Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 49 (2): 129-145 (2010) 6 Figs., 3 Tabs.

VARIABLES FISICOQUÍMICAS QUE INFLUYEN A CORTO PLAZO EN EL ZOOPLANCTÓN DE LA BAHÍA DE MOCHIMA, VENEZUELA

YELITZA MARCANO[1], BRIGHTDOOM MÁRQUEZ[2*], JOSÉ RAFAEL DÍAZ-RAMOS[2], LUIS TROCCOLI[3], BAUMAR MARÍN[2], INAIDES SALAZAR[1] & KARLA RINCONES[1]

[1] *Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

[2] *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*
bmarquez2001@gmail.com

[3] *Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Nueva Esparta, Isla de Margarita, Venezuela.*

RESUMEN: Se estudió la variación a corto plazo del micro y mesozooplancton en la bahía de Mochima, Venezuela, asociadas a fertilizaciones alternantes entre escorrentía por las lluvias y descarga de efluentes. Las muestras se tomaron cada seis horas entre el 03 y 10 de agosto de 2006, empleando una bomba eléctrica de diafragma, a 0; 5 y 10 m de profundidad, obteniéndose un total de 192 muestras. Se midió la amplitud mareal, salinidad y temperatura, concentración de nutrientes y biomasa fitoplanctónica. La salinidad varió entre 30 y 40, siendo más alta durante las horas nocturnas, coincidiendo con el cese de la actividad antropogénica. La distribución vertical de la temperatura mostró que la columna de agua se estratificó formándose dos capas (0-5 y 5-10 m). La concentración de nutrientes fue alta (medias de 4,74; 0,17; 0,45 µmol.l^{-1} para amonio, nitrito y fosfato, respectivamente) y varió significativamente con respecto a los días. La biomasa fitoplanctónica (0,11-12,39 mg Chl *a* m^{-3}) presentó variaciones diarias y verticales significativas que se correlacionaron positivamente con la salinidad y negativamente con la concentración de amonio. Durante todo el estudio, tanto por profundidades como por horas, la densidad intradiaria del microzooplancton fue mayor (> 125000 org.1000.l^{-1}) que la del mesozooplancton (> 13000 org.1000.l^{-1}), de igual manera se contabilizó mayor número de grupos zooplanctónicos para el micro (22), siendo los copépodos y los cladóceros los grupos de mayor representación, mientras que para el mesozooplancton se registraron 14 grupos, dominando los cladóceros (> 60 %), seguido por copépodos (>16,43%) y huevos de peces (> 0,60%). El microzooplancton presentó variaciones intradiarias; mientras que las dos tallas mostraron diferencias con respecto a las horas de muestreo, presentando las mayores densidades en las horas nocturnas (22:00 y 4:00 horas), evidenciándose el fenómeno de migración vertical diaria (DVM). Las precipitaciones, las aguas de la laguna de oxidación y el aporte de los sedimentos causaron las altas concentraciones de nutrientes (> 0,25µmol.l^{-1}) y de biomasa fitoplanctónica, sugiriendo que la bahía muestra indicios de eutrofización. La gran variabilidad en la concentración de nutrientes y densidad zooplanctónica impone restricciones en la frecuencia de muestreo en el área estudiada.

Palabras clave: Zooplancton, distribución vertical, bahía de Mochima, Caribe venezolano.

Abstract: The short term variation exerted by runoff- and effluent-borne chemicals on the micro and mesozooplankton of Mochima Bay, Venezuela, is evaluated. One hundred and ninety-two samples were taken at a depth of 0, 5, and 10 meters every six hours between 3 and 10 August 2006 with an electric diaphragm pump. Tidal range, salinity, temperature, nutrient concentration, and phytoplankton biomass were measured. Salinity varied between 30 and 40, being highest at nighttime, when anthropogenic activities subsided. The vertical distribution of temperature revealed a two-stratum water column (0-5 and 5-10m). Nutrient concentration was high, with a mean value of 4.74; 0,17; 0,45 µmol $^{l-1}$ for ammonia, nitrites, and phosphates, respectively, significantly varying within days. Phytoplankton biomass (0.11-12.39 mg Chl *a* m-3) showed significant vertical daily variations that correlated positively with salinity and negatively with ammonium concentration. Throughout the study, the intradiurnal density of microzooplankton was higher (> 125000 org l-1x1000) than that of mesozooplankton (> 13000 org l-1x1000), the former bearing a larger number of zooplanktonic groups than the latter, with copepods and cladocers being the best represented. The mesozooplankton registered 14 groups, cladocers being the most abundant (> 60%), followed by copepods (>16.43%), and fish eggs (> 0.60%). The microzooplankton varied within the same day, the highest concentration occurring between 4:00 and 22:00 hours, when diurnal vertical migration (DVM) took place. Precipitation, runoff from the oxidation lagoon, and sediment contribution caused high nutrient concentration (> 0,25µmol l-1) and phytoplankton biomass, suggestive of eutrophication.

Key words: Zooplankton, vertical distribution, Mochima Bay, Venezuelan Caribbean

INTRODUCCIÓN

En los ambientes acuáticos, incluyendo las lagunas costeras y estuarios, las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espacio-temporales tanto en lo referente a su composición como en su biomasa (GASCA & SUÁREZ 1996); por lo que los organismos del plancton han sido utilizados como indicadores de las condiciones que prevalecen en los cuerpos de agua (KALFF & KNOECHEL 1978; KLEMER & KONOPKA 1989; ROSAS *et al.* 1992). Sin embargo, los intentos de modelar la dinámica del fitoplancton y el zooplancton dependiente del tiempo se han reunido con un éxito limitado, en gran parte, debido a la variabilidad temporal de la producción primaria del sistema (DENMAN 1977). Por ejemplo, el fitoplancton puede duplicar su biomasa en menos de un día, puede ser sujeto a una disminución comparable en la biomasa por pastoreo del zooplancton o larvas de peces y pueden cambiar la estratificación de la columna de agua por cambios en la profundidad a la cual la energía solar puede penetrar. Estos cambios biológicos, sin embargo, a menudo son enmascarados por vigorosos cambios a escala pequeña de tiempo en el ambiente físico-químico, especialmente en regiones costeras. Las fuentes de esta variabilidad, en escalas de tiempo de minutos a semanas, pueden incluir ondas internas, celdas de Langmuir, mareas, calentamiento diurno y refrigeración, y los cambios en la mezcla del viento y la irradiación solar que acompañan el paso de perturbaciones atmosféricas (DENMAN 1977; MACKAS *et al.* 1985; HAURY *et al,* 1990; POPOVICH & MARCOVECCHIO 2008; GUINDER *et al.* 2009).

Se ha demostrado que en cuerpos de agua costeros, los procesos físicos como movimientos inducidos por el viento, eddies o remolinos y advección de marea son considerados como procesos significativos que efectúan cambios a escala pequeña en la distribución temporal del zooplancton (MANN & LAZIER 1991; FERNÁNDEZ *et al.* 1993; FARBER-LORDA *et al.* 1994; FLAGG *et al.* 1994; WIAFE & FRID 1996); mientras que los factores biológicos que influyen en la distribución temporal del zooplancton incluyen depredación (GREVE 1994; POMEROY 1994), mortalidad "natural" (GISKE *et al.* 1994) y migración vertical diaria (LAMPERT 1989; ABDEL-AZIZ 2006); Sin embargo, la influencia de la depredación y la mortalidad "natural" es más evidente en las escalas de tiempo más largo (es decir, los ciclos estacionales) (PARSONS *et al.* 1984). Por lo tanto, si se considera el zooplancton como "partículas pasivas", entonces se espera que los cambios en el campo de flujo, como consecuencia de la corriente y el movimiento inducido por el viento, debieran tener correlación significativa con la variación temporal a escala pequeña, dentro de las comunidades.

Los estudios de la distribución vertical del zooplancton marino, generalmente, son analizados a partir de muestras recolectadas por medio de redes; sin embargo, existen otros métodos de captura, como las botellas de captación y las bombas de succión. Esta última combina muchas de las ventajas de las botellas y de las redes y han sido empleadas principalmente en las zonas costeras relativamente protegidas (ICAMBERRY & RICHARDSON 1973, HARRIS *et al.* 1986; RAHKOLA *et al.* 1994; SAMEOTO *et al.* 2000).

A nivel mundial, existen pocos estudios del zooplancton empleando como método de colecta sistemas de bombas. En este sentido, LENZ (1972) evaluó una bomba al vacío para minimizar el riesgo de daño de los organismos delicados en Alemania; RAHKOLA *et al.* (1994) realizaron estudios cuantitativos del zooplancton con sistemas de bombas en Finlandia; PAGGI (1985); HARRIS *et al.* (19[illegible]) y FRUTOS (1998) analizaron la densidad, diversidad y distribución vertical del zooplancton. Con respecto a estudios comparativos entre los métodos de bomba y red destacan los de ICAMBERRY & RICHARDSON (1973), DIXON & ROBERTSON (1986) y MASSON *et al.* (2004) quienes demostraron que no hay diferencias significativas en la captura de organismos por los dos métodos. Recientemente, en Brasil, MAURO DE MELO *et al.* (2007) estudiaron la biomasa zooplanctónica y SCHWAMBORN *et al.* (2008) cuantificaron y modelaron el transporte de zooplancton, concluyendo que esta técnica de muestreo discreto puede ser una manera eficaz para investigar los patrones dinámicos de transporte de los invertebrados en zonas de estuarios.

Hasta el presente, la mayoría de los estudios que se han llevado acabo sobre el zooplancton en la Bahía de Mochima han sido realizados utilizando como método de colecta redes zooplanctónicas; destacando los de ZOPPI *et al.* (1989) y ZOPPI & ALONSO (1997) quienes trabajaron con la distribución de misidáceos en manglares y arrecifes

coralinos; Zoppi (1999) estudió el zooplancton en la parte interna de la bahía; más recientemente, Márquez *et al.* (2007; 2008) analizaron las variaciones estacionales y verticales de la biomasa y composición del zooplancton en esta bahía. Asimismo, todos estos trabajos fueron realizados con frecuencias muestrales que varían de quince días a un mes. Por lo tanto, se plantea el estudio de la variación del zooplancton a escalas pequeña de tiempo y empleando sistemas de bomba de succión; por lo que este artículo constituye un primer reporte para examinar las relaciones existentes entre las variables abióticas y bióticas (temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a*) y la densidad zooplanctónica en periodos de tiempo cortos ($\leq$ 24 horas) en el muelle de la Estación Biológica IDEA, en la parte interna de la Bahía de Mochima, estado Sucre, durante una semana del periodo de lluvia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Bahía de Mochima está ubicada al sureste del Caribe, específicamente en la región nororiental de Venezuela, dentro del Parque Nacional homónimo (10°24'-10°20' Lat. N; 64°19'30"-64°22'30" Long. W; Figura 1). La bahía está circundada por montañas en toda su extensión y abierta al norte por un canal de 1,7 km de ancho por 60 m de profundidad que se comunica directamente con la fosa de Caribe, abarcando un área total estimada de $10,5x10^6$ m^2 y un volumen de $196x10^6$ m^3 (Okuda *et al.* 1968). No posee aportes de agua dulce importantes a excepción de algunos arroyos de escaso caudal en la zona sur este (Okuda *et al.* 1968; Caraballo 1970).

La circulación del agua en la Bahía está poco influenciada por los vientos alisios del noreste, ya que ésta se encuentra abierta hacia el norte y rodeada de montañas, por lo tanto el transporte de agua en la bahía se debe principalmente a movimientos maréales (Kato 1961; Roa 1961). La zona sur de la Bahía no tiene mucha influencia de las corrientes y por consiguiente forma un cuerpo de agua relativamente aislado que se caracteriza por tener una topografía suave y regular con una profundidad máxima de 20 m, con un escaso transporte horizontal de agua, que eleva o disminuye su nivel en la zona (Kato 1961).

La distribución anual de las precipitaciones presenta dos períodos. La temporada de sequía, situada entre los meses diciembre – mayo y durante los cuales las precipitaciones son insignificantes (< 50 mm/mes) y la temporada de lluvias, que comienza en junio y continua hasta el mes de diciembre (Perdomo-Mata & Hubschman 1976). La máxima cantidad de precipitaciones en este período se registran en el mes de agosto, presentando una suma anual de las precipitaciones en el orden de 450 mm, lo que indica la presencia de un clima semiárido (Quintero *et al.* 2004).

Toma de muestras

Los muestreos se realizaron en el muelle de la Estación Biológica IDEA-MOCHIMA, cada seis horas entre el 3 y el 10 de agosto de 2006, a 0; 5 y 10 m de profundidad, obteniéndose un total de 81 muestras para cada variable (microzooplancton, mesozooplancton, clorofila *a*, temperatura, salinidad y nutrientes). Las muestras para el análisis zooplanctónico fueron extraídas con mangueras conectadas a una bomba de diafragma (Shurflo 2088),

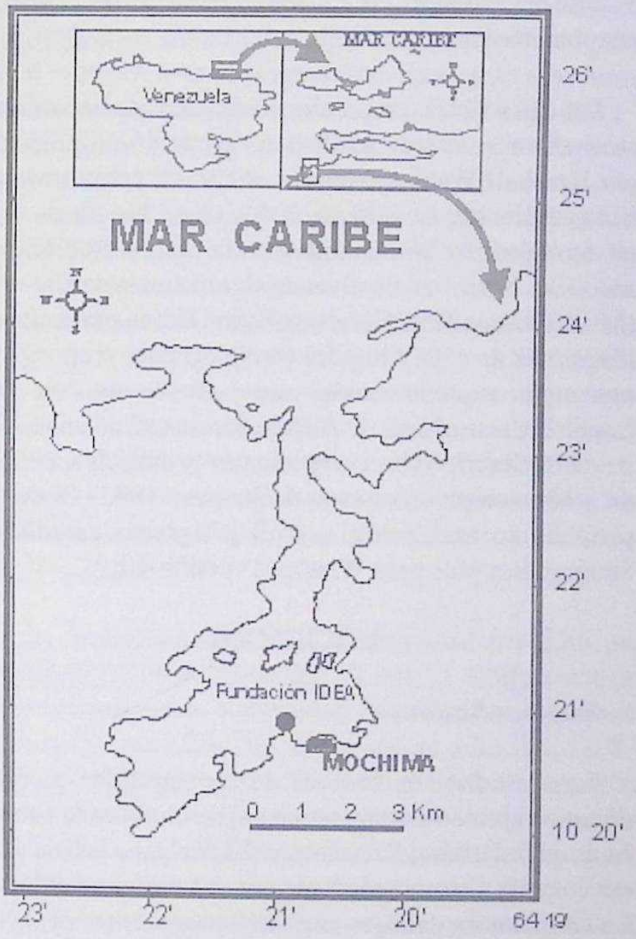


Fig. 1.- Ubicación de la estación de muestreo, para la colecta del zooplancton, en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

tomando en cuenta los efectos de marea y cercanía a la costa. El volumen de agua recolectado por muestra fue de aproximadamente 20 litros, el cual, se filtró primero a través de un tamiz de 300 µm para mesozooplancton y luego por uno de 100 µm para microzooplancton. Las muestras se fijaron con formaldehido al 4%, neutralizado con tetraborato de sodio para su posterior traslado al laboratorio de Ecología y Taxonomía del Zooplancton Marino del Instituto Oceanográfico de Venezuela. La salinidad se determinó con un refractómetro Atago (± 1) y la temperatura con un termómetro ambiental (± 0,5 °C). Los valores de clorofila *a* y nutrientes (amonio, nitrito, nitrato y fosfato) se determinaron espectrofotométricamente en los laboratorios de Fitoplancton y Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela, respectivamente, siguiendo la metodología recomendada por STRICKLAND & PARSONS (1972).

El cómputo de los organismos zooplanctónicos se realizó tomando en cuenta toda la muestra y fueron expresados en org.1000.l^{-1}; posteriormente los organismos fueron ubicados dentro de los principales grupos zooplanctónicos.

Las diferencias temporales y verticales de las variables se analizaron con un análisis no paramétrico propuesto por Kruskall-Wallis (BOYER *et al.* 1997); como variables independientes se utilizaron los días, las horas y las profundidades y las dependientes las variables bióticas y abióticas. Se utilizó un nivel de significancia de alfa=0,05 (MONTGOMERY, 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de caja y bigotes (boxplot) para proporcionar una mejor representación visual de los análisis. Para establecer estructuras de correlación se utilizó un análisis de datos descriptivos, componentes principales, con uso de gráficos biplot (JOHNSON & WICHERN 1992). Todas las pruebas se realizaron con el programa estadístico Statgraphics plus para Windows versión 4.1.

RESULTADOS

Factores Abióticos

Los estadísticos básicos de las variables medidas durante el periodo de muestreo se presentan en la Tabla 1. La amplitud mareal fluctuó entre 83 cm como la baja y 134 cm como la alta, representada por una marea semidiurna. La temperatura del agua registró valores entre 25,0 °C y 31,3 °C (Tabla 1); no se revelaron diferencias significativas entre los días (KW= 3,07; p>0,05). Se detectaron diferencias significativas con respecto a las horas (KW=9,84; p<0,05) y las profundidades (KW=48,69 p<0,05), respectivamente. En cuanto a las horas de muestreo, la temperatura más alta se observó a las 16:00 horas (31,3°C), mientras que la menor (25,0°C) se registró a las 4:00 y 22:00 horas (Figura 2A). En relación a las tres profundidades de muestreo, se observó un descenso progresivo de esta variable, presentando los valores más altos (31,3 °C) en la superficie (0 m) y los más bajos (25,0 °C) en la capa más profunda (10 m) (Figura 2B).

La salinidad presentó una marcada variabilidad intradiaria, con diferencias mayores a 10 unidades, registrándose un valor máximo de 40 y un mínimo de 25, 80 (Tabla 1). Sin embargo, no presentó diferencias significativas con respecto a los días y a las profundidades (KW= 12,5 y 3,6, respectivamente; p>0,05). No obstante, se observaron diferencias significativas con respecto a las horas de muestreo (KW= 20,6; p< 0,05; Figura 2C); los valores más bajos (media ≤37) se registraron a las 4:00, 10:00 y 16:00 h, mientras que los valores más elevados (media > 37) se midió a las 22:00 h (Figura 2C).

La concentración de amonio presentó una media de 4,67 µmol.l^{-1} (Tabla 1). Los valores más altos (> 10 µmol. l^{-1}) se presentaron el primer día y a partir de allí se observó un descenso progresivo hasta el final del muestreo cuando se registraron las concentraciones más bajas (1,4 mol. l^{-1}), detectándose diferencias significativas (KW= 0,92; p<0,05; Figura 2D) con respecto a los días. Con respecto a las horas y a las profundidades muestreadas se encontraron diferencias significativas en esta variable (KW= 1,62 y 2,44, respectivamente; p>0,05).

La variación diaria de la concentración de nitrito (NO_2) en la columna de agua, fluctuó entre 0,06 - 0,36 µmol.l^{1}(Tabla 1; Figura 2E). Se produjo un aumento progresivo hasta el día 4 y un posterior descenso hasta el final del muestreo. Se demostró la existencia de diferencias diarias significativas (KW= 14,73; p<0,05). También hubo diferencias significativas en cuanto a la concentración de nitrito con respecto a las profundidades (KW= 14,63; p< 0,05; Figura 2F), registrándose a 0 y 5 m valores de 0,14 µmol.l^{-1}, mientras que a los 10m se midieron valores de 0,22 µmol.l^{-1}.

La concentración de fosfato varió significativamente con respecto a los días, fluctuando entre valores no detectables y 1,0 µmol.l^{-1} (KW= 35,38; p <0,05; Figura 3A; Tabla 1). Se

TABLA 1. Tabla descriptiva de los estadísticos básicos calculados de las variables abióticas y bióticas medidas en el muelle de la Estación Biológica IDEA, en la Bahía de Mochima, Venezuela, entre el 03 y 10 de agosto de 2006.

Variables	N	Media	S	Max.	Min
Temperatura Agua (ºC)	81	27,72	1,76	31,30	25,00
Salinidad	81	35,45	2,93	40,00	25,80
Amonio ($\mu mol.l^{-1}$)	81	4,67	3,70	14,50	0,34
Nitrito ($\mu mol.l^{-1}$)	81	0,17	0,08	0,36	0,06
Fosfato ($\mu mol.l^{-1}$)	81	0,44	0,23	1,00	0,01
Chl a ($mg.m^{-3}$)	81	2,05	2,41	0,21	12,38
Densd. microzooplan (org.1000.l)	81	19128,40	19067,01	89600,31	200,05
Densd. mesozooplan (org.1000.l)	81	3074,69	3523,27	16100,01	150,02

N: tamaño de la muestra; S: desviación estándar; Max: máximo; Min: mínimo;

notó un aumento en la concentración desde el día 03 hasta el día 08 (medias de 0,24 y 0,61 $\mu mol.l^{-1}$, respectivamente), un descenso el día 09 (media 0,16 $\mu mol.\ l^{1}$) y un ligero aumento el día 10 (media 0,28 $\mu mol.l^{-1}$). No se observaron diferencias significativas de la concentración de fosfato con respecto a las horas ni profundidades muestreadas (KW= 2,73 y 0,05 respectivamente; p>0,05).

Factores Bióticos

La concentración de clorofila *a* presentó una media de 2,05 mg chl *a* m^{-3}, con un valor máximo y mínimo de 12,38 y 0,21 mg chl *a* m^{-3}, respectivamente (Tabla 1). Se detectaron diferencias significativas con respecto a los días y profundidades muestreadas (KW= 13,52 y 7,90, respectivamente; p<0,05; Figura 3B). Se observó un aumento de la concentración entre los días 03 y 09/08 (0,78 y 5,51 mg chl *a* m^{-3}) y un ligero descenso hacia el día 8. En relación a las profundidades, se observaron los valores más bajos (1,19 mg chl *a* m^{-3}) a los 0 m y las más altas concentraciones (2,50 mg chl *a* m^{-3}) a los 5 y 10 m (Figura 3C). Con respecto a las horas no se encontraron diferencias significativas (KW= 5,33; p>0,05).

La densidad microzooplanctónica durante todo el estudio, presentó una media de 19128,42 $org.1000.l^{-1}$ (Tabla 1). Con respecto a los días de muestreo, se observó un aumento progresivo de la densidad, en donde los primeros días del muestreo (01-04/08) se registraron los valores más bajos (media 12441,67 $org.1000.l^{-1}$), mientras que en los días restantes (05-08/08) se midieron los valores más altos (media 26329,48 $org.1000.l^{-1}$), registrándose diferencias significativas entre los días (KW = 20,67; p<0,05; Figura 4A). En cuanto a las horas, se observaron los valores medios < 12353 $org.1000.l^{-1}$ a las 10:00 y 16:00 horas, mientras que en las horas nocturnas (22:00 y 4:00) se midieron los valores más altos (media 25420,24 $org.1000.l^{-1}$), detectándose diferencias significativas en cuanto a la variabilidad horaria (KW= 10,38; p<0,05; Figura 4B). La densidad microzooplanctónica por profundidades medida durante el día no varió significativamente (KW= 4,84; p>0,05; Figura 5A), mientras que durante la noche si presentó variaciones significativas (KW= 10,48; p < 0,05; Figura 5B), registrándose los valores más altos (media 31921,45 $org.1000.l^{-1}$) en las dos primeras profundidades (0 y 5m) y el de la media de 12417,9 $org.1000.l^{-1}$ para la profundidad de 10m (Figura 5B).

En el mesozooplancton, la densidad presentó una media de 3074,69 $org.1000.l^{-1}$ (Tabla 1). A diferencia del microzooplancton, la densidad de esta talla no presentó diferencias significativas con respecto a los días (KW= 7,67; p>0,05; Figura 4C). Sin embargo, con respecto a las horas de muestreo se detectaron diferencias significativas (KW= 29,34; p<0,05). Durante las horas de muestreo diurno (10:00 y 16:00 horas) se registró una media de 1325,64 $org.1000.l^{-1}$ y para las horas del muestreo nocturno (22:00 y 4:00 horas) se midieron valores > 4500 $org.1000.l^{-1}$ (Figura 4D). Con respecto a la profundidad el mesozooplancton

no presentó diferencias significativas con respecto al día y la noche (KW= 2,66 y 5,05; p>0,05; Figura 5 C y D).

El microzooplancton estuvo constituido por 22 grupos zooplanctónicos, siendo los copépodos el grupo de mayor representación, obteniendo siempre valores > 75% en las

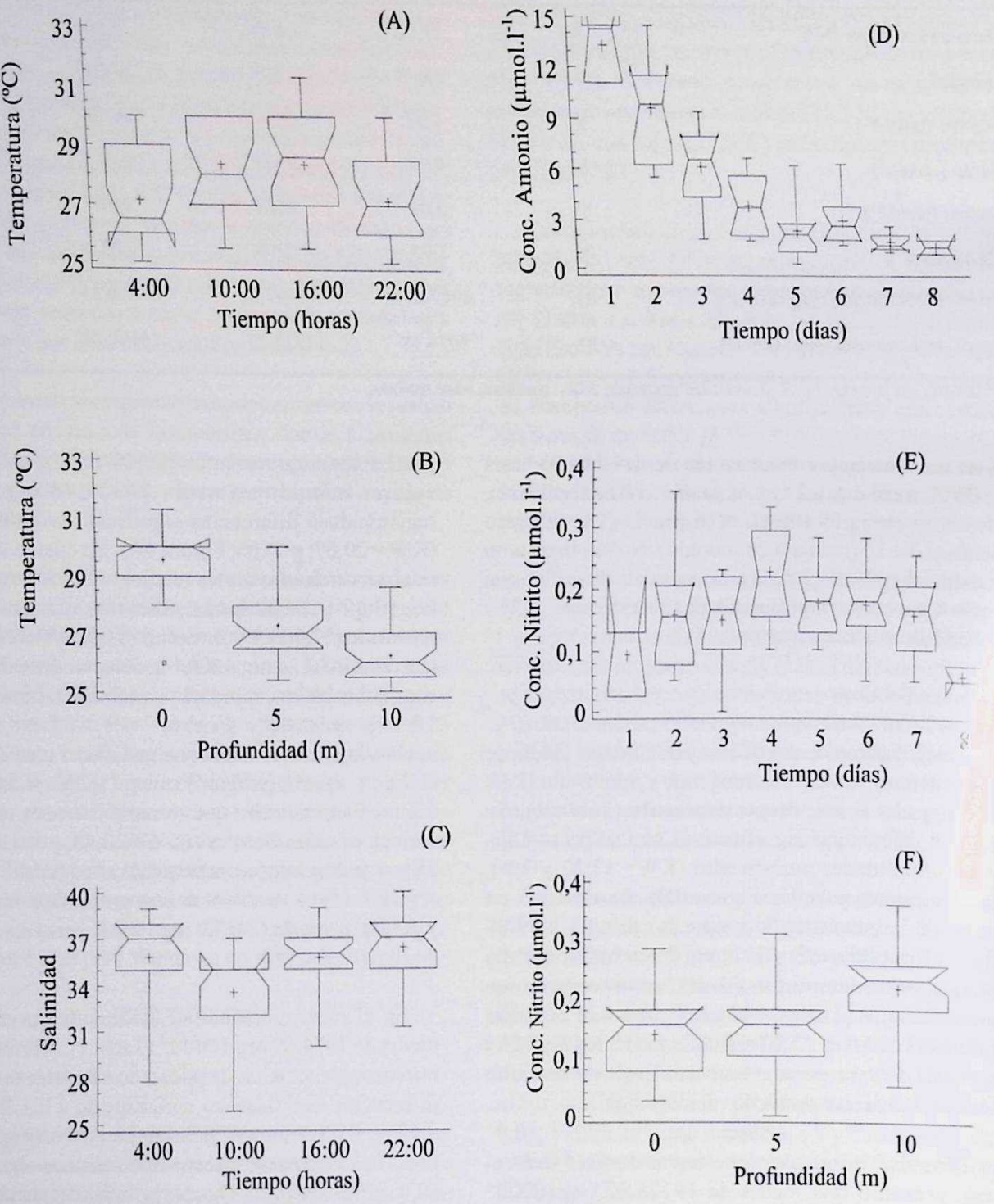


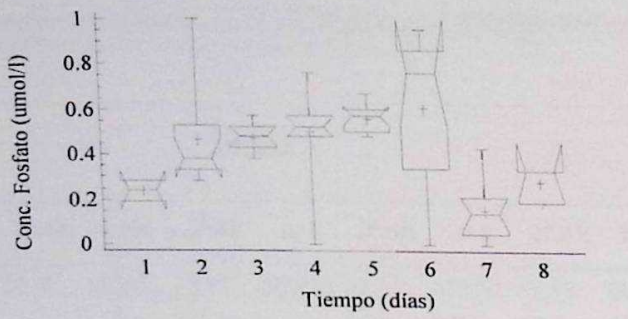
Fig. 2. Diagramas de cajas y bigotes de la temperatura (°C) en función al tiempo en horas (A) y las profundidades muestreadas (B); de la alinidad en función al tiempo en horas (C); de la concentración de Amonio (µmol.l^{-1}) en función a los días de muestreo (D); concentración de Nitrito (µmol.l^{-1}) en función a los días de muestreo (E) y a las profundidades muestreadas (F) en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

TABLA 2.- Densidad del microzooplancton (org.$1000.l^{-1}$) a las tres profundidades estudiadas (0, 5 y 10 m) durante el día y la noche y la abundancia relativa (%) de cada grupo.

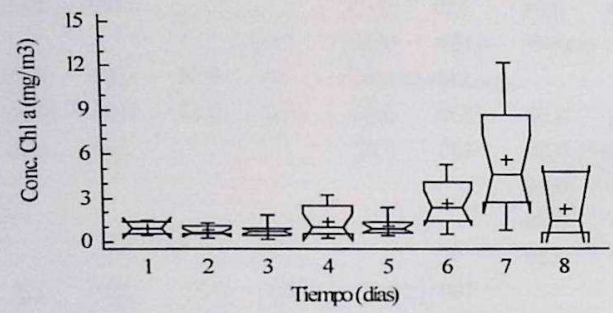
Grupos del Microzooplancton	DIA						NOCHE					
	0 m	Ab.%	5 m	Ab.%	10 m	Ab.%	0 m	Ab.%	5 m	Ab.%	10 m	Ab.%
Copépodos	195350	87.82	120200	89.73	109900	87.67	392950	85.47	355250	81.85	128250	76.70
Copepoditos	50	0.02	100	0.07	50	0.04	400	0.09				
Cladóceros	23300	10.47	11150	8.32	11550	9.21	57050	12.41	68800	15.85	33100	19.80
Ostrácodos	50	0.02			100	0.08			100	0.02		
Foraminíferos			200	0.15	50	0.04	150	0.03			100	0.06
Radiolarios	100	0.04	50	0.04	100	0.08	150	0.03				
Medusas							250	0.05	50	0.01	100	0.06
Salpidos	350	0.16	50	0.04	100	0.08	1850	0.40	750	0.17	1100	0.66
Apendicularios	500	0.22	600	0.45	250	0.20	100	0.02			100	0.06
Doliolidos					50	0.04						
Pterópedos					950	0.76						
Heterópodos					700	0.56						
Quetognatos	50	0.02					100	0.02	300	0.07	350	0.21
Nauplios cirripedos	1400	0.63	1150	0.86	800	0.64	5150	1.12	7050	1.62	2800	1.67
Larvas crustáceos			50	0.04	150	0.12	400	0.09	150	0.03	450	0.27
Huevos crustáceos	50	0.02										
Eufásidos	50	0.02										
Anfípodos	50	0.02	50	0.04	100	0.08	150	0.03	300	0.07	250	0.15
Larvas peces	50	0.02			50	0.04	50	0.01	50	0.01		
Huevos peces			100	0.07	50	0.04			100	0.02	50	0.03
Larvas equinodermos	150	0.07			200	0.16	50	0.01			100	0.06
Larvas anélidos	400	0.18	200	0.15	150	0.12	750	0.16	450	0.10	450	0.27
Nemátodos			50	0.04	50	0.04	200	0.04	700	0.16		
Larvas de Phoronidos	550	0.25		0.00								
Total	222450		133950		125350		459750		434050		167200	

tres profundidades estudiadas y durante el día y la noche (Tabla 2), luego le siguieron los cladóceros, con mayor representación durante la noche, con valores > 12%, mientras que en el día fluctuaron entre 8 y 10% de la abundancia relativa. En tercer lugar le siguieron los nauplios de cirripedos, con una mayor representación durante los muestreos nocturnos (1,12 – 1,67%; Tabla 2). No obstante, para el mesozooplancton se identificaron 14 grupos (tabla 3); los cladóceros en esta talla alcanzaron valores > 60%, seguido por los copépodos con valores > 16,43%, continuando con los huevos de peces, los cuales obtuvieron una mayor representación durante las capturas de día (0,60 – 2,58%) (Tabla 3).

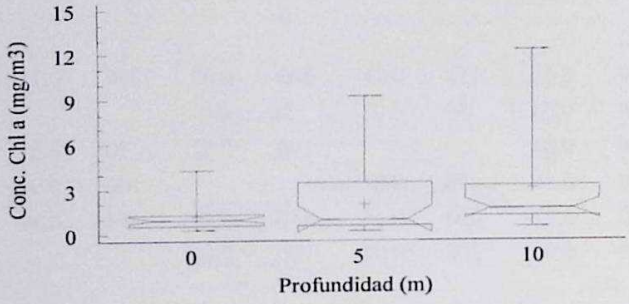
El Análisis de Componentes Principales (ACP) para el día mostró una varianza acumulada de 68,89 % en los dos primeros componentes (Figura 6A). El ACP durante el día muestra en el Componente I, una correlación significativa entre la clorofila *a* (Chla), la salinidad (Sali) y el microzooplancton (micro) en relación inversa a las concentraciones de amonio (NH4) y la temperatura (Temp). En el componente II la correlación entre el fosfato (PO4) y nitrito (NH2) es inversa al mesozooplancton (meso). No obstante, para la noche, la varianza acumulada para los dos primeros componentes fue de 62,92%, indicando una correlación positiva entre la salinidad



(A)



(B)



(C)

Fig. 3.- Diagramas de cajas y bigotes de la concentración de fosfato (µmol l^{-1}) en función a los días (A); de la concentración de clorofila *a* (mg.m^{-3}) en función a los días (B) y a las profundidades muestreadas (C) en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

(Sali) y la clorofila a (Chla) en relación inversa al fosfato (PO4) y el amonio (NH4) para el componente I. El componente II mostró una correlación positiva entre las dos tallas (micro y meso) y la temperatura opuesta con el nitrito (NH2) (Figura 6B).

DISCUSIÓN

El descenso paulatino de la temperatura en los 10 m observado en este estudio sugiere una estratificación térmica, atribuido a la influencia de las condiciones climáticas por la disminución de la velocidad del viento característico de la región oriental del país durante la época de relajación. Situación similar fue observada por GONZÁLEZ *et al.* (2006) en la misma bahía. Asimismo, OKUDA *et al.* (1968), expresaron que cuando los vientos se debilitan (< 6 m seg^{-1}), las masas de agua se estabilizan y se estratifican, desarrollándose termoclina. Resultados similares fueron registrados por PIRELA *et al.* (2007) en la bahía Charagato (Isla de Cubagua, Edo. Nueva Esparta) quienes informaron sobre la estratificación de la columna de agua entre los 5 y 10 m de profundidad para el período agosto-septiembre 2003. Las elevadas temperaturas del agua coinciden con lo encontrado por RIVAS-ROJAS *et al.* (2007) en Playa San Luis, quienes señalaron valores de temperatura del agua entre los 28 y 30° C.

Los bajos registros de salinidad detectados en la parte interna de la Bahía de Mochima durante el día, sugieren la presencia de las descargas de aguas servidas a este cuerpo de agua por parte de la comunidad, aunado a las aguas de escorrentía producto de las precipitaciones, además de la descarga de efluentes de la laguna de estabilización, ubicada cerca del área de estudio. Resultados similares fueron reportados por SUBERO-PINO *et al.* (2007) en la zona de Caigüire (Cumaná), donde existe la influencia de aguas servidas que provocan la dilución en la costa; igualmente, RIVAS-ROJAS *et al.* (2007) señalaron esta misma condición en Playa San Luís, Cumaná, durante el período de calma, atribuyéndolo en parte al aporte del agua de escorrentía. No obstante, los mayores valores de salinidad registrados durante la noche, se deben posiblemente al aumento de la evaporación por ser un cuerpo de agua somero, a la disminución de la actividad humana durante estas horas, por lo que baja el flujo de las descargas de aguas dulceacuícolas y posiblemente por la disminución de los efluentes de agua de la laguna de oxidación, alcanzándose valores típicos del agua de mar a las 22:00 h.

La concentración promedio de amonio (> 4 µmol l^{-1}) sugiere que la zona interna de la bahía Mochima, podrían estar eutroficadas; sin embargo, habría que hacer estudios durante varios períodos del año para corroborar esto. Estos altos valores de amonio se deben posiblemente a la actividad antropogénica y a las aguas de escorrentía. A este respecto, RIVAS-ROJAS *et al.* (2007) realizaron estudios en Playa San Luís, Cumaná, señalando que en la época de lluvias, período de este trabajo, las aguas de escorrentía

TABLA 3.- Densidad del mesozooplancton (org.l^{-1}x1000) a las tres profundidades estudiadas (0, 5 y 10 m) durante el día y la noche y la abundancia relativa (%) de cada grupo.

Grupos del Mesozooplancton	DIA						NOCHE					
	0 m	Ab.%	5 m	Ab.%	10 m	Ab.%	0 m	Ab.%	5 m	Ab.%	10 m	Ab.%
Copépodos	3500	16.43	5050	36.86	3200	19.34	22050	26.73	11950	17.84	18350	38.39
Copepoditos					50	0.30	50	0.06	50	0.07	100	0.21
Cladóceros	16850	79.11	8400	61.31	12300	74.32	58050	70.36	53450	79.78	28500	59.62
Medusas	50	0.23									50	0.10
Apendicularios	50	0.23	50	0.36	150	0.91	150	0.18	100	0.15	50	0.10
Doliolidos									150	0.22		
Quetognatos					50	0.30	300	0.36	150	0.22	100	0.21
Nauplio de cirripedos	50	0.23			350	2.11	400	0.48	250	0.37	150	0.31
Larvas de crustáceos	200	0.94	50	0.36	150	0.91	500	0.61	200	0.30	250	0.52
Anfipodos					100	0.60	300	0.36	150	0.22		
Larvas de peces	50	0.23					200	0.24				
Huevos de peces	550	2.58	100	0.73	100	0.60	450	0.55	250	0.37	100	0.21
Larvas de equinodermos							50	0.06				
Larvas de poliquetos					50	0.30			150	0.22	150	0.31
Nemátodos									150	0.22		
Total	21300		13700		16550		82500		67000		47800	

transporta gran cantidad de materia orgánica que se descompone y puede generar las altas concentraciones de amonio. El ACP reveló una correlación positiva entre la concentración de amonio y la temperatura del agua, lo que apoya el ingreso de aguas servidas o residuales de la planta de tratamiento al sistema, pero inversa con respecto a la concentración de clorofila *a* (fitoplancton). Por su parte, Bidigare (1983) indicó que la liberación del amonio proveniente del pastoreo y excreción del zooplancton puede representar una fuente significativa de nitrógeno para la comunidad fitoplanctónica; esto último podría estar ocurriendo en este sistema, confirmando la relación inversa mostrada por el ACP entre el amonio y la clorofila *a*.

La concentración de nitrito presentó valores característicos para estas aguas (Okuda *et al.* 1968; Quintero *et al.* 2004); sin embargo, se detectaron concentraciones mayores a 0,25 µmol l^{-1}, las cuales son elevadas. El nitrito es un intermediario inestable entre el nitrato y el amonio lo cual hace que su duración en el ambiente marino sea corta. Esta característica pudo influir en el hecho de que su concentración haya sido mayor a los 10 m de profundidad. En relación a esto Salazar-Gómez (2008) señaló que la oxidación de este compuesto podría ser más lenta a los 10 m, ya que a esta profundidad hay menor temperatura y posiblemente menor concentración de oxígeno disuelto que en la superficie. Por su parte, Figueroa (2003) expresa que en condiciones de poca luz y durante periodos de gran consumo de nutrientes, el fitoplancton está en capacidad de excretar nitrito y nitrato. Sin embargo, estos resultados difieren de los encontrados por Quintero *et al.* (2004), los cuales obtuvieron valores inferiores de nitrito, en la misma bahía (0,1 a 0,6 µmol l^{-1}), mientras que Pirela *et al.* (2007) señalaron valores promedios similares en agosto, para la Bahía de Charagato (isla de Cubagua). Las diferencias con respecto a Quintero *et al.* (2004) se deben posiblemente a la ubicación de las estaciones, las cuales se situaron en la zona intermedia y externa de la bahía, alcanzando valores más altos (0,2 a 2,0 µmol l^{-1}) sobre todo en la época de sequía producto del efecto nutricional de la surgencia costera (Okuda *et al.* 1968).

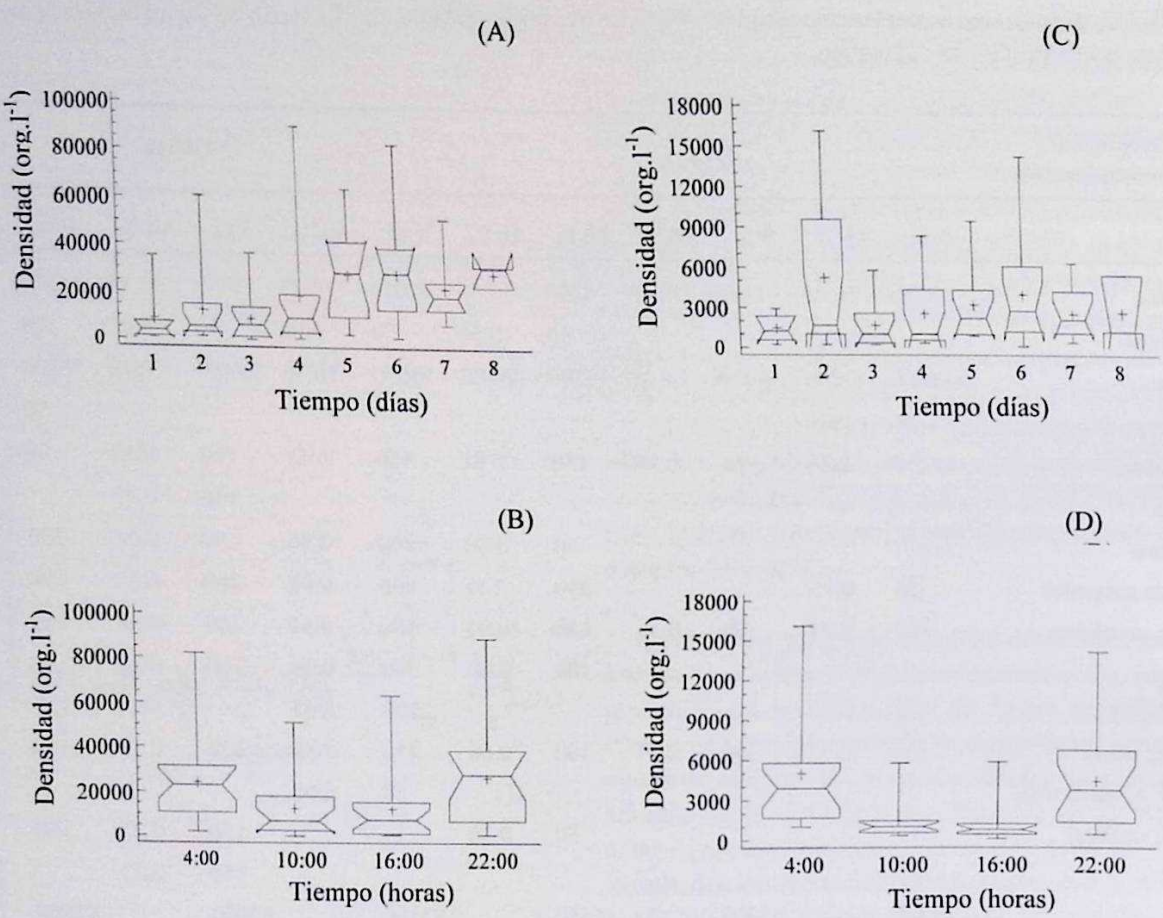


Fig. 4. Diagramas de cajas y bigotes de la densidad del microzooplancton (org.1000.l^{-1}) en función a los días de muestreo (A) y el tiempo en horas (B) y del mesozooplancton (org.1000.l^{-1}) en función a los días de muestreo (C) el tiempo en horas (D) en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

La variación vertical diaria de la concentración de fosfato en la parte interna de la Bahía de Mochima mostró un aumento continuo, atribuido posiblemente a la actividad antropogénica mediante la forma de descargas de las aguas residuales de la población y a las precipitaciones ocurridas durante los últimos días del muestreo, pudiendo contribuir a adicionar nutrientes por el drenaje terrestre. Las concentraciones de fosfato detectadas en este estudio son más bajas que las reportadas por FIGUEROA (2003) y QUINTERO *et al.* (2004) para la Bahía de Mochima (3,0 µmol l^{1} y 1,86 µmol.l^{-1}, respectivamente). Estas diferencias se pueden explicar en términos de consumo por pastoreo de los organismos planctónicos (BONILLA *et al.* 1993), corroborado con el ACP donde se obtuvo una relación inversa entre el fosfato y el mesozooplancton.

La concentración de clorofila *a*, mostró bajos valores (< 0,78 mg chl *a* m^{-3}) durante los primeros días de muestreo, lo cual coincide con los altos niveles de amonio y bajos de fosfato; por lo que se puede inferir en que estas variaciones de las concentraciones de clorofila *a* están inducidas por las concentraciones de nutrientes, específicamente el amonio, lo cual está corroborado por el ACP. En relación a esto, COSTA *et al.* (2007), señalan que el aumento de la biomasa fitoplanctónica en el período lluvioso en los ambientes costeros está asociado al aumento de la concentración de nutrientes por el drenaje terrestre. GONZÁLEZ *et al.* (2006) coinciden con los resultados observados en la presente investigación, en la cual los menores valores de biomasa fitoplanctónica se detectaron al comienzo del estudio y éstos se incrementaron ligeramente hasta un máximo de 8,57 mg m^{3}, en la Bahía de Mochima. A pesar que se produjo un aumento diario en la concentración de chl *a* vinculado

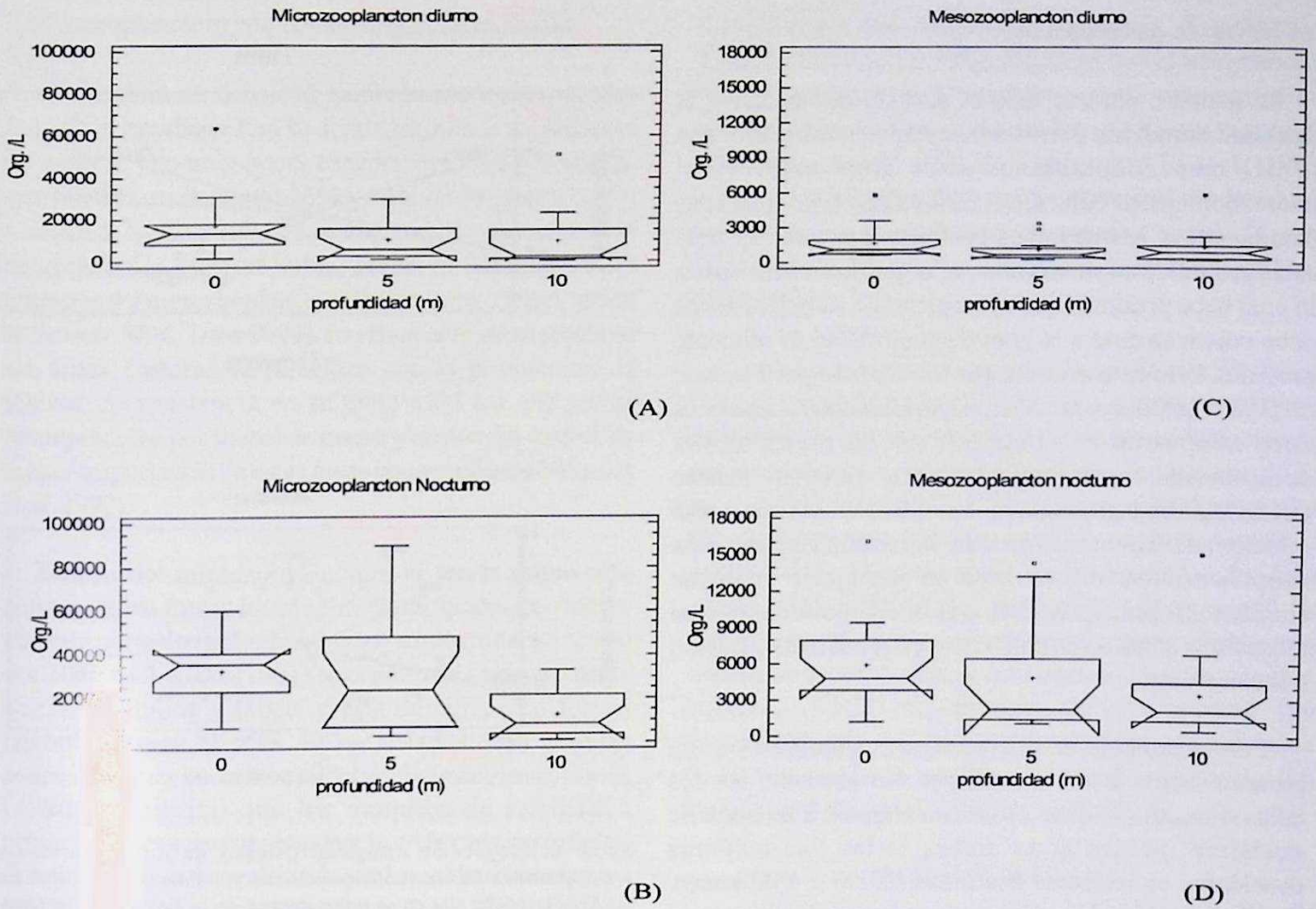


Fig. 5. Di[illegible]as de cajas y bigotes de la densidad del microzooplancton (org.1000.l^{-1}) en función a las profundidades estudiadas durante el día (A) y [illegible]che (B) y variación de la densidad del mesozooplancton (org.1000.l^{-1}) en función a las profundidades estudiadas durante el día (C) y la n[illegible]e (D) en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

con la concentración de nutrientes, la ausencia de cambios significativos en la concentración de esta variable con respecto a las horas de muestreo sugiere que la producción primaria no está sincronizada con el fotoperíodo (Lohrenz *et al.* 1999; Smith *et al.* 2000).

Por lo tanto, la máxima concentración de clorofila *a*, se observó entre los 5 y 10 metros de profundidad, como se mencionó anteriormente, por lo que estas fluctuaciones pudieran estar condicionadas por los valores de los nutrientes (amonio y fosfato). Resultados similares fueron señalados por Rodríguez (1995) y Expósito *et al.* (1999) quienes encontraron la mayor concentración de biomasa fitoplanctónica entre los 5 y 10 metros en la parte interna de la Bahía de Mochima, atribuyéndolo a un mayor suministro de nutrientes a 10 m, combinado con la fotoinhibición en la columna de agua superior.

Las densidades altas registradas para ambas tallas del zooplancton en este estudio, ponen de manifiesto la eficiencia del método de captura utilizado, indicando, a demás, que la mortalidad por el paso a través de las mangueras es relativamente baja, así como, la turbulencia son mínimas para causar la muerte y lesiones durante el proceso de la toma de la muestra (Icamberry & Richardson 1973; Paggi 1985; Masson *et al.* 2004; Mauro de Melo *et al.* 2007). Sin embargo, en cuanto a la composición, se pudo observar una menor cantidad de grupos zooplanctónico en relación a las capturas realizadas con redes, contabilizándose 22 grupos para el microzooplancton y 14 para el mesozooplancton. Dixon & Robertson (1986) no encontraron diferencias significativas en las densidades de los tres grupos más abundantes (copépodos, nauplios y zoeas), sin embargo, encontraron un mayor número de quetognatos, larvaceos y larvas de poliquetos en las muestras de red, mientras que con la bomba fueron más abundantes los bivalvos y

las larvas de gasterópodos.

En general, durante todo el periodo de muestreo, la densidad intradiaria del microzooplancton fue mayor que la del mesozooplancton; estos altos valores del microzooplancton coinciden con las altas concentraciones de clorofila *a,* lo que indica posiblemente, que esta talla está constituida en su mayoría por organismos herbívoros, lo cual hace presumir que el aumento de su población se debe prácticamente a la gran disponibilidad de alimento presente. Esto se corrobora por lo señalado por FREÓN *et al.* (1989) quienes mencionaron que los ambientes marinos están compuestos en su mayoría por los planctobiontes de menor talla. No obstante, MARÍN *et al.* (2004) mencionan que la máxima producción del microzooplancton está relacionada directamente con la máxima producción fitoplanctónica de una zona en particular. Esto fue corroborado principalmente con el ACP diurno, el cual mostró una correlación positiva entre el microzooplancton y la clorofila *a*.

Contrariamente al micro, el mesozooplancton, no presentó variaciones intradiarias. No obstante, las dos tallas sí mostraron diferencias con respecto a las horas de muestreo, presentando ambas tallas, las mayores densidades en las horas nocturnas (22:00 y 4:00 horas). Esto fue corroborado con las graficas de la variación vertical del micro y mesozooplancton, en relación al día y la noche; sin embargo, estadísticamente solo se encontraron diferencias significativas con el microzooplancton. Esta alta densidad durante las horas nocturnas evidencia el fenómeno de migración vertical diaria (DVM) que exhiben los organismos del zooplancton (FRAGOPOULU & LYKAKIS 1990; STEELE & HENDERSON 1998; WEN-TSENG *et al.* 2004; SCHWAMBORN *et al.* 2008); consistiendo en el descenso durante el día y el ascenso durante las horas de la noche sobre diferentes profundidades y escalas. Resultados similares fueron registrados por WEN-TSENG *et. al.* (2004) en una zona de surgencia, al norte de Taiwán, donde evidenciaron las mayores concentraciones de copépodos sobre los 200m a las 21:00 horas y una densidad mayor aún a las 02:00 horas a nivel superficial (0 a 1 m). Se conoce que muchos copépodos herbívoros presentan ritmos en el proceso de alimentación, comprobando que se alimentan más activamente durante la noche (BOYD *et al.* 1980; KIORBOE *et al.* 1985; STEARNS 1986; ISHII 1990; GARCÍA-PÁMANES & LARA-LARA 2001). Sin embargo, la DVM fue más evidente en el microzooplancton, ya que se midieron los valores más altos (> 430000 org.1000.l^{-1}) de densidad

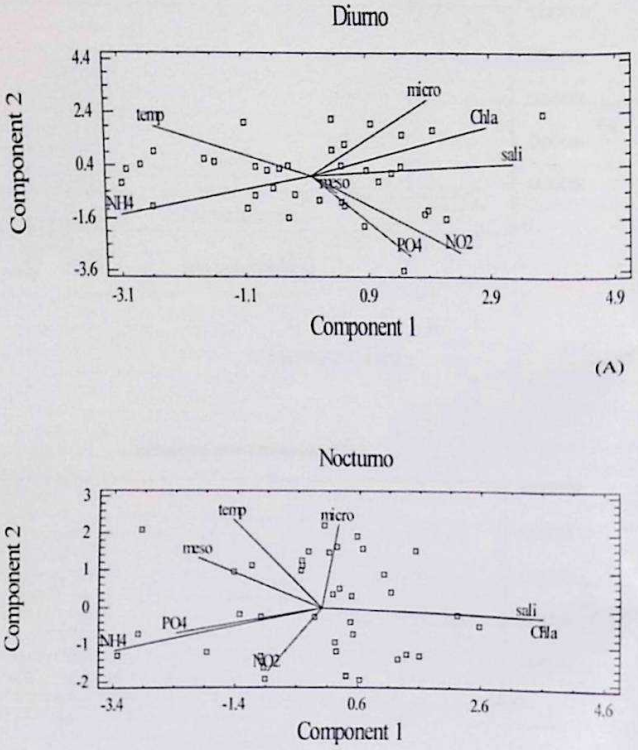


Fig. 6. Proyección ortogonal (Biplot) de los dos primeros componentes de las variables bióticas y abióticas, durante el día (A) y la noche (B) en la parte interna de la Bahía de Mochima, Venezuela.

en los primeros metros de la columna de agua (< 5m) durante la noche. A pesar que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en la densidad del mesozooplancton con respecto al día y la noche, se pudo apreciar al igual que el micro, una mayor (> 67000 org.1000.l^{-1}) densidad en la noche en los primeros metros de la columna del agua.

En general, la limitación de alimento puede impedir a los zooplancteres a emprender la DVM, siendo la estrategia óptima la de quedarse en la capa máxima de clorofila *a* y prácticamente cesan la migración (JOHNSON & JAKOBSEN 1987). Esto último corrobora los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que el mesozooplancton no mostró indicios de DVM, coincidiendo sus máximas densidades con los valores más altos de clorofila *a* entre los 5 – 10 m. Sin embargo, el patrón de migración de los organismos del microzooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima, coincide con la predicción de FIKSEN & GISKE (1995) que los copépodos más pequeños

(microzooplancton) emprenden migraciones diarias.

El dominio en densidad exhibido por los copépodos durante el estudio reitera su dominancia en el zooplancton en general, con muy pocas excepciones, con porcentajes que pueden oscilar entre 35% y 90% (Boltovskoy 1981; Campos & Suárez 1994). Los cladóceros estuvieron bien representados en esta bahía, como es habitual en las muestras del mesozooplancton (Boltovskoy 1981; Campos & Suárez 1994; Zoppi 1999). Es sabido que su presencia en las áreas costeras se relaciona con la producción de huevos de resistencia en su ciclo vital los que serían resuspendidos por fuerza de marea y acción del viento, de mayor importancia en estas áreas poco profundas (Egloff *et al.* 1997).

Dentro del microzooplancton, el tercer grupo más representativo fueron los nauplios de cirrípedos, con mayor abundancia durante las horas nocturnas (> 2800 org.1000 l^{-1}). Legaré (1961) en el golfo de Cariaco, señaló que los nauplios y larvas cypris de cirrípedos fueron encontrados en el 65% de los calados, con grandes concentraciones hacia la boca del golfo. Igualmente, Urosa (1980) determinó que los nauplios de cirrípedos presentan una mayor abundancia en la capa superficial, distribución que se ve afectada por la incidencia de luz, ya que estos organismos obedecen a un fototactismo positivo. A este grupo le siguieron los apendiculados; hallándose su mayor abundancia durante las horas de la noche y en el estrato profundo donde se observaron los mínimos de temperatura y las elevadas concentraciones de nutrientes, a este respecto, Zoppi (1977) expresa que este grupo puede aparecer en grandes densidades poblacionales durante ciertos periodos del año, cuando el ambiente les favorece, principalmente la prevalencia de temperaturas bajas o concentraciones elevadas de fitoplancton.

En contraste con lo anterior, el tercer grupo más abundante en el mesozooplancton fueron los huevos de peces, observándose la mayor (550 org.1000.l^{-1}) abundancia en la superficie y en horas del día. Esto probablemente se debe a que el desove de muchas especies está influenciado, en algunos casos de manera muy clara, por la alternancia del día y de la noche (Cognetti *et al.* 2001). Así, Robertson (1991), señala que casi todos los datos disponibles son de peces activos en el día, que desovan durante el día o en los periodos crepusculares cuando los depredadores están inactivos o cuando los mismos están probablemente saciados por una alimentación previa. Richards & Vásquez-Yeomans (1996), expresan que el ictioplancton es un componente minoritario pero importante del zooplancton marino. Resultados similares han sido reportados para el golfo de Cariaco por Legaré (1961) quien señaló la presencia de una densidad moderada de huevos de peces en la zona de estudio, siendo la zona más abundante el área cercana a la boca del río Manzanares.

Teniendo en cuenta que esta zona de estudio es un sistema heterogéneo, por la cercanía a la costa y a la laguna de estabilización, este estudio a escala pequeña de tiempo representa una contribución al conocimiento de la influencia de las variables fisicoquímicas en la dinámica del zooplancton marino costero en función de la periodicidad y la profundidad, en determinados días bajo condiciones ambientales particulares (temporada de lluvia), por lo que no es apropiado generalizar estos resultados como si ellos se aplicaran a todos los sistemas costeros. Varias extensiones de este estudio son necesarias. Sin embargo, esta variabilidad debería considerarse para evaluar el comportamiento del zooplancton en otros sistemas costeros.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren expresar sus más sinceros agradecimientos a la Estación Biológica IDEA MOCHIMA en la población de Mochima, por toda la colaboración brindada, así como la facilidad del alojamiento durante el período de muestreo. Igualmente agradecemos al Laboratorio de Oceanografía Físico-Química del Instituto Oceanográfico de Venezuela, por facilitar los datos de nutrientes y al Departamento de Biología Marina del mismo instituto por todo el apoyo logístico brindado.

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Aziz, N. E. 2006. Vertical migration of zooplankton groups in an eutrophic bay, Dekhaila Harbor, Alexandria, Egypt. *Egyptian J. Aquatic Res.* 32 (1):135-157.

Bidigare, R. 1983. *Nitrogen excretion by marine zooplankton. In: Nitrogen in the marine environment.* Ed. E. Carpenter y D. Capone. Academic Press, New York, USA.385-410.

BOLTOVSKOY, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina. 938 pp.

BONILLA, R. J., W. SENIOR, J. BUGDEN, O. SAFINO & R. TONES. 1993. Seasonal distribution of the nutrients and primary productivity in the eastern Caribbean as the influence by the Orinoco river. *J. Geophys. Res.* 98: 2245–2259.

BOYD, C. M., S. L. SMITH & T. J. COWLES. 1980. Grazing patterns of copepods in the upwelling system off Peru. *Limnol. Oceanogr.* 25: 583-596.

BOYER, J., J. FOURQUERAN & R. JONES. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries* 20(4): 743-758.

CAMPOS, A. & E. SUÁREZ 1994. *Copépodos pelágicos del golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y Sistemática.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)/ CONACYT, Chetumal, México. 353 pp.

CARABALLO, L. F. 1970. Condiciones de sedimentación en las playas de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 9:9-20.

COGNETTI, G., M. SARÁ & G. MAGAZZÚ. 2001. *Biología marina*. Editorial Ariel. Barcelona, España. 619 p.

COSTA, V., E. SOUSA & L. PEREIRA. 2007. *Variaçao espaço"temporal da concentraçao de clorofila a em uma praia do litoral norte brasileiro (Bragança, Pará). En: XII Congreso Latino-Americano de Ciencias del Mar (COLACMAR).* Florianópolis, Brasil. 642 p.

DENMAN, K. L. 1977. Short term variability in vertical chlorophyll structure. *Limnology and Oceanography* 22 (3): 434–441.

DIXON, P. & A. I. ROBERTSON. 1986. A compact, self-contained zooplankton pump for use in shallow coastal habitats: design and performance compared to net samples. *Mar. Ecol. Progr. Series* 32: 97-100.

EGLOFF, D. A., P. W. FOFONOFF & T. ONBÉ. 1997. Reproductive biology of marine cladocerans. *Advances in Marine Biology* 31:79–167.

EXPÓSITO, N., E. ZOPPI DE ROA & E. MONTIEL. 1999. Efectos de las descargas de una laguna de estabilización sobre el fitoplancton marino. *En: VIII Congreso Latino-Americano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR).* Trujillo, Perú. Eds. A. Tresierra & Z. Culquichicón. Tomo I.:355-356.

FARBER-LORDA, J., M. F. LAVIN, M. A. ZAPATERO & J. M. ROBLES.1994. Distribution and abundance of euphausiids in the Gulf of Tehuantepec during wind forcing. *Deep-Sea Res.* 41:359-367.

FERNÁNDEZ, E., J. CABAL, J. L. ACUNA, A. BODE, A. BOTAS & C. GARCIA-SOTO.1993. Plankton distribution across aslope current-induced front in the Southern Bay of Biscay. *J. Plankton Res.* 15: 619-641.

FIKSEN, O. Y J. GISKE. 1995. Vertical distribution and population dynamics of copepods by dynamic optimization. ICES. *J. Mar. Sci.* 52: 483-503.

FLAGG. C. N., G. D. WARICK Y S. C. SMITH.199[illegible] The interaction of phytoplankton, zooplankton and currents from mid-Atlantic Bight. Deep-Sea Res. Parte II, 41:411-43.

FIGUEROA, C. 2003. *Estudio de la materia orgán[illegible] y los elementos nutritivos en el sector norte de la bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela.* Trab. Grad. Lic. Química, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 89 pp.

FRAGOPOULU, N. & J. J. LYKAKIS. 1990. Vertical distribution and nocturnal migration of zooplankton in relation to the development of the seasonal thermocline in Patraikos Gulf. *Mar. Biol.* 104:381-387.

FREÓN, M., M. EL KHATTABI, J. MENDOZA Y R. GUZMÁN. 1989. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. *Mar. Biol* 128:363-372.

FRUTOS, S. 1998. Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro-Planicie del Río Paraná – Argentina. *Rev. Brasil. Biol* 58(3):431-444.

García-Pámanes, J. & J. R. Lara-Lara. 2001. Pastoreo por el mesozooplancton en la región central del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 27(1):73-90.

Giske J., D. L. Aksnes & O. Fiksen.1994. Visual predators, environmental variables and zooplancton mortality. *Vie et Milieu* 44: 1-9.

Greve, W. 1994. The 1989 German Bight invasion of *Muggiaea atlantica*. ICESJ. *Mar. Sri.*, 5L: 355-358.

González, F., E. Zoppi & E. Montiel. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la bahía de Mochima, Venezuela. *Inv. Mar.* 34(2):37-45.

Guinder, V. A., C. A. Popovich & G. M. Perillo. 2009. Short-term variability in the phytoplankton and physico-chemical variables in a high-tidal regime, Bahia Blanca estuary, Argentina. *Brazilian Journal of Oceanography* 57(3):249-258.

Harr[illegible], L. Portier & R. Young. 1986. A large-volume [illegible]p system for studies of the vertical distribution [illegible]sh larvae under open sea conditions. *J. Mar. [illegible] Ass.* 66:845-854.

Haur[illegible], H. Yamazaki & E. Itsweire. 1990. Effect of [illegible]ulent shear flow on zooplankton distribution. *[illegible]p-Sea Res.* 37:447-461.

Icamberry, J. & R. Richardson. 1973. Quantitative sampling of live zooplankton with a filter-pump system. *Limnol. Oceanogr* 18:333-335.

Ishii, H. 1990. In situ feeding rhythms of herbivorous copepods and the effect of starvation. *Mar. Biol.* 105:91-98.

Jhonson, R. & D. Wichern. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice-Hall, New York. 642 pp.

Johnson, G. H. & P. J. Jakobsen. 1987. The effect of food limitation on vertical migration in *Daphnia longispina*. *Limnology and Oceanography* 32:873-880.

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

Kato, K. 1961. Some aspects on biochemical characteristics of sea water and sediments in Mochima bay, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente* 1(2):343-350.

Kiorboe, T., F. Mohlenberg & H. V. Riisgard. 1985. In situ feeding rates of planktonic copepods: A comparison of four methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 88:67-81.

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

Lampert, W. 1989. The adaptive significance of diel vertical migration of zooplankton. *Func Ecol.* 3:21-27.

Legaré, H. 1961. Algunos Eufausiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco, al oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 1(1):131-146.

Lenz, J. 1972. A new type of plankton pump on the vacuum principle. *Deep-Sea Res.* 19:453-459.

Lohrenz, S., G. L. Fahnenstiel, D. G. Redalje, G. A. Lang, M. J. Dagg, T. E. Whitledge & Q. Dortch. 1999. Nutrients, irradiance, and mixing as factors regulating primary production in coastal waters impacted by the Mississippi River plume. *Continental Shelf Research*, 19:1113-1141.

Mackas, J. J., J. C. Denman & M. Abbott. 1985. Plankton patchiness: biology in the physical vernacular. *Bull. Mar. Sci.* 37:652-674.

Mann, J. C. & J. R. Lazier. 1991. *Dynamics of marine ecosystems.* Biological-physical interactions in the oceans. Blackwell Scientific Publishers, Oxford. 466 pp.

Marín, B., C. Lodeiros, D. Figueroa & B. Márquez. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista Científica* 14 (2):1-15.

Márquez, B., B. Marín, J. Díaz-Ramos, L. Troccoli & S. Subero-Pino. 2007. Variación estacional y vertical

de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, durante 1997 y 1998. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 42(3):241-252.

_____., B. MARÍN, J. R. DÍAZ-RAMOS & L. TROCCOLI. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónicas de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana* 72(1):89-104.

MASSON, S., B. PINEL-ALLOUL, G. METHOT & N. RICHARD. 2004. Comparison of nets and pump sampling gears to assess zooplankton vertical distribution in stratified lakes. *J. Plankton Res.* 26(10):1199-1206.

MAURO DE MELO, J., M. NOGUEIRA, R. SCHWAMBORN, S. NEUMANN & W. EKAU. 2007. Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in northeastern brazil. *Braz. J. Oceanogr*, 55(4):239-249.

MONTGOMERY, D. C. 1997. Design and analysis of experiments, 3er Ed. Wiley, New York., 680 pp.

OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. GARCÍA & E. FERNÁNDEZ. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente,* 7:7-37.

PAGGI, J. 1985. Distribución vertical del zooplancton en el río Paraná medio (km 603). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 18(1):13-21.

PARSONS, T. R., M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Tercera edición. Pergamon Press, Oxford. 330 pp.

PERDOMO-MATA, M. & K. HUBSCHMAN. 1976. *Temporada de lluvias en las costas venezolanas durante el año 1975*. Simposium sobre Investigaciones Marinas del Caribe y Regiones Adyacentes. Caracas, Venezuela. 16 pp.

PIRELA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ. 2007. *Hidrografía y microfitoplancton de la bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela, durante el período mayo 2003 – junio 2004. En: XII Congresso Latino-Americano sobre Ciencias del Mar (XII COLACMAR)* Florianópolis, Brasil. Tomo I,141 p.

POMEROY, P. P. 1994. Zooplankton in Loch Lomond: Perspectives, predation and power. *Hydrobiologia* 290:75-90.

POPOVICH, C. A. & J. E. MARCOVECCHIO. 2008. Spatial and temporal variability of phytoplankton and environmental factors in a temperate estuary of South America (Atlantic coast, Argentina). *Cont. Shelf. Res.* 28:236-244.

QUINTERO, A., J. BONILLA, L. SERRANO, M. AMARO, B. RODRÍGUEZ, G. TEREJOVA & Y. FIGUEROA. 2004. Características ambientales de la bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 43(1-2):49-64.

RAHKOLA, M., J. KARJALAINEN & M. VILJANEN. 1994. Evaluation of a pumping system for sampling zooplankton. *J. Plankton Res.* 16(7):905-910.

RICHARDS, W. & L. VÁSQUEZ-YEOMANS. 1996. *Ictioplancton*. En. Introducción al estudio del zooplancton marino. Eds. Gasca, R. y M. Suárez. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Chetumal, México. 631-664.

RIVAS-ROJAS, T., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, L. CHARZEDDINE, S. SUBERO-PINO Y A. MÁRQUEZ. 2007. Variación diaria de algunas variables físico-químicas de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.* 46:13-

ROBERTSON, D. 1991. *The role of adult biology in the timing of spawning of tropical reef fishes.. In: The ecology of fishes on coral reefs.* Ed. P. Sale. Academic Press, California. 356-370.

ROA, M. P. 1961. Estudio topográfico y sedimentológico de la bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente,* 1(1):5 - 20.

RODRÍGUEZ, A. 1995. *Fitoplancton de la bahía de Mochima Estado Sucre: abundancia y biomasa en el canal central*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 112 pp.

ROSAS, I., A. VELASCO, R. BELMONT, A. BÁEZ & A. MARTÍNEZ. 1992. The algal community as indicator of the trophic

status of Lake Pàtzcuaro, Mexico. *Envir. Poll.* 80:255-264.

SALAZAR-GÓMEZ, I. 2008. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la bahía de Mochima, estado Sucre, durante agosto de 2006. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 109 pp.

SAMEOTO, D., P. WIEBE, J. RUNGE, L. POSTEL, J. DUNN, C. MILLER & S. COOMBS. 2000. *Collecting zooplankton. In: Zooplankton methodology manual.* Eds. Harris, P., P. Wiebe, J. Lenz, H. Skjoldal & M. Hunthey. Academic Press, San Diego.55-81.

SCHWAMBORN, R., J. MAURO DE MELO, S. N. LEITÃO, W. EKAU & M. NOGUEIRA-PARANAGUÁ. 2008. Dynamic patterns of zooplankton transport and migration in Catuama Inlet (Pernambuco, Brazil), with emphasis on the decapod crustacean larvae. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 3[illegible] 109-113.

SMITH, [illegible]., J. MARRA, M. R. HISCOCK & R. T. BARBER. 2[illegible] The seasonal cycle of phytoplankton biomass a[illegible] imary productivity in the Ross Sea, Antarctica. *[illegible] Sea Research II,* 47:3119-3140.

STEARN[illegible] 1986. Copepod grazing behavior in simulated n[illegible]al light and its relation to nocturnal feeding. *M[illegible] Ecol. Prog. Ser.*, 30:65-76.

STEELE, J. H. & E. W. HENDERSON. 1998. Vertical migration of copepods. *J. Plankton Res.* 20:787-799.

STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. Bd.* Canada Bull. 167:1-310.

SUBERO-PINO, S., J. DÍAZ-RAMOS, E. ARGOTTI & L. CHARZADDINE. 2007. *Variaciones de las microalgas en la zona costera de Cumaná, Estado Sucre, Venezuela, durante la época de surgencia. En: XII Congresso Latino-Americano de Ciencias del Mar (XII COLACMAR)* Florianópolis, Brasil. Tomo I 174 p.

UROSA, L. 1980. Nauplios balanomorfos y variación diurna de la temperatura en la Ensenada de Turpialito, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 19(1-2):73-92.

WEN-TSENG, LO., S. CHANG-TAI & H. JIANG-SHIOU. 2004. Diel vertical migration of the planktonic copepods at an upwelling station north of Taiwan, western North Pacific. *J. Plankton Res.* 26(1):89-97.

WIAFE, G. & C. L. FRID. 1996. Short-term temporal variation in coastal zooplankton communities: the relative importance of physical and biological mechanisms. *J. Plankton Res.* 18(8):l485-1501.

ZOPPI, E. 1977. *El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela.* Trab. Doctoral. Tomo I. Univ. Central de Venezuela. Caracas. 187 pp.

_____. 1999. *El zooplancton de la zona interna de la bahía de Mochima. En: VIII Congreso Latino-Americano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR).* Trujillo, Perú. Eds. A. Tresierra & Z. Culquichicón. Tomo I.:354-355.

_____., P. ALONSO & M. DELGADO. 1989. Distribución de los misidáceos (crustácea) en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 28(1-2):29-33.

_____. & P. ALONSO. 1997. Distribution of *Mysidium integrum* (Tattersall) (Crustacea-Mysidacea) in Venezuelan coral habitats. *Studies on the Natural History of the Caribbean Region* 73:1-15.

RECIBIDO: Junio 2009
ACEPTADO: Junio 2010