



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

VARIACIÓN Y COMPOSICIÓN DEL ZOOPLANCTON ASOCIADO A LAS
FORMACIONES CORALINAS DE LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE
VENEZUELA.
(Modalidad: Tesis de Grado)

ARTURO EDUARDO BRITO MAESTRE

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2013

VARIACION Y COMPOSICION DEL ZOOPLANCTON ASOCIADO A LAS
FORMACIONES CORALINAS DE LA BAHÍA DE MOCHIMA.

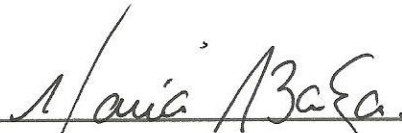
APROBADO POR:



Prof. Baumar Marín Espinoza. Ph.D.
Asesor Académico



Profa. Brightdoom Márquez
Jurado Principal



Profa. María Alejandra Balza
Jurado Principal

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	13
De campo	13
De laboratorio	15
RESULTADOS.....	18
Comportamiento de los variables ambientales.....	18
Biomasa zooplanctónica	19
Composición del zooplancton durante los dos períodos muestreados.....	30
Análisis de componentes principales (ACP) de las variables físico-químicas, biológicas y la densidad zooplanctónica.....	33
Especies de copépodos identificados en el zooplancton de la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima.....	35
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIÓN	47
BIBLIOGRAFÍA	49
APENDICE.....	65
HOJA DE METADATOS	76

DEDICATORIA

Ante todo quiero dedicarle este trabajo primeramente a Jehová Dios, por darme la vida y llenarme cada día de mucha fortaleza y de bendiciones.

A mi madre Marisol Maestre, pilar fundamental en mi vida. Por todo el amor, la dedicación y la paciencia de madre que ha sabido darnos a mí y a mis hermanos.

A mi padre y amigo fiel Arturo Brito Mundaraín por todo el apoyo incondicional y los consejos que me ha brindado durante toda mi vida, y por estar siempre a la disposición.

Muy en especial a mi novia María Figuera, quien me ha dado su amor, amistad, paciencia, apoyo y comprensión durante muchos años.

A mis hermanos Adrian, José y Adriana, a quienes quiero con todo mi corazón y con los que he contado siempre. Gracias por compartir conmigo tantos momentos especiales. Que Dios les bendiga, guíe siempre y nos mantenga unidos.

A mis abuelos Arturo Rafael, Elinor, Josefa y Luis José, quienes formaron parte especial en mi vida y me ayudaron en su tiempo e instaron siempre a dar lo mejor de mí en lo que emprendiera.

A mis hermanos de la Iglesia Cristiana del Primer Siglo Hoy “EKKLESIA”, por su gran apoyo, sus enseñanzas, guías y consejos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre por abrirme sus puertas para alcanzar este título profesional. Gracias a todos los profesores que me impartieron clases durante toda la carrera, fortaleciendo mis conocimientos y mí persona.

AL Ph. D. Baumar Marín, profesor y amigo, quien de una manera tenaz y con un ánimo inquebrantable, se encargó de asesorarme y trasmitirme muchos conocimientos, además de ofrecerme constantemente su apoyo durante todo el tiempo de esta investigación.

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela y muy en especial al Laboratorio de Zooplancton, donde pude realizar todos las análisis de las muestras de este trabajo.

Muchísimas gracias a la estación IDEA-FUNDACIENCIAS por el apoyo técnico para el muestreo y la pernocta en la bahía de Mochima. A todos los técnicos que allí hacen vida.

A la profesora y amiga Isabel Mimbela, quien tenazmente me guió y ayudó con amor a lograr mis metas.

A mis compañeros de tesis Ana y Eudín, por su valioso aporte, ayuda y constancia durante toda la realización de este trabajo.

A mi gran amiga Luz Mary por todos sus consejos, paciencia, comprensión y apoyo en los estadísticos utilizados durante la realización de este trabajo.

A Miguel Carpio y FIDAES, por suministrarme algunos datos expresados en este trabajo.

A mis tías Luisa Elena y Yadira, mis primos Yadilu y Juan, con quienes me he me criado y he compartido gran parte de mi vida.

También quiero agradecer a los compañeros con los cuales compartí en algún momento de mis estudios, Juan Carlos, Sophy, Clara, Luzmer, Diannyth, y a todos aquellos que de alguna u otra forma estuvieron presentes en alguna etapa de mi carrera. Se les aprecia a todos!

A todos Gracias!

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de especies de copéodos identificados en la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire, Bahía de Mochima.	36
Tabla 2. Frecuencia de aparición de especies zoopláncticas más abundantes en la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire, Bahía de Mochima. (Nov y Dic/2008; Ene-Oct/2009).	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Bahía de Mochima mostrando los sitios de muestreos ().	15
Figura 2. Variación mensual de los parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, pH) (A) e índice de surgencia (B), de la Bahía de Mochima.	19
Figura 3. Variación del volumen sedimentado total (ml/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (C) y Garrapata (D), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.	20
Figura 4a. Variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton capturado con redes (E).	21
Figura 4b. Variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton capturado con trampas de luz (F).	21
Figura 5. Variación del volumen desplazado total (ml/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (G) y Garrapata (H), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.	22
Figura 6. Variación del volumen desplazado mensual del zooplancton capturado con red (I) y trampas de luz (J).	24
Figura 7. Variación de la biomasa total (g/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (K) y Garrapata (L), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.	25
Figura 8a. Variación de la biomasa mensual del zooplancton capturado con red (M).	26
Figura 8b. Variación de la biomasa mensual del zooplancton capturado con trampas de luz (N).	26
Figura 9. Variación de la densidad total (org/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (O) y Garrapata (P), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.	27

Figura 10. Variación de la densidad de organismos totales por localidad de muestreo, capturados con redes (org/m^3) (Q) y trampas ($\text{org}/12$ horas) (R), en la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.....	28
Figura 11. Variación de la densidad zooplanctónica mensual para trampas de luz (T).	30
Figura 12. Frecuencia promedio de organismos capturados con redes en los arrecifes Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima.....	31
Figura 13. Frecuencia promedio de organismos capturados con trampas de luz en los arrecifes Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima.....	33
Figura 14. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con redes, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima. Las iniciales corresponden a: DZ: Densidad zooplanctónica; IS: Índice de surgencia; pH: pH del agua; Pl: Pluviosidad; S: Salinidad; T: Temperatura superficial del agua; V: Velocidad del viento; O_2 : Oxígeno disuelto.....	34
Figura 15. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con trampas de luz, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima. Las iniciales corresponden a: DZ: Abundancia zooplanctónica por hora; IS: Índice de surgencia; pH: pH del agua; Pl: Pluviosidad; S: Salinidad; T: Temperatura superficial del agua; V: Velocidad del viento y O_2 : Oxígeno disuelto..	35

RESUMEN

El estudio zooplanctónico en la Bahía de Mochima, estado Sucre, es fundamental, ya que esta zona se caracteriza por presentar arrecifes coralinos, que contribuyen a la reserva de organismos planctónicos, así como para la cría natural de fases larvales de especies de importancia comercial. Se determinó la abundancia en biomasa (volumen sedimentado, volumen desplazado o biovolumen y biomasa húmeda) asociado a las formaciones coralinas de la bahía. La toma de muestras se realizó en dos estaciones dentro de la bahía, las cuales se corresponden a dos zonas de formaciones coralinas ubicadas en las ensenadas de Taguapire (sector interno) y Garrapata (sector externo). Se utilizó una embarcación tipo peñero para muestrear durante los meses de noviembre, diciembre/2008 y agosto, septiembre/2009 como época de lluvia y enero - abril/2009 como época de sequía y surgencia. Se utilizaron dos métodos de colecta: trampas de luz y red (100 μ m). Mediante una prueba de Kruskal-Wallis, se pudo evidenciar que la densidad zooplanctónica no mostró diferencias significativas entre métodos de captura ($K_w= 0,11$; $p>0,05$) (red $K_w= 0,20$; $p>0,05$). Los valores de densidad para redes en la zona arrecifal de Taguapire variaron desde 47 org/m³ a 1579 org/m³, mientras que en la zona de Garrapata los valores oscilaron entre 23 org/m³ a 769 org/m³. Por otro lado, los valores de densidad para trampas en la zona de Taguapire variaron desde 471 org/12 horas a 12304 org/12 horas y en la zona de Garrapata variaron desde 449 org/12 horas a 33018 org/12 horas. También se pudo observar que existe diferencias significativas en el volumen sedimentado ($K_w=0,00$; $p<0,05$), volumen desplazado ($K_w= 0,00$; $p<0,05$) y en la biomasa húmeda ($K_w= 0,00$; $p<0,001$), por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire. Los grupos con mayor dominancia correspondieron a los copépodos calanoides (24%) seguidos de los copépodos ciclopoides (12%) y el cladóceros *Penilia avirostris* (9%) durante los meses muestreados. Siendo el mes de agosto (38%) como el de mayor abundancia para los calanoides, marzo (23%) para los ciclopiodes y septiembre (34%) para los cladóceros. El ACP para los calados zooplanctónicos con redes, mostró asociaciones positivas entre la salinidad y el pH con el índice de surgencia, mejor explicadas por el componente 1, observándose los valores propios (o Eigenvalores), y porcentajes de varianza y acumulado, así como asociaciones inversas (negativas) con el oxígeno y la pluviosidad. Mientras que para la abundancia zooplanctónica en las trampas de luz, se pudo observar una buena asociación positiva con respecto al viento, e inversa con respecto a la temperatura del agua, según explica el componente 2, esto permite asociar las bajas temperaturas con un aumento del viento y consecuente movimiento de masas de aguas, con el aumento del zooplancton de mayor tamaño que caracteriza estas muestras. Ambos métodos son importantes para la colecta de organismos zooplanctónicos y no pueden ser reemplazados uno por el otro, siendo las trampas de luz el método propuesto para la captura de larvas de crustáceos.

Palabras claves: Zooplancton; Trampas; Redes; Arrecifes.

INTRODUCCIÓN

Las zonas marinas costeras son de gran interés ecológico, económico y social, estos sistemas son muy variables, en donde los cambios en los patrones de circulación del agua, la tierra y las fluctuaciones de influencias (e.g. ríos, flujo de residuos) inducen la alta variabilidad temporal en las escalas que van desde horas hasta temporadas (Walsh, 1988). En estos ambientes, los componentes del plancton marino pueden estar sometidos a fluctuaciones temporales en la biomasa ligadas a estructuras de naturaleza trófica (fitoplancton) e hidrodinámicas (estructura térmica, salina, turbulencias y advección) (Márquez *et al.*, 2007).

El término plancton es aplicado al conjunto de organismos que flotan en el agua, incapaces de superar con movimientos propios los movimientos del mar y que por tanto son transportados por los mismos (Cognetti *et al.*, 2001). Aunque muchos tienen cierto poder de desplazamiento mediante el movimiento de cilios o apéndices, no son capaces de oponerse al movimiento horizontal que generan las mareas y corrientes (Urosa, 1975). Estos organismos planctónicos pueden ser de origen vegetal (fitoplancton) y de origen animal (zooplancton). Este último presenta grupos tanto de invertebrados como de vertebrados con una amplia variedad de organismos incluyendo estadios juveniles, larvarios y adultos de casi todos los taxa de la escala zoológica (Gasca *et al.*, 1996), lo cual hace que la composición de las especies del zooplancton no sea estática, sino que ésta responde a criterios de máxima eficiencia que se van seleccionando en el tiempo, por lo que el análisis en los cambios estacionales en abundancia y de los mecanismos causales son de gran significación (López, 1986).

La composición y distribución espacial del zooplancton en una zona determinada está modulada principalmente por el patrón de circulación (tanto local como regional) y por procesos oceanográficos multiescalares que determinan las

características físicas-químicas-biológicas de la columna de agua (Parsons *et al.*, 1984; Mullin, 1993). En este contexto, el zooplancton marino sirve como enlace en las cadenas alimenticias pelágicas, ya que al estar ubicados en el nivel secundario, transfiere la energía de la productividad primaria a los niveles superiores (González, 1988). Por lo tanto, los trabajos de investigación en este grupo adquieren relevancia debido a su papel en la productividad local, delimitando las rutas de transferencia energética y por ende la producción secundaria potencial de un área (Frank *et al.*, 2005).

Una de las categorizaciones más relevantes, en términos de su significado ecológico, es la que separa al zooplancton en meroplancton y holoplancton; el primer grupo está constituido por aquellos organismos que solamente en etapas tempranas de su ciclo de vida forman parte del plancton, y al crecer o desarrollarse adquieren hábitos bénticos o pasan a formar parte del necton, en esta categoría destacan las larvas de poliquetos y moluscos bénticos, las zoeas, nauplios, mysis y filosomas de crustáceos, larvas tornarias, larvas de equinodermos, plánulas, éfiras y la mayoría de las fases medusoides de los cnidarios hidrozoarios, así como larvas y huevos de peces. El holoplancton por su parte lo conforman aquellos organismos zooplanctónicos cuyo ciclo vital transcurre totalmente como parte de la comunidad planctónica, como es el caso de la mayoría de los sifonóforos, ctenóforos, copépodos planctónicos, quetognatos, anfípodos, algunas familias de poliquetos, eufásidos, moluscos pterópodos y heterópodos, apendicularias, entre otros grupos (Gasca *et al.*, 1996; Lalli y Parsons, 2006).

Otra clasificación relevante del zooplancton es la que distingue los distintos intervalos de talla (nanoplancton, microplancton, mesoplancton, macroplancton, megaloplancton) entre los seres zooplanctónicos. Este aspecto adquiere una gran relevancia, no solamente por el papel trófico de estos organismos en función de su tamaño, sino que se convierte en un factor de gran importancia durante la recolección,

ya que es posible seleccionar la fracción del zooplancton que se desea muestrear y efectuar así ciertas interpretaciones ecológicas (Omori y Ikeda, 1992). La composición biótica del medio ambiente pelágico en los mares está constituida por numerosos organismos planctónicos que forman la base trófica, donde el zooplancton representa el renglón principal de la producción secundaria. Su abundancia y distribución obedece, en gran parte, a los resultados de las relaciones en la cadena trófica en respuesta a procesos ambientales dominantes en el medio pelágico (Marín *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2006). El zooplancton representa un eslabón clave en la trama trófica de los sistemas acuáticos lénticos y marinos (López *et al.*, 2001). En los ambientes acuáticos incluyendo las lagunas costeras y estuarios, las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espaciales y temporales, tanto en lo referente a su composición como en su biomasa (Gasca y Suárez, 1996); por lo que los organismos del plancton han sido utilizados como indicadores de las condiciones que prevalecen en los cuerpos de agua (Kalfy y Knoechel, 1978; Klemer y Konopka, 1989; Rosas *et al.*, 1992).

En los océanos, el zooplancton no está uniformemente distribuido, por lo que es posible distinguir la existencia del plancton nerítico (cercano a la plataforma continental) y del plancton oceánico (de mar abierto). El zooplancton nerítico contiene más especies y mayor abundancia de organismos por especie que el oceánico, debido a que por lo general, el alimento para el zooplancton es más abundante cerca de la costa. Por su parte, el zooplancton de la capa superficial es más abundante que en las capas más profundas; por ello, en algunos casos los organismos del zooplancton tienen la necesidad de migrar verticalmente a otras capas para huir de los depredadores o para encontrar alimento (Suárez y Gasca, 1992). En fin, al hablar de la distribución batimétrica del zooplancton, se debe considerar los movimientos verticales asociados con la alternancia del día y de la noche, conociéndose este fenómeno como migración diurna o ciclo nictemeral o circadiano, el cual explica que en algunas especies el número de individuos que se encuentran cerca de la superficie

durante el día es escaso, en comparación al que se observa durante la noche, volviendo a decrecer durante el amanecer; estas migraciones verticales les confiere ciertas ventajas a los seres zooplanctónicos, ya que el ascenso y descenso continuo de los animales, les permite explorar nuevas fuentes de alimento (Suárez y Gasca, 1992; Gasca *et al.*, 1996; Van Gool y Ringelberg, 1998; Lalli y Parsons, 2006; Suthers y Rissik, 2008).

Unos de los artefactos mundialmente utilizados para la captura de estos organismos son las redes. El arrastre de redes planctónicas es un método activo y puntual en el tiempo (período de arrastre), que es empleado principalmente en zonas poco someras (> 5 m) y entre sus ventajas se encuentra el conocimiento del volumen de agua filtrado y la distancia muestreada (Herrera-Reveles *et al.*, 2009).

Por su parte las trampas de luz son métodos de captura pasivos que han sido diseñados para poder llevar a cabo muestreos en diferentes tipos de ambientes marinos someros y poco profundos, con la ventaja de poder capturar especies selectivas, las cuales presentan respuestas a la luz, con ciertas habilidades natatorias; y generalmente de mayores tamaños a los capturados por las redes de arrastre (Doherty, 1987; Thorrold, 1992; 1993; Choat *et al.*, 1993; Brogan 1994; Hickford y Schiel, 1999). Sin embargo, a través de este método no es posible cuantificar el volumen de agua muestreada, y a su vez la eficiencia de captura de este tipo de trampas se encuentran ampliamente influenciados por ciertos factores ambientales tales como las fases lunares, velocidad de corriente, turbidez y/o claridad (Doherty 1987; Meekan *et al.*, 2000; Lindquist y Shaw, 2005). Los principales factores que diferencian las trampas de luz con respecto a las redes de plancton tradicionales, son la selectividad taxonómica de las larvas y la distribución de las tallas de los ejemplares capturados (Herrera-Reveles *et al.*, 2009).

Algunos grupos zooplanctónicos reaccionan positivamente a la atracción de luz artificial (Meekan *et al.*, 2001). Tal atracción ha permitido usar técnicas de trampas

de luz como atractores nocturnos para el zooplancton (Kawagushi *et al.*, 1986), dando un eficiente resultado con grupos como larvas de crustáceos decápodos (megalopas y zoeas). Se ha encontrado que organismos demersales, asociados al fondo marino, tales como larvas de anfípodos y cumáceos, están más representados en las trampas de luz y no son generalmente capturados con las redes (Choat *et al.*, 1993; Meekan *et al.*, 2001).

Los arrecifes coralinos son ecosistemas extremadamente importantes en términos de recursos biológicos, con una incomparable diversidad, siendo un banco genético de relevancia vital para usos actuales y futuros de la población del planeta. Su estructura tridimensional alberga una infinidad de organismos de diferentes categoría (Crespo y Soares-Gomes, 2009). Están compuestos por una gran variedad de organismos bénticos cuyos ciclos de vida incluyen etapas larvales planctónicas. Estas larvas de invertebrados y peces, enriquecen a su vez la estructura taxonómica y productividad de las comunidades de zooplancton en la vecindad de los arrecifes y contribuyen significativamente al reabastecimiento de las poblaciones locales (Cowen y Castro, 1994).

El zooplancton de los arrecifes de coral constituye un eslabón trófico entre los productores primarios y los mayores niveles tróficos de los arrecifes, incluyendo los corales escleratinios o corales pétreos y peces (Poter, 1974; Sedberry y Cuellar, 1993). El zooplancton proveniente de varias fuentes y que incluyen el holoplanctónico, meroplanctónico, demersales y especies epibentónicas, es presa potencial de los organismos bentónicos (e.g., Alldredge y King, 1980; Poter, 1974).

El plancton es transportado sobre los arrecifes por las corrientes y las olas internas (Tranter y George, 1972; Leichter *et al.*, 1998). Sin embargo, algunas especies tradicionalmente clasificadas como holoplanctónicas pelágicas pueden modificar sus comportamientos cuando habitan en los arrecifes y mantenerse durante el día en enjambres cerca de la superficie (Emery, 1968). El meroplancton

incluye especies que están en las primeras etapas de su desarrollo ontogénico, viven y se alimentan a menudo en la columna de agua. Mientras las larvas alcanzan la competitividad, puede colocarse cerca de superficie del arrecife (Heidelberg *et al.*, 2004).

La abundancia y periodicidad de ocurrencia del zooplancton de los arrecifes están asociados con los cambios del ambiente (McWilliam *et al.*, 1981), con las características morfológicas del arrecife coralino (Le Fèvre, 1986) y con la precipitación (Glynn, 1973). El zooplancton demersal está constituido por larvas o adultos de invertebrados (principalmente crustáceos) que residen en o dentro del arrecife durante el día y migran a la columna de agua en la noche (Emery, 1968; Potter, 1974; Alldredge y King, 1977, 1980; Sale *et al.*, 1976). A menudo se piensa que las formas demersales mantienen una posición en la interfase de agua-substrato (Alldredge y King, 1980; Cahoon y Tronzo, 1992), pero algunos migran hacia arriba causando a veces concentraciones de zooplancton que incrementan abruptamente en la superficie del agua durante la noche (Roman *et al.*, 1990). Las formas epibentónicas son aquellas que pasan parte de su tiempo en las proximidades del arrecife o en la superficie del mismo (como el comportamiento de un hormiguero, Ueda *et al.*, 1983), aunque Alldredge y King (1977) caracterizaron el comportamiento diurno del zooplancton demersal como epibentónico.

Los métodos utilizados para medir la abundancia del zooplancton en arrecifes incluyen redes, trampas bentónicas, nucleadores, bolsas, grabaciones de videos y equipos de succión (Sameoto, 2000). Sin embargo, aunque cada método proporciona información acerca de un subconjunto específico del zooplancton, como son los pelágicos, demersales o enjambres, cada uno tiene también sus limitaciones (Alldredge y King, 1977; Sorokin, 1993). Es así como, las ampliamente usadas redes de plancton, que son el método más común para el

estudio de la abundancia del zooplancton pelágico no resulta ser el más adecuado en arrecifes coralinos (Hobson y Chess, 1976).

En las colectas de zooplancton sobre los arrecifes de coral, las muestras pueden ser bajas o subestimadas debido a las reacciones de escape y además no pueden proporcionar información representativa de la concentración de zooplancton muy cerca del bentos, debido a la topografía irregular del arrecife (Hobson y Chess, 1976). Asimismo, las trampas bentónicas han sido el método más frecuentemente utilizado para evaluar la abundancia del zooplancton nocturno cercano al arrecife. No obstante, las trampas proveen solo información sobre el número de organismos que salen o entran del substrato por metro cuadrado, no la concentración de los organismos en el agua (volumétrico) cerca de las estructuras alimentarias de los organismos zooplanctívoros bentónicos (Hobson y Chess, 1976).

El efecto de las variables no solo se logra con apreciaciones numéricas, y puede ser también analizado con la biomasa zooplanctónica existente, dichas medidas brindan información adicional de la abundancia con respecto a las propiedades morfológicas de los organismos (volumen, extensiones, ornamentaciones, etc.) (Boltovskoy, 1981). Estas propiedades, frecuentemente están íntimamente ligadas con el tamaño de los organismos zooplanctónicos, por lo cual, la medida de la biomasa es muy importante en los estudios del zooplancton, ya que, aunque no lo sustituye, puede suplementar y complementar la información de la abundancia numérica y la composición taxonómica dentro del ecosistema (Boltovskoy, 1981).

En la actualidad, las trampas de luz representan una metodología que permite realizar diseños de muestreo adecuados para lograr efectivas evaluaciones de ensamblajes de zooplancton en localidades de gran complejidad y heterogeneidad. A nivel mundial tanto en ambientes templados como tropicales, es común el uso de este tipo de trampas, las cuales además cuentan con ciertos avances tecnológicos (Doherty 1987, Kingsford y Finn 1997, Kingsford 2001, Fisher y Bellwood 2002).

No obstante, principalmente debido a los elevados costos de los equipos son pocos los investigadores que las utilizan. Por consiguiente, los investigadores se las han ingeniado para diseñar modelos elaborados con estructuras similares empleando materiales menos costosos y de mayor accesibilidad utilizando por ejemplo el modelo de trampas utilizados por Riley y Holt (1993) (Herrera-Reveles, 2009).

Algunos estudios en arrecifes coralinos, como el de Porter y Porter (1977), evidenciaron diferentes tasas de capturas del zooplancton arrecifal demersal en un muestreo continuo sobre corales, y esto les permitió observar mayor zooplancton emergente en las zonas de corales estructurados y menor en las zonas de arrecifes no estructurados, como planicies arenosas. Por su parte, Ohlhorst y Liddell (1985) estudiaron en el Caribe antillano la migración del zooplancton de arrecife sobre zonas arenosas y de coral, encontrando que alrededor del atardecer (crepúsculo) y el amanecer se produjeron movimientos verticales, estando las mayores concentraciones en los intervalos posteriores al atardecer.

Por otro lado, Riley y Holt (1993) compararon las capturas de plancton con el contenido estomacal de larvas de peces capturadas con trampas de luz en zonas del arrecife de Enmedio, en Veracruz, México, encontrando un total de 895 larvas de al menos 27 familias colectadas con 18 trampas de luz y 12 calados con las redes. Mientras que Meekan *et al.* (2001), usando trampas de luz y redes, encontraron que la eficiencia de captura de invertebrados marinos para los diferentes métodos era variable, discriminando los grupos atraídos mayormente por las trampas de luz en aguas del noroeste australiano.

En otros estudios, Carleton *et al.* (2001) estudiaron la abundancia y la estructura de la comunidad del zooplancton tomando en cuenta el flujo de las corrientes en arrecifes de Helix, Australia. Por su parte, Holzman *et al.* (2005) reportaron gradientes significativos de abundancia de zooplancton activo (copépodos y poliquetos) con respecto a los de nado lento o inactivos, creando áreas de poco

plancton activo a los 1,5 m del fondo arrecifal, en arrecifes coralinos de Eilat, en Israel. También cabe destacar que para aguas coralinas de Puerto Rico, Rodríguez (2005) estudió la influencia de los arrecifes de corales en la estructura taxonómica y abundancia de las comunidades zoopláncticas en Isla Desecheo, encontrando que el holoplancton estuvo conformado principalmente por copépodos calanoides y la abundancia varió entre 539 – 1 888 Ind/m³.

En Venezuela, los estudios sobre el zooplancton se han llevado a cabo principalmente en la región nororiental del país, donde destaca el estudio sobre el análisis del zooplancton de la cuenca Tuy-Cariaco, en el cual Urosa (1983) identificó a los cladóceros como competidores de los copépodos en muchas áreas en abundancia numérica, en estaciones cercanas a la costa y en meses de calma. También se ha estudiado la distribución del zooplancton en la ensenada de la Guardia, Isla de Margarita (Zabala, 1992), encontrando una gran abundancia zooplanctónica debido al fenómeno de afloramiento que afecta esta región. Mientras que para la zona de la cuenca de Cariaco destacan los trabajos sobre foraminíferos planctónicos (Bermúdez, 1961; De Miro y Marval, 1967). Otros como la abundancia y distribución de quetognatos (Legaré y Zoppi, 1961) quienes reportaron una abundancia y distribución de 10 especies de quetognatos para las aguas venezolanas.

Otras investigaciones en la cuenca de Cariaco han evaluado la distribución y la abundancia de copépodos planctónicos (Cervigón, 1962; Infante y Urosa, 1986), señalándose a los apendiculados como el segundo grupo con mayor abundancia, vinculándolos a capas superficiales. Igualmente se ha estudiado la abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton de esta zona (Bastardo, 1975), donde se evidenció a los cladóceros como el grupo más abundante del zooplancton. Márquez *et al.* (2009), estudiaron la densidad, biomasa y composición del zooplancton en el estrato superficial de la cuenca, logrando evidenciar que la comunidad zooplanctónica estuvo dominada por copépodos, cladóceros y

apendiculados, lo que reflejó una amplia variabilidad temporal en la composición y abundancia del zooplancton. Entre otros estudios del zooplancton se puede citar: el análisis del zooplancton de la zona norte de la península de Araya (Flores, 1992), que identificó a los cladóceros como contendientes de los copépodos en abundancia numérica en meses de calma. Finalmente para la zona interna de la cuenca, destacan, el estudio de la distribución vertical y la abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en la ensenada de Turpialito (Marín *et al.*, 2004), donde se registró que la abundancia del microzooplancton se ve afectada de forma negativa por la temperatura del agua. También para esta zona (Márquez *et al.*, 2006), encontraron que el volumen del zooplancton superficial varía marcadamente, sin presentar un patrón definido.

Para formaciones arrecifales en nuestras costas, pocos estudios se han realizado, pero cabe mencionar, entre otros, a Figueroa (2002), quien estudió la composición y distribución vertical en zonas coralinas de Dos Mosquises, archipiélago de Los Roques, y la ensenada de Turpialito, registrando una producción primaria baja del fitoplancton y valores máximos de densidad zooplanctónica en los estratos de 4 a 6 m de profundidad.

Estudios más detallados sobre el zooplancton han sido llevados a cabo en la Bahía de Mochima, entre ellos están: la distribución de misidáceos en manglares y arrecifes coralinos (Zoppi *et al.*, 1989; Zoppi y Alonso, 1997), destacando a *Mysidium integrum* como único representante de este grupo para la zona. En el zooplancton de la zona interna de la bahía (Zoppi, 1999) identificó 18 especies de copépodos, 3 de cladóceros, 3 quetognatos, 4 apendiculados y 1 especie de heterópodo (*Atlanta* sp.), apareciendo ocasionalmente medusas holoplanctónicas, sifonóforos y doliólidos.

Por otro lado, Márquez *et al.* (2008) y Marcano (2009), estudiaron la densidad y composición zooplanctónica en la bahía, encontraron una composición porcentual constituida por copépodos y cladóceros como los grupos de mayor representación.

En fitoplancton se pueden citar los estudios de González y Zoppi (1997) y González *et al.* (2006), donde se observó un segundo pico de densidad y biomasa, aunque de menor intensidad, registradas en ambas estaciones entre octubre y noviembre, no coincidiendo con el patrón típico de estratificación o estancamiento del agua para estos meses. Igualmente, Expósito y Zoppi (1999) mostraron densidades máximas en el período de lluvia y en la zona de manglar, relacionándolos con valores bajos de salinidad. En sus estudios planctónicos Salazar (2008) encontró las aguas de la Bahía de Mochima como eutrofizadas; Rincones (2008) y Rodríguez (2009) observaron que la abundancia diaria del microzooplancton fue mayor que la del mesozoplancton, coincidiendo estos valores con las altas concentraciones de clorofila *a*.

Cabe destacar que para estudios planctónicos de las aguas adyacentes a los arrecifes coralinos tenemos el realizado por Márquez (2002), quien mostró que la biomasa zooplanctónica se asocia con los periodos de surgencia característicos de la zona nororiental de Venezuela, y el de González *et al.* (2006), quienes registraron que la densidad del zooplancton se correlacionaba positivamente con la salinidad. Por otro lado Márquez *et al.* (2007) estudiaron el microzooplancton ligado a arrecifes coralinos registrando densidades y biomásas ligeramente mayores hacia la zona profunda de la bahía. Y el de Herrera-Reveles *et al.* (2009) quienes compararon la efectividad de los muestreos de ictioplancton realizados con redes de plancton y trampas de luz en la bahía de Mochima.

A fin de conocer el papel del mesozoplancton en formaciones coralinas de la Bahía de Mochima, en este trabajo se estimó la composición y la abundancia

utilizando dos métodos diferentes de colecta, para la comparación cualitativa y cuantitativa de patrones de variación con respecto a los dos periodos climáticos en el área.

METODOLOGÍA

De campo

Área de estudio La Bahía de Mochima está ubicada en la región nororiental de Venezuela, situada en la vertiente norte de la cordillera de la costa, a 30 km al oeste de la ciudad de Cumaná, entre los 10° 24' a 10° 20' Latitud Norte y los 64° 19' a 64° 22' Longitud Oeste. La bahía está rodeada por montañas en toda su extensión y está abierta al norte por un canal de 1,7 km de ancho por 60 m de profundidad que se comunica directamente con la cuenca de Cariaco (Okuda et al., 1978).

La Bahía de Mochima es un cuerpo de agua importante por estar ubicado dentro del área de surgencia en el nororiente venezolano. En la bahía existe una influencia oceánica relacionada con la topografía submarina, en la cual la acción de los vientos ejerce fuerza, ya que cuando éstos soplan del este con mayor intensidad (enero a abril), desplazan las masas de agua de las capas más superficiales. Cuando los vientos disminuyen progresivamente y cesan (octubre a diciembre) las masas de agua se estabilizan (Kato, 1961; Fukuoka, 1965; Okuda et al., 1968).

Muestreo La toma de muestras se realizó en dos estaciones dentro de la Bahía de Mochima (Fig. 1), las cuales se corresponden a dos zonas de formaciones coralinas ubicadas en las ensenadas de Taguapire (sector interno) y Garrapata (sector externo). Se utilizó una embarcación tipo peñero para muestrear durante los meses de noviembre - diciembre/2008 y agosto - septiembre/2009 (época de lluvia), enero - abril/2009 (época de sequía). Esta investigación contó con dos tipos de artefactos de muestreo: redes de zooplancton de 300 μm de abertura de malla para mesozooplancton y trampas de luz construidas con botellas plásticas de 20 L siguiendo el modelo de Riley y Holt (1993), utilizando lámparas portátiles tipo disco con luces LED (diodos de emisión de luz) de 1 473 lux en promedio. Estas permitieron la captura selectiva de especies de forma pasiva, con mejor desempeño en aguas tranquilas y protegidas (Thorrold, 1992; Choat et al., 1993; Brogan, 1994; Hickford y Schiel, 1999). Para su elaboración, se utilizaron estructuras cilíndricas plásticas transparentes (botellones de agua) con un área basal de 225 cm^2 y una altura de 30 cm y cuatro aberturas verticales de aproximadamente 5 mm por donde ingresaron los organismos atraídos por una luz permanente colocada en el interior del botellón. Las trampas fueron colocadas en horas de la noche, por un período de 12 horas a una profundidad de 4 metros en las mismas estaciones señaladas en la Figura 1. Las concentraciones se expresaron en CPUE (captura por unidad de

esfuerzo), tomando el tiempo en horas de exposición de la trampa como unidad de esfuerzo (N°org/h).

Las redes de zooplancton fueron utilizadas en las mismas estaciones de las trampas. El calado se realizó de manera oblicua desde el peñero, a una velocidad de 2 nudos durante 10 min en el atardecer, donde se cubrió la mayor parte del área de estudio. Durante el calado se verificó la dirección del viento. Se midió también el tiempo de la izada de la malla a la embarcación donde se estimó exactamente el volumen del calado. Las concentraciones se calcularon como densidad expresada en número de organismos por unidad de volumen (N°org/m³).

La temperatura y la salinidad superficial fueron suministradas por la estación experimental de IDEA (Fundación Instituto de Estudios Avanzados) en Mochima. Adicionalmente, se instaló un termógrafo Sealog TR-X en la bahía, a 15 m de profundidad, donde se registraron las variaciones continuas de la temperatura. Igualmente, se analizaron las variables climáticas (pluviosidad y viento), suministradas por el Servicio Meteorológico del Aeropuerto de Cumaná.

Una vez realizados los calados se procedió a vaciar las redes de zooplancton que contenían el material biológico, en envases plásticos previamente identificados y se fijaron con formaldehído al 5%, donde luego fueron trasladados al Laboratorio de Zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente.

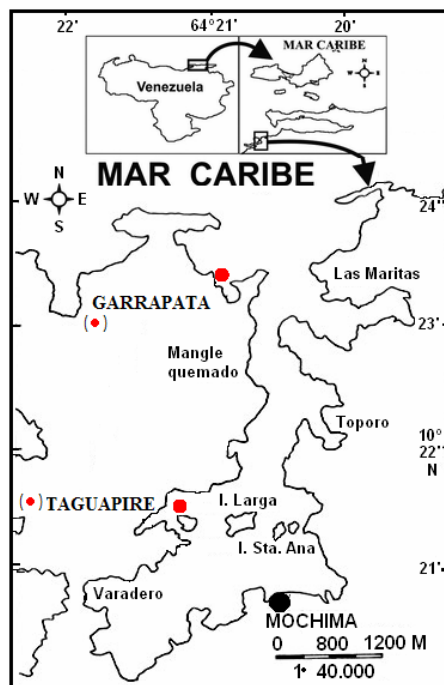


Figura 1. Mapa de la Bahía de Mochima mostrando los sitios de muestreos (●).

De laboratorio

Para la realización de los distintos análisis, cada muestra fue dividida en dos porciones iguales (con un divisor de Folsom) una de ellas se empleó para la identificación de los organismos y la otra para su cuantificación. En el estudio de la biomasa zooplanctónica se utilizaron tres métodos: volumen sedimentado, volumen desplazado o biovolumen y biomasa húmeda. El cálculo del volumen del zooplancton sedimentado consistió en colocar la muestra en un cilindro graduado, esperando un tiempo de 24 horas para realizar la lectura del volumen correspondiente en el cilindro, posteriormente, esta misma muestra se filtró con una malla de abertura de 300 μm y se colocó en un cilindro graduado de volumen de agua conocido, constituyendo la diferencia entre el volumen inicial del cilindro y el volumen desplazado por la muestra, el valor del biovolumen del zooplancton. Para la determinación de la biomasa húmeda, esta muestra se filtró y secó con papel de filtro para eliminar el agua intersticial y se utilizó una balanza Scout-Pro modelo SP402 de 0,01 g de precisión, donde se obtuvo la biomasa húmeda de las muestras.

Para la identificación taxonómica de los organismos se tomaron tres alícuotas de 2,5 ml (muestras trampas de luz) y 5 ml (muestras de red) y se procedió a la identificación y conteo de organismos, utilizando textos básicos para la identificación del zooplancton, tales como Trégouboff y Rose (1978), Smith (1977), Todd y Laverack (1991), Boltovskoy (1981), Campos y Suárez (1994), Gasca y Suárez (1996).

El conteo e identificación de los organismos zooplanctónicos se realizó empleando una cámara de Bogorov, y el número de individuos se calculó aplicando la fórmula siguiente:

$$N^{\circ} \text{ org. totales} = N^{\circ} \text{ org. de la muestra} \times \text{Vol. total} / \text{Vol. submuestra}$$

La densidad de los organismos, expresada en N° de individuos por metro cúbico (org/m³), se obtuvo mediante la expresión:

$$D = N^{\circ} \text{ de org. totales} / \text{Vol. de agua filtrada}$$

Los datos fueron estandarizados a N° de organismos por m³ y ml de volumen desplazado o sedimentado por m³ ó mg de biomasa expresada en biomasa húmeda por m³. Para calcular el volumen de agua filtrada a través de la malla, se empleó la ecuación:

$$V = \pi \times r^2 \times R \times F$$

Donde:

π = Constante (3,1416)

V= Volumen de agua filtrada.

r= Radio de la boca de la red.

R= N° de revoluciones del medidor de flujo.

F= Factor de calibración del medidor de flujo.

Para determinar si existen diferencias entre el número de organismos capturados durante los muestreos, los meses y las estaciones, se realizó un análisis no paramétrico (Kruskal-Wallis), según Sokal y Röhlf (1981). Posteriormente se hicieron gráficos de cajas y bigotes, representados sin valores extremos (outliers). Aunado a esto, se realizó un análisis de correlación para determinar si existen o no

asociaciones entre las variables fisico-químicas con respecto a la abundancia zooplanctónica, sumado a un ACP (Análisis de Componentes Principales), como análisis multivariado de estos factores, reduciendo aquellos factores covariables (Legendre y Legendre, 1998), por medio del programa Statgraphics plus 5.1.

RESULTADOS

Comportamiento de los variables ambientales

La temperatura del agua (Fig. 2), se observó relativamente baja a comienzos del muestreo, coincidiendo con el periodo de surgencias, llegando de los 27 a 26 °C. Para abril/2009, mayo/2009 y junio/2009 suben los valores a 28 y 29 °C, para luego bajar alrededor de los 23 °C, coincidiendo con un segundo periodo de surgencias. Luego de este periodo se mantiene alrededor de los 25 °C hasta final del periodo de muestreo, bajando ligeramente en el mes de octubre/2009.

En el caso de la salinidad, pudo observarse que no tuvo cambios bruscos en todo el periodo de muestreo, manteniéndose alrededor de 36,5 ‰, salvo por el mes de enero/2009, donde sube a los 37,5 ‰, lo cual puede ser efecto de las aguas surgentes más salinas de este periodo. Para el pH, valores altos alrededor de 8,6 coinciden con las elevaciones de salinidad en enero/2009, luego descendiendo alrededor de 8 para abril/2009, mayo/2009 y junio/2009 y remontar a valores más altos para final del muestreo.

El índice de surgencia calculado muestra un comportamiento típico de altos valores, comenzando a elevarse en noviembre/2008 alrededor de los $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$, y manteniéndose elevado hasta finales de abril/2009, llegando hasta los $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$. Luego de este periodo se mantiene bajo en periodos de calma que se prolonga hasta septiembre y se eleva hacia los $400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$, pudiendo generar un tercer repunte de surgencias al final del muestreo.

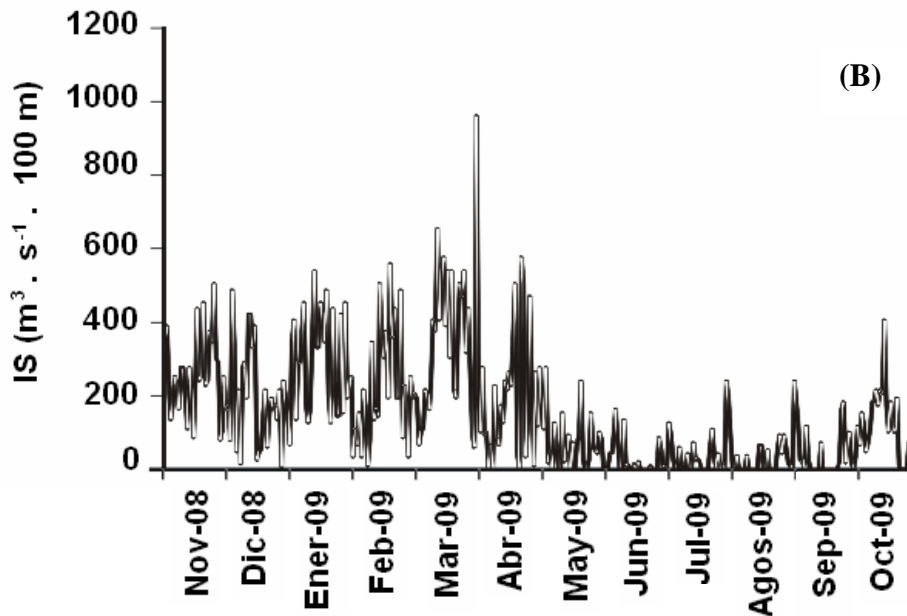
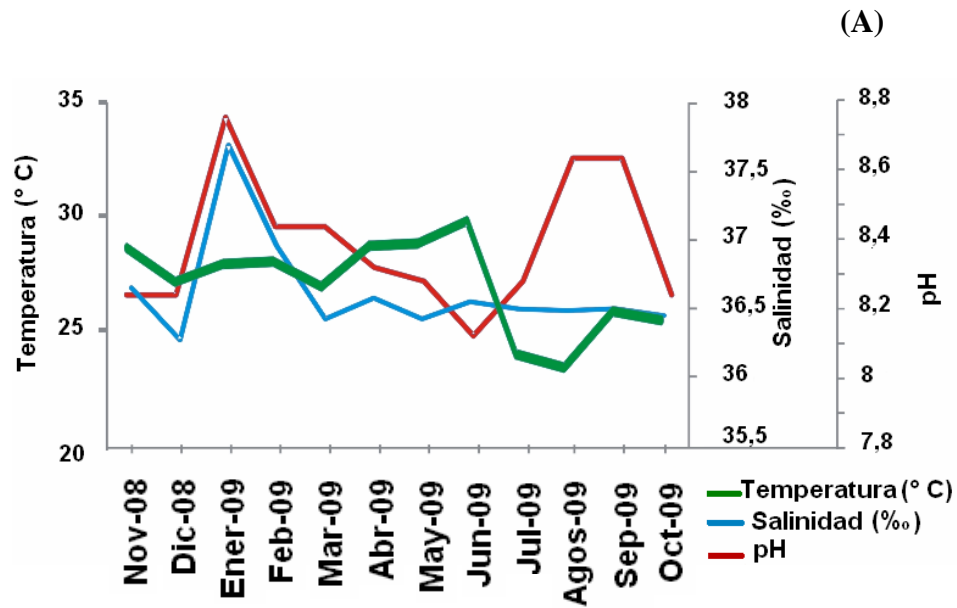


Figura 2. Variación mensual de los parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, pH) (A) e índice de surgencia (B), de la Bahía de Mochima.

Biomasa zooplanctónica

En el volumen sedimentado por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (Fig. 3C) ($K_w: 0,00; p<0,05$) y Garrapata (Fig. 3D) ($K_w= 0,00; p<0,05$) se

observó que existen diferencias altamente significativas (Apéndices C1, D1). En la zona de Taguapire los valores variaron desde 1 a 5 ml/m³ (redes) y de 2 a 90 ml/12 horas (trampas), mientras que en la zona arrecifal de Garrapata los valores oscilaron entre 1 y 5 ml/m³ (redes), y para trampas varió desde 5 a 195 ml/12 horas (trampas).

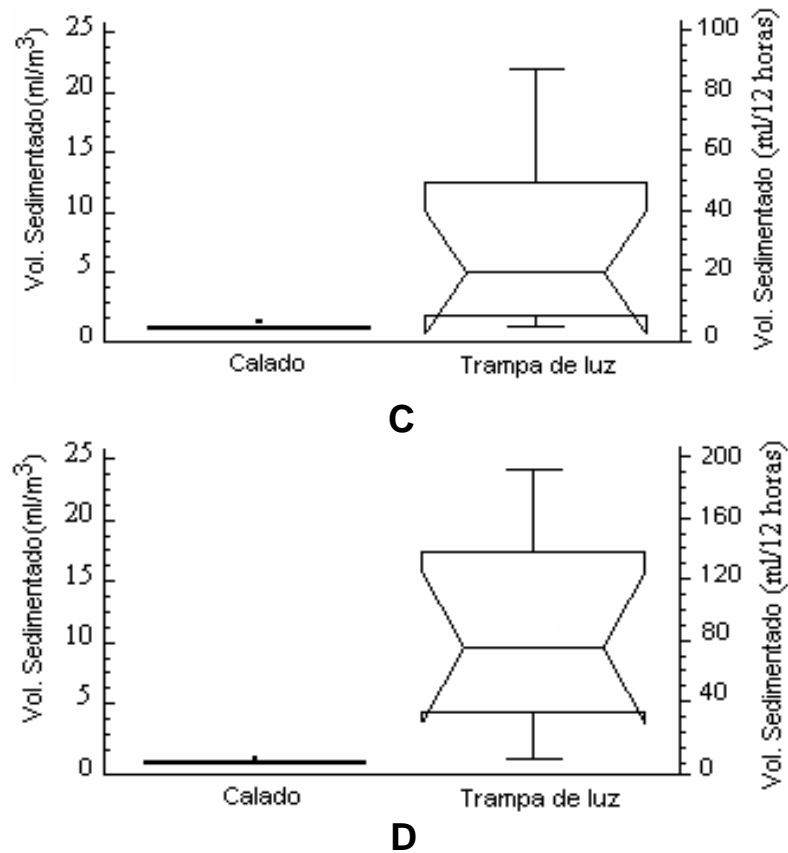
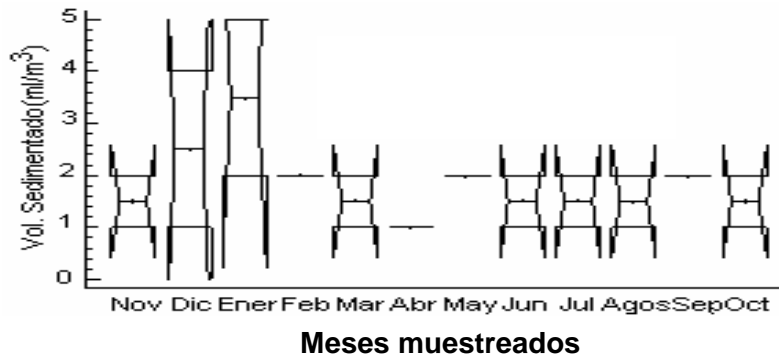


Figura 3. Variación del volumen sedimentado total (ml/m³) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (C) y Garrapata (D), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.

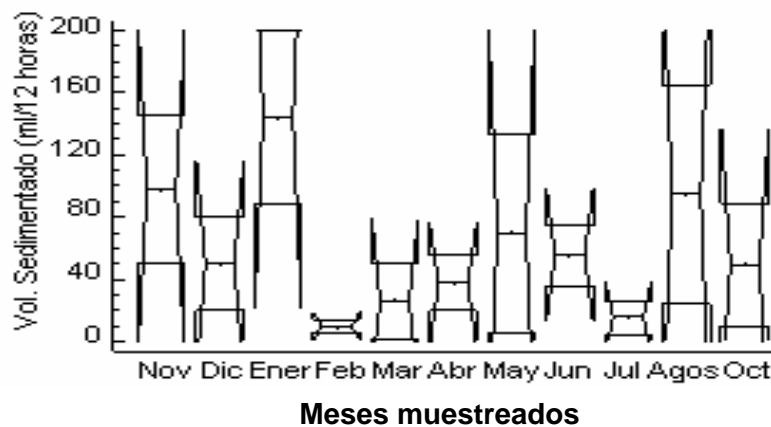
Por otro lado, el volumen sedimentado mensual capturado con red, mostró valores de 2 a 5 ml/m³ de noviembre/2008 a enero/2009 (Fig. 4E), siendo el mes de enero/2009 como el de mayor volumen desplazado. Mientras que para el resto del año, los valores bajaron y se mantuvieron constantes (1-2 ml/m³) para el calado ($K_w = 0,63$; $p > 0,05$). En contraste, para las trampas de luz (Fig. 4F), hubo un comportamiento

diferente ($K_w = 0,48$; $p > 0,05$), los valores oscilaron entre 50 y 200 ml/12 horas de noviembre/2008 a enero/2009, y un segundo periodo de agosto/2009 a octubre/2009 (80-165 ml/12 horas), coincidiendo con los meses de elevada surgencia en la zona. Los meses con mayor volumen sedimentado en las trampas fueron enero/2009 con 200 ml/12 horas, mayo/2009 con 134 ml/12 horas y agosto/2009 con 165 ml/12 horas. Ambos métodos mantuvieron una capturabilidad de organismos constantes durante el tiempo de muestreo, confirmándose con diferencias no significativas (Apéndices E1, F1).



E

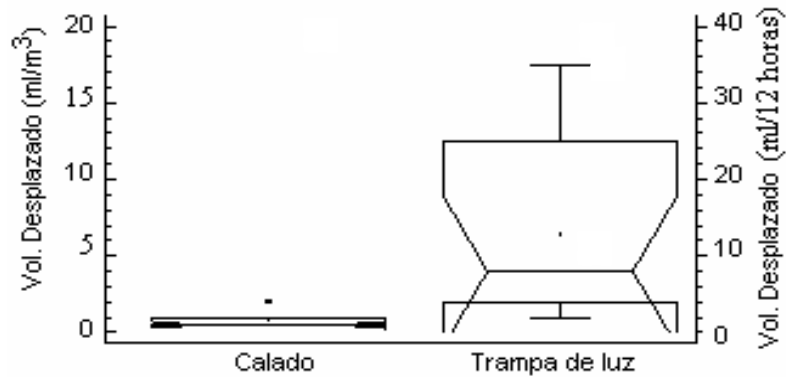
Figura 4a. Variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton capturado con redes (E).



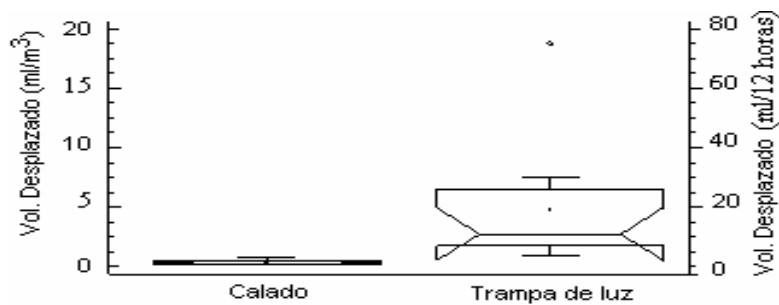
F

Figura 4b. Variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton capturado con trampas de luz (F).

La variación del volumen desplazado total (ml/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (Fig. 5G) ($K_w= 0,00$; $p<0,05$) y Garrapata (Fig. 5H) ($K_w= 0,00$; $p<0,05$), evidenció que hubo diferencias altamente significativas (Apéndices G1, H1). Los valores de volumen desplazado en Taguapire variaron entre 1 y 3 ml/m^3 en redes y de 2 a 35 $\text{ml}/12$ horas en trampas, mientras que en la zona arrecifal de Garrapata los valores oscilaron entre 1 a 4 ml/m^3 en las redes y de 4 a 75 $\text{ml}/12$ horas en las trampas.



G



H

Figura 5. Variación del volumen desplazado total (ml/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (G) y Garrapata (H), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.

En cuanto al volumen desplazado mensual, no hubo diferencias significativas para las redes ($K_w= 0,07$; $p>0,05$) ni para las trampas ($K_w= 0,13$; $p>0,05$) en cuanto

a los meses muestreados (Apéndices II, J1), esto indica que ambos métodos mantuvieron una capturabilidad de organismos constante durante el tiempo de muestreo. Las variaciones observadas, presentaron un patrón de comportamiento semejante en cuanto al zooplancton capturado, siendo en los primeros meses el repunte más prolongado, arrojando a los meses de noviembre/2008 (3 ml/m^3), junio/2009 (4 ml/m^3) y julio/2009 (3 ml/m^3) como los de mayor volumen desplazado, mientras que febrero/2009 y octubre/2009 ($0,5 \text{ ml/m}^3$) fueron los meses con menor volumen desplazado para las redes (Fig. 6I). Por otro lado se observaron dos periodos de máximos valores en todo el año para las trampas de luz (Fig. 6J), siendo el primer periodo representado por los meses de noviembre/2008 (30 ml/12 horas), diciembre/2008 (26 ml/12 horas) y enero/2009 (75 ml/12 horas) y el segundo periodo representado por agosto/2009 (30 ml/12 horas) y octubre/2009 (20 ml/12 horas) respectivamente.

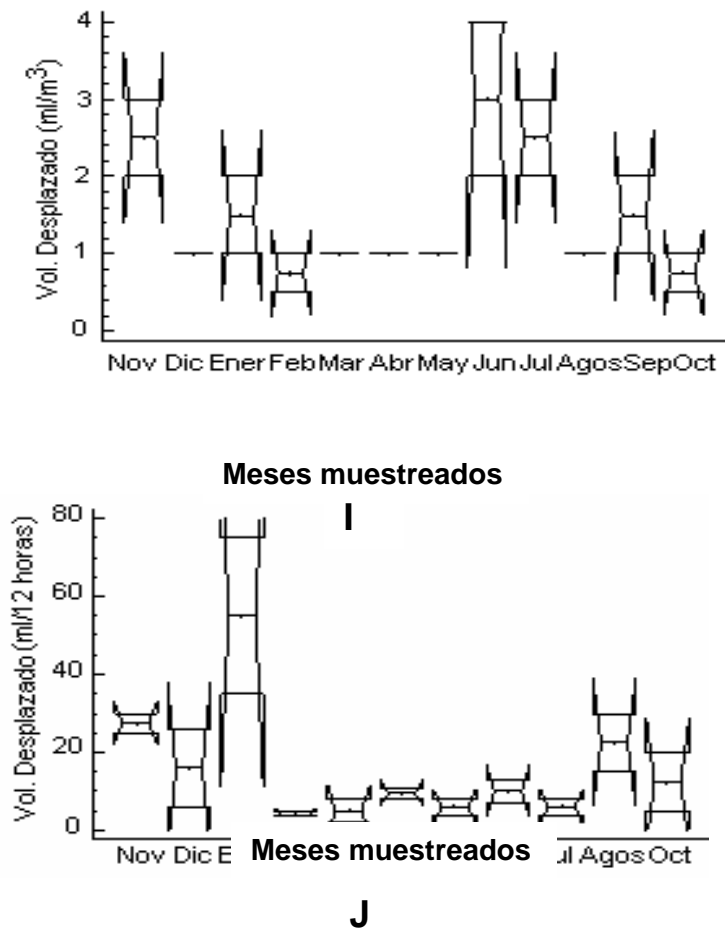
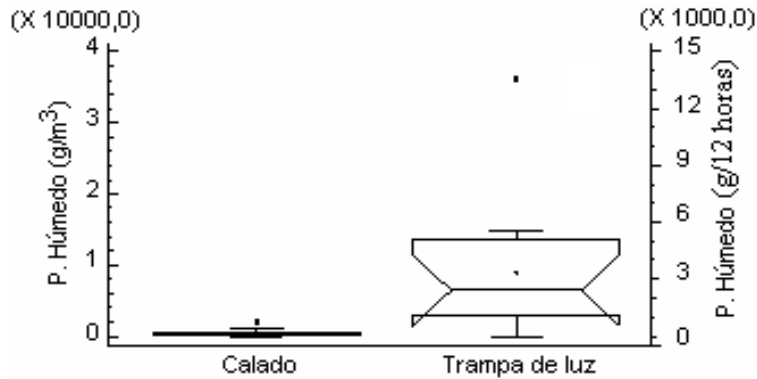
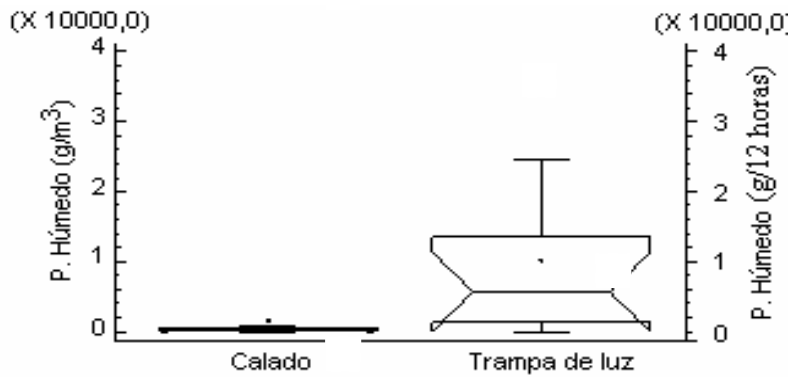


Figura 6. Variación del volumen desplazado mensual del zooplancton capturado con red (I) y trampas de luz (J).

La biomasa húmeda total (g/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire (Fig. 7K) ($K_w = 0,00$; $p < 0,001$) y Garrapata (Fig. 7L) ($K_w = 0,00$; $p < 0,001$), arrojó diferencias altamente significativas (Apéndices K1, L1). La biomasa en la zona arrecifal de Taguapire varió desde $0,03$ a $2,85 \text{ g/m}^3$ en las redes y de $0,08$ a $14,71 \text{ g/12 horas}$ (trampas), mientras que en la zona de Garrapata osciló entre $0,06$ y $3,17 \text{ g/m}^3$ en las redes, y para las trampas varió desde $0,01$ a $3,6 \text{ g/12 horas}$, lo que resulta que las trampas de luz representan el método de captura más eficaz en la colecta, pero no es tan marcada como la arrojada en la zona de Taguapire.



K



L

Figura 7. Variación de la biomasa total (g/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (K) y Garrapata (L), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.

En cuanto a la biomasa mensual (g/m^3) se observó que no hubo diferencias significativas, tanto para redes (Fig. 8M) ($K_w = 0,09$; $p > 0,05$) como para las trampas (Fig. 8N) ($K_w = 0,34$; $p > 0,05$) durante los meses muestreados (Apéndices M1, N1), siendo febrero/2009 (700 g/m^3), mayo/2009 ($1\,590 \text{ g/m}^3$) y agosto/2009 (760 g/m^3) los meses de mayor captura zooplanctónica para las redes. Mientras que los meses con menor abundancia de zooplancton para las redes fueron abril/2009 (90 g/m^3), Junio/2009 (70 g/m^3) y octubre/2009 (10 g/m^3). Por otro lado, para las trampas de luz, el mes de agosto/2009 resultó el de mayor biomasa húmeda ($36\,019 \text{ g/12 horas}$), seguido del mes de enero/2009 ($24\,736 \text{ g/12 horas}$), mientras que los meses de

menor abundancia zooplanctónica para las trampas fueron febrero/2009 (2 200 g/12 horas), marzo/2009 (1 833 g/12 horas) y octubre/2009 (539 g/12 horas) respectivamente.

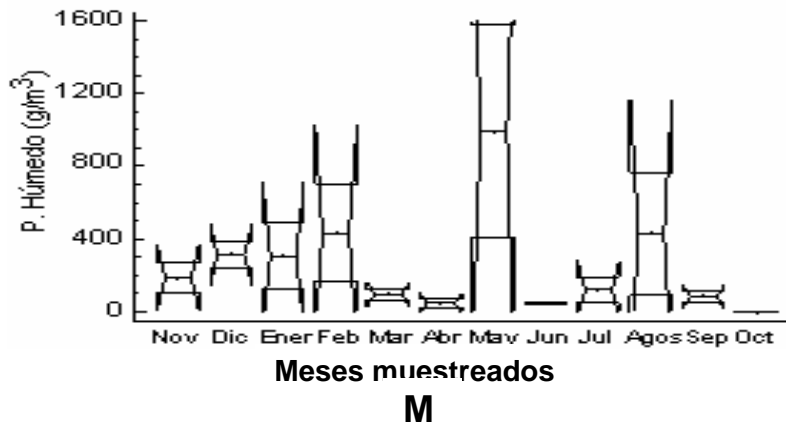


Figura 8a. Variación de la biomasa mensual del zooplancton capturado con red (M).

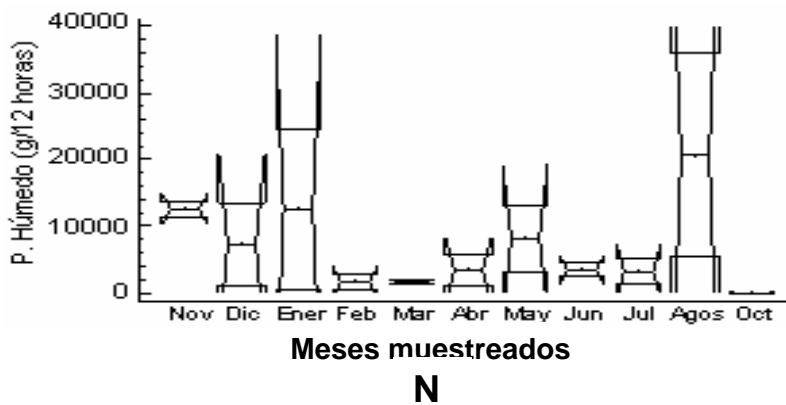
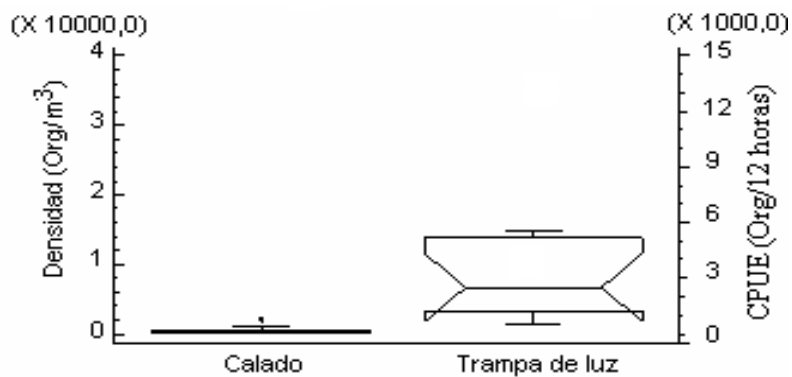


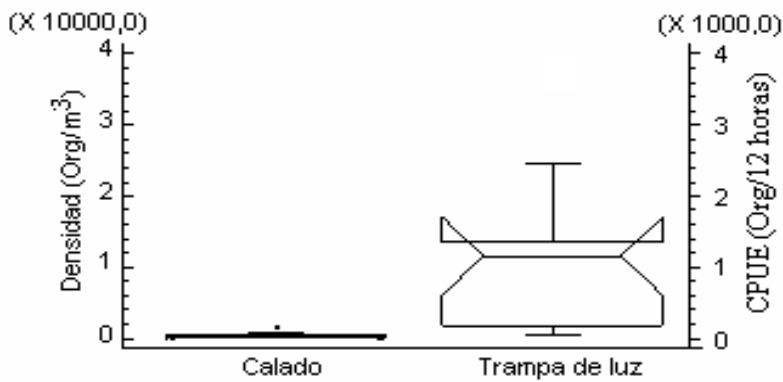
Figura 8b. Variación de la biomasa mensual del zooplancton capturado con trampas de luz (N).

El estudio de la densidad por método de captura arrojó diferencias significativas en la zona arrecifal de Taguapire (Fig. 90) ($K_w = 0,00$; $p < 0,05$) cuyo valor máximo fue de 1579 org/m^3 en las redes y $12304 \text{ org/12 horas}$ en las trampas. Mientras que la

zona arrecifal de Garrapata también arrojó diferencias significativas ($K_w = 0,00$; $p < 0,05$) (Fig. 9P) (Apéndices O1, P1) con valores máximos para red de 769 org/m^3 y para las trampas de $33018 \text{ org/12 horas}$. Por otro lado, la densidad de organismos en la zona interna y externa de la bahía, no mostró diferencias significativas entre métodos de captura (Fig. 10Q) (trampas $K_w = 0,11$; $p > 0,05$) y (Fig. 10R) (red $K_w = 0,20$; $p > 0,05$). Lo que implica que la captura de organismos en la zona interna y externa de la bahía fue equivalente (Apéndices Q1, R1).



O



P

Figura 9. Variación de la densidad total (org/m^3) por método de captura en las zonas arrecifales de Taguapire (O) y Garrapata (P), de la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.

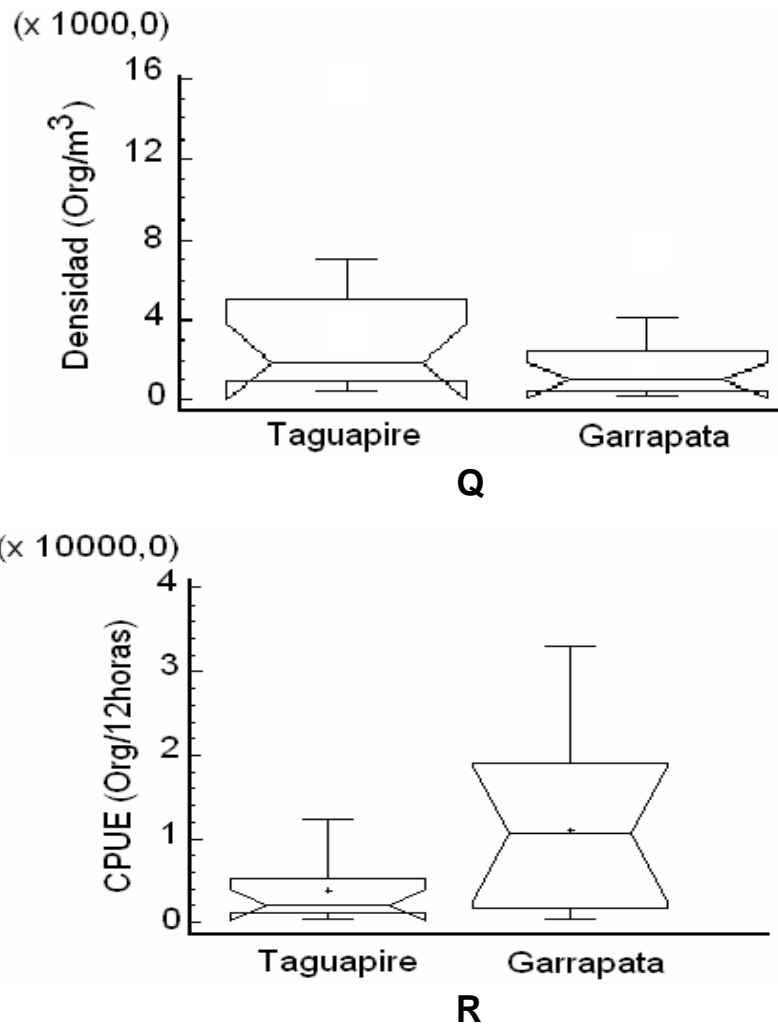


Figura 10. Variación de la densidad de organismos totales por localidad de muestreo, capturados con redes (org/m^3) (Q) y trampas ($\text{org}/12$ horas) (R), en la Bahía de Mochima, mostrando la media y la desviación estándar.

La densidad zooplanctónica mensual de organismos capturados con redes ($K_w=0,11$; $p>0,05$) (Fig. 11S), arrojó tres periodos de alta abundancia, uno de diciembre/2008 a febrero/2009 ($391 \text{ org}/\text{m}^3$ a $707 \text{ org}/\text{m}^3$), el segundo en mayo/2009 ($1579 \text{ org}/\text{m}^3$), siendo este mes el de mayor densidad y el tercer periodo representado por el mes de agosto con $769 \text{ org}/\text{m}^3$. Mientras que para las trampas de luz ($K_w=0,64$; $p>0,05$) (Fig. 11T), la densidad zooplanctónica mensual, mostró valores desde $539 \text{ org}/12$ horas a $33018 \text{ org}/12$ horas durante los meses muestreados. En el caso de

las trampas de luz, la captura (CPUE) arrojó valores máximos en tres periodos de abundancia. El primer periodo representado por los meses de diciembre/2008 (12 436 org/12 horas) y enero/2009 (20 613 org/12 horas), un segundo periodo representado por abril/2009 (5 698 org/12 horas) y mayo/2009 (12 240 org/12 horas) y un tercer periodo por los meses de agosto/2009 (33018 org/12 horas) y octubre/2009 (19035 org/12 horas), siendo el mes de agosto/2009 el mes con mayor densidad zooplanctónica con 33 018 org/12 horas, coincidiendo con los meses de repunte de surgencia en la zona. Todo esto mostró que hubo diferencias no significativas, por tanto ambos métodos mantuvieron una capturabilidad de organismos constantes durante el tiempo de muestreo (Apéndices S1, T1).

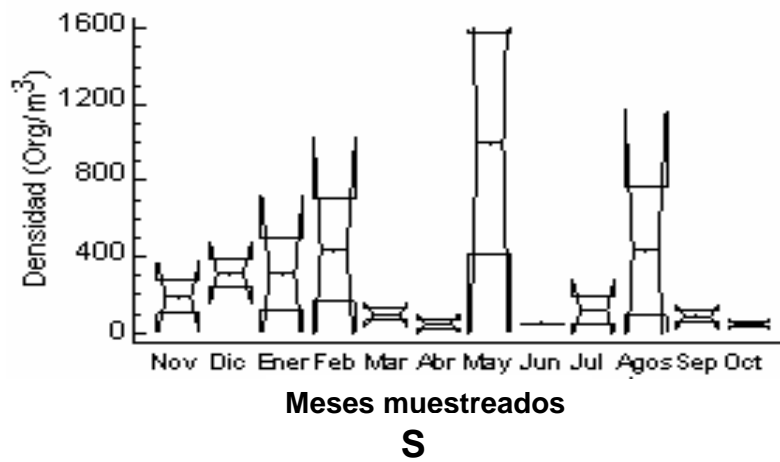


Figura 11a. Variación de la densidad zooplanctónica mensual para red (S)

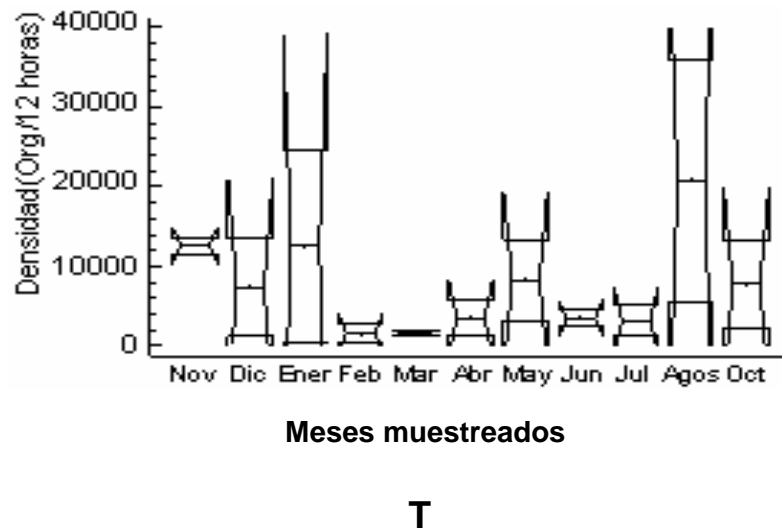


Figura 11. Variación de la densidad zooplanctónica mensual para trampas de luz (T).

Composición del zooplancton durante los dos períodos muestreados

En cuanto a la composición zooplanctónica se realizó una distribución de proporciones a partir de los cálculos de abundancia para las redes (Fig. 12). Se observó la presencia de 32 grupos de organismos zooplanctónicos en las mismas. Los

grupos con mayor dominancia correspondieron a los copépodos calanoides (24%), seguidos de los copépodos ciclopoides (12%) y el cladóceros *Penilia avirostris* (9%) durante los meses muestreados. Siendo el mes de agosto (38%) como el de mayor abundancia para los copépodos calanoides, marzo (23%) para los copépodos ciclopoides y septiembre (34%) para los cladóceros. Para los grupos menores del zooplankton capturado con red, estuvieron representados por los nauplios cirrípedos (4%), larvas de copépodos (4%), apendiculados (4%) y los copépodos poecilostomatoides (3%).

En el grupo de los cladóceros, *Penilia avirostris* fue el más abundante en los meses de lluvias (mayo-octubre/2009), esto puede ser producto al incremento del fitoplancton en este periodo. Mientras que los ciclopoides, generalmente los segundos en dominancia, estuvieron en mayor abundancia en la época de surgencia (febrero-abril/2009). Por otro lado, los calanoides estuvieron presentes durante todo el año.

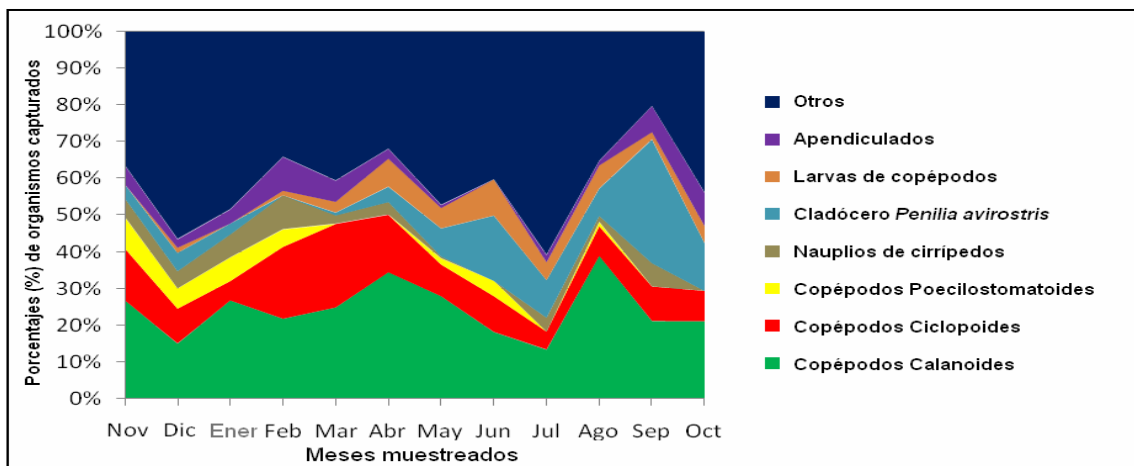


Figura 12. Frecuencia promedio de organismos capturados con redes en los arrecifes Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima.

Para la composición zooplanctónica en trampas de luz, se realizó una distribución de proporciones a partir de los cálculos de abundancia (Fig. 13). Los grupos identificados fueron algo diferentes en cuanto a su dominancia. Se registraron 27 grupos de organismos zooplanctónicos, siendo menor a la variedad presentada por el método de redes. Los grupos con mayor dominancia correspondieron a los copépodos calanoides (44%), seguido de las larvas de brachiuras (14%), larvas de crustáceos (12%), isópodos (9%) y los copépodos ciclopoideos (8%). Siendo el mes de mayo (65%), el de mayor abundancia para los copépodos calanoides, julio (38%) para larvas de brachiura, noviembre (22%) para larvas de crustáceos y marzo (11%) para los ciclopoideos.

Por otro lado, los grupos del zooplancton que aparecieron en menor proporción estuvieron representados por los anfípodos (3%) y los copépodos poecilostomatoides (1%). Siendo posiblemente estos grupos los menos atraídos por la luz de las lámparas.

Entre los organismos capturados con trampas de luz, los isópodos, larvas de brachiura y larvas de crustáceos pasan a ser los organismos más abundantes con respecto a las redes, lo que indica que son más atraídos a la luz que los otros componentes del zooplancton. Por otro lado, los calanoides dominaron todo el año, siendo el grupo de mayor presencia en las trampas, solamente comparable con las larvas de brachiura en el mes de julio, donde tuvieron casi igual dominancia.

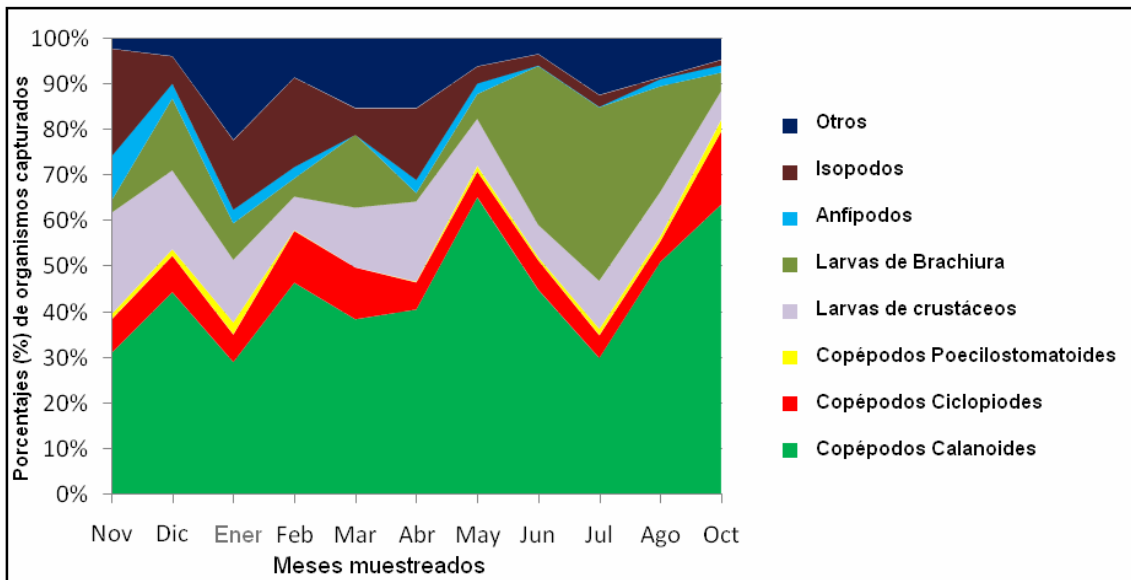


Figura 13. Frecuencia promedio de organismos capturados con trampas de luz en los arrecifes Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima.

Análisis de componentes principales (ACP) de las variables físico-químicas, biológicas y la densidad zooplanctónica

El análisis de componentes principales (ACP) para los calados zooplanctónicos con redes, mostró asociaciones positivas entre la salinidad y el pH con el índice de surgencia (Fig. 14), mejor explicadas por el componente 1 (49,7%), observándose los valores propios (o Eigenvalores), y porcentajes de varianza y porcentaje acumulado en el Apéndice U1, así como también se observan asociaciones inversas (negativas) con el oxígeno y la pluviosidad. Otras variables de mayor importancia, son explicadas por el componente 2 (67,3%), fueron la temperatura del agua y los vientos, estas variables a pesar de no estar asociadas con las otras, tuvieron una relación inversa con la densidad de zooplancton capturado.

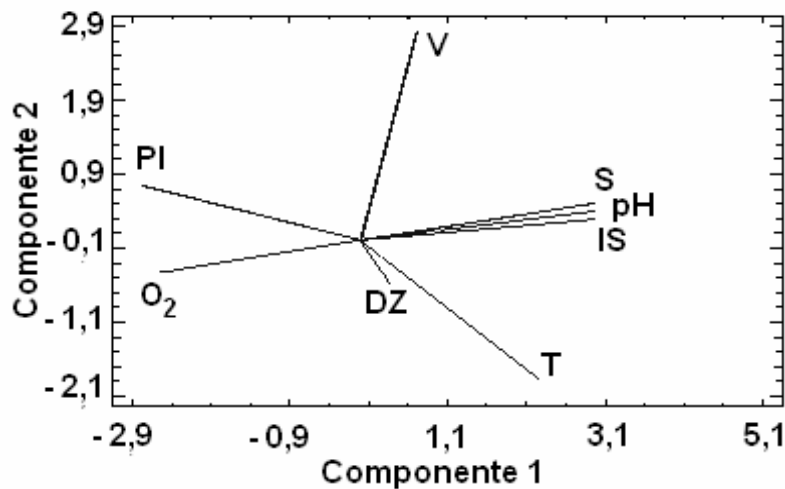


Figura 14. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con redes, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima. Las iniciales corresponden a: DZ: Densidad zooplanctónica; IS: Índice de surgencia; pH: pH del agua; PI: Pluviosidad; S: Salinidad; T: Temperatura superficial del agua; V: Velocidad del viento; O₂: Oxígeno disuelto.

Para la abundancia zooplanctónica en las trampas de luz (Fig. 15) se pudo observar una marcada asociación positiva con respecto al viento, e inversa a la temperatura del agua (Apéndice V1), según explica el componente 2 (48,9%). En el componente 1 se muestra falta de asociación de la abundancia con la pluviosidad, el oxígeno y otros factores ambientales como la salinidad, pH e índice de surgencia, sin embargo persiste la estrecha asociación con el viento. Esto permite asociar las bajas temperaturas con un aumento del viento y consecuente movimiento de masas de aguas, que finalmente conlleva a la presencia de cantidades de zooplancton de mayor tamaño, lo cual caracteriza a estas muestras.

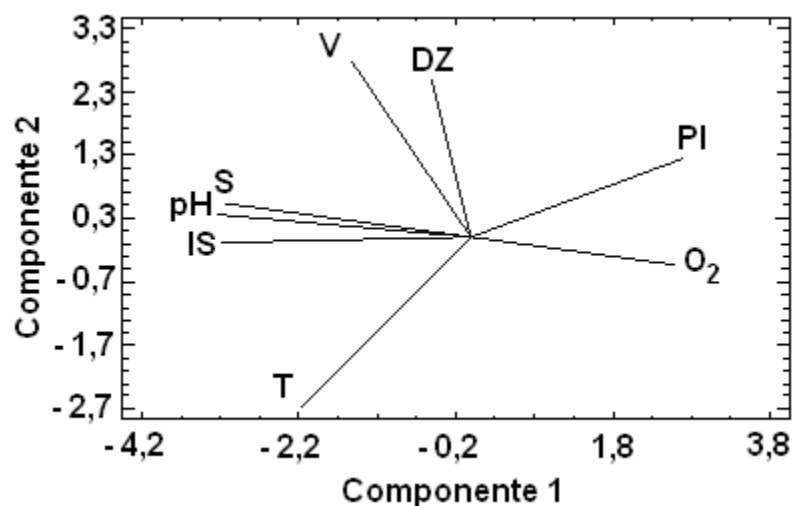


Figura 15. Proyección ortogonal de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con trampas de luz, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima. Las iniciales corresponden a: DZ: Abundancia zooplanctónica por hora; IS: Índice de surgencia; pH: pH del agua; PI: Pluviosidad; S: Salinidad; T: Temperatura superficial del agua; V: Velocidad del viento y O₂: Oxígeno disuelto.

Especies de copépodos identificados en el zooplancton de la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire de la Bahía de Mochima

Se identificaron un total de 23 especies (Tabla 1), pertenecientes a 4 órdenes y 17 familias. El orden Calanoida fue el más diverso, con 10 familias 14 géneros, seguido de los Poecilostomatoida y Harpacticoida con 3 familias y tres géneros y finalmente el orden Cyclopoida con 1 familia y 1 género.

Tabla 1. Lista de especies de copépodos identificados en la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire, Bahía de Mochima.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Calanoida	Acartidae	<i>Acartia</i>	<i>A. clausi</i>
	Calanidae	<i>Undinula</i>	<i>U. vulgaris</i>
		<i>Neocalanus</i>	<i>N. gracilis</i>
		<i>Nannocalanus</i>	<i>N. minor</i>
	Centropagidae	<i>Centropages</i>	<i>C. furcatus</i>
			<i>C. typicus</i>
	Clausocalanidae	<i>Clausocalanus</i>	<i>C. furcatus</i>
	Eucalanidae	<i>Eucalanus</i>	<i>E. elongatus</i>
	Euchaetidae	<i>Euchaeta</i>	<i>E. marina</i>
	Paracalanidae	<i>Paracalanus</i>	<i>P. aculeatus</i>
		<i>Parvocalanus</i>	<i>P. crassirostris</i>
	Pontellidae	<i>Labidocera</i>	<i>L. acutifrons</i>
		<i>Calanopia</i>	<i>C. americana</i>
Rhincalanidae	<i>Rhincalanus</i>	<i>R. cornutus</i>	
Temoridae	<i>Temora</i>	<i>T. turbinata</i>	
Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus</i>	<i>C. typicus</i>
	Oncaeidae	<i>Oncaea</i>	<i>O. mediterranea</i>
			<i>O. media</i>
Sapphirinidae	<i>Copilia</i>	<i>C. mirabilis</i>	
Harpacticoida	Ectinosomatidae	<i>Microsetella</i>	<i>M. rosea</i>
	Euterpinidae	<i>Euterpina</i>	<i>E. acutifrons</i>
	Miraciidae	<i>Macrosetella</i>	<i>M. gracilis</i>
Cyclopoida	Oithonidae	<i>Oithona</i>	<i>O. similis</i>

Entre las especies de copépodos presentes en las aguas arrecifales de Taguapire y Garrapata (Tabla 2), el orden Calanoida fue el más abundante. La familia Calanidae resultó con el mayor número de especies identificadas. Basado en esto y tomando en cuenta la típica presencia de surgencia en el área durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y repuntando nuevamente de junio a julio, se pueden indicar posibles especies de copépodos asociados con estos periodos.

Entre los copépodos observados mayormente en estos meses, destacan, las especies *Rhincalanus cornutus*, *Centropages typicus*, *Neocalanus gracilis* y *Parvocalanus crassirostris*. Mientras que *Nannocalanus minor*, *Undinula vulgaris*, *Microsetella rosea* y *Macrosetella gracillis* se observaron en los meses típicamente de calma y sin surgencia.

Tabla 2. Frecuencia de aparición de especies zoopláncticas más abundantes en la zona arrecifal de Garrapata y Taguapire, Bahía de Mochima. (Nov y Dic/2008; Ene-Oct/2009).

ESPECIES	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	OCT
<i>Acartia clausi</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Undinula vulgaris</i>	X	X					X	X			X
<i>Neocalanus gracilis</i>				X					X		
<i>Nannocalanus minor</i>	X	X			X	X	X	X		X	X
<i>Paracalanus aculeatus</i>	X	X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Parvocalanus crassirostris</i>		X		X					X		
<i>Centropages furcatus</i>			X	X				X	X	X	X
<i>Centropages typicus</i>			X	X	X	X			X		X
<i>Clausocalanus furcatus</i>			X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Eucalanus elongatus</i>			X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Euchaeta marina</i>			X	X	X					X	X
<i>Labidocera acutifrons</i>		X		X			X		X	X	
<i>Calanopia americana</i>	X	X	X				X				X
<i>Temora turbinata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhincalanus cornutus</i>	X			X	X			X	X		
<i>Oithona similis</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X
<i>Copilia mirabilis</i>	X			X	X	X					
<i>Corycaeus typicus</i>	X	X		X					X	X	X
<i>Oncaea media</i>			X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Oncaea mediterranea</i>			X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Microsetella rosea</i>	X	X		X		X	X				
<i>Euterpina acutifrons</i>				X	X	X	X				
<i>Macrosetella gracillis</i>		X	X				X			X	

DISCUSIÓN

En la Bahía de Mochima existe una influencia oceánica muy relacionada con la topografía submarina, donde las actividades biológicas se hacen notables debido a que es una zona de surgencia. Las condiciones físico-químicas del agua de la Bahía de Mochima han sido estudiadas por varios autores, Okuda et al. (1968), Kato (1972) y Quintero et al. (2004), quienes señalan que las variables muestran cierta estacionalidad relacionada con los períodos de sequía y lluvia. En los periodos de sequía, o de mayor incidencia de vientos y surgencia, se expresa un núcleo o foco de surgencia importante (Castellanos et al., 2002) cuya incidencia desencadena una alta producción planctónica que explica los resultados planteados en este trabajo.

Algunos autores han demostrado la alta productividad de las aguas aledañas a la zona de trabajo, considerados ambientes modulados por la actividad eólica temporal que desencadenan eventos periódicos de surgencia, ampliamente reconocido como promotores de los elevados niveles de producción primaria y secundaria (Gines, 1972; Castellanos et al., 2002; Márquez et al., 2007). Así, la presencia de focos de surgencias alrededor de la Bahía de Mochima, determinados por imágenes satelitales (Castellanos et al., 2002), establece esta área con la presencia de focos más intensos con respecto a otros de la costa venezolana (Castellanos et al., 2002), lo cual contrasta con los periodos lluviosos y de muy baja productividad en la misma zona. Esto resulta en una producción pesquera que forma parte de la economía regional, y está inmersa en la conocida alta producción pesquera nororiental (Gines, 1972; Anónimo, 1988), teniendo como soporte una alta producción zooplanctónica.

La biomasa zooplanctónica registrada en el presente estudio en las dos zonas arrecifales de la bahía, se asocia con los periodos de surgencia característicos de la zona nororiental de Venezuela (Márquez, 2002). El patrón refleja una incidencia de altos valores en un periodo inicial del año más prolongado (enero, febrero, marzo)

que el segundo período de valores elevados (junio, julio, agosto) y un tercer período menor para finales de año (octubre, noviembre). Todos ellos parecen reflejar la dinámica de la transferencia de energía que se desarrolla de manera secuencial en los ecosistemas pelágicos, partiendo de comunidades fitoplanctónicas, luego la comunidad herbívora zooplanctónica y siguiendo con el zooplancton carnívoro (Jones y Henderson, 1987; Marcano, 2007). Claramente los picos encontrados en estos resultados coinciden con los de la producción fitoplanctónica típicamente encontrados en estos periodos. A pesar de conocerse un lapso prolongado que comienza entre noviembre y diciembre, extendiéndose de dos a tres meses, se ha citado otro episodio de surgencia menor entre los meses de junio y agosto, y otro entre septiembre y noviembre (Rueda, 2000). Estos pulsos no continuos comúnmente tienen efectos en las biomásas zooplanctónicas encontradas en este estudio.

La diferencia en la biomasa en áreas internas y externas de algunos cuerpos de agua, como la encontrada en la Bahía de Mochima puede ser explicada por la batimetría. Zoppi (1961) indicó que en regiones costeras y en aguas de poca profundidad, la biomasa del zooplancton es mayor, debido a que los nutrientes terrígenos elevan la producción primaria en áreas cercanas a la costa. Además, la poca profundidad permite una distribución uniforme de los nutrientes en la columna por efecto de la turbulencia. De igual manera Cervantes-Duarte et al. (1993) y Gasca y Castellanos (1993), encontraron mayor concentración de zooplancton en estaciones cercanas a la costa con respecto a las estaciones alejadas en San Hipólito (Baja California, México) y la Bahía de Chetumal (Golfo de México), respectivamente. Sin embargo, dado a la elevada producción zooplanctónica en periodo de surgencia, la zona interna y externa de la bahía no reflejó esta diferencia.

Para los métodos empleados, la periodicidad de aparición de grupos y su composición permite presentar diferentes aspectos resaltantes en los calados con red con respecto a las trampas de luz. La figura 7 arrojó diferencias significativas en la

variación de la biomasa húmeda total (g/m³) por método de captura zooplanctónica, observándose que los valores de trampas de luz tienen la tendencia de capturar más biomasa de organismos que cuando se trabaja con las redes. Esto es producto a que las redes por su selectividad, capturan organismos de tallas pequeñas, mientras que las trampas de luz capturan gran cantidad de organismos de mayor talla con fototropismo ya desarrollado, esto a su vez hace a la trampa de luz el método más apropiado en cuanto a colecta selectiva para grandes tallas (Suthers y Rissik, 2008). A pesar de ello, estas diferencias amplias en biomasa, no son determinantes en la efectividad de ambos métodos, a causa de una posible diferencia en la eficiencia de captura (Suthers y Rissik, 2008).

En las figuras 4, 6, 8 y 11 se pudo observar que no hubo diferencias significativas en cuanto a los meses muestreados, esto es causado a las amplias variaciones entre las estaciones muestreadas en cada mes, presentándose bajas biomazas zooplanctónicas permanentes en alguna de las estaciones. Lo anterior podría ser el resultado de la menor productividad planctónica que comúnmente caracteriza a las aguas que rodean a los sistemas arrecifales (Sorokin, 1990). La densidad de organismos encontradas en este estudio (65 org/m³ a 1 579 org/m³) para red, concuerdan con lo encontrado por Márquez et al. (2008), donde los valores de densidad oscilaron entre 142 y 1 381 org/m³, respectivamente.

Las mayores densidades de organismos en este estudio ocurrieron de diciembre a febrero, mayo y agosto, y los meses de menor densidad fueron junio, julio, septiembre y octubre, coincidiendo con Márquez et al. (2008), donde los valores máximos de densidad estuvieron en abril, mayo y agosto, mientras que las menores ocurrieron en junio, julio y octubre. Estos máximos valores de densidad coincidieron con los períodos más intensos de la surgencia y mayor abundancia de zooplancton, tal y como se ha señalado para el período de surgencia de la zona nor-oriental de Venezuela (Okuda et al., 1968; Simpson y Griffiths, 1972; Moigis, 1986; Lodeiros y

Himmelman, 1994; González et al., 2006). Estos resultados permiten observar que los factores desencadenantes de la producción primaria reconocidos en la surgencia y explicados anteriormente, también tienen incidencia en los resultados encontrados en el presente estudio.

Los valores máximos en esta investigación se observan típicamente en el primer trimestre del año, y en el mes de julio, y esta tendencia tuvo un comportamiento ya visto anteriormente en los trabajos de abundancia, composición y biomasa del zooplankton de Morales (2008) en el Golfo de Cariaco, así como también lo observado por Márquez et al. (2008) en la Bahía de Mochima.

Los copépodos resultan los organismos más frecuentes en las muestras realizadas. Las especies *Euterpina acutifrons*, *Centropages typicus*, *Microsetella rosea*, *Copilia mirabilis* y *Acartia clausi* aparecieron frecuentemente en los meses de surgencia y fueron poco frecuentes en los meses de lluvia, por tanto podrían ser buenos indicadores de aguas de surgencia (Peñuela, 2000). Esto concuerda con lo observado por Caraballo (1976) quien encontró a *Acartia* como posible indicador de aguas de surgencia. También, en este mismo orden de ideas, Peñuela (2000) indicó a *Oncea mediterránea* como posible indicador de aguas de surgencia, mientras que en el presente estudio *Oncea mediterránea* apareció en ambos periodos (surgencia y lluvia).

Las especies *Macrosetella gracilis* y *Undinula vulgaris* aparecieron en mayor abundancia en época de lluvia que en época de surgencia en el presente estudio. Esto concuerda con lo observado por Zoppi (1961), quien observó a *Macrosetella* como abundante en el periodo de lluvia de mayo a octubre de 1960.

Durante toda la investigación, los grupos capturados con redes que presentaron mayor dominancia correspondieron a los calanoides, seguidos de los cyclopoides y el cladócero *Penilia avirostris*. Siendo el mes de agosto/2009 el de mayor abundancia

para los calanoides, marzo/2009 para los ciclopoideos, coincidiendo con lo encontrado por Morales (2008) donde estos organismos tuvieron mayor abundancia en marzo en el Golfo de Cariaco. Para septiembre/2009 se encontró la mayor abundancia para el cladóceros *Penilia avirostris*, coincidiendo así con los datos aportados por Márquez et al. (2008) para red y Marcano (2009) quien utilizó una bomba de succión como método de captura, determinando éstos autores, para la época de surgencia, que los copépodos fueron los organismos más dominantes.

En el grupo de los cladóceros, *P. avirostris* fue el más abundante en los meses de lluvias (mayo-octubre), coincidiendo con los datos aportados por Morales (2008) donde ellos alcanzaron su mayor abundancia para el mes de julio. Típicamente, estos grupos repuntan en condiciones de baja salinidad por efecto de las lluvias (Morales, 2008), tal como se observa en estos resultados. La condición oportunista de las poblaciones de estos pequeños crustáceos, ha sido reiteradamente explicada para condiciones cambiantes y efectos termohalinos en varias comunidades zooplanctónicas, donde en ocasiones puede dominar en frecuencia, particularmente, en las estaciones cercanas a las costas y en los meses de calma, coincidiendo con los resultados obtenidos por Márquez et al. (2008), con una alta densidad numérica en las aguas internas, con elevadas temperaturas y mayor influencia de lluvias.

Por otro lado, la frecuencia de aparición de los diferentes grupos capturados con trampas de luz, muestran a los copépodos calanoides como los más abundantes, seguidos de larvas de brachiura y larvas de crustáceos, respectivamente. La mayor aparición de estos pequeños crustáceos es un buen indicador de su mayor tendencia a reaccionar a la atracción de la luz, y nos permite proponer el método de trampas de luz como muy efectivo para planes de captación de larvas vivas de camarones y cangrejos, para efectos de carcinicultura y colecta de alimento para cultivos marinos.

Los resultados obtenidos de acuerdo a los valores de densidad numérica y la composición en abundancia mensual señalan a los copépodos como los crustáceos más abundantes en el plancton, coincidiendo con los resultados registrados para la zona nororiental del país por otros investigadores, tales como: Zoppi (1961), Legaré (1961), Bastardo (1975), Urosa (1977; 1983), para la región del Golfo y la cuenca de Cariaco; constituyendo por ello el eslabón más importante en la cadena alimenticia entre el fitoplancton y las formas mayores. En otras zonas del mundo, autores como Rodríguez y Rubín (1991), Alder y Boltovskoy (1993) y Fernández-Puelles et al. (1997), confirman el dominio de este grupo en las comunidades zooplanctónicas.

Las redes de calado capturaron mayor variedad de organismos, ya que permitió concentrar especies de pequeño tamaño y posiblemente con poco fototropismo. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Márquez et al. (2008) y Marcano (2009) quienes estudiaron la densidad y composición zooplanctónica en la bahía, encontrando una composición porcentual del zooplancton constituida por copépodos y cladóceros como los grupos de mayor representación.

Las asociaciones observadas en los ACP de los calados zooplanctónicos se corresponden con lo esperado en los periodos climatológicos muestreados, siendo típico el ascenso de aguas más salinas y carentes de oxígeno en época de surgencias, así como pocas lluvias presentes, por ser éste el periodo correspondiente a las sequías. Sin embargo, las variables ambientales utilizadas no explican las variaciones de la densidad de zooplancton encontrada, teniendo ésta una menor relación con dichas variables en el análisis. La poca explicación de los cambios en densidad del zooplancton de redes con estas variables, posiblemente estén mostrando la ausencia de factores más determinantes en la variación del zooplancton de menor talla en las redes, como lo podría ser la clorofila a y el fitoplancton en las aguas de la Bahía de Mochima, tal como ha sido observado en trabajos previos (González et al., 2006).

Algunos autores han encontrado una alta relación entre la presencia de pulsos de fitoplancton o producción primaria con la biomasa zooplanctónica, mostrando relaciones directas con las densidades máximas de microzooplancton y los máximos de biomasa fitoplanctónica (Marin et al., 2004), también encontrados en otras partes del mundo (Clark et al., 2001; Kiorboe, 1993). Estas relaciones inciden en las estrategias reproductivas observadas en diversos organismos y modificadas por cambios estacionales de temperatura y de abundancia de alimento, y excepcionales efectos de movimientos de masas de aguas como la surgencia y las descargas de grandes ríos, por ejemplo, en el este del Caribe (Urosa, 1980; Muller-Karger et al., 1989; Rueda, 2000).

Se pudo observar en nuestros resultados el aumento de macrozooplancton en las trampas de luz, no así en las redes, a expensas de periodos de alta producción de micro y mesozoplancton durante periodos de turbulencia moderada a causa del viento, así como temperaturas frías de aguas surgentes, lo cual se ha usado en modelos de producción zooplanctónica marina (Jones y Henderson, 1987; Cury y Roy, 1989) y que explican la buena asociación en el ACP de las variables explicadas por el componente 2. Las variables de salinidad e índice de surgencia, de asociación positiva, y de oxígeno y lluvias en asociación negativa, explicadas por el componente 1, viene a ser, al igual que para los calados con red, un resultado esperado por efectos de la surgencia nororiental que lleva consigo, desde el fondo y hacia la costa, masas de agua de alta salinidad y bajo oxígeno en los periodos de sequía y vientos NE expresados con altos índice de surgencia.

Las trampas de luz fue el método de captura que más organismos colectó en las dos zonas de muestreo, posiblemente debido a la cantidad de horas de exposición (10-12 horas) y a la luz emitida, la cual atrajo organismos con fototropismo positivo. Algunos autores han logrado discriminar entre las especies más asociadas a este tipo de muestreo. Así, Riley y Holt (1993) encuentran una alta proporción de crustáceos

dominados por copépodos, demostrando su alta selectividad taxonómica encontrada en larvas de peces (Herrera-Reveles et al., 2009) y permitiendo la mayor capturabilidad de especies de grandes tallas entre los ejemplares capturados. Entre otras de las ventajas que ofrece este método de captura pasiva, es el de ser utilizado en ambientes de difícil captura zooplanctónica (zonas someras, arrecifes, raíces de mangle y otros), los cuales ya han sido descritas en trabajos previos (Thorrold, 1992; Choat et al., 1993; Brogan, 1994; Hickford y Schiel, 1999).

Los periodos de variación en la biomasa y la composición del zooplancton capturado con redes y trampas, obedecen a los procesos ambientales de vientos y a la distancia de costa sobre la comunidad coralina de la Bahía de Mochima. Esto se evidencia en el presente estudio en los grados de influencia de la surgencia y la ubicación de las estaciones con los métodos probados en las comunidades altamente estables de formaciones coralinas.

CONCLUSIÓN

Las trampas son el método de colecta más apropiado a la hora de muestrear en ambientes de acceso limitado (arrecifes). Mientras que las redes permiten coleccionar mayor diversidad de organismos de menor talla.

El viento y la temperatura del agua muestran notable influencia en las variaciones de la densidad zooplanctónica en las trampas de luz

La distancia de la costa no influyó en la abundancia de la captura, observándose que el número de organismos en las aguas internas de la bahía (Taguapire) fue proporcional al de las aguas externas de la bahía (Garrapata).

Los copépodos calanoides fueron los organismos más abundantes del zooplancton y *Temora turbinata* el organismo presente durante todo el año de muestreo, por lo tanto es el copépodo típico de la zona arrecifal de la Bahía de Mochima.

Se pueden considerar a las especies *Euterpina acutifrons*, *Centropages typicus*, *Microsetella rosea*, *Copilia mirabilis* y *Acartia clausi* como buenos indicadores de aguas de surgencia, ya que son típicos de esta época, por otro lado, *Macrosetella gracilis* y *Undinula vulgaris*, como organismos típicos de la época de lluvias.

Los nauplios de cirripidos y los copépodos ciclopoideos son los organismos que le siguen en abundancia a los copépodos calanoides en los periodos de surgencia.

Las larvas de brachiura, larvas de crustáceos e isópodos tienen mayor presencia en trampas de luz que en redes.

Ambos métodos de captura zooplanctónica (trampa de luz y red), utilizados en este estudio, son importantes para la colecta de organismos zooplanctónicos y no pueden ser reemplazados uno por el otro, siendo las trampas de luz el método propuesto para la captura de larvas de crustáceos.

BIBLIOGRAFÍA

Alder, V. y Boltovskoy, D. 1993. The ecology of larger microzooplankton in the weddell scotia confluence area: horizontal and vertical distribution patters. *J. Mar. Res.*, 51: 323-344.

Allredge, A. y King, J. 1977. Distribution, abundance, and substrate preferences of demersal reef zooplankton at Lizard Island Lagoon, Great Barrier Reef. *Mar. Biol.*, 41: 317-333.

Allredge, A. y King, J. 1980. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 84: 253-260.

Anónimo. 1988. F. NANSEN. Preliminary Report Cruise No. II - Surveys of the Fish Resources in the Shelf Region between Colombia and Suriname - Part 3: Venezuela, North Coast from Bocas del Dragon to Golfo de Venezuela, 30 May to 14 June 1988.

Bastardo, H. 1975. Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en el área del Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná. Venezuela.

Bermúdez, P. 1961. Los foraminíferos planctónicos. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 11(59): 111-138.

Boltovskoy, D. (ed). 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Argentina.

Boltovskoy, D.; Gibbons, M.; Hutchings, L. y Binet, D. 1999. General biological features of the South Atlantic. En: Zooplankton of the South Atlantic. Backhuys Publishers, Leiden. Boltovskoy, D. (ed.).

Brogan, M. 1994. Two methods of sampling fish larvae over reefs: a comparison from the Gulf of California. *Mar Biol.*, 118: 3-44.

Cahoon, L. y Tronzo, C. 1992. Quantitative estimates of demersal zooplankton abundance in Onslow Bay, North Carolina, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 87: 197-200.

Campos, A. y Suárez, E. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y Sistemática. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)/ CONACYT. México.

Caraballo, B. 1976. Taxonomía y aspectos ecológicos de los copépodos de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita. Trabajo de ascenso. Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Carleton, J.; Brinkman, R. y Doherty, P. 2001. Zooplankton community structure and water flow in the lee of Helix reef (Great Barrier Reef, Australia). *Mar. Biol.*, 139(4): 705-717.

Castellanos, P.; Varela, R. y Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 154: 55-76.

Cervantes-Duarte, R.; García, S. y Trujillo, S. 1993. Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplancton en San Hipólito, B.C.S. *Cienc. Mar.*, 19(1): 117-135.

Cervigón, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 63: 181-197.

Choat, J.; Doherty, P.; Kerrigan, B. y Leis, J. 1993. A comparison of two nets, purse seiner and light-aggregation devices for sampling larvae and pelagic juveniles of coral reef fishes. Fish. Bull., 91: 195-209.

Clark, D.; Aazem, K.; Hays, G. 2001. Zooplankton abundance and community structure over a 4000 Km transect in the north-east Atlantic. J. Plankton Res., 23(4): 365-372.

Cognetti, G.; Sará, M. y Magazzú, G. 2001. Biología marina. Editorial Ariel. Barcelona, España.

Cowen, R. y Castro, L. 1994. Relation of coral reef fish larvae distributions to island scale circulation around Barbados, West Indies. Bull. Mar. Sci., 54(1): 228-244.

Cury, P. y Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic recruitment success in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46: 670-680.

Crespo, R. y Soares-Gomes, A. 2009. Biología Marina. 2da Edición. Editora Interciencia. Rio de Janeiro, Brasil.

De Miro, M. y Marval, J. 1967. Foraminíferos planctónicos vivos de la Fosa de Cariaco y del Talud Continental de Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle., 17(76): 11-34.

Doherty, P. 1987. Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundance of larval fishes. Bull. Mar. Sci., 41: 423-431.

Emery, A. 1968. Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 13: 293-303.

Expósito, N. y Zoppi, E. 1999. Efectos de las descargas de una laguna de estabilización sobre el ecosistema marino. Libro de resúmenes ampliados del VIII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), Perú, Tomo II:845-847.

Fernández-Puelles, M.; Jansa, I.; Gomis, C.; Gras, D. y Amengual, B. 1997. Variación anual de las principales variables oceanográficas y planctónicas en una estación nerítica del Mar Balear. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 13(1y2): 13-33.

Figuroa, D. 2002. Zooplancton de formaciones coralinas composición y distribución espacial en dos ambientes neríticos. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Fisher, R. y Bellwood, D. 2002. A light trap design for stratum-specific sampling of reef fish larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 269 (1): 27–37.

Flores, O. 1992. Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton de la zona norte de la Península de Araya, estado Sucre. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. Year to year changes of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 4: 223-233.

Frank, K.; Petrie, B.; Choi, J. y Leggett, W. 2005. Tropic cascades in a formerly coddominated ecosystem. *Sci.*, 308(5728): 1621-1623.

Gasca, R. y Castellanos, I. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Rev. Biol. Trop.*, 41(3): 619-625.

Gasca, R. y Suárez, J. 1996. Biomasa zooplanctónica en aguas superficiales del Golfo de México durante verano e invierno de 1991. *Caribb. J. Sci.*, 31(1 y 2): 128-140.

Gasca, R.; Segura, L. y Suárez, M. 1996. El zooplancton marino. En: *Introducción al estudio del zooplancton marino*. Gasca, R. y Suárez, M. (eds.). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. Págs. 1-36.

Gines, H. 1972. *Cartas Pesqueras de Venezuela*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas.

Glynn, P. 1973. Ecology of a Caribbean coral reef. The Porites reef-flat biotope: Part 2. Plankton community with evidence for depletion. *Mar. Biol.*, 22: 1-21.

González, A. 1988. *Plancton de las aguas continentales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C., 130 pp.

González, F. y Zoppi, E. 1997. Distribución espacial del fitoplancton y pigmentos fotosintéticos en la Bahía de Mochima. Libro de resúmenes ampliados del VII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), Brasil, Tomo I:396-398.

González, F.; Zoppi, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Invest. Mar.*, 34(2): 37-45.

Heidelberg, K.; Sebens, K. y Purcell, J. 2004. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. *Coral Reef*, 23: 263-276.

Herrera-Reveles, A.; Marín, B.; Brito, A. y Ramos, E. 2009. Dos métodos de muestreo de larvas y estadios pelágicos tempranos de peces sobre los ecosistemas marinos costeros: Una Comparación Realizada en la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *62nd Gulf and Caribb. Fish. Inst.*, 62: 254-259.

Hickford, M. y Schiel, D. 1999. Evaluation of the performance of light traps for sampling fish larvae in inshore temperate water. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 186: 293-302.

Hobson, E. y Chess, J. 1976. Trophic interactions among fishes and zooplankters near shore at Santa Catalina Island, California. *Fish. Bull.*, 76: 133-153.

Holzman, R.; Reidenbach, M.; Monismith, S.; Koseff, J. y Genin, A. 2005. Near-bottom depletion of zooplankton over a coral reef II: relationships with zooplankton swimming ability. *Coral Reef*, 24: 87-94.

Infante, J. y Urosa, L. 1986. Distribución vertical de copépodos en aguas deficientes de oxígeno. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 25(1-2): 175-194.

Jones, R. y Henderson, E. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. *S. Afr. J. Mar.Sci.*, 5: 447-465.

Kalff, J. y Knoechel, R. 1978. Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes. *Ann. Rev. Ecol. Sist.*, 9: 475-495.

Kato, K. 1961. Oceanochemical studies on the gulf of Cariaco. I. Chemical and hydrographical observations in January. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1: 343-358.

Kawagushi, K.; Matsuda, O.; Ishikawa, S. y Naito, Y. 1986. A light trap to collect krill and other micronektonic and plankton animals under the Antarctic coastal fast ice. *Polar. Biol.*, 6: 37-42.

Kingsford, M. y Finn, M. 1997. The influence of phase of the moon and physical processes on input of presettlement fishes to coral reefs. *J. Fish Biol.*, 51 (Suppl. A): 176-205.

Kingsford, M. 2001. Diel patterns of abundance of presettlement reef fishes and pelagic larvae on a coral reef. *Mar. Biol.* 138: 853–867.

Kiorboe, T. 1993. Turbulence, phytoplankton cell size, and the structure of pelagic food webs. *Adv. Mar. Biol.*, 29: 1-67.

Klemer, A. y Konopka, E. 1989. Causes and consequences of blue-green algal (Cyanobacterial) blooms. *Lake Reserv. Manag.*, 5: 9-19.

Lalli, C. y Parsons, T. 2006. *Biogeochemical oceanography: an introduction*. Segunda Edición. Elsevier, Oxford.

Le Fèvre, J. 1986. Aspects of the biology of frontal systems. *Adv. Mar. Biol.*, 23: 163-299.

Leichter, J.; Shellenbarger, G.; Genovese, S. y Wing, S. 1998. Breaking internal waves on a Florida (USA) coral reef: a plankton pump at work?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 166: 83-97.

Legaré, H. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 191-218.

Legaré, H. y Zoppi, E. 1961. Notas sobre la abundancia y distribución de quetognatos en las aguas del oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 3-25.

Legendre, P. y Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. Segunda Edición. Elsevier, New York.

Lindquist, D. y Shaw, R. 2005. Effects of current speed and turbidity on stationary light-trap catches of larval and juvenil fishes. *Fish. Bull.*, 103(2): 438-444.

Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquacult.*, 119: 345-358.

López, C. 1986. Composición, abundancia y distribución de las comunidades zooplanctónicas en el embalse de Manuelote (Río Socuy, Estado Zulia). Trabajo Pregrado. Universidad del Zulia (LUZ) Maracaibo, Venezuela.

López, C.; Villalobos, M. y González, E. 2001. Estudio sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela: Estado actual y recomendaciones para futuras investigaciones. *Cienc.*, 9(2): 217-234.

Marcano, L. 2007. Caracterización cuantitativa y cualitativa de los diferentes espectros de tallas del zooplancton en la zona Caigüire-el Peñón, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Marcano, Y. 2009. Variación temporal y espacial intradiaria del zooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Marín, B.; Lodeiros, C.; Figueroa, D. y Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Cient. Fac. de Cienc. Vet.-LUZ, 14(2): 133-139.

Márquez, B. 2002. Análisis plantónico de las aguas adyacentes a los arrecifes coralinos de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. Informe final, Programa Investigador Novel. Conicit.

Márquez, B.; Marín, B.; Zoppi, E. y Moreno, C. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 45(1): 61-78.

Márquez, B.; Marín, B.; Díaz, J.; Troccoli, L. y Subero, S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del microzooplancton en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, durante 1997-1998. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., 42(3): 241-252.

Márquez, B.; Marín, B.; Díaz-Ramos, J. y Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. Gayana, 72(1): 89-104.

Marqu ez, B.; Díaz-Ramos, J.; Troccoli, L.; Marín, B. y Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 44(3): 737-749.

McWilliam, P.; Sale, P. y Anderson, D. 1981. Seasonal changes in resident zooplankton sampled by emergence traps in one tree lagoon, Great Barrier Ref. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 52: 185-203.

Meekan, M., P. Doherty, and L. White. 2000. Recapture experiments show the low sampling efficiency of light traps. *Bull. Mar. Sci.*, 67: 975-885.

Meekan, M.; Wilson, S.; Halford, A. y Retzel, A. 2001. Comparison of catches of fish and invertebrates by two light traps designs in tropical NW Australia. *Mar. Biol.*, 139: 373-381.

Moigis, A. 1986. Variación anual de la productividad primaria del fitoplancton en el Golfo y en la Fosa de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25: 115-126.

Morales, J. 2008. Abundancia, composición y biomasa de los espectros detallados del zooplancton en la plataforma pariche-manicuare, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Müller-Karger, F.; McClain, C.; Fisher, T.; Esaias, W. y Varela, R. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea: Observations from space. *Prog. Oceanogr.*, 23: 23-64.

Mullin, M. 1993. Webs and scales: physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant. University of Washington Press, 135 pp.

Ohlhorst, S. y Liddell, W. 1985. Temporal patterns of zooplankton migration. Symposia series for Undersea Research NOAA'S. Unders. Res. Prog., 3(1): 117-128.

Okuda, T.; Benítez, J.; García, A. y Fernández, E. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 7: 7-37.

Okuda, T.; Álvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 17(1y2): 69-88.

Omori, M. y Ikeda, T. 1992. Methods in Marine Zooplankton Ecology. Krieger Publishing Company Malabar. Florida.

Parsons, R.; Takahashi, M. y Margrave, B. 1984. Biological oceanographic processes. Pergamon Press, London, 330 pp.

Peñuela, M. 2000. Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial de la Fosa de Cariaco, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Poter, J. 1974. Zooplankton feeding by the Caribbean reef-building coral *Montastrea cavernosa*. En: Proc 2nd International Symposium on Coral Reefs Great Barrier Reef Committee on board the M. V. Marco Polo cruising the waters of the Great Barrier Reef Province, Australia, June 1973, 111-125.

Porter, J. y Porter, K. 1977. Quantitative sampling of demersal plankton migrating from coral reef substrates. *Limnol. Oceanogr.*, 22: 553-556.

Quintero, A.; Bonilla, J.; Serrano, L.; Amaro, M.; Rodríguez, B.; Terejova, G. y Figueroa, Y. 2004. Características ambientales de la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 43(1y2): 49-64.

Riley, C. y Holt, G. 1993. Gut contents of larval fish from light trap and plankton net collections at Enmedio reef near Veracruz, Mexico. *Rev. Biol. Trop. Suppl.*, 41(1): 53-57.

Rincones, K. 2008. Variabilidad diaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, durante el periodo (03/08-10/08/2006). Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rodríguez, F. 2009. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, en época de surgencia. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rodríguez, J. y Rubín, J. 1991. El ictioplancton y la biomasa del zooplancton en aguas del sur de Galicia, en abril 1987. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7(2): 115-127.

Rodríguez, Y. 2005. Abundancia y composición de las comunidades zoopláncticas sobre los arrecifes coralinos en Isla Desecheo, Puerto Rico. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

Roman, M.; Furnas, M. y Mullin, M. 1990. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol.*, 105: 73-82.

Rosas, I.; Velasco, A.; Belmont, R.; Báez, A. y Martínez, A. 1992. The algal community as indicator of the trophic status of Lake Pátzcuaro, Mexico. *Envir. Poll.*, 80: 255-264.

Rueda, D. 2000. Variabilidad temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996- 1998). Tesis Magister Scientiarum. Departamento de Biología, Universidad de Oriente.

Salazar, I. 2008. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, durante agosto de 2006. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.

Sale, P. McWilliams, P. y Anderson, D. 1976. Composition of the near-reef zooplankton at Heron Reef, Great Barrier Reef. *Mar. Biol.*, 34: 59-66.

Sameoto, D.; Wiebe, P.; Runge, J.; Postel, L.; Dunn, J.; Miller, C. y Coombs, S. 2000. Collecting zooplankton. En: *Zooplankton methodology manual*. Harris, P.; Wiebe, P.; Lenz, J.; Skjoldal, H. and Hunthley, M. (eds). Academic Press, San Diego, USA. Págs. 55-81.

Sedberry, G. y Cuellar, N. 1993. Planktonic and benthic feeding by the reef-associated vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens* (Teleostei, Lujanidae). *Fish. Bull.*, 91: 699-709.

Simpson, J. y Griffiths, R. 1972. Afloramiento y otras características oceanográficas de aguas costeras del nordeste de Venezuela. *MAC. Ser. Rec. Exp. Pesq.*, 2(4): 2-53.

Smith, D. 1977. A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.

Sokal, R. y Röhlf, F. 1981. Biometry. Segunda Edición. W. H. Freeman, San Francisco.

Sorokin, Y. 1990. Plankton in the reef ecosystem. En: Ecosystems of the World 25. Dubinsky, Z. (ed.). Coral reef. Elsevier Science Publishing Company, Inc. New York. Págs. 291-327.

Sorokin, Y. 1993. Coral reef ecology. Springer, Berlin Heidelberg. New York.
Suárez, E. y Gasca, R. 1992. De los misteriosos seres que viven suspendidos en el agua: el zooplancton. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Mexico.

Suthers, I. y Rissik, D. 2008. Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality. SCIRO Pub. Australia.

Todd, C. y Laverack, M. 1991. Coastal marine zooplankton. A practical manual for students. Cambridge University Press.

Thorrold, S. 1992. Evaluating the performance of light traps for sampling small fish and squid in Open waters of the central Great Barrier Reef lagoon. Mar. Ecol. Progr. Ser., 89: 277-285.

Thorrold, S. 1993. Post-larval and juvenile scombrids captured in light traps: preliminary results from the Great Barrer Reef lagoon. Bull. Mar. Sci. 52: 631-641.

Tranter, D. y George, J. 1972. Coral reefs as biotopes: invertebrates zooplankton abundance at Kavarratti and Kalpeni atolls in the Laccadives. En: Proc

1st Int. Symp. on corals and coral reefs. Marine Biological Association of India. Mukundan C., Gopinatha Pillai CS (eds). Mandapam, India, June 1969, Coch., 239-256.

Trégouboff, G. y Rose, M. 1978. Manuel de planctologie méditerranéenne. I y II. Editions du centre de la recherche scientifique. Paris.

Ueda, H.; Kuwahara, A.; Tanaka, M. y Azeta, M. 1983. Underwater observations on copepod swarms in temperate and subtropical waters. Mar. Ecol. Prog. Ser., 11: 165-171.

Urosa, L. 1975. Los foraminíferos del plancton. Laguna, 35-36: 51-53.

Urosa, L. 1977. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica en el Golfo de Cariaco y su relación con el fenómeno de surgencia. Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Guayaquil - Ecuador.

Urosa, L. 1980. Nauplii Balanomorfos y variación diurna de la temperatura en la Ensenada de Turpialito, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 19(1-2): 73-91.

Urosa, L. 1983. Distribución del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 22(2): 125-143.

Van Gool, E. y Ringelberg, J. 1998. Light-induced migration behaviour of *Daphnia* modified by food and predator kairomones. Animal Behaviour, 56: 741-747.

Véliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. UNESCO. Memorias del seminario sobre indicadores biológicos del plancton.

Walsh, J. 1988. On the Nature of Continental Shelves. Academic Press, London.

Zabala, R. 1992. Abundancia, composición y distribución del zooplancton en la ensenada de La Guardia. Isla de Margarita. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Nueva Esparta.

Zoppi E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 1(1): 219-248.

Zoppi, E.; Alonso, P. y Delgado, M. 1989. Distribución de los Misidáceos (Crustacea) en las costas de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 28(1y2): 29-33.

Zoppi, E. y Alonso, P. 1997. Distribution of *Mysidium integrum* (Tattersall) (Crustacea-Mysidacea) in Venezuelan coral habitats. Stud. Nat. Hist. Caribb. Reg., 73: 1-15.

Zoppi, E. 1999. El zooplancton de la zona interna de la Bahía de Mochima, Venezuela. Libro de Resúmenes Ampliados del VIII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR). Tomo I, 354 pp. Perú.

APENDICE

Apéndice 1. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total del volumen sedimentado (ml/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire, Bahía

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,91667
Trampas	11	17,5455

de Mochima.

$$F_s = 15,0304 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 2. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total del volumen sedimentado (ml/m^3), por método de captura en la zona arrecifal de Garrapata, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,54167
Trampas	11	17,9545

$$F_s = 16,7134 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 3. Análisis de correlación de la variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton para red.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	10,5
Diciembre	2	14,0
Enero	2	20,0
Febrero	2	16,0
Marzo	2	10,5
Abril	2	5,0
Mayo	2	16,0
Junio	2	10,5
Julio	2	10,5
Agosto	2	10,5
Septiembre	2	16,0
Octubre	2	10,5

$F_s = 8,89097$ $K_w = 0,63$ Ns

Apéndice 4. Análisis de correlación de la variación del volumen sedimentado mensual del zooplancton para trampa de luz.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	16,25
Diciembre	2	11,75
Enero	2	19,5
Febrero	2	4,75
Marzo	2	6,75
Abril	2	10,75
Mayo	2	11,25
Junio	2	13,0
Julio	2	6,0
Agosto	2	15,0
Octubre	2	11,5

$$F_s = 9,5082 \quad K_w = 0,48 \text{ Ns}$$

Apéndice 5. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total del volumen desplazado (ml/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,79167
Trampas	11	17,6818

$$F_s = 15,5574 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 6. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total del volumen desplazado (ml/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Garrapata, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,5
Trampas	11	18,0

$$F_s = 16,8242 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 7. Análisis de correlación de la variación del volumen desplazado mensual del zooplancton para red

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	20,75
Diciembre	2	9,5
Enero	2	14,25
Febrero	2	5,5
Marzo	2	9,5
Abril	2	9,5
Mayo	2	9,5
Junio	2	21,5
Julio	2	20,75
Agosto	2	9,5
Septiembre	2	14,25
Octubre	2	5,5

$$F_s = 18,4833 \quad K_w = 0,07 \text{ Ns}$$

Apéndice 8. Análisis de correlación de la variación del volumen desplazado mensual del zooplancton para trampa de luz.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	18,25
Diciembre	2	12,5
Enero	2	21,5
Febrero	2	4,25
Marzo	2	5,75
Abril	2	11,75
Mayo	2	6,75
Junio	2	11,0
Julio	2	6,75
Agosto	2	17,25
Octubre	2	10,75

$$F_s = 14,8974 \quad K_w = 0,13 \text{ Ns}$$

Apéndice 9. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total de la biomasa húmeda (g/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	7,5
Trampas	11	16,9091

$$F_s = 11,0455 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 10. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total de la biomasa húmeda (g/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Garrapata, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	7,66667
Trampas	11	16,7273

$$F_s = 10,2424 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 11. Análisis de correlación de la variación de la biomasa húmeda mensual del zooplancton para red.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	14,5
Diciembre	2	18,0
Enero	2	17,0
Febrero	2	18,5
Marzo	2	11,0
Abril	2	6,0
Mayo	2	22,0
Junio	2	4,5
Julio	2	11,0
Agosto	2	16,5
Septiembre	2	9,5
Octubre	2	1,5

$$F_s = 17,5 \quad K_w = 0,09 \text{ Ns}$$

Apéndice 12. Análisis de correlación de la variación de la biomasa húmeda mensual del zooplancton para trampa de luz.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	18,5
Diciembre	2	12,0
Enero	2	12,0
Febrero	2	7,5
Marzo	2	8,5
Abril	2	11,0
Mayo	2	15,0
Junio	2	11,5
Julio	2	10,5
Agosto	2	18,5
Octubre	2	1,5

$F_s = 11,2411$ $K_w = 0,34$ Ns

Apéndice 13. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total de la densidad zooplanctónica (org/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Taguapire, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,58333
Trampas	11	17,9091

$F_s = 16,0038$ $K_w = 0,00$

Apéndice 14. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación total de la densidad zooplanctónica (org/m^3) por método de captura en la zona arrecifal de Garrapata, Bahía de Mochima.

Método	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Calado	12	6,75
Trampas	11	17,7273

$$F_s = 15,0341 \quad K_w = 0,00$$

Apéndice 15. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación de la densidad de organismos totales por localidad de muestreo, capturados con redes (org/m^3) en la Bahía de Mochima.

Localidad	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Taguapire	11	13,2727
Garrapata	11	9,72727

$$F_s = 1,6396 \quad K_w = 0,20$$

Apéndice 16. Prueba de Kruskal Wallis mostrando la variación de la densidad de organismos totales por localidad de muestreo, capturados con trampas ($\text{org}/12$ horas) en la Bahía de Mochima.

Localidad	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Taguapire	11	9,27273
Garrapata	11	13,7273

$$F_s = 2,58821 \quad K_w = 0,11$$

Apéndice 17. Análisis de correlación de la variación de la densidad zooplanctónica mensual para red.

Mes	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	14,5
Diciembre	2	18,0
Enero	2	17,0
Febrero	2	18,5
Marzo	2	11,0
Abril	2	5,0
Mayo	2	22,0
Junio	2	3,5
Julio	2	10,5
Agosto	2	16,5
Septiembre	2	9,5
Octubre	2	4,0

$F_s = 16,86$ $K_w = 0,11$ Ns

Apéndice 18. Análisis de correlación de la variación de la densidad zooplanctónica mensual para trampa de luz.

Meses	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Noviembre	2	18,0
Diciembre	2	11,0
Enero	2	11,5
Febrero	2	5,5
Marzo	2	6,5
Abril	2	9,5
Mayo	2	14,5
Junio	2	10,5
Julio	2	9,0
Agosto	2	18,0
Octubre	2	12,5

$$F_s = 7,92095 \quad K_w = 0,64 \quad N_s$$

Apéndice 19. Porcentajes de varianza de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con redes, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima.

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
C-1	3,97936	49,742	49,742
C-2	1,40177	17,522	67,264
C-3	1,04659	13,082	80,347

Apéndice 20. Porcentajes de varianza de los componentes principales (ACP) del zooplancton capturado con trampas de luz, asociado a las formaciones coralinas de la Bahía de Mochima.

Componente	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
C-1	3,91157	48,895	48,895
C-2	1,64438	20,555	69,449
C-3	0,81895	10,237	79,686

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Variación y composición del zooplancton asociado a las formaciones coralinas de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Brito Maestre Arturo Eduardo	CVLAC	14976146
	e-mail	britomaestre2@gmail.com
	e-mail	britomaestre2@hotmail.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

ZOOPLANCTON, TRAMPA, RED, ARRECIFE

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	BIOLOGÍA

Resumen (abstract):

El estudio zooplanctónico en la Bahía de Mochima, estado Sucre, es fundamental, ya que esta zona se caracteriza por presentar arrecifes coralinos, que contribuyen a la reserva de organismos planctónicos, así como para la cría natural de fases larvales de especies de importancia comercial. Se determinó la abundancia en biomasa (volumen sedimentado, volumen desplazado o biovolumen y biomasa húmeda) asociado a las formaciones coralinas de la bahía. La toma de muestras se realizó en dos estaciones dentro de la bahía, las cuales se corresponden a dos zonas de formaciones coralinas ubicadas en las ensenadas de Taguapire (sector interno) y Garrapata (sector externo). Se utilizó una embarcación tipo peñero para muestrear durante los meses de noviembre, diciembre/2008 y agosto, septiembre/2009 como época de lluvia y enero - abril/2009 como época de sequía y surgencia. Se utilizaron dos métodos de colecta: trampas de luz y red (100µm). Mediante una prueba de Kruskal-Wallis, se pudo evidenciar que la densidad zooplanctónica no mostró diferencias significativas entre métodos de captura ($Kw= 0,11$; $p>0,05$) (red $Kw= 0,20$; $p>0,05$). Los valores de densidad para redes en la zona arrecifal de Taguapire variaron desde 47 org/m³ a 1579 org/m³, mientras que en la zona de Garrapata los valores oscilaron entre 23 org/m³ a 769 org/m³. Ambos métodos son importantes para la colecta de organismos zooplanctónicos.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Márquez, Brighthoom	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	brightdoom@hotmail.com
	e-mail	
Balza, María Alejandra	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	malebalza@yahoo.com
	e-mail	
Marín, Baumar	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5182626
	e-mail	baumarm@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2013	02	21
------	----	----

Lenguaje: Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis- Britoa.doc	Aplication/Word.doc

Alcance:

Espacial : Universal (Opcional)

Temporal: Intemporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciado en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciatura

Área de Estudio: Biología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR <i>[Firma]</i>
FECHA <u>5/8/09</u> HORA <u>5:30</u>

Cordialmente,
[Firma]
JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

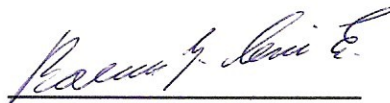
JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Brito Arturo
Autor



Prof: Marín Baumar

Asesor