el inicio de su incremento y decrecimiento, respectivamente, coincidieron con los aumentos en la abundancia larval para los meses de mayo y junio. Estas tendencias ameritan una detallada discusión, acerca del papel que puede jugar cada una, durante el desarrollo larval.



Diferentes autores exploraron el efecto de la temperatura sobre la actividad reproductiva de bivalvos adultos, reportándola como uno de los estimulantes e inductores en los períodos de apogeo reproductivo (Quayle, 1981; Carmona *et al.*, 1983; Arias *et al.*, 1995); Para el presente estudio el aumento paulatino de la temperatura coincidió con el aumento en las abundancias larvas aunque no se encontrara una relación estadísticamente significativa.

La temperatura también fue discutida como uno de los principales factores que intervienen en la distribución espacial de las larvas (Scheltelma, 1986) y de acuerdo con Andrews (1979 En: Boehs, 1994), las larvas de ostra tienen la capacidad de permanecer en masas de agua con temperaturas favorables por lo cual el hecho de encontrar larvas en todas las estaciones y durante todos los meses, determina que el área de estudio presenta temperaturas ideales para la permanencias de las larvas en estadio umbonado durante el periodo muestreado.

Autores como Thorson (1964 En: Boehs, 1994), discuten la incidencia de las temperaturas en la distribución vertical larval, argumentando que las temperaturas más elevadas de las zonas exteriores de la columna de agua determinan un estímulo de retorno de las larvas a los bancos. Para el presente estudio, la poca profundidad de las estaciones muestreadas (menor a 200 cm), sugiere que el factor temperatura determinaría una migración de las larvas con mayor capacidad natatoria (pediveliger) hacia lugares con menor temperatura como lo son los rodales del mangle y aunque no se tubo valores de temperatura para estas áreas, la mayoría de estudios de fijación larval, se realizan en la sombra dada la preferencia de las larvas por estos lugares en donde encuentran sustratos de fijación (Mas y Tiana, 1990; Nikolic *et al.*, 1976a).



Respecto a la variación temporal este factor no parece ser limitante en la distribución larval para el área estudiada, ya que pese a que existen diferencias significativas temporales en la temperatura entre los meses de abril y julio, los rangos parecen ser soportados por la larva al ser encontrada en todos los meses.

La salinidad parece tener poco efecto en el desarrollo larval comparado con la temperatura y la disponibilidad de alimento (Culliney *et al.*, 1972; Carmona *et al.*, 1983; Wedler, 1992), ya que las larvas soportan considerables variaciones de este factor, dadas las condiciones de los estuarios en donde se desarrollan (Scheltelma, 1986; Boehs, 1994) y pese a que se presentaran diferencias estadísticas significativas entre abril y julio, los valores de salinidad encontrados para el área de estudio no son limitantes, ya que se encontraron larvas en todas las estaciones sin importar los cambios en la salinidad.

Respecto a las mareas, es importante destacar que se han descrito cambios en la posición vertical de las larvas en respuesta a variaciones de marea como mecanismo de mantenimiento dentro de los estuarios al emplear las corrientes de flujo para penetrar (Galsoff, 1964 En: Rampersad y Ammons, 1992); no obstante, conclusiones al respecto necesitarían de más estudios.

Respecto a la transparencia (profundidad de disco Secchi) en algunos estudios se ha reportado alguna incidencia sobre el ciclo reproductivo, el crecimiento y la fijación larval de las ostras, especialmente para sitios en donde se presente mayor turbidez, ya que esta puede causar cierta inhibición en los procesos antes descritos (Fernandes, 1975 En: Boehs, 1994), pero dada la poca profundidad en algunas de las estaciones que igualaron la transparencia y el efecto de la propela del motor, no es prudente realizar conclusiones acerca del



las consecuencias que esta pueda tener sobre las larvas; no obstante, los valores más bajos de transparencia para la hora del arrastre se presentaron para el mes de mayo en tres de las cuatro estaciones, lo cual se encuentra en estrecha relación con los aportes hídricos ya que mayo fue el mes de mayor precipitación en todo el estudio.

9.4. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Para el componente uno, la agrupación de las estaciones en el mes de abril en el vector salinidad fue consecuencia de valores altos característicos de la época seca, circunstancia que también se vio reflejada para las estaciones en el mes de mayo que se agruparon con menor intensidad cerca de este vector, coincidiendo con el inicio de las lluvias y en consecuencia de la baja progresiva de la salinidad.

La agrupación de junio, julio y agosto en dirección del vector temperatura, fue consecuencia de los altos valores de temperatura ya que para estos tres meses el incremento en la temperatura fue considerable, presentándose los más altos valores de temperatura para todas las estaciones en el mes de julio.

Las diferencias estadísticas significativas presentadas entre los meses de abril y julio para temperatura y salinidad en el análisis estadístico, corroboran lo encontrado para el componente 1.

Respecto al componente dos, los altos valores de transparencia en las estaciones 1 y 2 en los meses de julio y agosto determinaron su agrupamiento en dirección a este vector. Se debe tener en cuenta la incidencia directa de la baja profundidad de las estaciones 3 y 4 que en ocasiones no permitió lecturas



de la transparencia real, siendo afectada por la resuspensión de sedimentos por acción directa del motor de la lancha, por lo cual el factor transparencia debe ser visto con especial cautela.

La estación 3 se agrupó cerca del vector oxígeno, con la particularidad de presentar los valores más altos en porcentajes de saturación para casi todos los meses de estudio.

Las larvas se presentaron en todos los meses y en todas las estaciones lo cual determinó una alta fecundidad representada en altas abundancias larvales para toda el área, por lo cual se generaron expectativas para la viabilidad de colectores artificiales.



10. CONCLUSIONES

Con un 98 % de abundancia, se determinó la dominancia del estadio larval umbonado sobre el pediveliger para los cuatro sectores muestreados en la Bahía de Cispatá entre los meses de abril y agosto de 2006.

No existieron diferencias estadísticas significativas en la distribución espacial de las larvas de *C. rhizophorae* para el área estudiada lo que determinó abundancias similares para las cuatro estaciones muestreadas, sin embargo si existieron diferencias estadísticas significativas en las abundancias larvales entre los meses mayo y agosto.

Temporalmente, el área de estudio presentó variaciones típicas de la dinámica climática de la región para los valores de las variables físico-químicas, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre meses para valores de temperatura y salinidad entre abril y julio para ambos casos.

Se encontró similitud en la mayoría de las variables físico-químicas pese a la distancia entre las estaciones muestreadas, sin embargo, las dinámicas de mareas, transparencia de la columna de agua y corrientes, determinaron características y tendencias típicas de cada sector.

Las abundancias larvales no respondieron a cambios directos en las variables físico-químicas sin embargo, dentro de las variables físico-químicas si existió una relación directa entre la salinidad y la temperatura.



11. RECOMENDACIONES

- Pese a que los análisis larvales en el plancton arrojen pautas para conocer picos reproductivos, comportamiento larval y en general aspectos muy importantes de la ecología de este tipo de organismos, es recomendable complementar el análisis larval con la puesta de colectores testigo, que permitan corroborar con certeza las mejores áreas para la etapa de fijación, debido a que las larvas del último estadio planctónico no son susceptibles de ser capturadas en arrastres de estuarios de baja profundidad como este, dadas sus características de fototropismo negativo.
- Es importante realizar una diferenciación de estadíos y morfotipos larvales, ya que en la mayoría de estudios realizados en el área, se contaban y reportaban abundancias totales de larvas de bivalvos, lo cual puede generar un sesgo sustancial a la hora de decidir mayores picos para una especie determinada.
- Dada la variación fenotípica que presenta *Crassostrea rhizophorae* en muchos de los lugares donde se ha reportado, es importante realizar estudios a nivel molecular para confirmar los niveles taxonómicos de las ostras de la región y conocer si existen o no, otras especies del mismo género que a simple vista son imposibles de diferenciar.
- Las técnicas de toma de datos de valores físico-químicos pueden ser más prácticas mediante el empleo de registradores de datos



sumergibles, los cuales resultan más exactos y prácticos, respecto a las largas jornadas de monitoreos manuales.

- Es importante que para estudios posteriores, se tenga en cuenta un distanciamiento de mayores proporciones entre estaciones, ya que como se pudo evidenciar, el área que cubrían las cuatro estaciones seleccionadas fue relativamente homogénea para la época del estudio, tanto en variables físico-químicas como en abundancias larvales.
- En los arrastres planctónicos es recomendable el empleo de un ojo de malla del frasco colector de más de 150 μm con el fin de evitar la rápida colmatación de la red.



12. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, J. y CAÑÓN, M. Influencia de algunas características meteorológicas sobre la variación espacio temporal de las características oceanográficas en la Bahía de Gaira. Santa Marta. Caribe colombiano. Santa marta, 1998. Seminario de investigación, Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Edition 19. Washington: American Public Health Association. 1995.

AKABOSHI, S. y PEREIRA, O. Oyster culture in the lagoon-esturine region of Cananeía, Sao Paulo, Brazil. I. Collection of oyster spats, *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819), in the natural environment. 1981. Biological. Institute. Pesca 8: p.87-104

ARIAS, L.; FRIAS, J.; DAZA, P.; RODRIGUEZ, H. y DUEÑAS, P. El Cultivo de la Ostra *Crassostrea rhizophorae*. En: Fundamentos de Acuicultura Marina. Horacio Rodríguez Gómez, Gustavo Polo Romero y Orlando Mora Lara. Bogotá, 1995. p.153-208

_____.; LAGOS, A. y RODRIGUEZ, H. Caracterización bioecológica de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* y evaluación preliminar de su cultivo en colectores de llanta y aluminio en la Ciénaga de Mestizo, Bahía de Cispatá (Córdoba, Colombia). En: Memorias X Seminario Nacional de Ciencias y tecnologías del Mar. Bogotá, 1996. p.130.



BOEHS, G. Variacao temporal e espacial de larvas de *Crassostrea* (Sacco, 1897) (Pterioida: ostreidae) na Baía de Paranaguá, Paraná. Curitiba, 1994. p.83. Dissertacao de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoología.

BOLTOVSKOY, D. Atlas de Zooplancton del Atlántico Sudoccidental. Publicaciones especiales INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 1981. p.936.

BUITRAGO, J. y SAINEA, L. Distribución, abundancia y transporte de larvas y postlarvas de Camarón Rosado (*Penaeus farfantepenaeus*) *notialis* Pérez-Farfante, 1967) en el Golfo de Morrosquillo Caribe colombiano. Santa Marta, 2003. p.107. Trabajo de grado (Biólogo Marino), Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

BULA, G. Oceanografía. En: Caribe Colombia. Fondo FEN Colombia. Bogotá, 1990. p.102-114

CARMONA, G.; PEREZ, L. y WEDLER, E. Informe Técnico N° 3: Proyecto de Ostricultura Ciénaga Grande de Santa Marta: III etapa. INVEMAR-COLCIENCIAS-CIID-UTM. Santa Marta, 1983. p.46.

CASTILLO, Z. y GARCÍA, A. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, 1984.



CHANLEY, P. y DINAMANI, P. Comparative descriptions of some oyster larvae from New Zealand and Chile, and a description of a new genus of oyster, *Tiostrea*. New Zealand Journal of Marine & Freshwater Research, 1980, 14(2): p.103-120

CHÁVEZ, G. Elementos de la Oceanografía. Editorial Continental S. A. México, 1978. p.246.

CHRISTO, S. W. Biología reproductiva e ecología de ostras do genero *Crassostrea* na baía de Guaratuba (Paraná-Brasil): um subsídio ao cultivo. Curitiba, 2006. p.38. Tese apresentada como requisito parcial a obtencao do grau de Doutor em Ciencias, area de concentracao zoologia. Curso de Pos-Graduacao em Ciencias Biologicas Zoologia, sector de Ciencias Biologicas da Universidade Federal do Paraná.

CIOH. Boletines Meteomarineros Mensuales del Caribe Colombiano. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional. Central de pronóstico meteorológico y oceanográfico. Boletines No. 129-133. 2006. Cartagena de Indias, D. T. y C. (fecha de consulta enero 21 de 2007). www.cioh.org.co.

COGOLLO, H. Proyecto piloto de transferencia de tecnología: Informe Técnico CVS: Cultivo de la ostra de mangle (*Crassostrea rhizophorae*), con los pescadores artesanales de la Bahía de Cispatá, San Antero-Córdoba. Montería, 2004.



COLCIENCIAS. Política Nacional de investigación ambiental. Colciencias, Ministerio del Medio Ambiente, Consejo Nacional Ambiental, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, 2001. p.38.

CULLINEY, J.; BOYLE, P. y TURNER, R. New approaches and techniques for studying bivalve larvae. En: Culture of marine invertebrate animals. Plenum Press England, 1972. p.257-270

CVS-CONIF. Plan de Manejo Integral de los Manglares de la Zona de Uso Sostenible del Sector Estuarino de la Bahía de Cispatá (PMIM – ZUSSEBC). Corporación Autónoma Regional de los Valles del Río Sinú y del San Jorge, CVS, y Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF. Montería, 2004. p.291.

DAY, J.; HALL, C. y KEMP, M. Estuarine Ecology. A Wiley-Interscience Publication. New York, 1987. p.545.

DAZA, P. y ARIAS, L. Evaluación preliminar del cultivo de la ostra *Crassostrea rhizophorae* en el estuario de la Bahía de Cispatá, Ciénaga de Pepino y Mestizo, San Antero Córdoba. En: Memorias IX Seminario de Ciencias y tecnología del Mar y Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Medellín, 1994.

DEKSHENIEKS, M. M; HOFMANN, E; KLINCK, J. y POEWLL, E. Modeling the vertical distribution of oyster larvae in response to environmental conditions. Marine Ecology Progress Series. 1996. Vol. 136 (1-3): p.97-110



DÍAZ, J. y PUYANA, M. Moluscos del Caribe colombiano. Colciencias, Fundación Natura, INVEMAR. Bogotá, 1994. p.291.

DOMÍNGUEZ, M. y ALCARAZ, M. Larvas de moluscos lamelibranquios de la ría de Pontevedra: Metodología y sistemática. Investigación Pesquera. Barcelona, 1983. 47(2): p.345-357

DUNHAM, R. Aquaculture and fisheries biotechnology genetic approaches. CABI Publishing. Alabama USA, 2004. p.372.

FRANCO, A. Oceanografía de la ensenada de Gaira: El Rodadero más que un centro turístico en el Caribe colombiano. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 2005. p.58.

GARCIA, S. Algunos aspectos del método de cultivo de ostión en Hiroshima, Japón: Extracto de conferencia y conversaciones con el Dr Takumi Takeuchi, consultor en pesca del gobierno estatal de Hiroshima, Japón. Programa ostión del golfo de México. Instituto Nacional de pesca. Serie información INP/SI: i30. México, 1974.

HENDRIKS, I.; DUREN, L. y HERNAN, P. Image analysis techniques: A tool for the identification of bivalve larvae? Journal of Sea Research. 2005. 54: p.151-162



IDEAM. Pronóstico de Pleamares y Bajamares en la costa Caribe colombiana para el año 2001. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia, 2000.

INVEMAR-URRA. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaico estuarina del Río Sinú. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis y URRA S.A. E.S.P. Santa Marta, 2005. p.372.

LAPÉGUE, S.; BOUTET, A.; LEITAO, S.; HEURTEBISE, P.; GARCÍA, C.; THIRIOT-QUIÉVREUX y BOUDRY, P. Trans-Atlantic Distribution of Mangrove Oyster Species Revealed by 16S mtDNA and Karyological Analyses. Biology. Bulletin. 2002. 202: p.232-242

LODEIROS, C.; BUITRAGO, E. y GUERRA, A. Evaluación del tipo de cestos de cultivo para la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* suspendidas en *long line* y balsa. Ciencias Marinas, 2006. 32(2): p.331-337

LUDWIG, J. y REYNOLDS, J. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & sons. New York, 1988. p.337.

MANN, R. y EVANS, D. Estimation of oyster, *Crassostrea virginica*, standing stock, larval production and advective loss in relation to observed recruitment in the James River, Virginia. Journal of Shellfish Research, Vol. 17. No 1, 1998. p.239-253



MAS, B. y TIANA, A. Acuicultura Marina. Biblioteca básica del Agricultor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1990. p.156.

MOLINA, A.; MOLINA, C.; GIRALDO, L.; PARRA, C. y CHEVILLOT, P. Dinámica marina y sus efectos sobre la geomorfología del Golfo de Morrosquillo. En: Boletín Científico C.I.O.H. Cartagena de Indias, 1994. (15): p.93-113

MONTEIRO, W.; ROCHA, F.; ROMANO, R. y QUINTANILHA, J. Larval development of *Brachidontes solisianus* (Bivalvia, Mytilidae), whit notes on differences between its hinge system and that of the mollusc *Perna perna*. Braz. J. boil. 2006. 66(1A): p.109-116

MONTOLLA, J.; SALAS, A.; CABRERA, J. y VARGAS, A. Uso de un colector experimental para la captación larval de *Crassostrea rhizophorae* en Estero Damas, Costa Rica. Revista Latinoamericana de Acuicultura. Issn-0250-2135. Septiembre de 1984. No. 21. p.23-28

MORGAN, S. The timing of Larval release. En: Ecology of Invertebrate larvae. Larry McEdward. Florida, 1995. p.157-192

NEWBALL, S. y CARRIKER, M. Sistematic relationship of the oysters *Crassostrea rhizophorae* and *C. virginica*: comparative ultrastructural study of the valves. American. Malacology. Bulletin. Vol. 1. 1983. p.35-42



NIKOLIC, M.; BOSCH, A. y AFONSO, S. A system for farming the mangrove oyster (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1928) *Aquaculture* 9, 1976a. p.1-18.

NIKOLIC, M.; BOSCH, A. y VAZQUEZ, B. Las experiencias en el cultivo de los ostiones del Mangle. *Crassostrea rhizophorae*. Conferencia técnica de la FAO sobre acuicultura. E.52, 1976b. p.1-9

PASCUAL, E. Morfología de la charnela larvaria de *Crassostrea angulata* en diferentes fases de su desarrollo. *Investigación Pesquera*. Barcelona, 1971. 35(2): p.549-563

_____. Estudio de las conchas larvarias de *Ostrea stentina*, Paryr. y *O. edulis* L. *Investigación Pesquera*. Barcelona, 1972. 36(2): p.297-310

PATIÑO, F. y FLÓREZ, F. *Ecología Marina del Golfo de Morrosquillo*. Universidad Nacional de Colombia. Fondo FEN Colombia. Bogotá, 1993. p.109.

QUAYLE, D. y NEWKIRK, G. *Farming bivalve molluscs: Methods for study and Development*. World aquaculture society. Canada, 1989. p.294.

_____. *Ostras Tropicales: Cultivos y Métodos*. CIID. Ottawa, Ont, 1981. p.84.

RAMÍREZ, A. *Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico*. Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 1999. p.325.



RAMPERSAD, J. y AMMONS, D. Production of *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) spat from hatchery-reared larvae. *Aquaculture*, 106.1992. p.253-260

REES, C. The identification and classification of lamellibranch larvae. *Bulletins of Marine Ecology*. 1950, 3(19): p.73-104

RIAÑO, R y DE LA OSSA, J. Guía para el manejo, cría y conservación de la Ostra *Crassostrea Rhizophorae* (Guilding). Convenio Andrés Bello. Bogotá, 1999. p.64.

RODRÍGUEZ, H., LAGOS, A., ARIAS, L., BELTRAN, C. y DUEÑAS, R. El cultivo de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. Una alternativa económica para diversificar la acuicultura marina en el Caribe colombiano y disminuir el impacto del aprovechamiento de este recurso sobre las raíces del mangle rojo. XI Seminario Nacional de Política, Ciencias y Tecnologías del Mar. Resúmenes Conferencias magistrales y técnicas. Colciencias. Bogotá, 1998. p.190-191

RODRÍGUEZ, H. Generalidades del desarrollo de la Acuicultura Marina en Colombia. En: Fundamentos de Acuicultura Marina. Bogotá, 1995. p.3-20

_____. Manejo y aprovechamiento de las lagunas costeras en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Documento de campo No, 10. Proyecto Aquila II. México, D. F., 1994. Versión electrónica.



RUPPERT, E. y BARNES, R. Zoología de los invertebrados. McGraw Hill interamericana. Sexta edición. Oxford, 1996. p.561-504

SALAZAR, A. y RAMIREZ, M. Estudio preliminar sobre el cultivo artificial de la ostra del mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1928), en la Bahía de Cispatá. Bogotá, 1977. p.2-15. Trabajo de grado (Biólogo Marino), Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

SHELTEMA, R. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. Bulletin of Marine Science. 39(2), 1986. p.290-322

STEEDMAN, H. Zooplankton fixation and preservation. Unesco Press. Paris, 1976. p.350.

TORO, B. Facultad ecológica de desarrollar bancos de ostras en la Ciénaga de Pajarales. Medellín, 1995. p.54. Trabajo de grado (Bióloga), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias exactas y naturales Universidad de Antioquia.

TAIT, R. Elementos de la Ecología Marina. Editorial Acribia S.A. Segunda edición. España, 1987. p.446.

VALERO, A. Larvas de moluscos bivalvos del Caribe colombiano II-Variación temporal de abundancia en la región de Santa Marta y confirmación taxonómica de principales morfotipos. Santa Marta, 1997. p.227. Trabajo de grado (Biólogo Marino), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.



VEGA, D.; BARROS, J. y VELASCO, L. Optimización de la técnica para la producción de semilla de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1928. Memorias III Congreso colombiano de acuicultura, Santa Marta, 2006. p.169.

WALLER, T. Functional Morphology and Development of Veliger Larvae of the European oyster, *Ostrea edulis* Linné. Smithsonian Contributions to Zoology. No. 328. Washington, 1981. p.70.

WEDLER, E. El cultivo de la ostra del Caribe: *Crassostrea rhizophorae*. Ingeniería Pesquera. Serie de Manuales y Técnicas. Vol. 3 N° 12. Santa Marta, 1983. p.75.

WEDLER, E. Estado actual y perspectivas de la acuicultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Proyecto de recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. GTZ-CORPAMAG-CORPES-INVEMAR. Santa Marta, 1992.

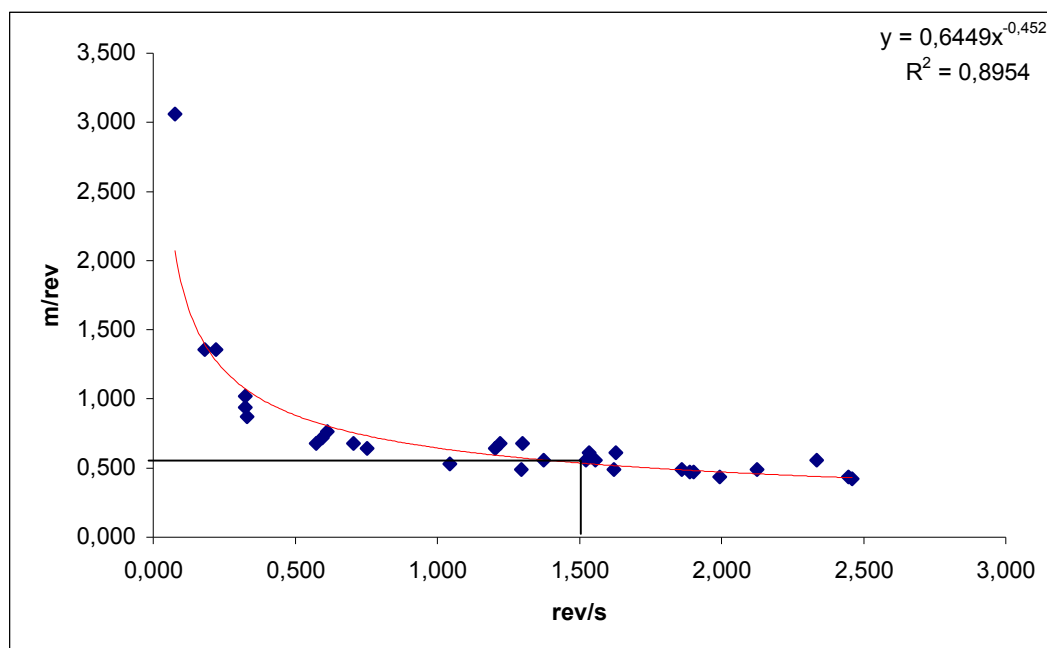
ZAPATA, J. Identificación y distribución espacio-temporal de las larvas planctónicas de moluscos bivalvos en la región de Santa Marta-Caribe colombiano. Santa Marta, 1995. p.221. Trabajo de grado (Biólogo Marino), Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

ZAR, J. Biostatistical Análisis. Fourth Edition. Prentice Hall. New Jersey, 1999. p.663.



ANEXOS

ANEXO A. Curva de calibración del flujómetro HydroBios-Kiel bajo condiciones marinas.





ANEXO B. Fotografía de carta de deriva diseñadas para el estudio.



A



B

A. Aspecto exterior de carta en flotación

B. Detalle interior de la carta de deriva donde se aprecia la tarjeta rectangular y el peso.



ANEXO C. Tabla con valores de flujómetro inicial, final, tiempo de arrastre, revoluciones, rev/seg, m/rev, distancia recorrida por la red h(m) y volumen filtrado (m³) para cada uno de los arrastres.

	Estación	Arrastre	Flujometro Inicial	Flujometro Final	Tiempo (seg)	Revoluciones	Rev/seg	m/rev	h(m)	Vol filtrado (m ³)
ABRIL	1	A	998	1048	33	50	1,52	0,5345	26,7226	1,8889
	1	B	1048	1131	58	83	1,43	0,5484	45,5199	3,2176
	2	A	1131	1179	32	48	1,50	0,5369	25,7705	1,8216
	2	B	1179	1229	30	50	1,67	0,5119	25,5956	1,8092
	3	A	1229	1279	37	50	1,35	0,5628	28,1412	1,9892
	3	B	1279	1334	34	55	1,62	0,5189	28,5377	2,0172
	4	A	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	B	*	*	*	*	*	*	*	*
MAYO	1	A	142	180	30	38	1,27	0,5795	22,0223	1,5567
	1	B	180	214	32	34	1,06	0,6275	21,3338	1,5080
	2	A	61	109	34	48	1,41	0,5518	26,4866	1,8722
	2	B	109	142	30	33	1,10	0,6177	20,3842	1,4409
	3	A	99955	16	32	61	1,91	0,4818	29,3868	2,0772
	3	B	16	61	30	45	1,50	0,5369	24,1598	1,7078
	4	A	99835	99908	30	73	2,43	0,4314	31,4930	2,2261
	4	B	99908	99955	30	47	1,57	0,5264	24,7424	1,7489
JUNIO	1	A	558	599	35	41	1,17	0,6004	24,6156	1,7400
	1	B	599	639	34	40	1,18	0,5992	23,9686	1,6942
	2	A	455	505	32	50	1,56	0,5271	26,3534	1,8628
	2	B	505	558	34	53	1,56	0,5276	27,9644	1,9767
	3	A	365	426	32	61	1,91	0,4818	29,3868	2,0772
	3	B	426	455	35	29	0,83	0,7021	20,3617	1,4393
	4	A	252	298	39	46	1,18	0,5985	27,5320	1,9461
	4	B	298	365	35	67	1,91	0,4808	32,2160	2,2772
JULIO	1	A	959	1018	33	59	1,79	0,4959	29,2592	2,0682
	1	B	1018	1073	32	55	1,72	0,5048	27,7661	1,9627
	2	A	868	924	33	56	1,70	0,5078	28,4344	2,0099
	2	B	924	959	34	35	1,03	0,6365	22,2776	1,5747
	3	A	771	835	32	64	2,00	0,4714	30,1701	2,1326
	3	B	835	868	30	33	1,10	0,6177	20,3842	1,4409
	4	A	666	730	31	64	2,06	0,4647	29,7401	2,1022
	4	B	730	771	30	41	1,37	0,5600	22,9585	1,6228
AGOSTO	1	A	93	141	32	48	1,50	0,5369	25,7705	1,8216
	1	B	141	203	34	62	1,82	0,4915	30,4737	2,1541
	2	A	203	263	33	60	1,82	0,4922	29,5299	2,0873
	2	B	263	318	32	55	1,72	0,5048	27,7661	1,9627
	3	A	318	372	30	54	1,80	0,4944	26,6979	1,8872
	3	B	372	420	32	48	1,50	0,5369	25,7705	1,8216
	4	A	420	476	29	56	1,93	0,4789	26,8210	1,8959
	4	B	476	536	30	60	2,00	0,4714	28,2845	1,9993



ANEXO D. Tabla con valores de larvas encontradas en alicotas observadas, valores de volumen observado, volumen concentrado, volumen filtrado y densidad de larvas por metro cúbico para cada una de las muestras.

	Estación (#)	Arrastre (A o B)	UMBONADA		PEDIVELIGER		Umbona + pediveliger		VOLÚMENES		
			# ind en vol concentrado	# ind por m ³	# ind en vol concentrado	# ind por m ³	# ind en vol concentrado	# ind por m ³	Concentrado	Observado	Filtrado
Abril	1	A	29	137	1	5	30	141	267	30	1,889
	1	B	60	115	0	0	60	115	185	30	3,218
	2	A	71	221	2	6	73	227	170	30	1,822
	2	B	66	225	1	3	67	228	185	30	1,809
	3	A	94	337	2	7	96	344	214	30	1,989
	3	B	64	186	1	3	65	189	176	30	2,017
	4	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	B	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mayo	1	A	57	641	1	11	58	652	525	30	1,557
	1	B	66	722	0	0	66	722	495	30	1,508
	2	A	16	138	0	0	16	138	485	30	1,872
	2	B	11	116	0	0	11	116	455	30	1,441
	3	A	90	744	0	0	90	744	515	30	2,077
	3	B	80	820	0	0	80	820	525	30	1,708
	4	A	245	1963	3	24	248	1987	535	30	2,226
	4	B	174	1874	3	32	177	1906	565	30	1,749
Junio	1	A	30	345	2	23	32	368	600	30	1,740
	1	B	22	260	4	47	26	307	600	30	1,694
	2	A	26	233	0	0	26	233	500	30	1,863
	2	B	36	304	0	0	36	304	500	30	1,977
	3	A	234	1877	0	0	234	1877	500	30	2,077
	3	B	123	1424	0	0	123	1424	500	30	1,439
	4	A	12	103	0	0	12	103	500	30	1,946
	4	B	16	117	0	0	16	117	500	30	2,277
Julio	1	A	61	334	1	5	62	340	340	30	2,068
	1	B	29	212	0	0	29	212	430	30	1,963
	2	A	16	103	0	0	16	103	390	30	2,010
	2	B	19	143	0	0	19	143	355	30	1,575
	3	A	53	352	0	0	53	352	425	30	2,133
	3	B	46	372	0	0	46	372	350	30	1,441
	4	A	36	243	0	0	36	243	425	30	2,102
	4	B	28	322	1	12	29	334	560	30	1,623
Agosto	1	A	17	187	0	0	17	187	600	30	1,822
	1	B	8	74	4	37	12	111	600	30	2,154
	2	A	3	29	1	10	4	38	600	30	2,087
	2	B	7	71	5	51	12	122	600	30	1,963
	3	A	21	223	0	0	21	223	600	30	1,887
	3	B	16	176	0	0	16	176	600	30	1,822
	4	A	46	485	0	0	46	485	600	30	1,896
	4	B	44	440	0	0	44	440	600	30	1,999



ANEXO E. Valores de temperatura tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con temperaturas máximas, mínimas, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo.

	Hora	TEMPERATURA (°C)				
		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Estación 1	14	31,3	31,2	32,2	35,4	33,8
	18	31,4	31,2	31,7	34,3	32,1
	22	30,5	30,6	30,8	32,5	30,6
	2	30	29,9	29,8	31,6	30,4
	6	30	29,7	29,7	31,4	30,2
	10	30,2	31,1	30,6	32,5	31,8
	Máxima (°C)	31,4	31,2	32,2	35,4	33,8
	Mínima (°C)	30	29,7	29,7	31,4	30,2
	Rango (°C)	1,4	1,5	2,5	4	3,6
	Promedio (°C)	30,57	30,62	30,80	32,95	31,48
	Des vest (°C)	0,63	0,67	1,00	1,58	1,37
Coefvaria	2,08%	2,20%	3,25%	4,79%	4,37%	
Estación 2	14	31,3	31,5	32,4	36,1	33,4
	18	31,5	31,1	31,2	34	31,7
	22	30,6	30,2	30,3	32,5	30,3
	2	30	29,8	29,7	31,6	30,7
	6	29,8	29,6	29,6	31,8	30,6
	10	30,3	30,7	30,4	32,6	32,2
	Máxima (°C)	31,5	31,5	32,4	36,1	33,4
	Mínima (°C)	29,8	29,6	29,6	31,6	30,3
	Rango (°C)	1,7	1,9	2,8	4,5	3,1
	Promedio (°C)	30,58	30,48	30,60	33,10	31,48
	Des vest (°C)	0,69	0,75	1,05	1,69	1,19
Coefvaria	2,26%	2,45%	3,44%	5,12%	3,77%	
Estación 3	14	32,3	32	32,2	35	33,7
	18	31,7	31,8	32	34,5	33,5
	22	31,1	31,4	31,6	33,6	32,8
	2	30,2	31,1	31,1	33,4	31,4
	6	30	30,5	30,9	32,8	31,3
	10	30,4	31,8	31,2	33,3	32
	Máxima (°C)	32,3	32	32,2	35	33,7
	Mínima (°C)	30	30,5	30,9	32,8	31,3
	Rango (°C)	2,3	1,5	1,3	2,2	2,4
	Promedio (°C)	30,95	31,43	31,50	33,77	32,45
	Des vest (°C)	0,91	0,56	0,52	0,82	1,04
Coefvaria	2,95%	1,78%	1,66%	2,43%	3,21%	
Estación 4	14	33,2	31,9	32,4	35,3	34
	18	31,6	31,5	31,2	35,2	31,7
	22	30	30,8	30,6	32,6	30,4
	2	29,7	29,9	30,1	32,4	30,3
	6	29,4	29,5	30,4	31,9	30,3
	10	30,7	30,5	30,7	32,5	31,5
	Máxima (°C)	33,2	31,9	32,4	35,3	34
	Mínima (°C)	29,4	29,5	30,1	31,9	30,3
	Rango (°C)	3,8	2,4	2,3	3,4	3,7
	Promedio (°C)	30,77	30,68	30,90	33,32	31,37
	Des vest (°C)	1,43	0,92	0,82	1,52	1,43
Coefvaria	4,65%	2,99%	2,65%	4,55%	4,57%	



ANEXO F. Valores de salinidad tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con salinidades máximas, mínimas, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo.

		SALINIDAD				
Hora		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Estación 1	14	32,4	27,7	24,5	21,8	24
	18	32,2	28,1	25,1	22,8	25,8
	22	32,6	29	26	24,1	30,4
	2	32,5	28,5	25	23,3	26,4
	6	32,6	29,5	24,1	22,2	25,2
	10	32,6	28,5	25,4	23,1	25,7
	Máxima	32,6	29,5	26	24,1	30,4
	Mínima	32,2	27,7	24,1	21,8	24
	Rango	0,4	1,8	1,9	2,3	6,4
	Promedio	32,48	28,55	25,02	22,88	26,25
Des vest	0,16	0,64	0,67	0,82	2,19	
Coef varia	0,49%	2,23%	2,67%	3,58%	8,33%	
Estación 2	14	32,6	27,5	24,4	20,3	24
	18	32,4	28	24,9	22,8	28,1
	22	32,6	28,6	26	24,6	30,8
	2	32,6	28,5	25,2	23,5	26,7
	6	32,5	29,4	25,1	22,8	25,4
	10	32,5	28,5	25,4	23,2	25,7
	Máxima	32,6	29,4	26	24,6	30,8
	Mínima	32,4	27,5	24,4	20,3	24
	Rango	0,2	1,9	1,6	4,3	6,8
	Promedio	32,53	28,42	25,17	22,87	26,78
Des vest	0,08	0,64	0,53	1,42	2,40	
Coef varia	0,25%	2,24%	2,11%	6,22%	8,95%	
Estación 3	14	32	27,7	24,9	24	24,6
	18	32	27,8	25	23,1	24,2
	22	31,9	27,9	25,1	23,4	24,7
	2	32,2	28	25,1	23,2	25,1
	6	32,1	28	25	23,1	24,6
	10	31,9	28	24,8	23,4	23,8
	Máxima	32,2	28	25,1	24	25,1
	Mínima	31,9	27,7	24,8	23,1	23,8
	Rango	0,3	0,3	0,3	0,9	1,3
	Promedio	32,02	27,90	24,98	23,37	24,50
Des vest	0,12	0,13	0,12	0,34	0,45	
Coef varia	0,37%	0,45%	0,47%	1,45%	1,83%	
Estación 4	14	30,7	24,1	22,5	20,4	18,8
	18	32,2	24,4	23,7	19,8	28,4
	22	32,4	25,5	23,5	22,1	27,8
	2	32	26	23,9	23,8	27,1
	6	32	29,1	24,9	23,8	24,8
	10	30,6	28,9	24	23,1	23,1
	Máxima	32,4	29,1	24,9	23,8	28,4
	Mínima	30,6	24,1	22,5	19,8	18,8
	Rango	1,8	5	2,4	4	9,6
	Promedio	31,65	26,33	23,75	22,17	25,00
Des vest	0,79	2,18	0,78	1,73	3,63	
Coef varia	2,49%	8,28%	3,28%	7,80%	14,52%	



ANEXO G. Valores de oxígeno en porcentaje (%) de saturación tomados cada 4 h para todas las estaciones entre abril y agosto con máximos, mínimos, rangos, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación durante todo el muestreo

	Hora	% SATURACION DE OXÍGENO				
		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Estación 1	14	77,3	75,6	85,6	85,8	84,5
	18	83,3	80	92,1	94,5	78,6
	22	78,3	60,2	69	75,1	72,2
	2	73,3	70,9	75,1	61,4	68,9
	6	61,8	60,7	66,9	60,5	46
	10	49	75,8	68,9	58,6	46,7
	Máxima (%)	83,3	80	92,1	94,5	84,5
	Mínima (%)	49	60,2	66,9	58,6	46
	Rango (%)	34,3	19,8	25,2	35,9	38,5
	Promedio (%)	70,50	70,53	76,27	72,65	66,15
	Des vest (%)	12,78	8,33	10,33	15,02	16,25
Coef varia	18,13%	11,80%	13,55%	20,67%	24,56%	
Estación 2	14	57,3	95,1	115,6	106,5	90,3
	18	70,3	86,1	101,8	94,2	90,5
	22	89,5	64,8	80,7	86,6	78,5
	2	82,1	72,2	77,9	40,3	65,1
	6	73,9	65,5	73,8	56,7	58,4
	10	61,4	76,3	69,4	67,2	57,2
	Máxima (%)	89,5	95,1	115,6	106,5	90,5
	Mínima (%)	57,3	64,8	69,4	40,3	57,2
	Rango (%)	32,2	30,3	46,2	66,2	33,3
	Promedio (%)	72,42	76,67	86,53	75,25	73,33
	Des vest (%)	12,18	11,95	18,12	24,88	15,23
Coef varia	16,82%	15,59%	20,94%	33,06%	20,77%	
Estación 3	14	70	80,03	114,9	80,3	81,3
	18	82,7	73,32	110,8	97,5	82,5
	22	67,1	57,09	93,5	65,6	84,5
	2	65,2	60,84	70,1	64	75,9
	6	58,5	35,3	64,5	71,5	77,2
	10	68,1	73,2	88,1	80,5	71,5
	Máxima (%)	82,7	80,03	114,9	97,5	84,5
	Mínima (%)	58,5	35,3	64,5	64	71,5
	Rango (%)	24,2	44,73	50,4	33,5	13
	Promedio (%)	68,60	63,30	90,32	76,57	78,82
	Des vest (%)	7,96	16,17	20,56	12,42	4,83
Coef varia	11,60%	25,54%	22,77%	16,22%	6,13%	
Estación 4	14	134	55,86	78,5	115,8	78,4
	18	70	74,14	86,6	139,8	96,1
	22	86,5	72,3	78,3	100,1	85,8
	2	63,1	67,3	60,1	67,3	66,7
	6	70,1	76,73	48,7	60,4	52,9
	10	64	63,3	58,1	61,5	54,1
	Máxima (%)	134	76,73	86,6	139,8	96,1
	Mínima (%)	63,1	55,86	48,7	60,4	52,9
	Rango (%)	70,9	20,87	37,9	79,4	43,2
	Promedio (%)	81,28	68,27	68,38	90,82	72,33
	Des vest (%)	27,16	7,77	14,79	33,01	17,46
Coef varia	33,41%	11,38%	21,63%	36,34%	24,14%	



ANEXO H. Valores de profundidad (cm), valores máximos, mínimos, rango, promedio y desviación estándar tomados para todas las estaciones en el ciclo de 24 h que antecedieron cada arrastre para los meses de junio, julio y agosto.

	Hora	PROFUNDIDAD (cm)		
		Junio	Julio	Agosto
Estación 1	14	139	134	136
	18	151	150	156
	22	159	150	163
	2	159	158	136
	6	155	156	133
	10	147	137	124
	Máxima (cm)	159	158	163
	Mínima (cm)	139	134	124
	Rango (cm)	20	24	39
	Promedio (cm)	151,67	147,50	141,33
Des vest (cm)	7,76	9,87	14,91	
Estación 2	14	170	168	165
	18	171	187	195
	22	195	187	190
	2	200	189	167
	6	179	184	162
	10	177	162	158
	Máxima (cm)	200	189	195
	Mínima (cm)	170	162	158
	Rango (cm)	30	27	37
	Promedio (cm)	182,00	179,50	172,83
Des vest (cm)	12,59	11,50	15,61	
Estación 3	14	119	141	124
	18	124	136	145
	22	144	155	155
	2	137	145	128
	6	136	133	124
	10	124	117	127
	Máxima (cm)	144	155	155
	Mínima (cm)	119	117	124
	Rango (cm)	25	38	31
	Promedio (cm)	130,67	137,83	133,83
Des vest (cm)	9,71	12,78	13,01	
Estación 4	14	78	76	67
	18	88	87	92
	22	94	93	100
	2	90	96	73
	6	90	85	68
	10	82	75	70
	Máxima (cm)	94	96	100
	Mínima (cm)	78	75	67
	Rango (cm)	16	21	33
	Promedio (cm)	87,00	85,33	78,33
Des vest (cm)	5,90	8,59	14,07	



ANEXO I. Resultados de la correlación de Spearman mostrando valores de correlación, tamaño de la muestra y valor p.

	Abundancias	Oxígeno	Temperatura	Salinidad
Abundancias		0,4351 19 0,0649	-0,0097 19 0,9673	-0,0634 19 0,7881
Oxígeno	0,4351 19 0,0649		0,1019 19	-0,0026 19 0,9911
Temperatura	-0,0097 19 0,9673	0,1019 19 0,6654		-0,7506 19 0,0015
Salinidad	-0,0634 19 0,7881	-0,0026 19 0,9911	-0,7506 19 0,0015	

Correlación

Tamaño de la muestra

Valor P



ANEXO J. Tabla con valores de abundancias por arrastre y abundancias promedio, para los estadios umbonados, pediveliger y la sumatoria de los dos; en donde se observa el máximos por estación, promedio y desviación estándar.

	Mes	Arrastre	Umbonada			Pediveliger			Umbonada+ Pediveliger		
			# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar	# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar	# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar
Estación 1	Abril	A	137	126	15,56	5	2,5	3,54	141	128	18,38
		B	115			0			115		
	Mayo	A	641	681,5	57,28	11	5,5	7,78	652	687	49,50
		B	722			0			722		
	Junio	A	345	302,5	60,10	23	35	16,97	368	337,5	43,13
		B	260			47			307		
	Julio	A	334	273	86,27	5	2,5	3,54	340	276	90,51
		B	212			0			212		
	Agosto	A	187	130,5	79,90	0	18,5	26,16	187	149	53,74
		B	74			37			111		
TOTAL			3027	302,7	218,95	128	12,8	17,13	3155	315,5	216,44
Estación 2	Abril	A	221	223	2,83	6	4,5	2,12	227	227,5	0,71
		B	225			3			228		
	Mayo	A	138	127	15,56	0	0	0,00	138	127	15,56
		B	116			0			116		
	Junio	A	233	268,5	50,20	0	0	0,00	233	268,5	50,20
		B	304			0			304		
	Julio	A	103	123	28,28	0	0	0,00	103	123	28,28
		B	143			0			143		
	Agosto	A	29	50	29,70	10	30,5	28,99	38	80	59,40
		B	71			51			122		
TOTAL			1583	158,3	85,00	70	7	15,83	1652	165,2	79,72
Estación 3	Abril	A	337	261,5	106,77	7	5	2,83	344	266,5	109,60
		B	186			3			189		
	Mayo	A	744	782	53,74	0	0	0,00	744	782	53,74
		B	820			0			820		
	Junio	A	1877	1660,5	320,32	0	0	0,00	1877	1660,5	320,32
		B	1424			0			1424		
	Julio	A	352	362	14,14	0	0	0,00	352	362	14,14
		B	372			0			372		
	Agosto	A	223	199,5	33,23	0	0	0,00	223	199,5	33,23
		B	176			0			176		
TOTAL			6511	651,1	580,10	10	1	2,31	6521	652,1	579,42
Estación 4	Abril	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		B	*			*			*		
	Mayo	A	1963	1918,5	62,93	24	28	5,66	1987	1946,5	57,28
		B	1874			32			1906		
	Junio	A	103	110	9,90	0	0	0,00	103	110	9,90
		B	117			0			117		
	Julio	A	243	282,5	55,86	0	6	8,49	243	288,5	64,35
		B	322			12			334		
	Agosto	A	485	462,5	31,82	0	0	0,00	485	462,5	31,82
		B	440			0			440		
TOTAL			5547	693,375	768,57	68	8,5	12,91	5615	701,875	780,45



ANEXO K. Tabla con valores de abundancias por arrastre y abundancias promedio, para los estadios umbonados, pediveliger y la sumatoria de los dos; en donde se observa el máximo mensual, promedio y desviación estándar.

	Estación	Arrastre	Umbonada			Pediveliger			Umbonada+ Pediveliger		
			# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar	# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar	# ind por m ³	Promedio	Desviación estándar
Abril	1	A	137	126	15,56	5	2,5	3,54	141	128	18,38
	1	B	115			0			115		
	2	A	221	223	2,83	6	4,5	2,12	227	227,5	0,71
	2	B	225			3			228		
	3	A	337	261,5	106,77	7	5	2,83	344	266,5	109,60
	3	B	186			3			189		
	4	A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	4	B	*			*			*		
TOTAL			1221	203,5	78,93	24	4	2,53	1244	207	80,94
Mayo	1	A	641	681,5	57,28	11	5,5	7,78	652	687	49,50
	1	B	722			0			722		
	2	A	138	127	15,56	0	0	0,00	138	127	15,56
	2	B	116			0			116		
	3	A	744	782	53,74	0	0	0,00	744	782	53,74
	3	B	820			0			820		
	4	A	1963	1918,5	62,93	24	28	5,66	1987	1946,5	57,28
	4	B	1874			32			1906		
TOTAL			7018	877,25	696,86	67	8,375	12,87	7085	885,625	708,23
Junio	1	A	345	302,5	60,10	23	35	16,97	368	337,5	43,13
	1	B	260			47			307		
	2	A	233	268,5	50,20	0	0	0,00	233	268,5	50,20
	2	B	304			0			304		
	3	A	1877	1660,5	320,32	0	0	0,00	1877	1660,5	320,32
	3	B	1424			0			1424		
	4	A	103	110	9,90	0	0	0,00	103	110	9,90
	4	B	117			0			117		
TOTAL			4663	582,875	675,13	70	8,75	17,43	4733	591,625	670,97
Julio	1	A	334	273	86,27	5	2,5	3,54	340	276	90,51
	1	B	212			0			212		
	2	A	103	123	28,28	0	0	0,00	103	123	28,28
	2	B	143			0			143		
	3	A	352	362	14,14	0	0	0,00	352	362	14,14
	3	B	372			0			372		
	4	A	243	282,5	55,86	0	6	8,49	243	288,5	64,35
	4	B	322			12			334		
TOTAL			2081	260,125	100,90	17	2,125	4,36	2099	262,375	102,66
Agosto	1	A	187	130,5	79,90	0	18,5	26,16	187	149	53,74
	1	B	74			37			111		
	2	A	29	50	29,70	10	30,5	28,99	38	80	59,40
	2	B	71			51			122		
	3	A	223	199,5	33,23	0	0	0,00	223	199,5	33,23
	3	B	176			0			176		
	4	A	485	462,5	31,82	0	0	0,00	485	462,5	31,82
	4	B	440			0			440		
TOTAL			1885	210,625	169,43	98	12,25	20,25	1782	222,75	158,66