



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

VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL MICRO Y MESOZOOPLANCTON
EN LA PARTE INTERNA DE LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE,
VENEZUELA, EN ÉPOCA DE SURGENCIA
(Modalidad: Tesis de Grado)

MARIELA DEL VALLE NARVÁEZ RUIZ

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

CUMANÁ, 2011

VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL MICRO Y MESOZOOPLANCTON
EN LA PARTE INTERNA DE LA BAHÍA DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE,
VENEZUELA, EN ÉPOCA DE SURGENCIA

APROBADO POR:

Profa. Brighthoom Márquez
Asesora Académica

Prof. Baumar Marín
Jurado Principal

Licda. Luz Mary Marcano
Jurado Principal

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS	VI
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA	8
Área de estudio.....	8
Trabajo de campo.....	9
Trabajo de laboratorio.....	10
Análisis estadísticos	11
RESULTADOS.....	12
Factores abióticos.....	12
Amplitud mareal	12
Velocidad del viento	12
Temperatura del agua (°C).....	12
Concentración de oxígeno disuelto (mg.l ⁻¹).....	14
Concentración de amonio (NH ₄ ⁺)	16
Concentración de nitrito (NO ₂ ⁻).....	18
Concentración de fosfato (PO ₄).....	21
Factores bióticos.....	23
Clorofila a (Chl-a)	23

Densidad zooplanctónica.....	23
Microzooplancton	23
Mesozooplancton	27
Composición temporal y espacial	27
Microzooplancton	27
Mesozooplancton	32
Análisis de componentes principales (ACP)	34
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
HOJA DE METADATOS	

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, hermanas, abuelos, sobrinas, amigos; quienes en todo momento guían mis pasos, me ayudan en el camino y me han enseñado que superarme cada día me permitirá seguir adelante con mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela y a la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del Estado de Sucre (FIDAES) por todo el apoyo prestado para el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora Brightdoom Márquez, sin cuyo apoyo, motivación y temple, esto no sería posible y a Yelitza Marcano por sus consejos y asesorías.

Al profesor Baumar Marín, quien me ha enseñado un mundo de posibilidades en las investigaciones marinas, y además se ha convertido en el abuelo adoptivo de muchos de nosotros.

Al profesor Luis Tróccoli, por sus consejos y enseñanzas sobre estadística, que me fueron tan útiles en la presente investigación.

Al profesor Rafael Díaz y a sus tesisistas por suministrarme los datos de clorofila a y al Departamento de Oceanografía Físico-Química, por facilitarme los datos de nutrientes empleados en este trabajo investigativo.

A los profesores Oscar Chinchilla, Angel Fariña, Isabel Mimbela, Alexander Barrios, Bertha Velásquez, Aracelis Torres, Carmen Martins, Lilia Ruiz, Rossana Valerio y a todos aquellos profesores del Departamento de Biología quienes me brindaron su cariño y conocimientos durante mis estudios en esta universidad.

A mis padres José Luis Narváez y Aracelis Ruiz, por su apoyo y amor incondicional, por enseñarme que la mejor herencia que puede dejarse a los hijos son sus estudios.

A mi hermanas Aracelita y Carolina, por mostrarme el mundo desde sus perspectivas, por cuidarme y velar siempre por mi bienestar. A mis lindas copepoditas Milara Carolina y Angelina, mis sobrinas bellas, cuyas sonrisas y travesuras me recuerdan que hay que reír como niños para ser felices.

A mis amigos Rosmarí Marcano, Fanny Medina, Alan Martínez, Luis Ariza, Norma Alcalá y Beatriz Bergamo, por permitirme compartir un pedacito de sus vidas, por enseñarme que la vida hay que vivirla, darme ánimos y sobre todo por tenerme tanta paciencia.

Y sencillamente a todas aquellas personas que con su granito de arena hicieron posible que alcanzara esta meta.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar la variación diurna-nocturna.....	14
Tabla 2. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar el efecto de la profundidad.....	14
Tabla 3. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l ⁻¹), para determinar la variación entre los días de muestreo.	16
Tabla 4. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l ⁻¹), para determinar la variación entre las horas de muestreo.	16
Tabla 5. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de amonio (µm.l ⁻¹), para determinar la variación entre los días de muestreo.	17
Tabla 6. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrito (µm.l ⁻¹), para determinar la variación entre los días de muestreo.	18
Tabla 7. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrito (µm.l ⁻¹), para determinar el efecto de la profundidad.....	19
Tabla 8. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de fosfato (µm.l ⁻¹), para determinar la variación entre los días de muestreo.	21
Tabla 9. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de fosfato (µm.l ⁻¹), para determinar el efecto de la profundidad.....	21
Tabla 10. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la concentración de clorofila (mg.m ⁻³), para determinar el efecto de la profundidad.....	23
Tabla 11. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la densidad del microzooplancton (org.l ⁻¹ x 1 000), para determinar la variación entre los días de muestreo.	25
Tabla 12. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la densidad de microzooplancton (org.l ⁻¹ x 1 000), para determinar la variación entre las	

horas de muestreo.	25
Tabla 13. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la densidad de microzooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\ 000$), para determinar el efecto de la profundidad.	27
Tabla 14. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la densidad del mesozoplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\ 000$), para determinar la variación entre los días de muestreo.	28
Tabla 15. Análisis <i>a posteriori</i> (LSD 95%) aplicado a la densidad de mesozoplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\ 000$), para determinar la variación entre las horas de muestreo.	29
Tabla 16. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del microzooplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, estado Sucre.	34
Tabla 17. Correlaciones de los parámetros bióticos y abióticos en los tres primeros componentes del microzooplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.	35
Tabla 18. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del mesozoplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, estado Sucre.	36
Tabla 19. Correlaciones de los parámetros bióticos y abióticos en los tres primeros componentes del mesozoplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de la Bahía de Mochima donde se muestra el área de estudio. Estación Fundaciencia (●) donde se realizó el muestreo y laguna de oxidación (▲) adyacente a dicha área.....	8
Figura 2. Variabilidad temporal diaria de la amplitud mareal (cm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia.	13
Figura 3. Variabilidad temporal diaria de la velocidad del viento ($m.s^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia.	13
Figura 4. Variación intradiaria de la temperatura del agua ($^{\circ}C$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C).....	15
Figura 5. Variación intradiaria de la concentración de oxígeno disuelto ($mg.l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B).....	17
Figura 7. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ($\mu m.l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C).....	20
Figura 8. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ($\mu m.l^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C).....	22
Figura 9. Variación intradiaria de la concentración de clorofila <i>a</i> ($mg.m^{-3}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades.....	24
Figura 10. Variación intradiaria de la densidad del microzooplancton ($org.l^{-1} \times 1\ 000$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B)	

y las profundidades (C).....	26
Figura 11. Variación intradiaria de la densidad del mesozooplancton (org.l ⁻¹ x 1 000) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C).....	29
Figura 12. Composición porcentual del microzooplancton (100 µm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, durante los 8 días de muestreo.	30
Figura 13. Densidad (org.l ⁻¹ x 1 000) de los grupos menores del microzooplancton (100 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a los días de muestreo.	31
Figura 14. Densidad (org.l ⁻¹ x 1 000) de los grupos menores del microzooplancton (100 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto al día (10:00 y 16:00 h) y la noche (22:00 y 4:00 h).....	31
Figura 15. Densidad (org.l ⁻¹ x 1 000) de los grupos menores del microzooplancton (100 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a las profundidades.	32
Figura 16. Composición porcentual del mesozooplancton (300 µm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, durante los 8 días de muestreo.	33
Figura 17. Densidad (org.l ⁻¹ x 1 000) de los grupos menores del mesozooplancton (300 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a los días de muestreo.	33
Figura 18. Densidad (org.l ⁻¹ x 1 000) de los grupos menores del mesozooplancton (300 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto al día	

(10:00 y 16:00 h) y la noche (22:00 y 4:00 h).....	34
Figura 19. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de las variables hidrológicas e hidrobiológicas del microzooplancton (100µm) en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.....	35
Figura 20. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de las variables hidrológicas e hidrobiológicas del mesozoplancton (300 µm) en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.....	36

RESUMEN

Con el propósito de estudiar las variaciones temporales y espaciales del mesozooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima en época de surgencia, se efectuaron muestreos diarios empleando una bomba de succión, a intervalos de 6 horas (04:00, 10:00, 16:00 y 22:00 horas) durante una semana (01-08/ 03/ 2008), a tres profundidades (0, 5 y 10 metros). Se colectaron dos muestras para cada profundidad, una de ellas fue filtrada con un tamiz de 100 μm (microzooplancton) y la otra con un tamiz de 300 μm (mesozooplancton), a las cuales se les agregó formaldehído al 4% neutralizado con bórax. Se midieron variables abióticas (amplitud mareal, velocidad del viento, temperatura del agua, contenido de oxígeno disuelto, amonio, nitrito y fosfato) y bióticas (clorofila *a*, densidad del microzooplancton 100 μm y mesozooplancton 300 μm). Los datos de clorofila *a* y nutrientes fueron suministrados por los laboratorios de Fitoplancton y de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela, respectivamente. La amplitud mareal presentó un mínimo de -16 cm y un máximo de 23 cm, los vientos más fuertes (9,78 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) se observaron a partir del día 4. La temperatura osciló entre 23 y 29°C. Las concentraciones de nutrientes fueron altas (promedios de 0,71; 0,16 y 0,24 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ para amonio, nitrito y fosfato, respectivamente). En lo referente a la densidad para el microzooplancton se encontraron diferencias entre días (KW= 0,005; $p<0,05$), horas (KW= 0,005; $p<0,05$) y profundidades (KW= $<0,001$; $p<0,05$), pero para el mesozooplancton sólo se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a días (KW= $<0,001$; $p<0,05$) y horas (KW= 0,015; $p<0,05$), más no para profundidades (KW= 0,083; $p<0,05$). El promedio de densidad para los organismos de 100 μm fue 36 689,98 $\text{org}\cdot\text{l}^{-1} \times 1\ 000$ y para los de 300 μm fue 1 359,43 $\text{org}\cdot\text{l}^{-1} \times 1\ 000$. Como grupos dominantes se identificaron para el microzooplancton copépodos (62,74%), cladóceros (18,54%) y nauplios de crustáceos (15,89%), para el mesozooplancton se contabilizaron cladóceros (72,31%), copépodos (19,09%), larvas de crustáceos (2,14%) y huevos de peces (2,09%). La clorofila *a*, el fosfato y el nitrito se correlacionaron negativamente con la temperatura, lo cual es típico de surgencia. Las variables hidrológicas como el fosfato y nitrito, parecen estar influenciadas por las descargas de la laguna de estabilización y por la actividad antropogénica de la zona. Por otro lado, se infiere la existencia de migraciones verticales nocturnas debido a que las mayores densidades se corresponden con horas de la noche.

INTRODUCCIÓN

El plancton es el conjunto heterogéneo de organismos que viven suspendidos en las aguas de los océanos, lagos, estanques y ríos. Como son incapaces de moverse, o a lo sumo realizan movimientos erráticos, están a merced de las corrientes (Nybakken, 2001). Dentro del plancton se distinguen dos grupos: el fitoplancton o plancton vegetal, y el zooplancton o plancton animal. El fitoplancton está constituido principalmente por algas unicelulares microscópicas capaces de sintetizar su propio alimento. El zooplancton, por el contrario, está constituido por organismos heterótrofos que no pueden sintetizar su propio alimento (Levinton, 1995). La complejidad del zooplancton radica en la amplia y variada gama de organismos que incluye, desde los minúsculos protozoarios hasta los más evolucionados peces, los cuales en sus primeros estadios, como huevos y larvas, se encuentran formando parte del zooplancton (Cognetti *et al.*, 2001).

Dos de las clasificaciones más empleadas para estudiar a estos organismos corresponden a su caracterización por tallas y de acuerdo a su permanencia en la columna de agua. La primera, señalada por Omori y Ikeda (1992), separa a los organismos en microplancton (organismos que van desde las 20 hasta las 200 μm), mesoplancton (individuos ubicados entre 200 μm – 2 mm), macroplancton (organismos con tallas desde 2 – 20 mm) y megaloplancton (individuos superiores a los 20 mm). La otra, referida al tipo de permanencia que tenga el plancton en la columna de agua, establece una división en dos grupos: el primero lo constituyen aquellos organismos que solamente forman parte del plancton en etapas tempranas de su ciclo de vida, y al crecer o desarrollarse adquieren hábitos bénticos o pasan a formar parte del necton (organismos que pueden transportarse por medios propios, independientemente de los movimientos de las masas de agua) y en el segundo grupo se tiene a aquellos zoopláncteres (componentes del zooplancton) cuyo ciclo de vida

transcurre totalmente como parte de la comunidad planctónica (Gasca y Suárez, 1996). El zooplancton marino desempeña muchas funciones en las tramas alimenticias del océano, como consumidores, productores y presas (Bathmann *et al.*, 2001). El zooplancton retiene y transfiere la materia y energía que el fitoplancton ha fijado fotosintéticamente y por tanto es un indicador de la producción secundaria (Fernández de Puelles, 1990). El zooplancton es el alimento básico de numerosos recursos pesqueros explotables, en los cuales destacan peces de alto potencial comercial como los clupeidos y engráulidos, que tienen gran valor económico y nutricional, representando una fuente importante de alimento para la población mundial (Márquez *et al.*, 2006).

En los ambientes acuáticos, las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espacio-temporales tanto en lo referente a su composición como en su biomasa (Gasca *et al.*, 1996). La distribución de los organismos del plancton es discontinua y está determinada principalmente por la temperatura y la salinidad, que son irregulares entre la superficie y los 150 metros, pero que se hacen más estables a los 200 metros de profundidad. Por lo tanto, el plancton no es un conjunto homogéneo, cada una de las especies que lo forman presenta su propio ciclo y la existencia en un área determinada representa la suma de estos ciclos (Boltovskoy, 1981).

La distribución del zooplancton no sólo cambia en el espacio, sino que lo hace en el tiempo, ya que muchos de los organismos planctónicos tienen migraciones diurnas y nocturnas, de modo que, en algunas ocasiones, la captura del plancton es mayor en la noche (Peticarrari *et al.*, 2004). Estas migraciones han sido explicadas por la propiedad que tiene la materia viva de responder a los estímulos, y en el caso de los organismos planctónicos, éstos responden a la luz y a la profundidad (Todd y Laverack, 1991).

Uno de los comportamientos característicos mostrados por los organismos

planctónicos es la migración vertical, que tiene lugar con una periodicidad de 24 horas. Frecuentemente se le conoce con el nombre de migraciones verticales diurnas, y por lo general está marcado por el ascenso de individuos durante la noche y el descenso de éstos hacia capas más profundas durante el día (Vinogradov, 1962). A pesar del hecho de que este fenómeno es conocido desde los primeros estudios referentes al plancton (Vinogradov, 1962, 1970), aún no se ha podido explicar satisfactoriamente su significancia ecológica, el cual ocurre en, por lo menos, algunas especies de todos los grupos zooplanctónicos principales (Nybakken, 2001). Por causa de este fenómeno, estudios comparativos de zooplancton entre el día y la noche, muestran diferencias en cuanto a composición y biomasa total. Cada especie tiene un rango de profundidad preferencial durante el día y la noche, y puede variar de acuerdo al estadio de su ciclo de vida e inclusive según el sexo; de hecho dicho rango puede variar también con la estación del año, localización geográfica y condiciones meteorológicas (Lalli y Parson, 1993). Por otra parte, el comportamiento migratorio del zooplancton, según Uttieri *et al.* (2004), corresponde a un intercambio entre la búsqueda de presas y de pareja para reproducirse, junto con la evasión ante depredadores.

En general, existen tres patrones de desplazamiento exhibidos por el zooplancton, denominados migración nocturna, crepuscular e inversa. La primera es la más frecuente, caracterizada por un único ascenso diario, usualmente cercano al atardecer y un único descenso desde las capas superficiales que tiene lugar cerca del amanecer. La segunda está marcada por dos ascensos (al atardecer y al amanecer) y dos descensos (uno en el día y el segundo en la media noche). Por último, la migración inversa es la menos común y se corresponde con un ascenso durante el día y un descenso durante la noche (Vinogradov, 1962).

Otro fenómeno que guarda relación directa con estos organismos es la

surgencia, siendo además, uno de los procesos de interacción océano-atmósfera de importancia clave en la productividad de los ecosistemas marinos costeros (Mann y Lazier, 1991). La surgencia es conocida como el afloramiento de aguas subsuperficiales, generalmente provenientes de aguas que se encuentran por debajo de la termoclina, y es producto de la acción del viento sobre las capas superficiales de la columna de agua y de los patrones de corrientes (Villegas *et al.*, 2008).

El movimiento vertical de masas de agua profundas hacia la superficie, o surgencia, genera cambios físicos y químicos en la zona eufótica, tales como disminución de la temperatura y del oxígeno disuelto junto con un aumento de los nutrientes (Fukuoka, 1965). Uno de los efectos principales de la surgencia respecto de los procesos productivos es el aumento de los nutrientes, especialmente nitrato. El consecuente aumento de la productividad primaria es un proceso complejo de interacción físico-biológica (Mann y Lazier, 1991), el cual se traduce en un aumento posterior de la biomasa zooplanctónica.

En referencia a los estudios sobre el zooplancton, son varios los sistemas empleados para la colecta, pudiendo separarse en botellas de captación, redes y bombas (Sameoto *et al.*, 2000). El primer sistema permite efectuar estudios colectando muestras de pequeño volumen, por lo cual tiende a emplearse principalmente para el fitoplancton, aunque también para microzooplancton en áreas de alta productividad (Williams y Robertson, 1989). Las redes generalmente son el método más empleado, obteniéndose con ellas muestras de los diferentes grupos de tallas del zooplancton. El último sistema es el menos utilizado, a pesar de presentar grandes ventajas tales como: (i) captura organismos que por su mínimo tamaño no son atrapados por redes; (ii) se obtienen muestras más discretas; (iii) se evita el efecto de taponamiento característico en redes; (iv) se conoce con exactitud el volumen de agua filtrada; y (v) se puede calcular con mayor facilidad la profundidad muestreada,

permitiendo así llevar a cabo investigaciones de estructuras finas en la distribución vertical y horizontal del plancton (Lenz, 1972).

Sin embargo, existen ciertas limitaciones principales cuando se emplean las bombas de succión. La primera se debe a que las mangueras de las bombas sólo pueden maniobrarse hasta los 200 metros de profundidad. La segunda es concerniente a la resistencia friccional de los tubos a las corrientes. La tercera radica en el hecho de que la cantidad de agua filtrada por una bomba es considerablemente más pequeña que la de una red y finalmente, la succión puede dañar físicamente a los organismos (Lenz, 1972; Harris *et al.*, 1986; Sameoto *et al.*, 2000).

A pesar de las múltiples ventajas de las bombas con respecto a otros sistemas, son muy pocos los estudios zooplanctónicos a nivel mundial donde se les ha empleado. Entre ellos pueden citarse las investigaciones de Lenz (1972), quien evaluó la efectividad y ventajas de una bomba de succión en Alemania; Icamberry y Richardson (1973) estudiaron de forma cuantitativa la capacidad de un sistema de bomba con respecto a redes para obtener muestras de organismos vivos; Mitsuka y Henry (2002) evaluaron los cambios en la estructura de las poblaciones de copépodos durante estación lluviosa y seca en Brasil; Masson *et al.* (2004) compararon el método de bomba y dos tipos de redes mediante el análisis de la distribución vertical del zooplancton en tres lagos estratificados de Canadá; Peticarrari *et al.* (2004) contrastaron el comportamiento migratorio de los copépodos en diversos estadios entre dos investigaciones separadas en el tiempo por más de una década; Rawlinson *et al.* (2005) examinaron el intercambio de biomasa zooplanctónica entre una bahía en Irlanda y la zona costera adyacente, producto de los cambios en los niveles de la marea; Melo *et al.* (2007) efectuaron un estudio similar al anterior en Brasil, pero en lugar de una bahía, fue realizado en un estuario y por último Schwamborn *et al.* (2008) evaluaron los patrones dinámicos de transporte y

migración de zooplancton en un estuario de Brasil, haciendo énfasis en larvas de crustáceos decápodos.

En Venezuela son muchas las investigaciones efectuadas con redes (Legaré, 1961; Zoppi, 1961; Urosa, 1980; Zoppi *et al.*, 1989; Márquez *et al.*, 2007, 2008), pero al igual que a nivel mundial son pocos los trabajos publicados sobre zooplancton usando bombas de succión, estando entre ellos el de Rodríguez (1978) y el de Morales *et al.* (2001). El primer autor determinó la distribución espacial del zooplancton en la Laguna costera de Tacarigua. En el segundo trabajo fue evaluada la comunidad del zooplancton en la Laguna de Sinamaica empleando como método de captura una bomba de diafragma.

En la costa nororiental de Venezuela, específicamente en la Bahía de Mochima, existe una gran variedad de trabajos sobre zooplancton utilizando las redes como método de captura; entre ellos se pueden citar los de distribución de misidáceos en manglares y arrecifes coralinos (Zoppi *et al.*, 1989; Zoppi y Alonso, 1997), composición del zooplancton de la zona interna de dicha bahía (Zoppi, 1999) y los efectuados por Márquez *et al.* (2007 y 2008) quienes analizaron las variaciones estacionales y verticales de la biomasa del zooplancton en general y del macrozooplancton, respectivamente. Sin embargo, son pocos los estudios efectuados en este ecosistema venezolano empleando como métodos de colecta para el zooplancton bombas de succión; entre ellos cabe destacar los estudios de Salazar (2007), Rincones (2008), Rodríguez (2009) y Marcano (2009), todos estos trabajos enmarcados dentro del proyecto del grupo de plancton, del Instituto Oceanográfico de Venezuela, financiado por el propio Instituto. Los tres primeros están enfocados en el fitoplancton y el último es muy similar al presente estudio con la diferencia que fue realizado en época de lluvia.

Debido a la escasez de trabajos en relación con los estudios del zooplancton

empleando sistemas de bomba de succión como método de colecta, se planteó usar ese método para analizar la variación temporal y espacial del micro y mesozooplancton en la Bahía de Mochima, frente al muelle de la Estación Biológica de Fundación IDEA en la parte interna de dicha bahía.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La Bahía de Mochima está situada dentro del Parque Nacional Mochima, en la vertiente norte de la cordillera de la costa nororiental del país. Está situada entre los $10^{\circ}24'55''$ - $10^{\circ}20'02''$ latitud norte y $64^{\circ}19'30''$ - $64^{\circ}22'30''$ longitud oeste, con un área superficial aproximada de 29 km^2 (Fig. 1).

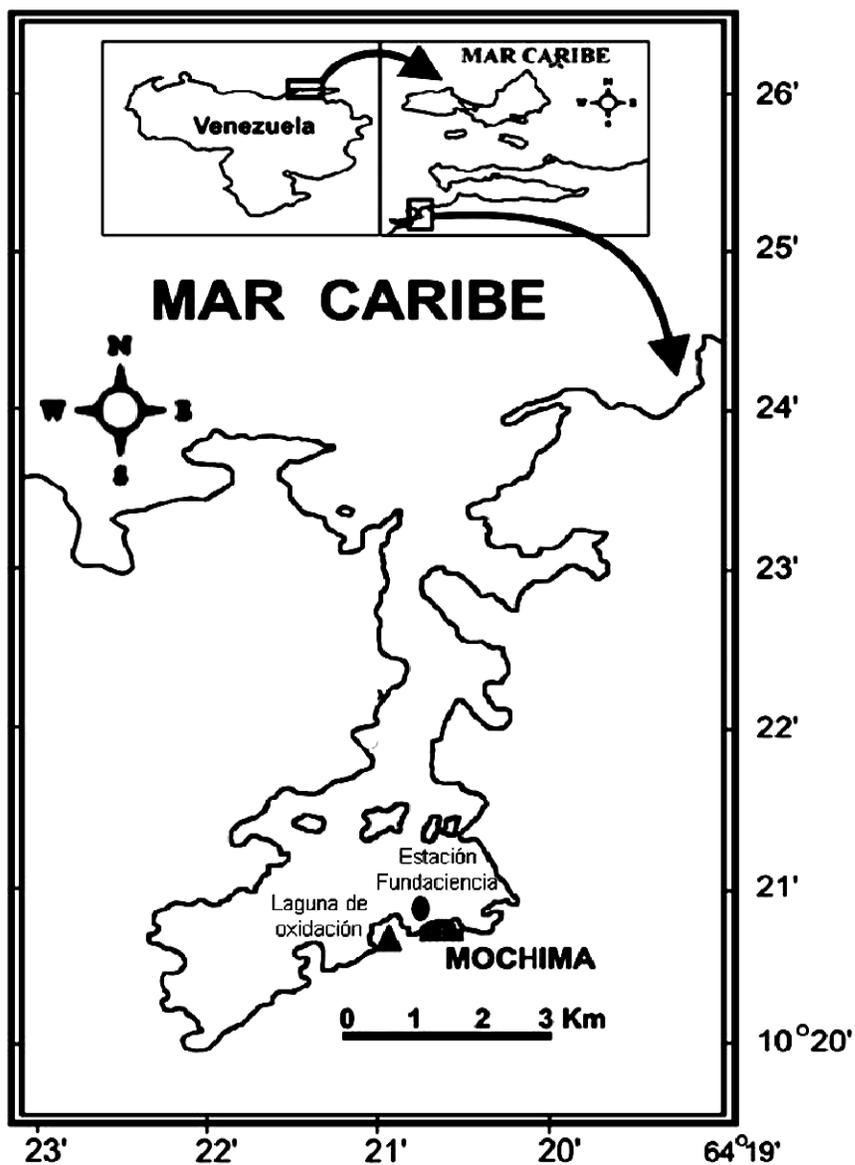


Figura 1. Mapa de la Bahía de Mochima donde se muestra el área de estudio. Estación Fundaciencia (●) donde se realizó el muestreo y laguna de

oxidación (▲) adyacente a dicha área.

Posee en su mayor parte una profundidad de 20 metros y está abierta al norte con un canal de 1,7 km de ancho y 60 metros de profundidad, que se comunica con la Fosa de Cariaco mediante un canal submarino. La bahía abarca un área total estimada de $10,5 \times 10^6 \text{ m}^2$ y un volumen de $196 \times 10^6 \text{ m}^3$ haciendo frente a la influencia de los vientos alisios del noroeste en toda su extensión (Okuda *et al.*, 1968).

En dicha bahía pueden considerarse tres zonas relativamente bien diferenciadas: La parte interna, denominada saco, se caracteriza por una topografía suave y regular con una profundidad máxima de unos 20 m. La zona central, limitada por laderas de pendientes pronunciadas, entre las cuales se encuentra el canal central, cuya profundidad máxima es de 27 m. La zona externa, hasta la boca, en la cual predominan laderas de pendientes suaves, aquí, la profundidad máxima es de 60 m (Okuda *et al.*, 1968; Méndez *et al.*, 1988). Los primeros autores además señalan que su productividad está influenciada en ciertos periodos por procesos de surgencia costera.

Trabajo de campo

Se realizaron muestreos diarios durante 24 horas, a intervalos de seis horas (04:00, 10:00, 16:00 y 22:00 h) en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA del pueblo de Mochima, empleando una bomba de diafragma (marca Shurflo modelo 2088) con tres mangueras adaptadas a tres profundidades (0, 5 y 10 metros). Se colectaron dos muestras para cada profundidad, una de ellas fue filtrada con un tamiz de $100 \mu\text{m}$ (microzooplancton) y la otra con un tamiz de $300 \mu\text{m}$ (mesozoplancton). Posteriormente, las muestras con el material biológico fueron colocadas en envases de plástico previamente etiquetados, a los cuales se les agregó formaldehído al 4 % neutralizado con Borax.

Se determinó la velocidad del viento cada hora con una estación metereológica

(Health Enviro MonitorTH, Davisi) colocada en el lugar de muestreo. La amplitud mareal se determinó empleando una cinta métrica adherida a uno de los soportes del muelle. Se efectuaron además mediciones de las variables físico-químicas como temperatura del agua (con un termómetro ambiental $\pm 0,1$ °C) y oxígeno disuelto por el método de Winkler descrito y mejorado por Strickland y Parson (1972).

Las concentraciones de clorofila *a* y de los nutrientes amonio, nitrito y fosfato fueron suministrados por el laboratorio de Fitoplancton y de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela, cuyas metodologías se encuentran bien detalladas en Rodríguez (2009).

Trabajo de laboratorio

Cada muestra se examinó en su totalidad empleando un microscopio estereoscópico modelo Leika MZ75. Para el conteo e identificación de los zoopláncteres se usó una cámara de Bogorov, agujas de disección y una pipeta Pasteur de vidrio. Para la ubicación taxonómica de los zoopláncteres se utilizaron los textos de Smith (1977), Trégouboff y Rose (1978), Boltovskoy (1981, 1999), Todd y Laverack (1991), Campos y Suárez (1994), Gasca y Suárez (1996).

Para determinar el número de organismos totales por muestra, así como la densidad, se emplearon las siguientes fórmulas:

$$\text{N}^\circ \text{ organismos totales} = \text{N}^\circ \text{ organismos de la muestra} \times \text{Volumen filtrado}$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ organismos totales}}{\text{Volumen filtrado}} \times 1000$$

Análisis estadísticos

Para determinar si existen diferencias significativas en el número de organismos capturados durante los días de muestreo, entre las distintas horas y las profundidades se realizó un análisis no paramétrico (Kruskal-Wallis) (debido a que los datos no presentaron una distribución normal y sus varianzas no fueron homogéneas) expresado en forma gráfica de cajas y bigotes de acuerdo a Boyer *et al.* (1997). Se determinó el ajuste de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y homocedasticidad de las varianzas (Zar, 1994). Se correlacionó la abundancia zooplanctónica con las variables físico-químicas (temperatura del agua, oxígeno disuelto, clorofila *a* y nutrientes) mediante un análisis de correlación de Spearman (Zar, 1994).

RESULTADOS

Factores abióticos

Durante los 8 días de muestreo, el comportamiento fue el esperado para la estación seca, presentándose dos únicas precipitaciones de leve intensidad y durante un período de tiempo muy corto durante las dos primeras noches. Con respecto al estado del mar de acuerdo con la escala de Beaufort, éste osciló entre 0 y 4.

Amplitud mareal

Representada por una marea semidiurna, registró un valor mínimo de -16,99 cm y un máximo de 23 cm, ambos para observados durante el día 4. La diferencia entre el valor mínimo y máximo fue de 32 cm. Se apreció una marea alta o pleamar durante el día a las 10:00 horas y la bajamar durante la noche a las 22:00 horas (Fig. 2).

Velocidad del viento

Los valores más altos de velocidad del viento se observan para los últimos días de muestreo, con un apreciable aumento a partir del 4 día. El valor más alto ($9,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) se corresponde con el día 6, y el promedio general fue de $4,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Como puede verse, este parámetro presentó variaciones dentro de un mismo día, por lo que puede decirse que en cuanto a velocidad del viento las condiciones día a día fueron cambiantes (Fig. 3).

Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$)

La temperatura varió entre los 23-29 $^{\circ}\text{C}$, con los valores más altos (29 $^{\circ}\text{C}$) durante el segundo y tercer día de muestreo (Fig. 4A) y las 10:00 y 16:00 horas (Fig. 4B). En relación a las tres profundidades de muestreo, se observó un descenso progresivo de esta variable, causando estratificación térmica en la columna de agua, presentando los valores más altos (29 $^{\circ}\text{C}$) en la superficie (0

m) y los más bajos (23 °C) en la capa más profunda (10 m) (Fig. 4C). Al aplicar Kruskal-Wallis a esta variable se determinó la existencia de diferencias significativas entre horas (KW= 0,001; $p < 0,05$) y profundidades (KW= $< 0,001$; $p < 0,05$) pero no para los días de muestreo (KW= 0,196; $p < 0,05$).

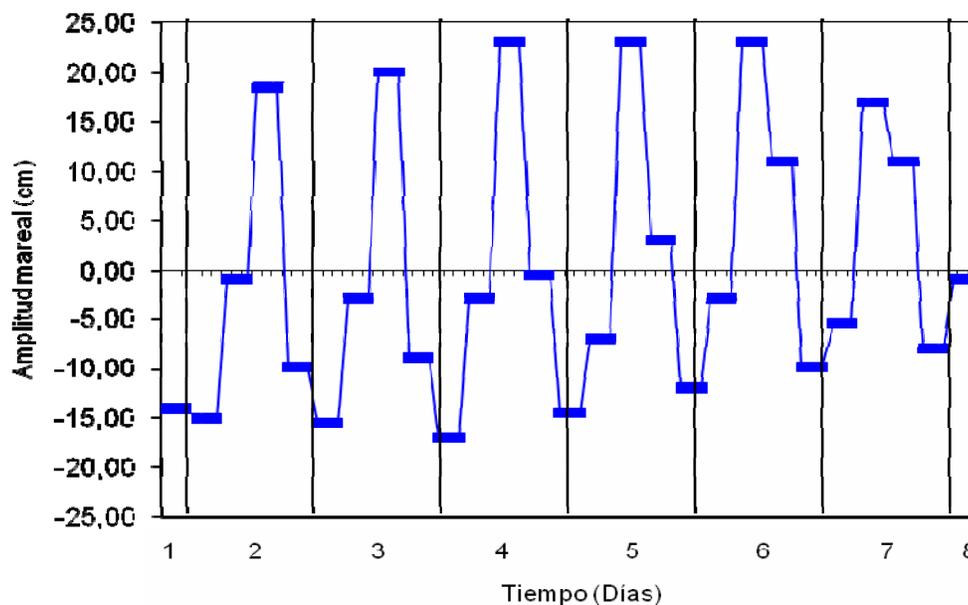


Figura 2. Variabilidad temporal diaria de la amplitud mareal (cm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia.

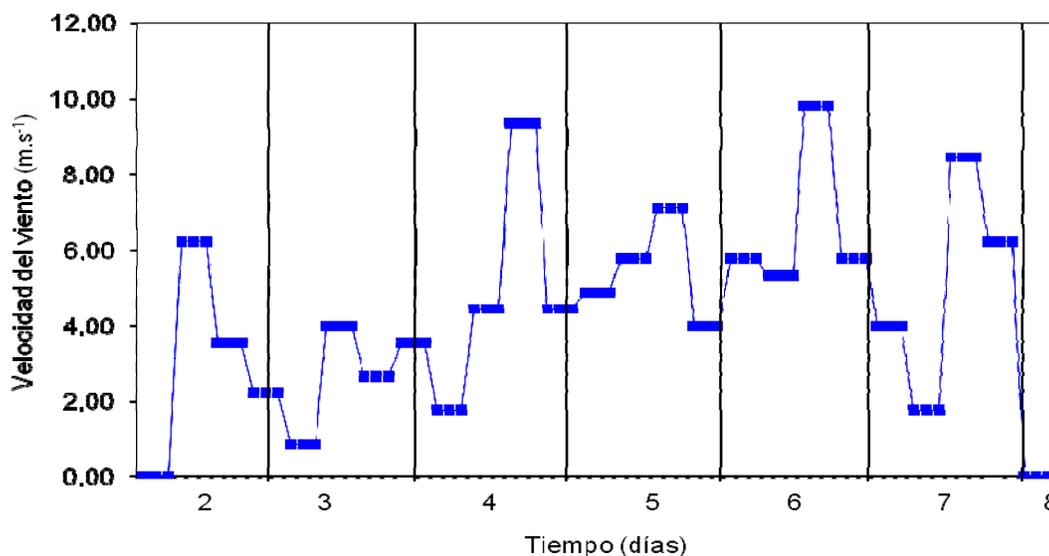


Figura 3. Variabilidad temporal diaria de la velocidad del viento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 4:00, 22:00 y 10:00 con los valores más bajos y el segundo por las 22:00, 10:00 y 16:00 h con los valores más altos (Tabla 1). Con respecto a la profundidad se formaron dos grupos, el primero con las mayores medias constituido por los 10 metros y el segundo con las medias menores integrado por los 5 metros y el estrato superficial (Tabla 2).

Tabla 1. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar la variación diurna-nocturna.

Hora	N	Media cuadrática	Grupos
4:00	21	25,623	
22:00	21	25,857	
10:00	18	26,138	
16:00	21	26,414	

Tabla 2. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar el efecto de la profundidad.

Profundidad	N	Media cuadrática	Grupos
10	27	25,011	
5	27	26,292	
0	27	26,707	

Concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1})

En relación a la concentración de oxígeno disuelto se apreció un valor mínimo de $2,41 \text{ mg.l}^{-1}$ y un máximo de $7,09 \text{ mg.l}^{-1}$. Esta variable fue disminuyendo hasta el cuarto día, para luego aumentar nuevamente durante los últimos días de muestreo (Fig. 5A). La media más alta de esta variable se encontró a las 16:00 h, y las más baja a las 22:00 h (Fig. 5B). El análisis Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas tanto para los días ($\text{KW}= 0,013$; $p<0,05$) como para las horas ($\text{KW}= <0,001$; $p<0,05$). El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos heterogéneos, el primero con las medias más bajas integrado por los días 4, 2, 3, 5 y 8; el segundo con las medias de valor intermedio constituido por los días 3, 5, 8 y 7; el tercer grupo con los valores de media más altos integrado por los días 5, 8, 7, 6 y 1 (Tabla 3). En lo

referente a las horas se formaron tres grupos, el primero con la media más baja formado por las 22:00 h, el segundo con los valores intermedios integrado por las 4:00 y las 10:00 h y por último el tercer grupo con los mayores valores constituido por las 16:00 h (Tabla 4).

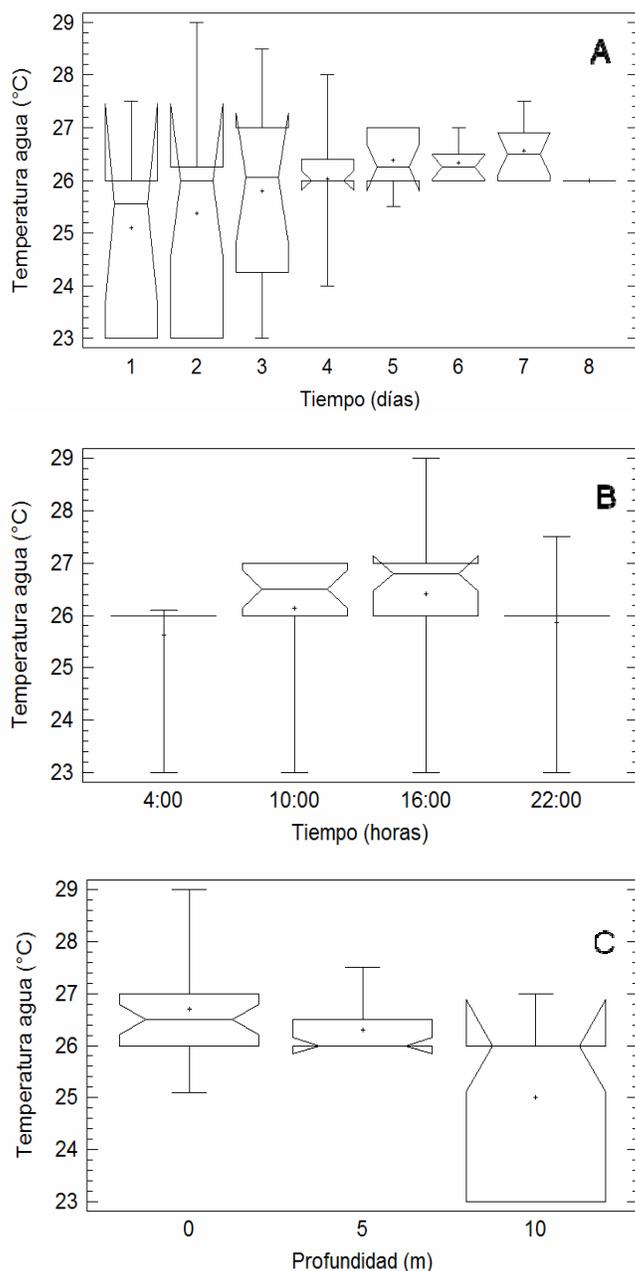


Figura 4. Variación intradiaria de la temperatura del agua (°C) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). += mediana, — = media y □ = extremos.

Tabla 3. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1}), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
4	12	4,5	
2	12	4,7	
3	12	4,7	
5	12	5,0	
8	3	5,0	
7	12	5,5	
6	12	5,7	
1	6	6,0	

Tabla 4. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1}), para determinar la variación entre las horas de muestreo.

Hora	N	Media cuadrática	Grupos
22:00	21	4,0	
4:00	21	5,0	
10:00	18	5,1	
16:00	21	6,2	

Concentración de amonio (NH_4^+)

La concentración de amonio, presentó una media de $0,71 \mu\text{m.l}^{-1}$ oscilando entre valores indetectable y $5,4 \mu\text{m l}^{-1}$. Los valores más altos ($5,4 \mu\text{m l}^{-1}$) se corresponden con el primer día y con los últimos días de muestreo (Fig. 6A) a las 10:00 h (Fig. 6B). Se observó además un aumento progresivo de esta variable a medida que aumentaba la profundidad de muestreo (Fig. 6C). Al aplicar Kruskal-Wallis a esta variable se determinó la existencia de diferencias significativas entre días ($\text{KW}= 0,038$; $p<0,05$) pero no para las horas ($\text{KW}= 0,339$; $p<0,05$), ni las profundidades ($\text{KW}= 0,938$; $p<0,05$).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por el día 5 con los valores más bajos, el segundo por los días 2, 3, 7 y 8 con valores intermedios y el tercero por los días 1, 4 y 6

con las medias más altas.

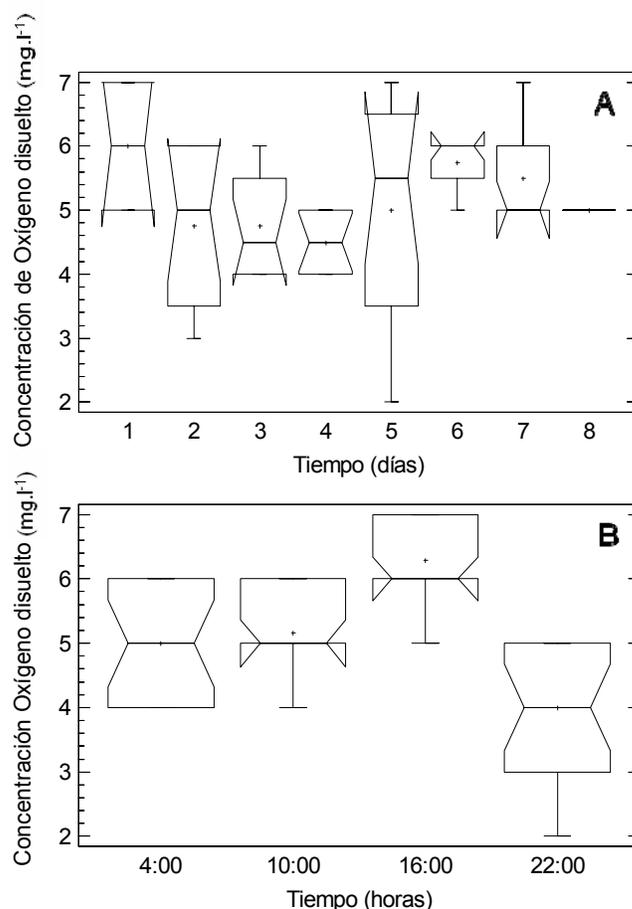


Figura 5. Variación intradiaria de la concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1}) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B). += mediana, — = media y \square = extremos.

Tabla 5. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de amonio ($\mu\text{m.l}^{-1}$), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
5	12	0,395	
8	3	0,640	
7	12	0,640	
2	12	0,693	
3	12	0,722	
4	12	0,810	
6	12	0,881	
1	6	0,991	

Concentración de nitrito (NO_2^-)

La media para el nitrito fue de $0,16 \mu\text{m.l}^{-1}$ observándose la mayor concentración de este nutriente ($0,57 \mu\text{m.l}^{-1}$) para el segundo día de muestreo (Fig. 7A) y en el estrato más profundo de la columna de agua (Fig. 7C). En lo referente a las horas se aprecia un comportamiento casi uniforme de esta variable (Fig. 7B). Se hallaron diferencias significativas con el análisis Kruskal-Wallis entre los días (KW= 0,020; $p < 0,05$) y entre las profundidades (KW= 0,034; $p < 0,05$), pero se hallaron diferencias entre las horas (KW= 0,885; $p < 0,05$).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días muestra la formación de dos grupos heterogéneos, el primero con las medias más bajas integrado por los días 1, 3, 4, 6 y 7 y el segundo con los valores de media más altos integrado por los días 2, 3, 5, 6, 7 y 8 (Tabla 6). En lo referente a las profundidades se formaron dos grupos, el primero con las medias más bajas formado por el estrato superficial y los 5 metros y el segundo por los 10 metros con los mayores valores (Tabla 7).

Tabla 6. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrito ($\mu\text{m.l}^{-1}$), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
1	6	0,093	
4	12	0,103	
6	12	0,141	
7	12	0,141	
3	12	0,166	
2	12	0,211	
5	12	0,214	
8	3	0,253	

Tabla 7. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrito ($\mu\text{m.l}^{-1}$), para determinar el efecto de la profundidad.

Profundidad	N	Media cuadrática	Grupos
5	27	0,118	
0	27	0,152	
10	27	0,213	

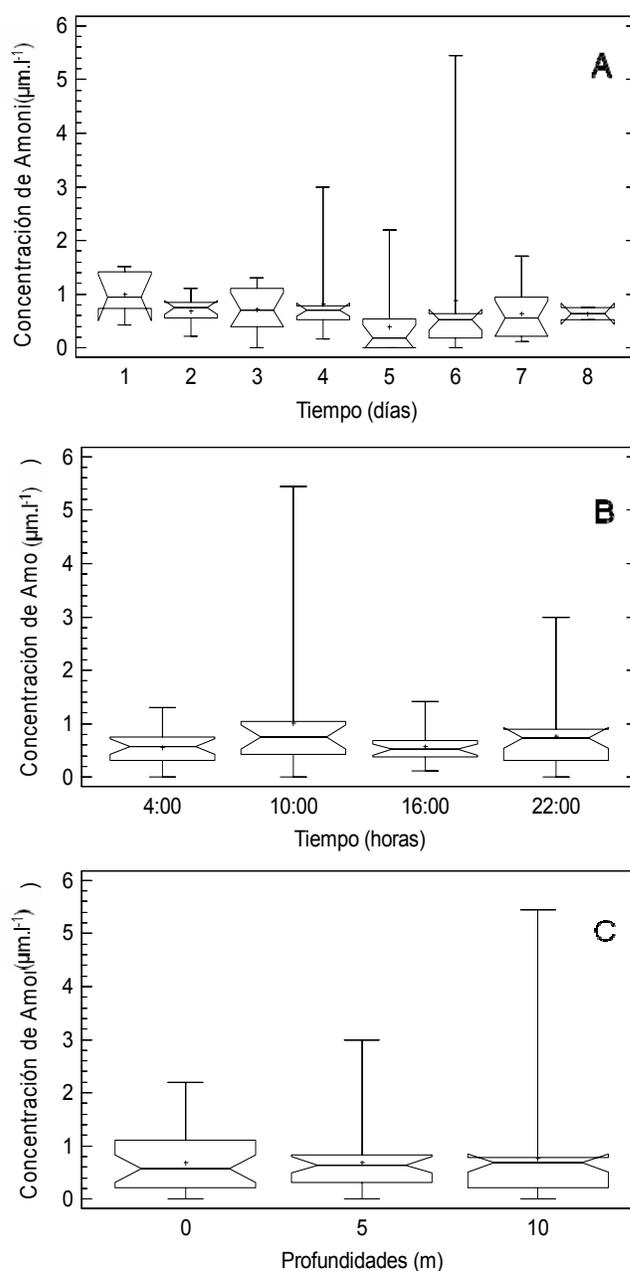


Figura 6. Variación intradiaria de la concentración de amonio ($\mu\text{m.l}^{-1}$) en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). += mediana, — = media y □ = extremos.

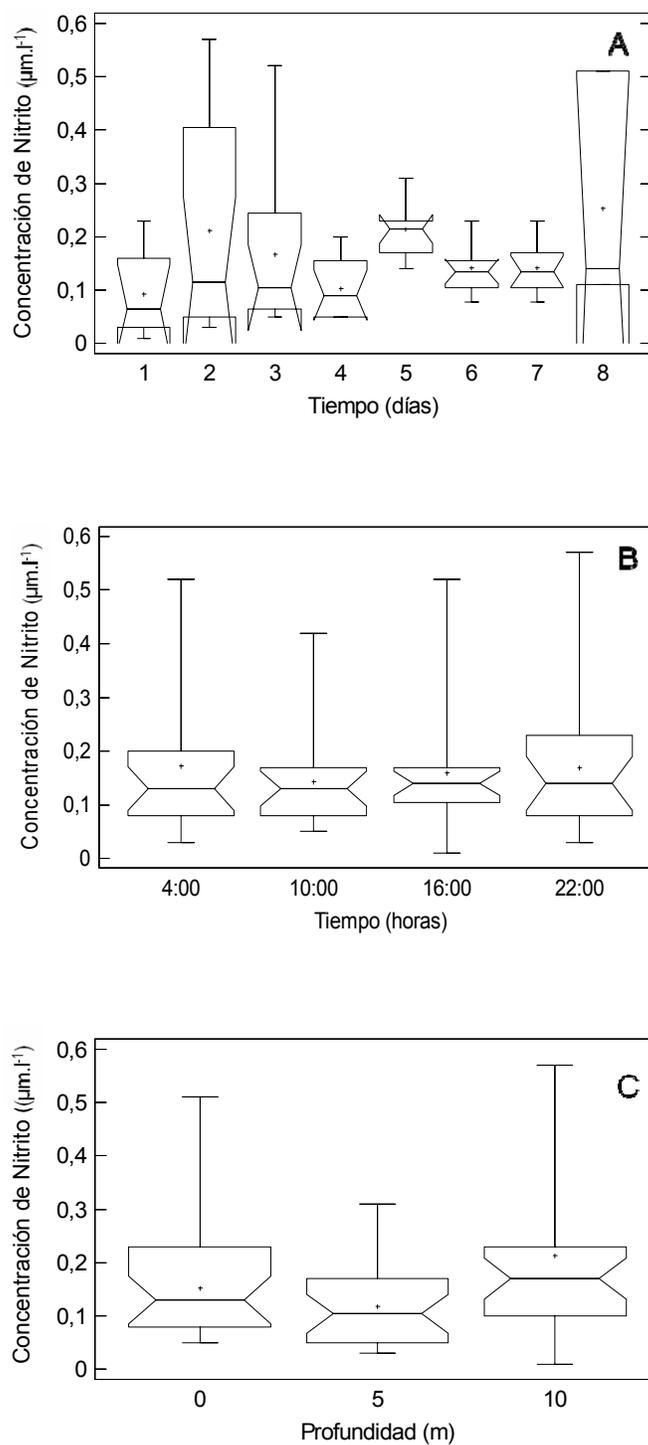


Figura 7. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ($\mu\text{m.l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). += mediana, — = media y □ = extremos.

Concentración de fosfato (PO₄)

La concentración de fosfato presentó un valor promedio de 0,24 $\mu\text{m.l}^{-1}$ observándose un aumento en su concentración para los últimos días de muestreo (Fig. 8A). El valor más alto de este nutriente se manifestó a las 10:00 y las 16:00 h (Fig. 8B) con una mayor concentración en el estrato superficial y a los 10 metros (Fig. 8C). El análisis de Kruskal-Wallis reveló diferencias significativas entre días (KW= 0,001; $p < 0,05$) y profundidades (KW= 0,009; $p < 0,05$) pero no entre las horas del día (KW= 0,376; $p < 0,05$).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días muestra la formación de dos grupos heterogéneos, el primero con las medias más bajas constituido por los días 1 al 6 y el segundo con los valores de media más altos conformado por los días 7 y 8 (Tabla 8). Con respecto a las profundidades se aprecian dos grupos, el primero con las medias más bajas formado por los 0 y 5 metros y el segundo por los 0 y 10 metros con los valores más altos (Tabla 9).

Tabla 8. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de fosfato ($\mu\text{m.l}^{-1}$), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
1	6	0,176	
4	12	0,189	
2	12	0,205	
6	12	0,221	
5	12	0,225	
3	12	0,255	
7	12	0,348	
8	3	0,350	

Tabla 9. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de fosfato ($\mu\text{m.l}^{-1}$), para determinar el efecto de la profundidad.

Profundidad	N	Media cuadrática	Grupos
5	27	0,212	
0	27	0,226	
10	27	0,281	

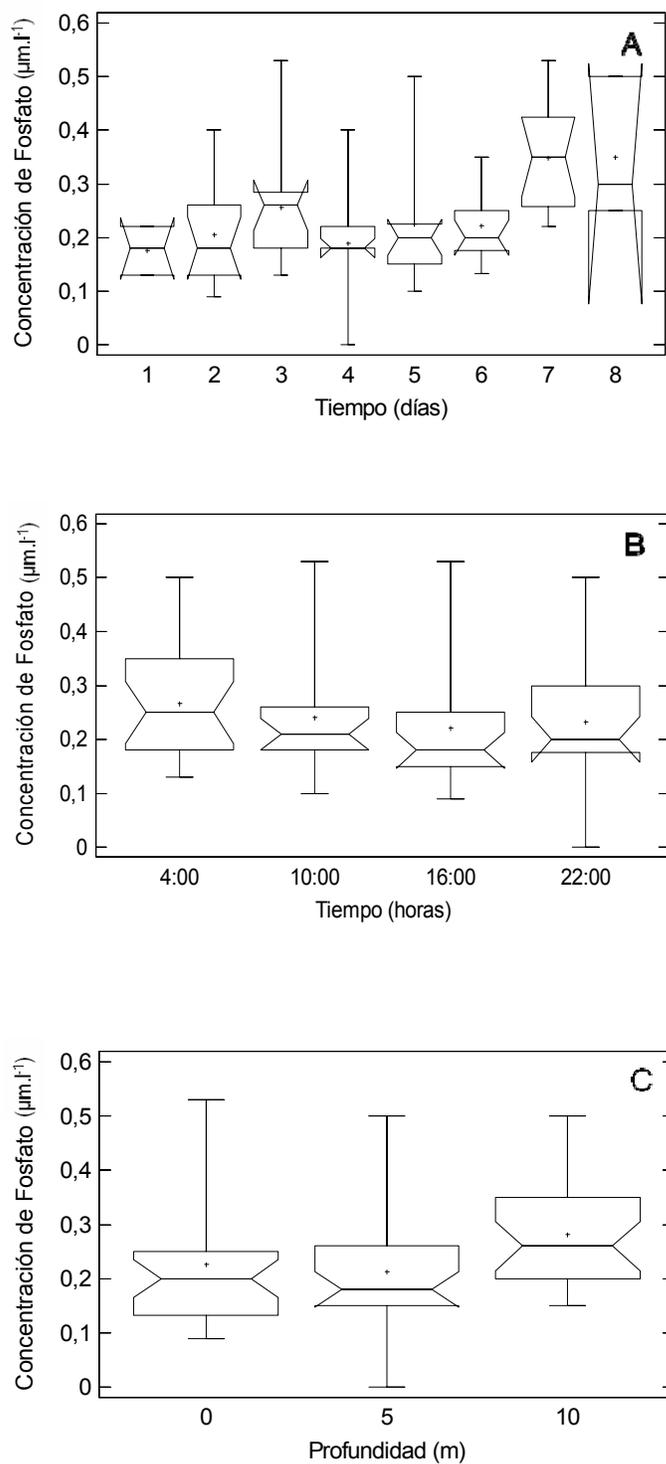


Figura 8. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ($\mu\text{m.l}^{-1}$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C).
 += mediana, — = media y □ = extremos.

Factores bióticos

Clorofila a (Chl-a)

Esta variable hidrobiológica presentó una media de $1,71 \text{ mg.m}^{-3}$, con poca variabilidad entre días (Fig. 9A) y entre horas (Fig. 9B), encontrándose la mayor concentración ($3,36 \text{ mg.m}^{-3}$) en el día 3 y a las 4:00 h. Con respecto a su concentración en los tres estratos estudiados de la columna de agua, se aprecia un aumento hacia el estrato más profundo, con el valor más alto ($3,36 \text{ mg.m}^{-3}$) a los 10 m (Fig. 9C). El análisis de Kruskal-Wallis reflejó diferencias significativas entre las profundidades (KW= $<0,001$; $p<0,05$), pero no para los días (KW= $0,309$; $p<0,05$) ni para las horas (KW= $0,838$; $p<0,05$).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las profundidades muestra la formación de dos grupos, el primero integrado por los 0 y 5 metros con los valores más bajos y el segundo por los 10 metros con el valor más alto (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de clorofila (mg.m^{-3}), para determinar el efecto de la profundidad.

Profundidad	N	Media cuadrática	Grupos
0	27	0,917	
5	27	1,044	
10	26	1,561	

Densidad zooplanctónica

Microzooplancton

La densidad del microzooplancton, mostró una media de $36\ 689,98 \text{ org.l}^{-1} \times 1\ 000$. Con respecto a los días de muestreo, el día 2 se corresponde con el valor máximo ($225\ 250,00 \text{ org.l}^{-1} \times 1\ 000$), mientras que en el día 3 se encuentra el más bajo ($805,00 \text{ org.l}^{-1} \times 1\ 000$) (Fig. 10A). En cuanto a las horas, se hallaron

las mayores densidades durante las 22:00 y las 4:00 h, es decir durante la noche (Fig. 10B).

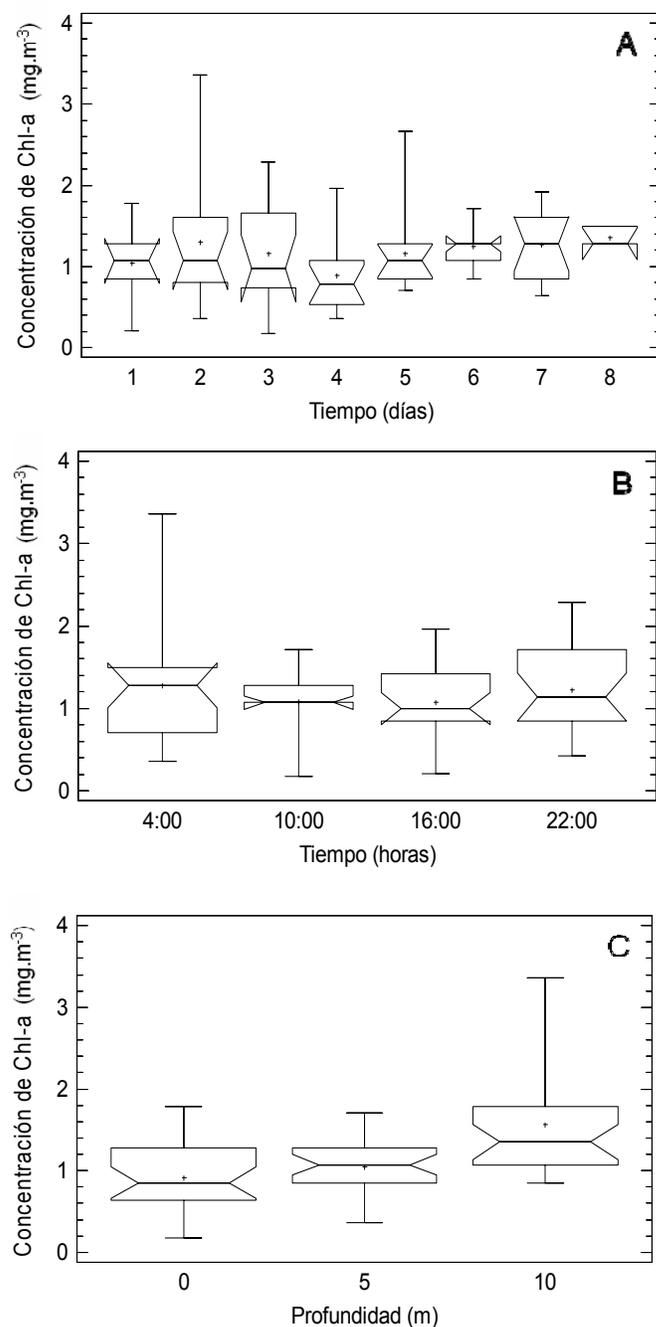


Figura 9. Variación intradiaria de la concentración de clorofila *a* (mg.m^{-3}) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). += mediana, — = media y □ = extremos.

La densidad microzooplanctónica va en disminución a medida que aumenta la profundidad, hallándose densidades más altas en el estrato superficial de la columna de agua (Fig. 10C). El análisis Kruskal-Wallis indicó diferencias significativas entre los días (KW= 0,005; $p < 0,05$), las horas (KW= 0,005; $p < 0,05$) y las profundidades (KW= $< 0,001$; $p < 0,05$).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días de muestreo, muestra la formación de tres grupos, uno con las medias más bajas (días 1, 2, 3, 4, 5 y 6), otro con las medias de valores intermedios (días 2, 3, 4, 5, 6 y 7) y un último grupo con las mayores medias (días 6, 7 y 8) (Tabla 11). En el caso de las horas se observó la formación de dos grupos, el primero con las medias menores (10:00 y las 16:00h) y el otro de medias mayores (4:00, 16:00 y 22:00h) (Tabla 12). Para las profundidades se formaron dos grupos, el primero con las medias más bajas (5 y 10 m) y el segundo con los valores más elevados a nivel superficial (Tabla 13).

Tabla 11. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la densidad del microzooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
1	6	12523,1	
2	12	20472,2	
3	12	22152,8	
5	12	28791,7	
4	12	30104,2	
6	12	53534,7	
7	12	62523,1	
8	3	95268,5	

Tabla 12. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la densidad de microzooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$), para determinar la variación entre las horas de muestreo.

Hora	N	Media cuadrática	Grupos
10:00	18	12879,6	
16:00	22	28156,1	
4:00	22	46977,5	
22:00	22	55345,2	

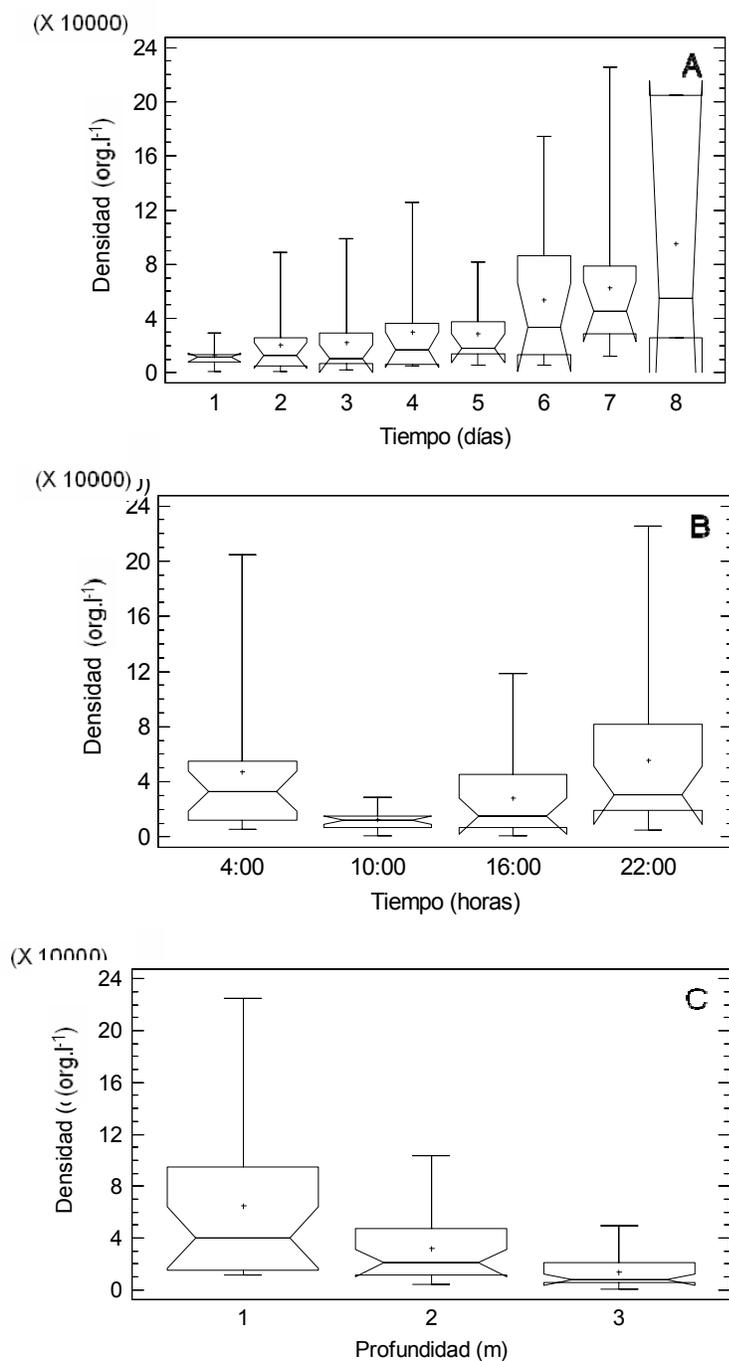


Figura 10. Variación intradiaria de la densidad del microzooplancton (org.l⁻¹ x 1 000) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). += mediana, — = media y □ = extremos.

Tabla 13. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la densidad de microzooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$), para determinar el efecto de la profundidad.

Profundidad	N	Media cuadrática	Grupos
3	27	13439,3	
2	27	32109,1	
1	27	64521,6	

Mesozooplancton

La densidad media del microzooplancton fue de $1359,43 \text{ org.l}^{-1} \times 1\,000$, con un máximo de $5555,56 \text{ org.l}^{-1} \times 1\,000$ y un mínimo de $2,31 \text{ org.l}^{-1} \times 1\,000$. La densidad de estos organismos fue en aumento progresivo a partir del día 4 (donde se aprecia el valor más alto de $5555,56 \text{ org.l}^{-1} \times 1\,000$) hasta los últimos días de muestreo (Fig. 11A). El tiempo en horas muestra pocas variaciones, con el valor más bajo ($2,31 \text{ org.l}^{-1} \times 1\,000$) para las 10:00 y las 16:00 h (Fig. 11B). En lo referente a las profundidades se observa la mayor densidad de organismos en el estrato superficial, y la menor densidad en el estrato de los 10 metros (Fig. 11C). El análisis Kruskal-Wallis señaló diferencias significativas entre días ($\text{KW} = <0,001$; $p < 0,05$) y horas ($\text{KW} = 0,015$; $p < 0,05$), y diferencias no significativas entre profundidades ($\text{KW} = 0,083$; $p < 0,05$).

Al efectuarse el análisis *a posteriori* LSD 95% aplicado a los días de muestreo, se formaron tres grupos, uno con las medias más bajas (días 1, 2, 3 y 4), otro con las medias de valores intermedios (días 4, 5, 7 y 8) y un último grupo con las mayores medias (días 6, 7 y 8) (Tabla 14). Para las horas se observó la formación de dos grupos, el primero con las medias menores (10:00, 16:00 y 22:00 h) y el otro de medias mayores (4:00 y 22:00 h) (Tabla 15).

Composición temporal y espacial

Microzooplancton

En general la composición del microzooplancton en la Bahía de Mochima

estuvo constituida por copépodos, cladóceros y larvas de crustáceos como los grupos principales, seguido por moluscos, poliquetos, apendiculados, entre otros.

Con respecto a la composición porcentual los copépodos representaron el 63,45% del total, seguido de los cladóceros con 19,03% y las larvas de crustáceos como el tercer grupo de mayor representación con 14,48%. Es importante destacar que el microzooplancton estuvo integrado por una gran variedad de grupos zooplanctónicos, constituido por un total de 19 grupos (Fig. 12).

Se representó de forma gráfica la densidad de los grupos menores para poder apreciar con más detalle las posibles diferencias en este espectro de talla del zooplancton, debido a la dominancia de los copépodos, cladóceros y nauplios de crustáceos, así como a las diferencias significativas encontradas entre los días, las horas y las profundidades.

Tabla 14. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la densidad del mesozooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$), para determinar la variación entre los días de muestreo.

Día	N	Media cuadrática	Grupos
3	12	157,40	
1	6	282,40	
2	12	298,80	
4	12	1351,85	
5	12	1615,74	
7	12	2081,02	
8	3	2462,96	
6	12	2914,35	

Tabla 15. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la densidad de mesozooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\ 000$), para determinar la variación entre las horas de muestreo.

Hora	N	Media cuadrática	Grupos
16:00	21	826,83	
10:00	18	1047,84	
22:00	21	1445,77	
4:00	21	2072,75	

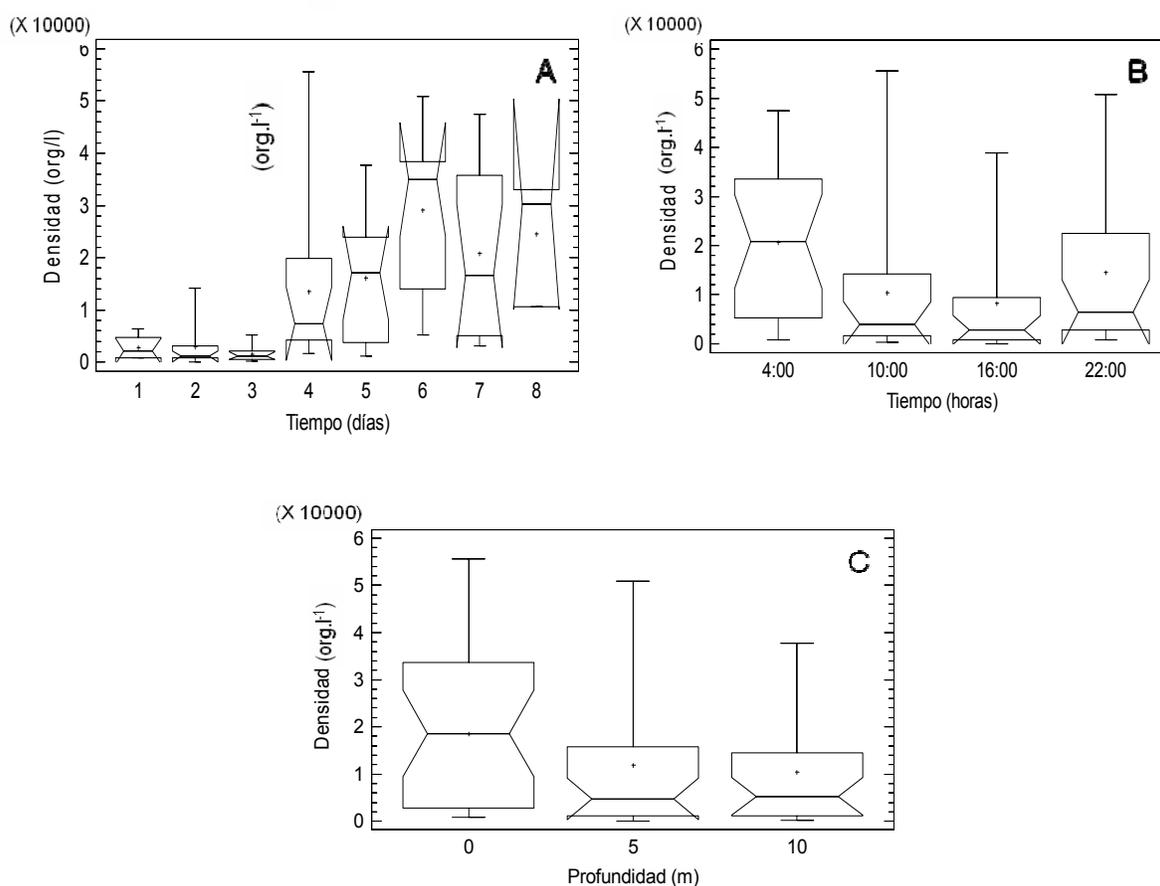


Figura 11. Variación intradiaria de la densidad del mesozooplancton ($\text{org.l}^{-1} \times 1\ 000$) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C). + = mediana, — = media y □ = extremos.

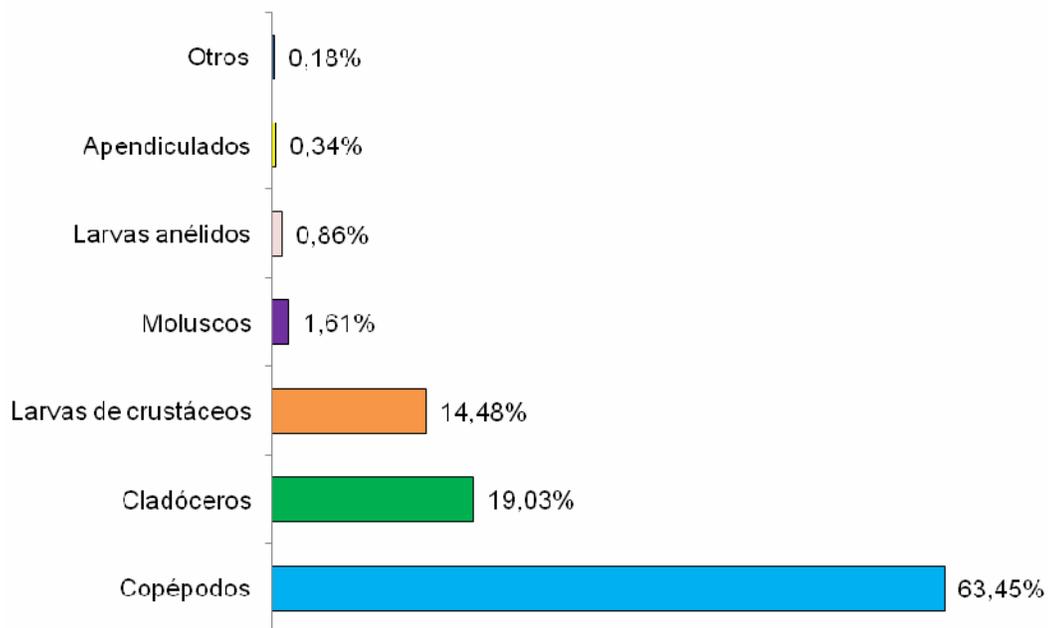


Figura 12. Composición porcentual del microzooplancton (100 µm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, durante los 8 días de muestreo.

La densidad de los grupos menores del microzooplancton estuvo conformada por 16 grupos, entre los cuales destacan pterópodos, heterópodos, foraminíferos, apendiculados, nauplios de cirrípedos, poliquetos, huevos de peces, larvas de bivalvos, larvas de equinodermos, y “otros”; en “otros” se agruparon aquellos grupos con una representación muy baja en la muestra.

Se pudo apreciar que la mayor densidad corresponde con los días 4 y 5, mientras que la densidad más baja se contabilizó para el primero y último día de muestreo; no obstante el mayor número de grupos se presentó en el día 3 (Fig. 13). En lo que se refiere al día (conformado por las 10:00 y las 16:00 h) y la noche (integrada por las 22:00 y las 4:00 h), pudo observarse la misma representación en cuanto a número de grupos registrados por días, pero la mayor abundancia se corresponde con la noche (Fig. 14). Con respecto a las profundidades se halló el mismo número de grupos a los 0, 5 y 10 metros, y la

mayor abundancia en el estrato superficial de la columna de agua (Fig. 15).

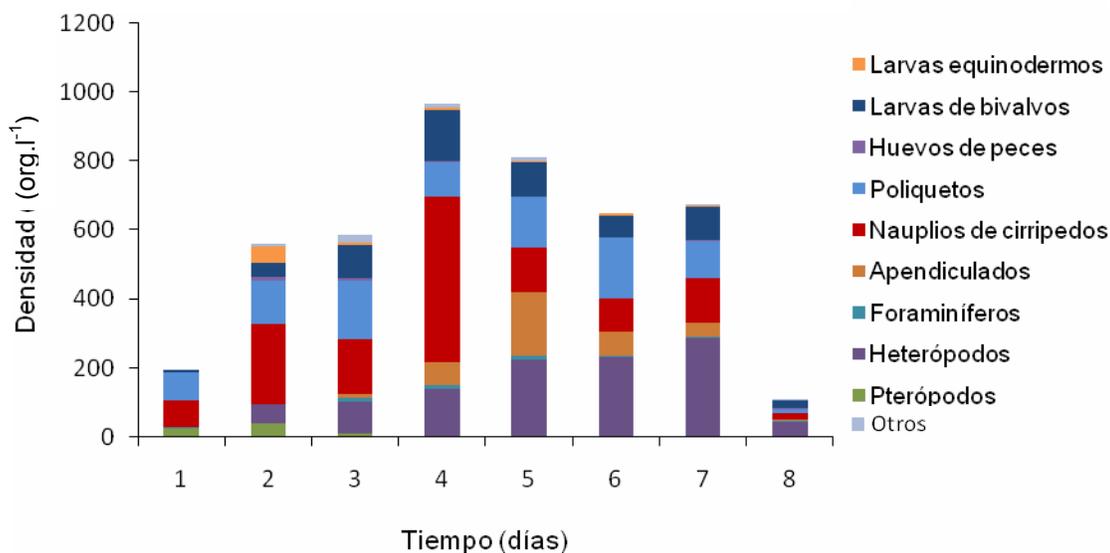


Figura 13. Densidad ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$) de los grupos menores del microzooplancton ($100\ \mu\text{m}$), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a los días de muestreo.

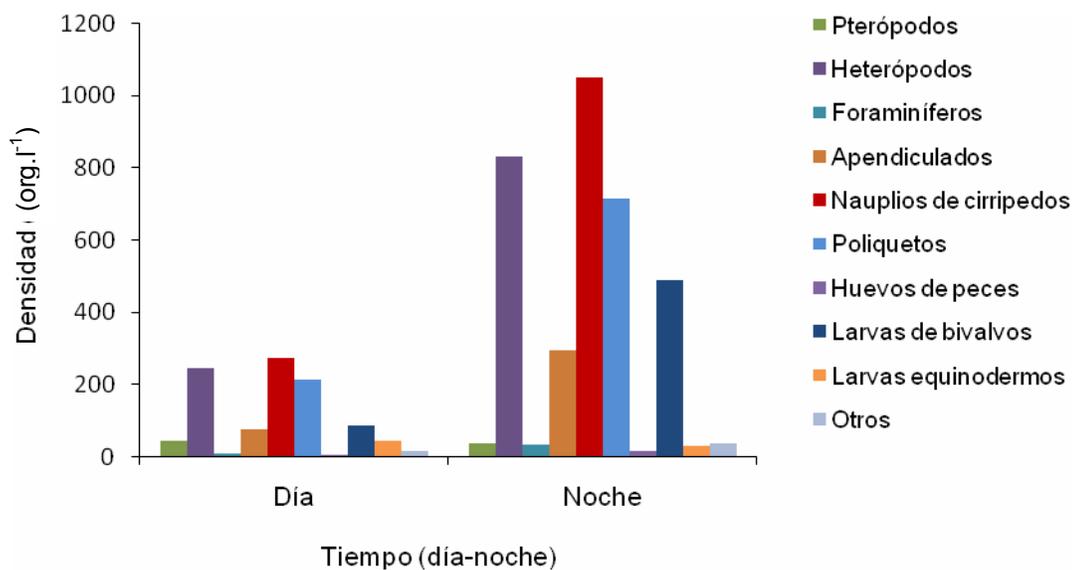


Figura 14. Densidad ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$) de los grupos menores del microzooplancton ($100\ \mu\text{m}$), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto al día (10:00 y 16:00 h) y la noche (22:00 y 4:00 h).

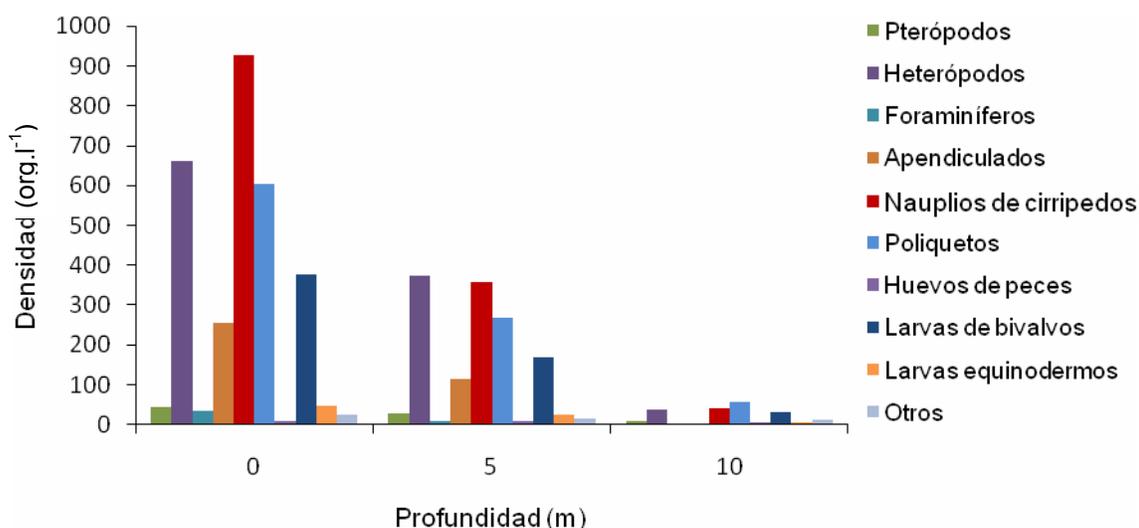


Figura 15. Densidad ($\text{org.l}^{-1} \times 1000$) de los grupos menores del microzooplancton ($100 \mu\text{m}$), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a las profundidades.

Mesozooplancton

El grupo con la representación más alta dentro del mesozooplancton fue el de los cladóceros (72,31%), seguido por copépodos (19,09%), larvas de crustáceos (2,14%) y huevos de peces (2,09%) entre otros. El grupo “otros”, estuvo integrado por organismos con muy baja representatividad (Fig. 16). A diferencia de lo obtenido en el microzooplancton, la diversidad de grupos fue menor, con un total de 11 grupos para el mesozooplancton.

Con respecto a los grupos menores, se represento de forma gráfica la densidad de éstos, de la misma forma que se hizo con los del microzooplancton, puesto que se obtuvieron diferencias significativas entre los días y horas de muestreo para la densidad de organismos del mesozooplancton.

Se observó un total de 11 grupos menores, apreciándose una mayor densidad de éstos entre los días 4-7, con una mayor diversidad en los días 2 y 5 (Fig. 17). Tanto para el día (10:00 y 16:00 h) como para la noche (22:00 y 4:00 h) la representatividad en cuanto al número de grupos fue la misma, con una mayor abundancia para la noche. El mayor aporte lo hicieron los huevos de peces para ambos períodos de tiempo, seguido por larvas de equinodermos y de anélidos

en el día, y anfípodos junto con nauplios de crustáceos durante la noche (Fig. 18).

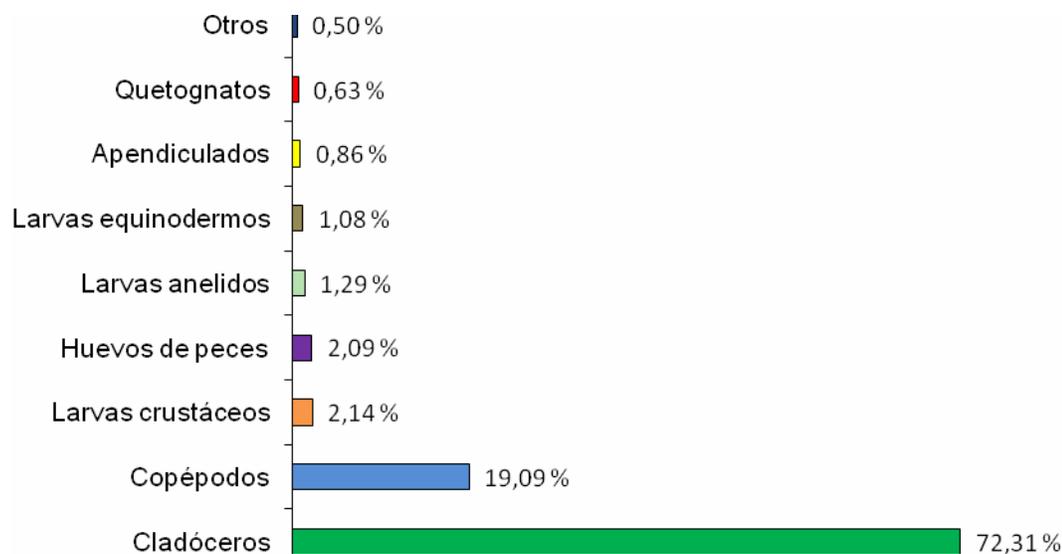


Figura 16. Composición porcentual del mesozooplancton (300 µm) en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, durante los 8 días de muestreo.

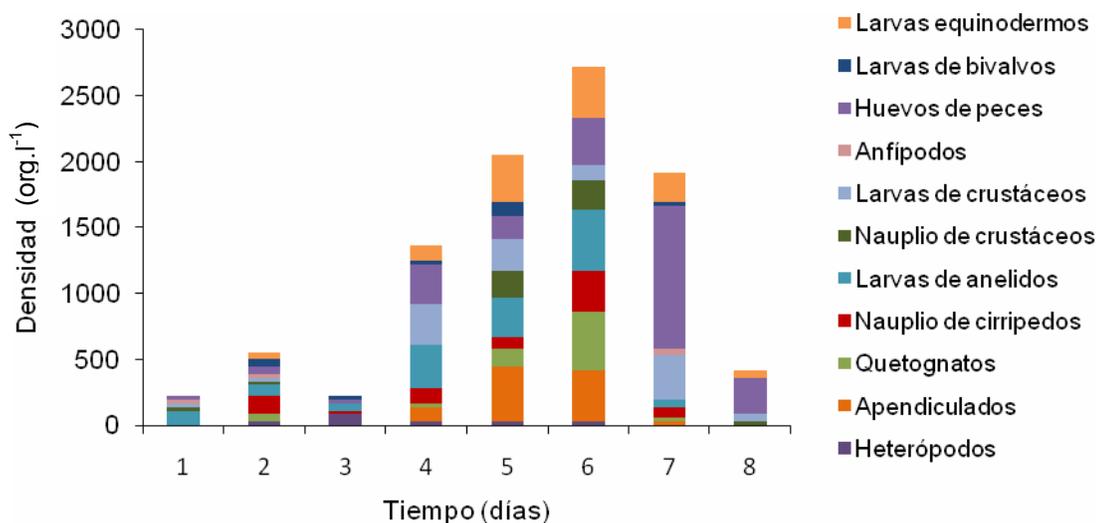


Figura 17. Densidad ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$) de los grupos menores del mesozooplancton (300 µm), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto a los días de muestreo.

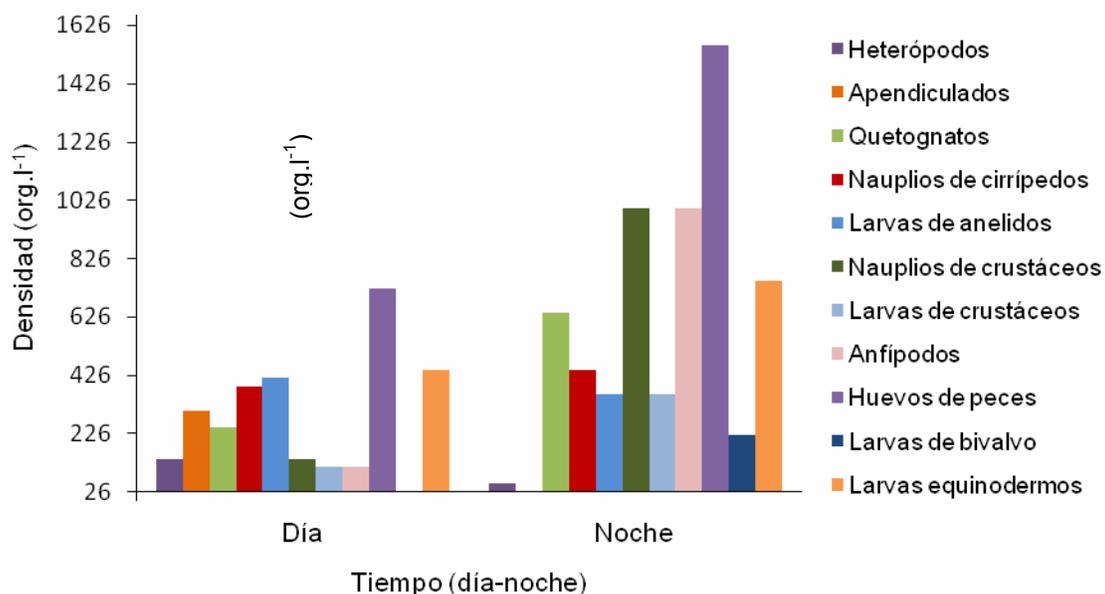


Figura 18. Densidad ($\text{org.l}^{-1} \times 1\,000$) de los grupos menores del mesozooplankton ($300\ \mu\text{m}$), en el muelle de la estación biológica Fundación IDEA Mochima, en época de surgencia, con respecto al día (10:00 y 16:00 h) y la noche (22:00 y 4:00 h).

Análisis de componentes principales (ACP)

Los análisis de componentes principales muestran un porcentaje de varianza acumulado para los primeros tres componentes de 60,976% en el microzooplankton (Tabla 16) y 61,394% en el mesozooplankton (Tabla 18).

Tabla 16. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del microzooplankton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, estado Sucre.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
C-I	1,953	27,905	27,905
C-II	1,182	16,890	44,795
C-III	1,132	16,181	60,976

En el primer componente de la proyección ortogonal del análisis del microzooplankton, puede observarse una correlación positiva entre el nitrito, la

clorofila *a* y el fosfato y una correlación negativa de éstos con la temperatura del agua. El segundo componente muestra una correlación negativa entre la densidad del microzooplancton y el oxígeno disuelto, el aporte del vector amonio no resulta significativo por su corta longitud (Fig. 19; Tabla 17).

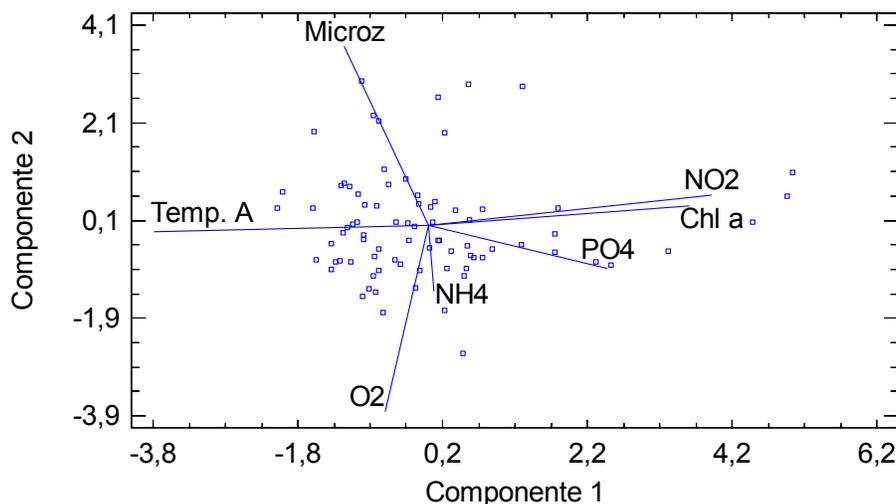


Figura 19. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de las variables hidrológicas e hidrobiológicas del microzooplancton (100µm) en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.

Tabla 17. Correlaciones de los parámetros bióticos y abióticos en los tres primeros componentes del microzooplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.

Parámetros	Componente I	Componente II	Componente III
Microzooplancton	-0,163	0,657	0,389
Clorofila <i>a</i>	0,507	0,071	-0,068
Temperatura del agua	-0,533	-0,022	0,339
Oxígeno disuelto	-0,083	-0,682	0,403
Amonio	0,011	-0,242	-0,420
Nitrito	0,550	0,109	0,205
Fosfato	0,348	-0,157	0,589

Los análisis de componentes principales muestran un porcentaje de varianza acumulado para los primeros tres componentes de 61,394% en el mesozooplancton (Tabla 18).

Tabla 18. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del mesozooplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, estado Sucre.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
C-I	1,946	27,810	27,810
C-II	1,246	17,814	45,623
C-III	1,103	15,770	61,394

En el ACP del mesozooplancton, se aprecia el mismo tipo de correlación para el primer componente observado en el ACP del microzooplancton. Por otro lado el segundo componente se muestra una correlación negativa entre la densidad del mesozooplancton y el amonio (Fig. 20; Tabla 19).

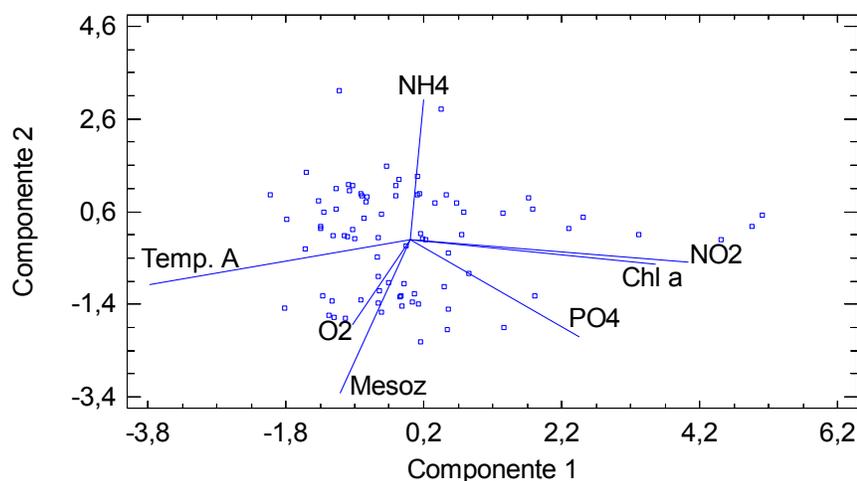


Figura 20. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de las variables hidrológicas e hidrobiológicas del mesozooplancton (300 μm) en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.

Tabla 19. Correlaciones de los parámetros bióticos y abióticos en los tres primeros componentes del mesozooplancton en el muelle de la Estación Biológica Fundación IDEA, Mochima, Estado Sucre.

Parámetros	Componente I	Componente II	Componente III
Mesozooplancton	-0,140	-0,610	-0,313
Clorofila <i>a</i>	0,498	-0,097	-0,153
Temperatura del agua	-0,527	-0,178	0,221
Oxígeno disuelto	-0,115	-0,339	0,671
Amonio	0,027	0,557	0,426
Nitrito	0,566	-0,092	0,122
Fosfato	0,343	-0,389	0,424

DISCUSIÓN

Los ecosistemas marinos son complejos presentando jerarquías en su estructura y de acuerdo al comportamiento del ambiente, por lo cual se hace necesario estudiar las variaciones a pequeña escala, ya que los trabajos a gran escala las ignoran (Mullin, 1993). Además, la composición y abundancia de las comunidades zooplanctónicas puede ser influenciada por numerosos factores físicos, químicos y biológicos (Bini *et al.*, 1997; Suárez *et al.*, 2005).

La circulación del agua en la Bahía de Mochima 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 (Expósito y Zoppi, 1999). Sin embargo, Boltovskoy (1981), Gasca y Suárez (1996) señalan que los factores físicos como la velocidad del viento pueden desencadenar condiciones que permiten el aumento de la producción primaria y secundaria. Salazar (2007) en la misma área, señala en su estudio un período de marea semidiurno para dicha bahía, sin embargo, esto no pudo determinarse en la presente investigación, lo que quizás pueda atribuirse a errores durante la medición, o al ruido producido por efectos del transporte marítimo.

El contenido de oxígeno disuelto fue alto, lo cual resulta ser diferente a lo que se aprecia durante surgencia, puesto que este fenómeno tiende a asociarse con aguas profundas pobres en oxígeno. Los mayores valores de oxígeno disuelto se corresponden con el período de luz, por lo que podría asociarse con procesos fotosintéticos y con la facilidad de intercambio gaseoso océano-atmósfera cuando las temperaturas son un poco más altas producto de la irradiación. Al respecto, Quintero *et al.* (2004) sostienen que el contenido de oxígeno disuelto proviene principalmente de la atmósfera por absorción y en

menor proporción de la fotosíntesis, adicionalmente las variaciones que tienen lugar en su contenido se deben esencialmente a las variaciones térmicas.

La variación temporal de la temperatura del agua mostró una ligera estratificación térmica entre la superficie y los 10 metros de profundidad. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los valores típicos de la surgencia costera del nororiente venezolano, caracterizada por aguas frías ($< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$) y estratificación de la columna de agua en base a sus temperaturas, como ha sido señalado por Okuda *et al.* (1978) y González *et al.* (2006). Los valores elevados de temperatura (máximo de $29\text{ }^{\circ}\text{C}$) obtenidos para esta investigación coinciden con los encontrados por Rivas *et al.* (2007) en Playa San Luis, quienes señalaron valores de temperatura del agua entre los 28 y 30°C para la época lluviosa; en este sentido, estas altas temperaturas pueden deberse a la topografía de la bahía, debido a que posiblemente aguas estancadas en regiones cercanas al área de estudio, pudieron desplazarse hacia el muelle de la estación por acción del viento, enmascarando el fenómeno de surgencia costera (Rodríguez, 2009).

Por otro lado, las descargas de aguas de la laguna de estabilización pueden influenciar la temperatura puesto que los valores de las aguas de dicha laguna son de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente (Expósito y Zoppi, 1999). En lo referente a las diferencias de esta variable entre horas, al igual que lo observado para el oxígeno, podría ser resultado del calentamiento de las aguas por radiación solar.

En lo que respecta al amonio, los valores obtenidos en la presente investigación son elevados, lo cual, tal como lo señala Salazar (2007) sugiere eutroficación. Rodríguez (2009) sostiene que los altos valores de amonio en dicha bahía pueden ser producto de la actividad antropogénica y de la laguna de oxidación o estabilización, que vierten gran cantidad de materia orgánica la cual es

oxidada en esta zona, produciendo liberación de amonio. Adicionalmente, cercano a la zona de muestreo se encontraban jaulas de peces del Proyecto de la Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura del Estado de Sucre (FIDAES), los cuales a través de sus excretas aportan amonio. Quintero *et al.* (2004) obtuvieron por el contrario valores bajos para la misma bahía y en la misma época (surgencia/sequía), no obstante sus estaciones estuvieron ubicadas de la zona intermedia y externa de la misma bahía.

Para el nitrito los valores fueron más bajos ($0,01-0,57 \mu\text{m.l}^{-1}$) que los reflejados por Quintero *et al.* (2004), los cuales obtuvieron valores superiores de nitrito, en la misma bahía ($0,1$ a $0,6 \mu\text{m l}^{-1}$), 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 $2,0 \mu\text{m.l}^{-1}$) sobre todo en la época de sequía producto del efecto nutricional de la surgencia costera (Okuda *et al.*, 1968). Lo elevado de la concentración de nitrito de este estudio, corrobora la posible condición de eutroficación de las aguas de la zona estudiada (Salazar, 2007). El nitrito es una especie inestable e intermedia entre el nitrato y el amonio, lo cual hace que su duración en el medio ambiente marino sea corta. Esta característica pudo influir en el hecho de que su concentración sea mayor a los 10 metros de profundidad. Por su parte, Salazar (2007) indica que la oxidación del nitrito podría ser más lenta a los 10 metros, ya que a esta profundidad hay menor temperatura y posiblemente menos oxígeno, lo cual se corresponde con los resultados del presente trabajo.

Las variaciones en la concentración de fosfato durante la investigación, posiblemente estén asociado a un aumento en las descargas de aguas servidas como producto de un incremento de la población del pueblo de Mochima por coincidir los valores más altos de dicho nutriente, con la mayor incidencia de

turistas en el pueblo los días 4 y 5 (temporada de Carnaval). Se sabe que estos compuestos son utilizados en los detergentes, los cuales están presentes en altas cantidades en las aguas de desechos domésticos e industriales (Márquez *et al.*, 2007). El hecho de que su concentración no variara respecto a las horas, indica que los organismos consumen este nutriente indistintamente sean horas nocturnas o diurnas (Rodríguez, 2009). Expósito y Zoppi (1999) señalan en su estudio sobre el efecto de la laguna de estabilización de Mochima sobre el fitoplancton marino, que las más altas concentraciones de fosfatos se hallaron en la zona interna de la bahía, cercana a las descargas de dicha laguna, en comparación con las zonas más alejadas de ésta.

Una de las fuentes de contaminación más frecuentes en las áreas costeras son las aguas residuales urbanas que contienen excretas humanas y residuos domésticos, con un promedio de 3,3 kg de nitrógeno total y 0,7 kg de fósforo total por persona, por año, que cuando son descargadas ocasionan un aumento en la cantidad de nitrógeno y fósforo, lo cual, sumado a la gran cantidad de sólidos suspendidos, originan un déficit de oxígeno en el fondo y por lo tanto una gran mortandad de peces y organismos bentónicos (Cederwall y Elmgren, 1990). En consecuencia, se afecta enormemente a estos ambientes, donde existe una gran producción de organismos marinos, los cuales son importantes suplementos de proteínas y además representan la principal base económica de muchas naciones (Nakanshi *et al.*, 1996).

La clorofila *a* no varió temporalmente, lo cual sugiere que la concentración no estuvo influenciada por el fotoperíodo (Lohrenz *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 2000) y que las condiciones diarias en el estudio fueron bastante homogéneas. Resultados similares obtuvo González (2002) quien registró valores parecidos ($1,08 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) en la boca del río Manzanares durante la época de sequía. Con respecto a la profundidad. Los mayores valores ($3,36 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) se consiguieron a los 10 metros lo cual se corresponde con las mayores concentraciones de nitrito

y fosfato, pudiendo atribuirse también a la intensidad excesiva de la radiación a los 0 y 5 metros. Resultados similares fueron corroborados por Perticarrari *et al.* (2004), quienes apreciaron que para el día las concentraciones de clorofila *a* eran más altas en los estratos superiores de la columna de agua, mientras que para la noche, la concentración se incrementó en las capas más profundas.

La densidad promedio del microzooplancton fue mayor que la del mesozooplancton. Esto se corrobora por lo señalado por Freón *et al.* (1989) y Sampaio *et al.* (2002), quienes mencionaron que los ambientes marinos están compuestos en su mayoría por los planctobiontes de menor talla. Marcano (2009) en época de no surgencia obtuvo para el mismo estudio un promedio para el microzooplancton mucho más bajo ($19\ 128\ \text{org.l}^{-1}$) lo cual era de esperarse debido a que la presente investigación se efectuó en época de surgencia.

La mayor abundancia microzooplantónica se observó en el estrato superficial de la columna de agua, en horas de la noche (22:00 y 4:00 h). Esto también fue registrado por Wen-Tseng *et al.* (2004) en una zona de surgencia, al norte de Taiwán, donde evidenciaron las mayores concentraciones de copépodos sobre los 200 m de profundidad a las 21:00 horas y una densidad mayor aún a las 02:00 horas a nivel superficial (0 a 1 m). El hecho de que a los 0 metros exista una mayor densidad de organismos, pero las concentraciones de clorofila *a* sean más bajas en este estrato, puede atribuirse al proceso de alimentación de la fracción herbívora del zooplancton. 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 y Lara, 2001).

La distribución del plancton no sólo cambia en el espacio, sino que lo hace en el tiempo, ya que muchos de los organismos que lo constituyen tienen

migraciones diurnas y nocturnas, de modo que, en algunas ocasiones, la captura del plancton es mayor en la noche (Peticarrari *et al.*, 2004). Frecuentemente se le conoce con el nombre de migraciones verticales diurnas, y por lo general está marcado por el ascenso de individuos durante la noche y el descenso de éstos hacía capas más profundas durante el día (Vinogradov, 1970). Esto último fue corroborado en el presente estudio, al contabilizarse una mayor densidad de micro y mesozooplancton en horas nocturnas y en el estrato superficial de la columna de agua.

La composición de los organismos del microzooplancton mostró el mayor porcentaje para los copépodos, seguidos por los cladóceros, lo cual es muy común en la mayoría de los estudios referentes a las comunidades zooplanctónicas (Gasca y Suárez, 1996). Cladóceros, copépodos, heterópodos, larvas de bivalvos, larvas de cirrípedos y apendiculados fueron encontrados por Zoppi (1999) en la parte interna de la Bahía de Mochima, al igual que en esta investigación.

La densidad promedio del mesozooplancton en el presente estudio, fue menor que el reportado por Marcano (2009) ($3\ 074,69\ \text{org.l}^{-1}$), utilizando la misma metodología, en la misma estación de muestreo sólo que durante relajación. Posiblemente el trabajo de éste último autor coincidió con uno de los picos semanales de abundancia zooplanctónica, mientras que el presente trabajo coincidió con una de las depleciones (Jones y Henderson, 1987). Con respecto a la ausencia de diferencias significativas entre las profundidades, es posible que los rangos de profundidad para las migraciones verticales de los organismos del mesozooplancton contabilizados en el presente estudio, sean superiores a los 10 metros, de ahí que no se apreciaron diferencias significativas entre las profundidades muestreadas.

La composición general del mesozooplankton señala como grupo más abundante a los cladóceros, seguido por los copépodos, larvas de crustáceos y huevos de peces. Morales (2008) reportó que los cladóceros constituyeron aproximadamente el 88% de los herbívoros estudiados en la plataforma Pariche-Manicuare. Bagdó (1977) al igual que en este trabajo, encontró que dentro de los herbívoros, los cladóceros constituyeron el grupo más abundante con un 41,7% del total de organismos contados y los copépodos como el segundo grupo más abundante con un 39,4% de aparición.

En adición a lo anterior, Urosa (1977 y 1983) establece que los cladóceros en muchas áreas pueden competir con los copépodos en abundancia numérica. Otro aspecto que debe considerarse en cuanto a la menor abundancia de copépodos, es la reacción de escape de los mismos, sobre lo cual Singarajah (1969) indica en su estudio sobre las reacciones de escape del zooplankton ante pequeñas corrientes de succión, que todos los copépodos observados fueron muy sensitivos a las corrientes y capaces de resistir a aquellas de velocidad moderada; en el mismo estudio se reflejó que los crustáceos plantónicos y sus larvas más desarrolladas, escapan de forma más eficiente que las de menor tamaño o desarrollo.

Es importante destacar la presencia de huevos de peces en el mesozooplankton, pertenecientes en su mayoría al grupo de los engraulidos, lo cual permite asumir que el área estudiada es una zona de desove de dicho grupo. Bastardo (1975) y Bagdó (1977) observaron que los huevos y larvas de peces representaron un grupo de aparición frecuente en sus muestras, pero sin notar períodos largos de gran abundancia. En cuanto a la presencia de nauplios de crustáceos pudo deberse a la presencia de crustáceos adultos en las cercanías del muelle de la estación Biológica y a la cercanía de la costa.

El patrón de comportamiento de los grupos menores con respecto a los días y

entre el día y la noche, es similar para ambas tallas, apreciándose las densidades mayores a partir del cuarto día y durante la noche. Estas altas densidades concuerdan con los valores más altos de fosfato. Karydis y Tsirtsis, (1996) concluyeron que cuando los nutrientes nitratos, amonio y ortofosfatos son descargados en una zona con un escaso patrón de intercambio y dilución, afectan a las comunidades planctónicas, ya que estos nutrimentos son rápidamente incorporados por el fitoplancton, aumentando así la abundancia y biomasa fitoplanctónica y por ende la productividad primaria. Lo antes expuesto podría haber sido la causa de una mayor disponibilidad de alimento para el zooplancton; notándose en un aumento en la densidad de larvas de cirrípedos, huevos de peces y anélidos, que puede ser explicado por los efectos positivos de la turbulencia causada por el viento a partir del tercer día, hecho que ha sido establecido para ambientes marinos (Curey y Roy, 1989).

En este estudio se observa una gran variedad de grupos zooplanctónicos, tanto para el microzooplancton como para el mesozooplancton. Al comparar estos resultados con los obtenidos por Marcano (2009) durante época de lluvia, para la misma zona, se puede inferir que el fenómeno de surgencia influye en el aumento de la diversidad del zooplancton.

El hecho de que las densidades de los grupos menores, para ambas tallas estudiadas, hayan sido mayores durante las horas de la noche, podría atribuirse a los fenómenos de migración vertical que afectan la distribución de algunos grupos zooplanctónicos a lo largo de la columna de agua (Vinogradov, 1970). La migración nocturna ha sido reportada como el comportamiento más común del zooplancton (Bayly, 1986), esto fue corroborado en el presente estudio al apreciarse mayores densidades para la mayoría de los grupos durante la noche.

La correlación positiva entre el fosfato, nitrito y clorofila *a* es de esperarse,

puesto que los organismos fitoplanctónicos aprovechan dichos nutrientes para su supervivencia. Además, la correlación negativa entre estos tres factores y la temperatura del agua, es característico de la surgencia costera, tal como lo señalaron Molinet *et al.* (2008), quienes indican que generalmente, dicha surgencia se presenta como una masa de agua de características diferentes a la superficial circundante (de menor temperatura y mayor contenido de sales nutrientes). La densidad del micro y mesozooplancton al correlacionarse negativamente con la concentración de oxígeno disuelto es un indicativo del consumo que efectúan estos seres vivos en su tasa respiratoria. La correlación negativa entre la densidad del mesozooplancton y el amonio, quizás esté señalando que, a medida que los organismos del plancton excretan dicho nutriente, éste pudiera estar siendo aprovechado a través del pastoreo por los organismos del fitoplancton y del zooplancton.

La existencia de diferencias diarias en la mayoría de las variables hidrológicas e hidrobiológicas, así como las diferencias horarias en la biomasa zooplanctónica, indican que los muestreos de estas variables pueden realizarse de manera confiable en términos intradiarios durante diferentes horas del día en la época de surgencia.

En lo referente a las lagunas de estabilización, este tipo de sistemas es considerado como uno de los tratamientos del agua residual más utilizados a nivel mundial, debido a su bajo costo, fácil mantenimiento, sencilla operabilidad y gran capacidad de amortiguación a las variaciones de la carga orgánica en el agua residual cruda (Metcalf y Eddy, 1995). Sin embargo, a pesar de existir una reducción considerable de la materia orgánica en estos sistemas de tratamiento, éstos presentan un limitado efecto purificador ya que el efluente contiene una gran cantidad de nutrimentos en forma disuelta como nitratos, amonio y ortofosfatos, sólidos suspendidos (algas) y sólidos disueltos (Karydis y Tsirtsis, 1996). En el caso particular la laguna de estabilización localizada en el

pueblo de Mochima, ésta carece de una evaluación continua de su funcionamiento y un control oficial del cumplimiento de las normativas legales para las descargas de los efluentes en el medio marino (Expósito y Zoppi, 1999), lo cual agrava la situación de dicho ecosistema.

CONCLUSIONES

Las bajas concentraciones de nutrientes y densidad zooplanctónica, no son característicos del período de surgencia costera, debido posiblemente a la corta residencia de las masas de agua y a la gran turbulencia generada por los vientos registrados durante este período de muestreo.

Las variables hidrológicas en la zona de estudio, parecen estar influenciadas en algún nivel, por las descargas de la laguna de estabilización y de la actividad antropogénica de la zona.

A pesar de que la cercanía de la laguna de oxidación, la descomposición de materia orgánica, la cercanía con el fondo y jaulas de peces, pueden estar influyendo de cierto modo en el aporte de nutrientes, la fuente principal de éstos, para el mes de febrero, es la surgencia costera.

Para el microzooplancton se identificó un total de 19 grupos siendo los copépodos con un 62,74% el grupo más abundante, seguido por los cladóceros (18,54%) y nauplios de crustáceos (15,89%).

Para el mesozooplancton se identificó un total de 11 grupos presentándose como grupo más abundantes los cladóceros (72,61%) seguido por los copépodos (19,09%).

Se infiere la existencia de migraciones verticales nocturnas debido a que en las mayores densidades se corresponden con la noche y con el estrato superficial de la columna de agua.

RECOMENDACIONES

Evaluar los efectos que pueda tener la laguna de oxidación sobre las comunidades zooplanctónicas estableciendo grupos de estaciones unas cercanas a la zona de descarga y otras más alejadas de ésta.

Determinar las variaciones de salinidad en el mismo punto de muestreo durante época de sequía.

Realizar un estudio sobre cómo podría influir un aumento demográfico en temporada alta de turistas, sobre los nutrientes, las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas.

Efectuar un reacondicionamiento de la laguna de estabilización de Bahía de Mochima, haciendo cumplir con las normativas y reglas de mantenimiento periódico de dicho sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Bathmann, U.; Bundy, M. y Clarke, M. 2001. Future marine zooplankton research a perspective. *Marine Ecology Progress Series*, 222: 297-308.

Bagdó, E. 1977. Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.

Bastardo, H. 1975. Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.

Bayly, I. 1986. Aspects of diel vertical migration in zooplankton and its enigma variations. En: *Limnology in Australia*. Deckker, P. y Williams, W. (eds). CSIRO. Australia. Págs. 349-368.

Bini, L.; Tundisi, J.; Matsumura, T. y Matheus, C. 1997. Spatial variation of zooplankton groups in a tropical reservoir (Broa Reservoir, São Paulo State-Brazil). *Hydrobiologia*, 357: 89-98.

Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial INIDEP, Mar del Plata. Argentina.

Boltovskoy, D. (ed). 1999. *South Atlantic zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, Vol. I y II. Argentina.

Boyd, C.; Smith, S. y Cowles, T. 1980. Grazing patterns of copepods in the upwelling system off Peru. *Limnology and Oceanography*, 25: 583-596.

Boyer, J.; Fourquaran, J. y Jones, R. 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. 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.

Cederwall, H. y Elmgren, R. 1990. Biological effects of eutrophication in the Baltic Sea, particularly the coastal zone. *Ambio*, 19(30): 109-112.

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

Curey, P. y Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 670-680.

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 de Puelles, M. 1990. Evolución temporal de la biomasa zooplanctónica en el Mar Balear. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6(1): 95-106.

Freón, M.; El Khattabi, M.; Mendoza, J. y Guzmán, R. 1989. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. *Marine Biology*, 128: 363-372.

Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela (I). Year to year Change of upwelling. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 4(2): 223-233.

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

Gasca, R. y Suárez, M. (eds.). 1996. *Introducción al estudio del zooplankton marino*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

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

González, L. 2002. Ecología de la desembocadura del río Manzanares, Cumaná, Estado Sucre. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.

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

Harris, R.; Portier, L. y Young, R. 1986. A large-volume pump system for studies of the vertical distribution of fish larvae under open sea conditions. *Journal of Marine Biology*, 66: 845-854.

Icamberry, J. y Richardson, R. 1973. Quantitative sampling of live zooplankton with a filter-pump system. *Limnology and Oceanography*, 18: 333-335.

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

Jones, R. y Henderson, E. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. *South African Journal of Marine Science*, 5: 447-465.

Karydis, M. y Tsirtsis, G. 1996. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. *Science of the Total Environment*, 186(3): 209-219.

Kiorboe, T.; Mohlenberg, F. y Riisgard, H. 1985. In situ feeding rates of planktonic copepods: A comparison of four methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 88: 67-81.

Lalli, C. y Parson, T. 1993. *Biological oceanography: an introduction*. Butterworth-Heinemann. Vancouver, Canada.

Legaré, H. 1961. Algunos eufausiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco, al oriente de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 1 (1): 131-146.

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

Levinton, J. 1995. *Marine biology*. Oxford University Press, Inc. Estados Unidos de América.

Lohrenz, S.; Fahnenstiel, G.; Redalje, D.; Lang, G.; Dagg, M.; Whittedge, T. y Dortch, Q. 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.

Mann, K. y Lazier, J. 1991. *Dynamics of marine ecosystems*. Blackwell Scientific Publications. Boston, USA.

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

- Márquez, B.; Marín, B.; Zoppi, E. y Moreno, C. 2006. Zooplankton del Golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 45(1): 61-78.
- Márquez, B.; Baumar, M.; Díaz, J.; Troccoli, I. y Subero, S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplankton en la Bahía de Mochima, Estado Sucre - Venezuela, durante 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 241-252.
- Márquez, B.; Marín, B.; Díaz, J. y Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplantónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana*, 72(1): 89-104.
- Masson, S.; Pinel-Alloul, B.; Methot, G. y Richard, N. 2004. Comparison of nets and pump sampling gears to assess zooplankton vertical distribution in stratified lakes. *Journal of Plankton Research*, 26(10): 1199-1206.
- Melo, M.; Nogueira, M.; Schwamborn, S.; Neumann, S. y Ekau, W. 2007. Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(4): 239-249.
- Méndez, E.; Manrique, R. y Cervigón, F. 1988. *La Ictiofauna de la Bahía de Mochima*. FUNDACIENCIA. Estación de Investigaciones Marinas de Mochima.
- Metcalf, C. y Eddy, I. 1995. *Ingengería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización*. Volumen 2. Interamericana McGraw-Hill. Madrid.
- Mitsuka, P. y Henry, R. 2002. The fate of copepod populations in the Paranapanema River (Sao Paulo, Brazil), downstream from the Jurumirim Dam. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(4): 479-490.
- Morales, N.; Ledo, H. y Godoy, G. 2001. Estudio de la comunidad del zooplankton en la Laguna de Sinamaica. *Ciencia*, 9(3): 313-327.
- Morales, J. 2008. Abundancia, composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplankton en la Plataforma Pariche-Manicuare, Golfo de Cariaco, Estado Sucre Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Molinet, R.; Arocha, F. y Cárdenas, J. (eds.). 2008. Evaluación de los recursos pesqueros en el oriente venezolano. Petróleos de Venezuela, S. A. - Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Mullin, M. 1993. *Webs and scales: physical and ecological processes in marine fish recruitment*. Washington Sea Grant Program. The University of Washington

Press. Seattle.

Nakanshi, K.; Karube, Y.; Hiroshi, S.; Uchida, A. y Ishida, Y. 1996. Detection of the red tide causing plankton *Chatonella marina*, using a piezoelectric immunosensor. *Analytica Chimica Acta*, 325(1-2): 73-80.

Nybakken, J. 2001. *Marine Biology: An ecological approach*. Benjamin Cummings. San Francisco, USA.

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. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 7: 7-37.

Okuda, T.; Alvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 17(1-2): 69-88.

Omori, M. y Ikeda, T. 1992. *Methods in marine zooplankton ecology*. Krieger Publishing Company Malabar. Florida.

Perticarrari, A.; Arcifa, M. y Rodrigues, R. 2004. Diel vertical migration of copepod in a Brazilian lake: A mechanism for decreasing risk of *Chaoborus* predation?. *Brazilian Journal of Biology*, 64(2): 289-298.

Pirela, E.; Troccoli, L. y Hernández, I. 2007. Hidrografía y microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela, durante el período mayo 2003 – junio 2004. XII Congreso Latino-Americano sobre las Ciencias del Mar (XII COLACMAR), Tomo I, Florianópolis, Brasil.

Quintero, A.; Bonilla, J.; Serrano, L.; Amaro, M.; Rodríguez, B.; Terrejova, G. y Figueroa, Y. 2004. Características ambientales de la Bahía de Mochima y adyacencias de la Cuenca de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 43 (1-2): 49-64.

Rawlinson, K.; Davenport, J. y Barnes, D. 2005. Tidal exchange of zooplankton between Lough Hyne and the adjacent coast. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 62: 205-215.

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

Rivas, T.; Díaz, J.; Troccoli, L.; Charzeddine, L.; Subero, S. y Márquez, A. 2007.

Variación diaria de algunas variables físico-químicas de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 46: 13-21.

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 grado. Universidad de Oriente, Cumaná.

Rodríguez, J. 1978. Distribución espacial del zooplancton en pequeña escala, en la laguna costera de Tacarigua, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 17(1-2): 55-68.

Salazar, I. 2007. Cambios a corto plazo de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, durante agosto de 2006. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná.

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.

Sampaio, E.; Rocha, O.; Matsumura, T. y Tundisi, J. 2002. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapema River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62: 525-545.

Schwamborn, R.; Mauro, J.; Leitão, S.; Ekau, W y Nogueira, M. 2008. Dynamic patterns of zooplankton transport and migration in Catuama Inlet (Pernambuco, Brazil), with emphasis on the decapod crustacean larvae. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(1): 109-113.

Singarajah, K. 1969. Escape reactions of zooplankton: the avoidance of a pursuing siphon tube. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 3:171-178

Smith, D. 1977. A Guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.

Smith, W.; Marra, J.; Hiscock, M. y Barber, R. 2000. The seasonal cycle of phytoplankton biomass and primary productivity in the Ross Sea, Antarctica. *Deep-Sea Research*, 47: 3119-3140.

Stearns, D. 1986. Copepod grazing behavior in simulated natural light and its relation to nocturnal feeding. *Marine Ecology Progress Series*, 30: 65-76.

- Strickland, J. y Parson, T. 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 167: 1-310.
- Suárez, E.; Reid, J. y Elías, M. 2005. Diversity and distributional patterns of Neotropical freshwater copepods (Calanoida: Diaptomidae). *International Review of Hydrobiology*, 90: 71-83.
- Todd, C. y Laverack, M. 1991. *Coastal Marine Zooplankton: A practical manual for students*. Cambridge University Press.
- Trégouboff, G. y Rose, M. 1978. *Manuel de planctologie meiditerranéenne*. I y II. Editions du centre de la recherche scientifique. Paris.
- Urosa, L. 1977. Bibliografía y observaciones sobre el zooplancton del mar Caribe. *Lagena*, 39-40: 11-26.
- Urosa, L. 1980. Nauplios balanomorfos y variación diurna de la temperatura en la Ensenada de Turpialito, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 19(1-2): 73-92.
- Urosa, L. 1983. Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 22(1/2): 125-143.
- Uttieri, M.; Grazia, M.; Nihongi, A.; Ribera, M.; Rudi, J. y Zambianchi, E. 2004. Lagrangian description of zooplankton swimming trajectories. *Journal of Plankton Research*, 26(1): 99-105.
- Villegas, N.; Malikov, I. y Díaz, D. 2008. Descripción de los ciclos de ascenso de las aguas de la Cuenca Pacífico Colombiano durante el año y su relación con factores meteorológicos asociados a la zona de convergencia intertropical. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 27: 200-206.
- Vinogradov, M. 1962. Feeding of the deep sea zooplankton. *Conseil International Pour L'Exploration de la Mer*, 153: 114-120.
- Vinogradov, M. 1970. *Vertical distribution of the oceanic zooplankton*. Israel Program Scientific Translation Jerusalem.
- Wen-Tseng, L.; Chia-Lu, C. y Chang-Tai, S. 2004. Seasonal distribution of copepods in Tapong Bay, Southwestern Taiwan. *Zoological Studies*, 43(2): 464-474.
- Williams, P. y Robertson, J. 1989. A serious inhibition problem from a niskin sampler during plankton productivity studies. *Limnology and Oceanography*,

34(7): 1300-1305.

Zar, J. 1994. *Bioestadistical analysis*. Segunda Edición. Editorial Englewoods Cliffs. New Jersey.

Zoppi, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 1(1): 219-248.

Zoppi, E.; Alonso, P. y Delgado, M. 1989. Distribución de los misidáceos (crustacea) en las costas de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente*, 28(1-2): 29-33.

Zoppi, E. y Alonso, P. 1997. Distribution of *Mysidium integrum* (Tattersall) (Crustacea-Mysidacea) in Venezuelan coral habitats. *Studies on the Natural History of the Caribbean Region*, 73: 1-15.

Zoppi, E. 1999. El zooplancton de la zona interna de la Bahía de Mochima, Libro de Resúmenes Ampliados del VIII Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), Trujillo, Tomo I: 354-355.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	Variación temporal y espacial del micro y mesozooplankton en la parte interna de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela, en época de surgencia.
---------------	---

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Narváez R., Mariela Del V.	CVLAC	18416876
	e-mail	mnarvaezruiz@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Zooplankton
Bahía de Mochima
Bomba
Migración vertical

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencia	Biología

Resumen (abstract):

Con el propósito de estudiar las variaciones temporales y espaciales del mesozooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima en época de surgencia, se efectuaron muestreos diarios empleando una bomba de succión, a intervalos de 6 horas (04:00, 10:00, 16:00 y 22:00 horas) durante una semana (01-08/ 03/ 2008), a tres profundidades (0, 5 y 10 metros). Se colectaron dos muestras para cada profundidad, una de ellas fue filtrada con un tamiz de 100 μm (microzooplancton) y la otra con un tamiz de 300 μm (mesozooplancton), a las cuales se les agregó formaldehído al 4% neutralizado con bórax. Se midieron variables abióticas (amplitud mareal, velocidad del viento, temperatura del agua, contenido de oxígeno disuelto, amonio, nitrito y fosfato) y bióticas (clorofila *a*, densidad del microzooplancton 100 μm y mesozooplancton 300 μm). Los datos de clorofila *a* y nutrientes fueron suministrados por los laboratorios de Fitoplancton y de Oceanografía del Instituto Oceanográfico de Venezuela, respectivamente. La amplitud mareal presentó un mínimo de -16 cm y un máximo de 23 cm, los vientos más fuertes (9,78 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) se observaron a partir del día 4. La temperatura osciló entre 23 y 29°C. Las concentraciones de nutrientes fueron altas (promedios de 0,71; 0,16 y 0,24 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ para amonio, nitrito y fosfato, respectivamente). En lo referente a la densidad para el microzooplancton se encontraron diferencias entre días (KW= 0,005; $p < 0,05$), horas (KW= 0,005; $p < 0,05$) y profundidades (KW= $< 0,001$; $p < 0,05$), pero para el mesozooplancton sólo se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a días (KW= $< 0,001$; $p < 0,05$) y horas (KW= 0,015; $p < 0,05$), más no para profundidades (KW= 0,083; $p < 0,05$). El promedio de densidad para los organismos de 100 μm fue 36 689,98 $\text{org}\cdot\text{l}^{-1} \times 1\ 000$ y para los de 300 μm fue 1 359,43 $\text{org}\cdot\text{l}^{-1} \times 1\ 000$. Como grupos dominantes se identificaron para el microzooplancton copépodos (62,74%), cladóceros (18,54%) y nauplios de crustáceos (15,89%), para el mesozooplancton se contabilizaron cladóceros (72,31%), copépodos (19,09%), larvas de crustáceos (2,14%) y huevos de peces (2,09%). La clorofila *a*, el fosfato y el nitrito se correlacionaron negativamente con la temperatura, lo cual es típico de surgencia. Las variables hidrológicas como el fosfato y nitrito, parecen estar influenciadas por las descargas de la laguna de estabilización y por la actividad antropogénica de la zona. Por otro lado, se infiere la existencia de migraciones verticales nocturnas debido a que las mayores densidades se corresponden con horas de la noche.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Márquez R., Brightdoom	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	10856800
	e-mail	bmarquez@sucre.udo.edu.ve
	e-mail	
Marín, Baumar	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	5182626
	e-mail	bmarin@sucre.udo.edu.ve
	e-mail	
Marcano, Luz	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13623029
	e-mail	luzmarymarcano@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2011	05	17
------	----	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-NarvaezM.doc	Application/Word

Alcance:

Espacial: Nacional (Opcional)

Temporal: Temporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciatura en biología

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciatura

Área de Estudio:

Biología

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

Universidad de Oriente, núcleo de Sucre

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

Derechos:

Yo Mariela Narváez como autora intelectual de esta tesis le doy el derecho a la Universidad de Oriente para divulgar el contenido de este trabajo de investigación con fines educativos, resguardando en todo momento la patente de industria y comercio si se diera el caso.

