



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

DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL ZOOPLANCTON DURANTE  
TRES PERÍODOS DEL AÑO, EN TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO,  
VENEZUELA (Modalidad: Tesis de grado)

AURIS AVELIS RAMÍREZ NÚÑEZ

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

CUMANÁ, ABRIL DE 2013

DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL ZOOPLANCTON DURANTE  
TRES PERÍODOS DEL AÑO, EN TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO,  
VENEZUELA

APROBADO POR:

---

Profa. Brighthoom Márquez  
Asesora Académica

---

Jurado Principal

---

Jurado Principal

## INDICE

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
LISTA DE FIGURAS .....	III
RESUMEN .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	6
<b>Área de estudio</b> .....	6
<b>De campo</b> .....	6
<b>En el laboratorio</b> .....	7
<b>Índice de surgencia</b> .....	8
<b>Análisis estadísticos</b> .....	8
RESULTADOS .....	9
<b>Factores abióticos</b> .....	9
Temperatura del agua (°C) .....	9
Salinidad .....	12
Índice de surgencia (IS) .....	14
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	16
Nitrito (NO <sub>2</sub> ) .....	19
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) .....	22
Fosfato (PO <sub>4</sub> ) .....	25
<b>Factores bióticos</b> .....	28
Clorofila <i>a</i> (Chl- <i>a</i> ) .....	28
Volumen sedimentado .....	31
Biomasa húmeda .....	35
Densidad zooplanctónica .....	38
Composición zooplanctónica .....	41
Análisis de componentes principales (ACP) .....	43
DISCUSIÓN .....	46
CONCLUSIONES .....	55

BIBLIOGRAFÍA .....	56
APÉNDICE.....	63
HOJAS DE METADATOS.....	71

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres y abuelos, quienes en todo momento de mi vida me llenaron de amor, alegría y fuerzas, guían mis pasos, me ayudan en el camino para superarme cada día y seguir siempre adelante con mis metas.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela por todo el apoyo prestado para el desarrollo de esta investigación. A mi asesora Brightdoom Márquez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y su motivación ha fomentado mi desarrollo como investigador y al profesor Baumar Marín, por sus consejos y orientaciones, fundamentales en la realización de esta investigación, además de brindarme las herramientas necesarias para mi progreso como profesional.

Al profesor Rafael Díaz y a sus tesistas 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 mis padres Aura Núñez y Rafael Garone, por su apoyo y amor incondicional y por enseñarme a siempre perseverar y que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí.

A mis amigos: Dulcimar García, Brimar Espinoza, Mariella Benítez y Pablo Montañez, por brindarme su amistad, consejos, apoyo, ánimo, compañía en los momentos más difíciles de mi vida y por ayudarme en mi trabajo de grado y darme palabras de aliento para continuar siempre hacia adelante.

A toda mi familia y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, aportando un granito de arena para cristalizar esta meta, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

*Muchas gracias*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de muestreo. Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. ....	6
Figura 2. Variación intradiaria de la temperatura del agua (°C), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	10
Figura 3. Variación intradiaria de la temperatura del agua (°C), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	11
Figura 4. Variación intradiaria de la salinidad, eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos .....	13
Figura 5. Variación intradiaria de la salinidad, eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos .....	15
Figura 6. Valores diarios del índice de surgencia ( $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ) en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela; donde se muestran los períodos de muestreo diario del presente trabajo.....	16
Figura 7. Variación intradiaria de la concentración de amonio ( $\mu\text{m} \cdot \text{L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio) columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	17
Figura 8. Variación intradiaria de la concentración de amonio ( $\mu\text{m} \cdot \text{L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	18
Figura 9. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ( $\mu\text{m} \cdot \text{L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos .....	20
Figura 10. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ( $\mu\text{m} \cdot \text{L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el	

período de surgencia (marzo) en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	21
Figura 11. Variación intradiaria de la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.....	23
Figura 12. Variación intradiaria de la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo 2011), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos. ....	24
Figura 13. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio) columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos .....	26
Figura 14. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos. ....	27
Figura 15. Variación intradiaria de la concentración de clorofila <i>a</i> ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos .....	29
Figura 16. Variación intradiaria de la concentración de clorofila <i>a</i> ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos. ....	30
Figura 17. Variación intradiaria del volumen sedimentado ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda, y el período de relajación (noviembre) columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos .....	32
Figura 18. Variación intradiaria del volumen sedimentado ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, — = media y □ = extremos. ....	34

Figura 19. Variación intradiaria de la biomasa húmeda ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda, y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y $\square$ = extremos.....	36
Figura 20. Variación intradiaria del peso húmedo ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y $\square$ = extremos.....	37
Figura 21. Variación intradiaria de la densidad zooplanctónica ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y $\square$ = extremos.....	39
Figura 22. Variación intradiaria de la densidad del zooplancton ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, en el período de surgencia (marzo), en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y $\square$ = extremos.....	40
Figura 23. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de julio 2010 (período de transición). .....	41
Figura 24. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de noviembre 2010. ....	42
Figura 25. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de marzo 2011 (período de surgencia). .....	42
Figura 26. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de julio 2010, período de transición, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. ....	43
Figura 27. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de noviembre 2010, período de relajación, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. ....	44
Figura 28. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de marzo 2011, período de surgencia, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. ....	45

## RESUMEN

Con la finalidad de estudiar la variación temporal y espacial intradiaria de la comunidad zooplanctónica en Turpialito, se realizaron muestreos diarios a intervalos de 6 horas a dos profundidades (0 y 2 m) durante una semana del mes de julio y noviembre de 2010 y marzo de 2011, correspondientes al período de transición, relajación y surgencia, respectivamente. La toma de las muestras se realizó por medio de una red estándar de zooplancton con una malla de 300  $\mu\text{m}$ . Los valores de temperatura variaron desde 22,8- 29°C (julio); 22- 30°C (noviembre) y 23,4- 29,8°C (marzo) y los de salinidad oscilaron entre 30- 35,6; 32,2- 37,7 y 33,1- 34,8 para julio, noviembre y marzo, respectivamente. En cuanto a la concentración de clorofila *a* los valores oscilaron entre 0,11-0,96  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  para julio, ND - 20,409  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  para noviembre y ND - 8,44  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  para marzo, mientras que los nutrientes variaron entre 0 - 3,39 ( $\text{NH}_4$ ); 0 - 0,20 ( $\text{NO}_2$ ); 0 - 2,08 ( $\text{NO}_3$ ) y 0- 1,47 ( $\text{PO}_4$ )  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  para julio y entre 0,06- 27,51  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{NH}_4$ ); 0 - 1,64 ( $\text{NO}_2$ ); 0,50- 11,59 ( $\text{NO}_3$ ) ; 0 - 0,57 ( $\text{PO}_4$ )  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  para noviembre y 0,36 - 6,39  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{NH}_4$ ); 0,07- 0,61  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{NO}_2$ ); 0,87-10,96  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{NO}_3$ ) y 0,05- 0,28  $\mu\text{m}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $\text{PO}_4$ ) correspondientes a marzo. Se estimó la biomasa zooplanctónica por medio del volumen sedimentado (VS) y biomasa húmeda (BH), presentando valores para julio entre 0,083 - 5,391  $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$  (VS) y 0,004 - 0,559  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (BH); en noviembre entre 0,42 - 12,03  $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$  (VS) y 0,004 - 1,182  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (BH), y los valores para marzo oscilaron entre 0,47 - 6,64  $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$  (VS) y 0,009 - 0,427  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (BH). Con respecto a la biomasa zooplanctónica en julio y noviembre no se detectaron diferencias significativas en relación a los días y las profundidades, pero si en cuanto a las horas; sin embargo, en marzo se encontraron diferencias con respecto a los días. La densidad total fue de 109423,59  $\text{ind}\cdot\text{m}^3$ ; 3141,33  $\text{ind}\cdot\text{m}^3$  y 160,42  $\text{ind}\cdot\text{m}^3$ , para julio, noviembre y marzo, respectivamente; se observaron diferencias con respecto a las horas ( $K_w= 21,29$ ;  $p < 0,05$  y  $K_w=37,24$ ;  $p < 0,05$ ), para julio y noviembre, respectivamente. La composición zooplanctónica estuvo dominada por los copépodos (>90%), seguido por las larvas de crustáceos, durante los meses de julio y noviembre; mientras que en marzo se observó una mayor variedad de grupos zooplanctónicos: zooplancton gelatinoso (21%), huevos y larvas de crustáceos (22%), copépodos (17%) y cladóceros (10%). En consecuencia, se encontró una mayor densidad de organismos en julio, coincidiendo con los relativamente bajos valores de temperatura, alta salinidad y altas concentraciones de nutrientes, corroborado con el análisis de ACP; coincidiendo con el segundo pulso de surgencia característico de la zona nororiental de Venezuela; también, se evidenció el fenómeno de migración vertical característico de los organismos del zooplancton, debido a que las mayores valores correspondieron con las horas nocturnas.

## INTRODUCCIÓN

La composición biótica del medio ambiente pelágico en los mares está constituida por numerosos organismos planctónicos que forman la base trófica, donde el zooplancton representa el renglón principal de la producción secundaria, ya que sirve como alimento del micronecton y otros zoófagos. Su abundancia y distribución obedece, en gran parte, a los resultados de las relaciones en la cadena trófica en respuesta a procesos ambientales dominantes en el medio pelágico (Marín *et al.*, 2004). Otro aspecto relevante del zooplancton es el hecho de que su distribución, composición y abundancia son producto de un conjunto de condiciones hidrológicas y biológicas; por ello, la presencia de ciertas especies o grupos de especies en determinada zona representa también la ocurrencia de ciertas condiciones (Gasca y Suárez, 1996), así mismo, pueden considerarse como indicadores naturales de masas de agua y contaminación (Pantaleón *et al.*, 2005).

Un elemento que se considera determinante de la naturaleza del ecosistema costero-pelágico es la diversidad de especies del plancton (Longhurst, 1967). En este sentido, el conocer a las especies que coexisten en un tiempo y espacio determinado, así como su abundancia relativa, sus hábitos alimenticios y su distribución vertical, serían indicativo de las propiedades del ecosistema y del posible nivel de estabilidad trófica y de eutroficación en el sistema (Hernández y Esqueda, 2006).

El zooplancton retiene y transfiere la materia junto con la energía que el fitoplancton ha fijado fotosintéticamente, por tanto es un indicador de la producción secundaria. En los estudios del zooplancton, la determinación cualitativa y cuantitativa del mismo constituye un buen indicador de la producción secundaria pelágica, así como su potencial aprovechable de los recursos del necton (Marín *et al.*, 2004); así mismo, el estudio de la biomasa es muy importante y puede complementar la información de la composición, abundancia y estructura comunitaria (Márquez *et al.*, 2007).

El zooplancton es considerado como una importante fuente potencial de alimento,

principalmente para la obtención de proteína animal. Los zoopláncteres contienen todos los aminoácidos esenciales y su contenido de grasa está entre 5 y 10 %. Tienen vitaminas A, B y C y minerales en cantidades adecuadas para la alimentación (Gasca y Suárez, 1996). Resulta claro que la comunidad del zooplancton presenta características sumamente interesantes en lo que se refiere a un posible aprovechamiento de una parte de esa enorme biomasa para diversos aspectos de la actividad humana (Gasca y Suárez, 1996).

Es importante destacar que el zooplancton no está repartido uniformemente en los océanos, sino que se puede diferenciar la presencia del zooplancton nerítico (cercano a la plataforma continental) y el zooplancton oceánico (de mar abierto), ambos con características particulares. El zooplancton de la zona nerítica presenta mayor diversidad de organismos que en la oceánica; esto se debe a que el alimento es más abundante cerca de la costa, mientras que en el mar abierto el alimento tiende a escasear (Suárez y Gasca, 1992). Por otro lado, tomando en cuenta la profundidad en la que viven, existe el plancton de la zona epipelágica (0-200 m), mesopelágica (200-2.000 m) y batipelágica (2.000-4.000 m) (Boltovskoy, 1981; Suárez y Gasca, 1992).

En las poblaciones zooplanctónicas, los factores biológicos y físicos pueden producir fluctuaciones en la abundancia y en las estructuras de sus comunidades. Entre los factores físicos encontramos la surgencia costera y los patrones de lluvia, los cuales juegan un papel importante en el control de los estándares de producción primaria en aguas venezolanas. La región Nororiental de Venezuela está influenciada por el fenómeno de surgencia; entre algunos trabajos se pueden mencionar los de Richards (1960), Margalef (1965), Okuda *et al.* (1978), Ferraz-Reyez (1983), Estrella (1988) y Gómez (1996) quienes confirman que este fenómeno está asociado con la época de sequía, velocidad del viento, bajas temperaturas, altas salinidades, y por consiguiente, alta biomasa fitoplanctónica y zooplanctónica. Por lo tanto, desde el punto de vista de la diversidad zooplanctónica, el Golfo de Cariaco se caracteriza por presentar una alta productividad de materia orgánica, con una rica población de pláncteres, causado por el fenómeno de surgencia (Richards, 1975).

Una conducta observada frecuentemente en los diferentes grupos zooplanctónicos son los ritmos diarios de la distribución y desplazamiento vertical, conocidos como “migración vertical diaria” (Villabona *et al.*, 2007). Existen numerosas investigaciones que la documentan y establecen diversas causas, como acumulación de energía, disponibilidad y calidad del alimento y evasión a la depredación por peces e invertebrados (Neill, 1990). Sin embargo, las últimas investigaciones señalan que los cambios en la intensidad lumínica son el principal inductor de las variaciones en la disposición vertical (Ringelberg y Van Gool, 2003).

Por causa de este fenómeno, estudios comparativos de zooplancton entre el día y la noche, mostrarán 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 Parsons, 1993).

En referencia a los trabajos relacionados con la abundancia y distribución vertical del zooplancton a nivel mundial destacan: el estudio sobre la estructura, biomasa y producción del meso y microzooplancton en la plataforma de Galicia (Braun *et al.*, 1990), registrando una mayor abundancia y biomasa del microzooplancton a finales del verano, mientras que mesozooplancton fue mayor en primavera y verano; Torres y Estrada, (1997) estudiaron los patrones de migración vertical en el plancton de un lago tropical en México, encontrando una mayor concentración de alimento a los 5 m de profundidad, sugiriendo que sus datos son compatibles con la hipótesis que propone que el ascenso nocturno del zooplancton involucra un beneficio térmico, más que trófico; Sabatini *et al.* (2001) caracterizaron el zooplancton del área costera de la plataforma patagónica austral (Argentina), demostrando que la biomasa, la abundancia y el número de especies fueron mayores en primavera; Palma y Apablaza (2004) estudiaron la abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en una área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt, encontrando las mayores densidades en la estación más costera y en el frente oceánico; Pantaleón *et*

*al.* (2005) analizaron la distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, México, determinando una mayor riqueza de grupos en la laguna La Pastoría, debido a la salinidad y la tasa de intercambio de agua entre la laguna y el mar; Sampaio *et al.* (2005) observaron las tendencias estacionales y espaciales en la comunidad mesozooplancónica del Mar de Alborán (España), demostrando que a escala interanual, la biomasa y la densidad registraron una tendencia creciente a lo largo del período de muestreo.

Asimismo, Villabona *et al.* (2007) investigaron los cambios nictemerales en la distribución vertical de algunos microcrustáceos en un lago artificial del neotrópico (Colombia), encontrando diferencias significativas en la distribución vertical para cada muestreo, pero no se hallaron diferencias significativas entre horas, por lo que posiblemente predominó la migración horizontal sobre la migración vertical; Álvarez *et al.* (2009), estudiaron la composición y abundancia de grupos del zooplancton de una laguna de arrecife de coral en Puerto Morelos (México) durante un ciclo anual, identificando 41 grupos zooplanctónicos, donde los copépodos fueron los más abundantes (61%) seguidos de las larvas de equinodermos (17%) y decápodos (5%); Hernández *et al.* (2010) observaron la variación diaria de la abundancia del zooplancton en Bahía Magdalena, México, encontrando que las especies más abundantes fueron más numerosas al inicio de la serie, pero tendieron a reducir su densidad hacia el fin del lapso de estudio. La hidrodinámica invernal en la zona se identificó como un factor de concentración de zooplancton, quizá de importancia mayor que la temperatura o la concentración de clorofila *a*.

En el Golfo de Cariaco, los estudios sobre el zooplancton marino se iniciaron en los años sesenta con las investigaciones pioneras de Legaré (1961a) sobre los Eufasiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco; Legaré (1961b) analizó el zooplancton en todo el área del Golfo de Cariaco; Legaré y Zoppi (1961) determinaron la abundancia y distribución de los quetognatos en las aguas del oriente de Venezuela; Cervigón y Marcano (1965) estudiaron el zooplancton del Golfo de Cariaco. Más tarde, en los años setenta, se realizaron los trabajos de Zoppi (1971) quien identificó los

apendicularios de la región de Venezuela y Bastardo (1975) analizó la abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco. Para los años ochenta, Urosa (1983) realizó un trabajo sobre la distribución del zooplancton en la cuenca Tuy- Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela; Infante y Urosa (1986) analizaron la distribución vertical de copépodos en aguas deficientes de oxígeno; más tarde, Peñuela (2000) realizó un análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial de la fosa de Cariaco; Marín *et al.* (2004) estudiaron la distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco; Márquez *et al.* (2006) realizaron una recopilación de los trabajos de zooplancton del golfo de Cariaco; Marcano (2007) realizó una caracterización cuantitativa y cualitativa de los diferentes espectros de tallas del zooplancton en la zona Caguire-El Peñón, Golfo de Cariaco; Morales (2008) estudió la abundancia, composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplancton en la plataforma Pariche- Manicuaire, Golfo de Cariaco; Márquez (2008), analizó la biomasa, densidad y estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, y más recientemente, Márquez (2010) estudió la composición, abundancia y distribución de los copépodos planctónicos del Golfo de Cariaco.

Tomando en cuenta la necesidad de efectuar estudios que revelen el comportamiento del zooplancton en respuesta al fotoperíodo, se plantea la necesidad de realizar este estudio, cuyo propósito es determinar la variación diaria de la densidad y distribución del zooplancton en la zona costera de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, así como la relación de esos cambios en función de la profundidad y de los factores ambientales, durante los períodos de surgencia, relajación y transición.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El Golfo de Cariaco está ubicado en la región nororiental de Venezuela, entre los  $10^{\circ} 36' 00''$ -  $10^{\circ} 26' 20''$  N y los  $64^{\circ} 36' 00'$  y  $63^{\circ} 38' 20''$  O (Caraballo, 1982). Presenta comunicación con el mar Caribe a través de su boca que tiene una anchura aproximada entre 5 y 5,5 km. Sus dimensiones de largo y ancho son aproximadamente 62 km y 15 km, respectivamente, con una profundidad promedio de 50 m y una máxima de 90 m (Okuda *et al.*, 1978).

El área de muestreo comprende la ensenada de Turpialito, situada a 13 km al este de Cumaná ( $10^{\circ} 26' 56''$  N,  $64^{\circ} 02' 00''$  O) en la costa sur del Golfo de Cariaco (Figura 1).

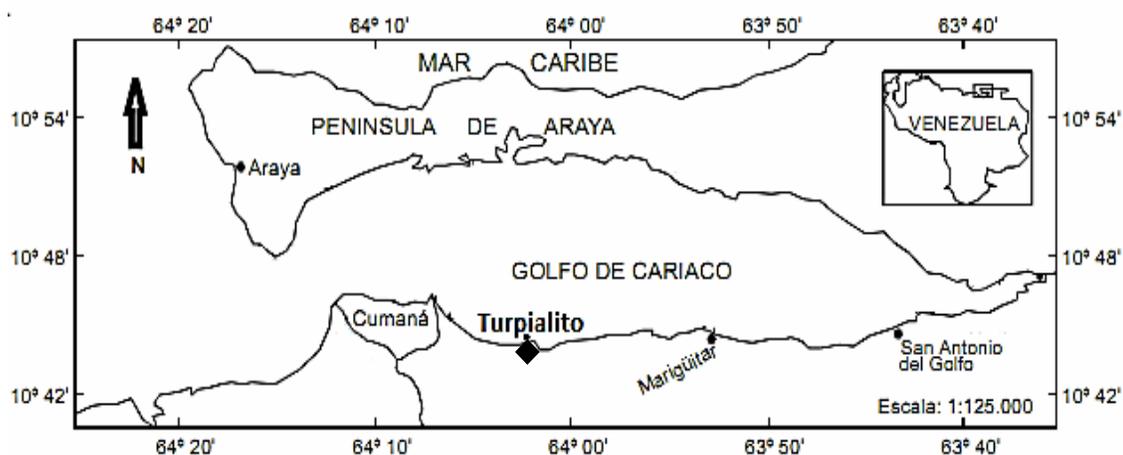


Figura 1. Área de muestreo. Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

### De campo

Se realizaron muestreos durante 24 horas a intervalos de seis horas, durante siete días consecutivos del mes de julio y noviembre de 2010 y marzo de 2011, correspondientes al período de transición, relajación y surgencia, respectivamente, en la ensenada de Turpialito. Las profundidades a muestrear fueron a nivel superficial (0 m) y a 2 m y las

muestras del zooplancton fueron colectadas con una malla estándar de zooplancton con un diámetro de 300  $\mu\text{m}$  y 32 cm de cuerda.

Una vez finalizados los calados, el material biológico, fue colocado en envases de plásticos previamente identificados y se procedió a colocarles formaldehído al 4% neutralizado con bórax y, posteriormente, fueron trasladados al Laboratorio de Zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Simultáneamente *in situ* se tomaron registros de la temperatura y salinidad, utilizando una sonda multiparamétrica (YSI), en cada una de las profundidades y a las distintas horas de muestreo; de igual manera se tomaron muestras de agua para la determinación de la clorofila *a* y nutrientes, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Fitoplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

### **En el laboratorio**

La biomasa del zooplancton se estimó utilizando el método de volumen sedimentado, para lo cual se colocó la muestra en cilindros graduados durante 24 horas, tiempo en el que se anotó el volumen de zooplancton sedimentado. Para la determinación del peso húmedo, el material biológico se filtró por un tamiz del mismo poro de la malla (300  $\mu\text{m}$ ) y se secó con papel de filtro para eliminar el agua intersticial, posteriormente fue pesado en una balanza Ohaus modelo Navigator (0,01 g).

Cada muestra se analizó por medio de tres alícuotas de 2 ml tomada con una pipeta Hensen-Stempel y colocada en una cámara Bogorov para cuantificar el número de individuos bajo la óptica de un microscopio estereoscópico. La densidad de los organismos, se expresó en N° de individuos por metro cúbico ( $\text{ind.m}^{-3}$ ).

Los datos fueron estandarizados a número de organismos por  $\text{m}^3$  de volumen,  $\text{ml.m}^{-3}$  para volumen sedimentado y  $\text{mg.m}^{-3}$  para peso húmedo.

Para determinar el número de organismos totales por muestra se aplicó la fórmula

utilizada por Añez (1983):

$$N^{\circ} \text{org. totales} = \frac{N^{\circ} \text{org. de la muestra} \times \text{Vol. total}}{\text{Vol. submuestra}} \quad (1)$$

Posteriormente se calculó la densidad a través de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{N^{\circ} \text{org. totales}}{\text{Vol. agua filtrada}} \quad (2)$$

### **Índice de surgencia**

El índice de surgencia (IS) se determinó como resultado del efecto de la dirección y fuerza del viento, siguiendo la expresión del transporte de Ekman (Bbowden, 1983), utilizado por Marín *et al.*, 1993.

### **Análisis estadísticos**

Las diferencias temporales y verticales de las variables se analizaron con un análisis no paramétrico propuesto por Kruskall- Wallis (Boyer *et al.*, 1997). Como variables independientes se utilizaron los días, las horas y las profundidades y las dependientes las variables bióticas y abióticas. Se utilizó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  (Montgomery, 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de caja y bigotes “boxplot” para proporcionar una mejor representación visual de los análisis, en los casos en que se detectaron diferencias, se realizó un análisis a posteriori (LSD) de acuerdo a Zar, 1996. Para establecer estructuras de correlación se utilizó un análisis de datos descriptivos, componentes principales, con uso de gráficos biplot (Johnson y Wichern, 1992). Todas las pruebas se realizaron con el programa estadístico Statgraphics plus para Windows versión 5.1.

## RESULTADOS

### Factores abióticos

#### Temperatura del agua (°C)

La temperatura media en julio de 2010, período de transición, fue de 25,05 °C y varió entre 22,8- 29 °C, con los valores más altos (29 °C) durante el primer día de muestreo (Figura 2A) y a las 16:00 horas (Figura 2B). En relación a las dos profundidades de muestreo, se observó valores más altos (29°C) en la superficie (0m) (Figura 2C). Esta variable se determinó la existencia de diferencias significativas entre horas ( $K_w=36,41$ ;  $p<0,05$ ) mientras que para los días ( $K_w=9,52$ ;  $p>0,05$ ) y las profundidades ( $K_w=2,09$ ;  $p>0,05$ ) no se detectaron diferencias.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 4:00 y 22:00 con los valores más bajos (23,61 y 24,88) y el segundo por las 10:00 y 16:00 h (25,24 y 26,52) con los valores más altos (Apéndice 1).

En el mes de noviembre, período de relajación, la temperatura varió de 22- 30°C, presentando una media de 28,5 °C, registrándose el valor más alto (30°C) durante el segundo día de muestreo (Figura 2D) a las 10:00 horas (Figura 2E) y a nivel superficial (Figura 2F); se hallaron diferencias significativas entre los días ( $K_w=13,59$ ;  $p<0,05$ ) pero no entre las horas ( $K_w=2,47$ ;  $p>0,05$ ) ni para las profundidades ( $K_w=0,06$ ;  $p>0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% entre los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por el día 1 con el valor más bajo (25,05), el segundo por los días 2 y 3 con valores intermedios (26,19 y 26,25) y el tercero por los días 4, 6, 7, 8 y 5 con las medias más altas, desde 29,09 hasta 29,54 (Apéndice 2).

En el mes de marzo de 2011, período de surgencia, la temperatura presentó una media de 25,07 y varió entre los 23,4-29,8 °C, con los valores más altos (29,8 °C) durante el

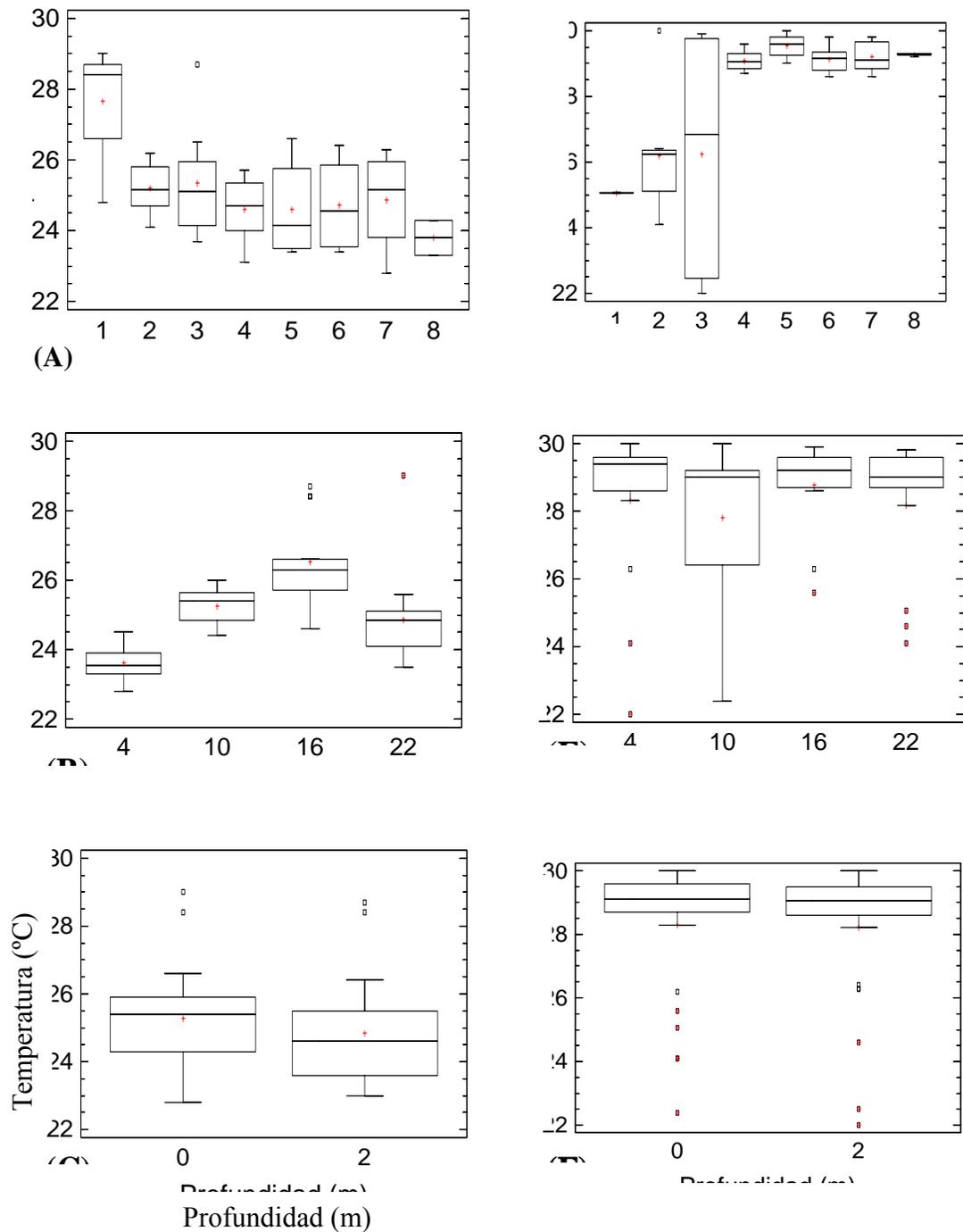
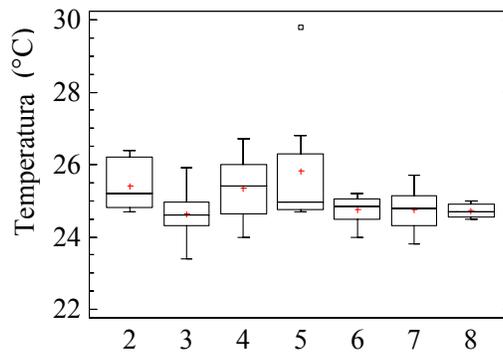
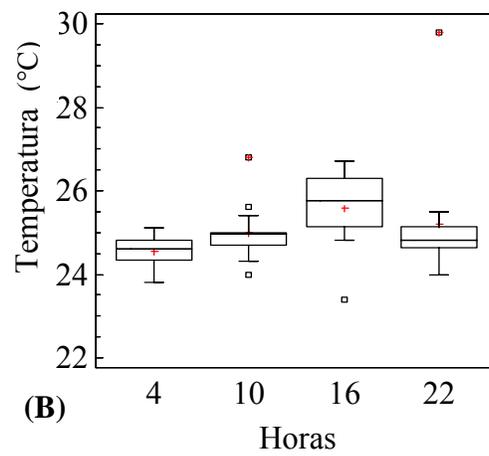


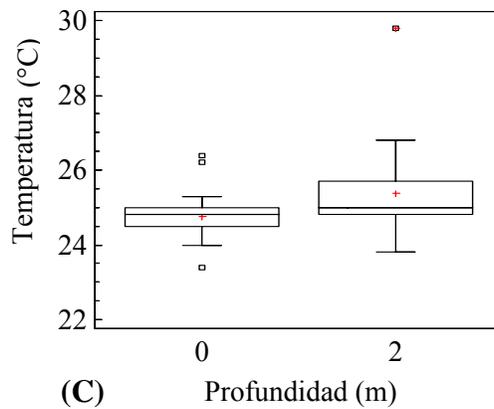
Figura 2. Variación intradiaria de la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.



(A)



(B)



(C)

Figura 3. Variación intradiaria de la temperatura del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.

quinto día de muestreo (Figura 3A) y las 22:00 horas (Figura 3B). En relación a las profundidades de muestreo, se observó el mayor registro (29,8 °C) a los dos metros (2m) (Figura 3C). Se determinó la existencia de diferencias significativas entre las horas (KW=14,98;  $p<0,05$ ) y las profundidades (KW=5,32;  $p<0,05$ ) pero no para los días (KW=7,64;  $p>0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para marzo de 2011 en cuanto a las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 4:00, 10:00 y 22:00 con los valores más bajos y el segundo por las 22:00 y 16:00 h con los valores más altos (Apéndice 3). Con respecto a la profundidad se formaron dos grupos, el primero con la media más baja integrado por el estrato superficial (0 m) y el segundo con la mayor media constituido por los 2 metros (Apéndice 4).

#### Salinidad

La salinidad varió de 30- 35,6 en julio 2010, con una media de 32,8; los valores más altos (35,6) se registraron en el día 2 (Figura 4A) a las 10:00 horas (Figura 4B) y a los 2 metros de profundidad (Figura 4C). Se presentaron lluvias en algunos días de muestreo, durante este período. Se determinó la existencia de diferencias significativas en cuanto a las horas (KW=10,97;  $p<0,05$ ) pero no para los días (KW=6,85;  $P>0,05$ ) ni para las profundidades (KW=0,02;  $p>0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 16:00 y 10:00 con los valores más bajos (32,12 y 33,02) y el segundo por las 22:00 y 4:00 h (33,04 y 33,17) con los valores más altos (Apéndice 5).

En noviembre, período de relajación, la salinidad osciló entre 32,2- 37,7 con un promedio de 33,9; el mayor valor se observó el día 4 (Figura 4D) a las 10:00 horas (Figura 4E) y a 2 metros de profundidad (Figura 4F). No se registraron diferencias

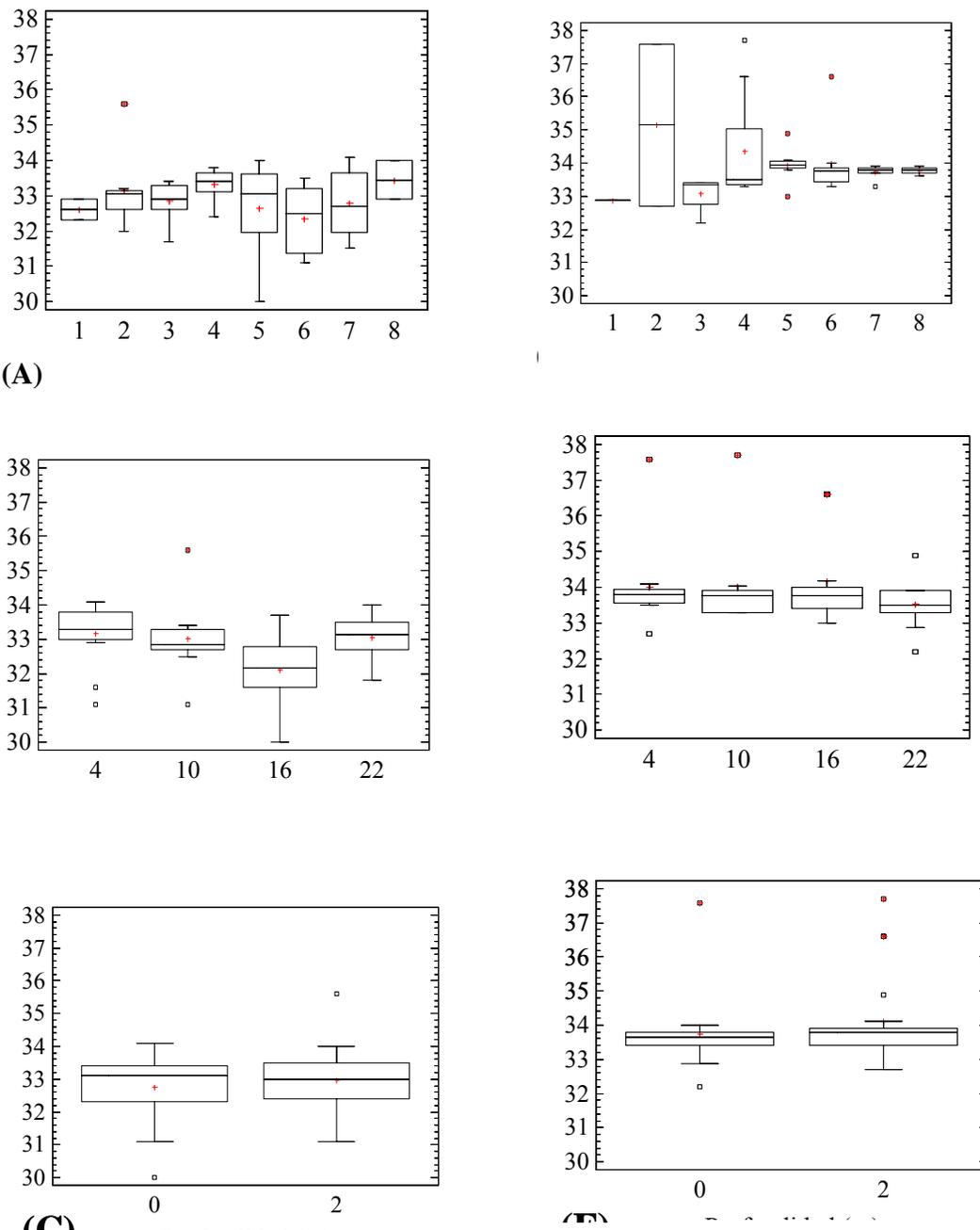


Figura 4. Variación intradiaria de la salinidad, eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos

significativas con respecto a los días (KW=12,32;  $p>0,05$ ), las horas (KW=1,47;  $p>0,05$ ) y las profundidades (KW=0,52;  $p>0,05$ ).

Para el mes de marzo 2011, período de surgencia, la salinidad media fue de 34,2; variando desde 33,1- 34,5; los valores más altos (34,5) se registraron en los días 4 y 7 (Figura 5A) a las 10:00 horas (Figura 5B) y a las dos profundidades (Figura 5C). Se hallaron diferencias significativas en cuanto a los días (KW=12,10;  $p<0,05$ ) y a las horas (KW=7,47;  $p<0,05$ ) pero no para las profundidades (KW=0,44;  $p>0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de dos grupos, el primero formado por los días 2 y 6 con los valores más bajos (33,9 y 34,13) y el segundo por los días 8, 3, 7, 8, 5 y 4 (34,20- 34,35) con las medias más altas (Apéndice 6).

En relación a las horas, se detalló de igual manera la formación de dos grupos el primero formado por las 4:00 y 10:00 horas (34,15 y 34,17) con las medias más bajas y el segundo grupo formado por las horas 22:00 y 16:00 (34,21 y 34,31) con las medias más altas (Apéndice 7).

#### Índice de surgencia (IS)

En período de julio 2010 el IS mostró valores relativamente altos ( $195,32 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ), posteriormente los valores bajaron hasta registrarse los valores más bajos del estudio en agosto y septiembre ( $13,126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ) y octubre de 2010 ( $11,537 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ; Figura 6). Durante la época de relajación se pudo observar el efecto de los vientos relativamente bajos en noviembre y diciembre/2010 ( $14,818 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ), para luego aumentar y producirse vientos constantes y con mayor intensidad, entre enero y febrero; sin embargo, para el mes de marzo 2011 se produjeron picos altos y bajos, registrándose los valores más altos del IS en abril de 2011 ( $356,941 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}/1000$ ) (Figura 6).

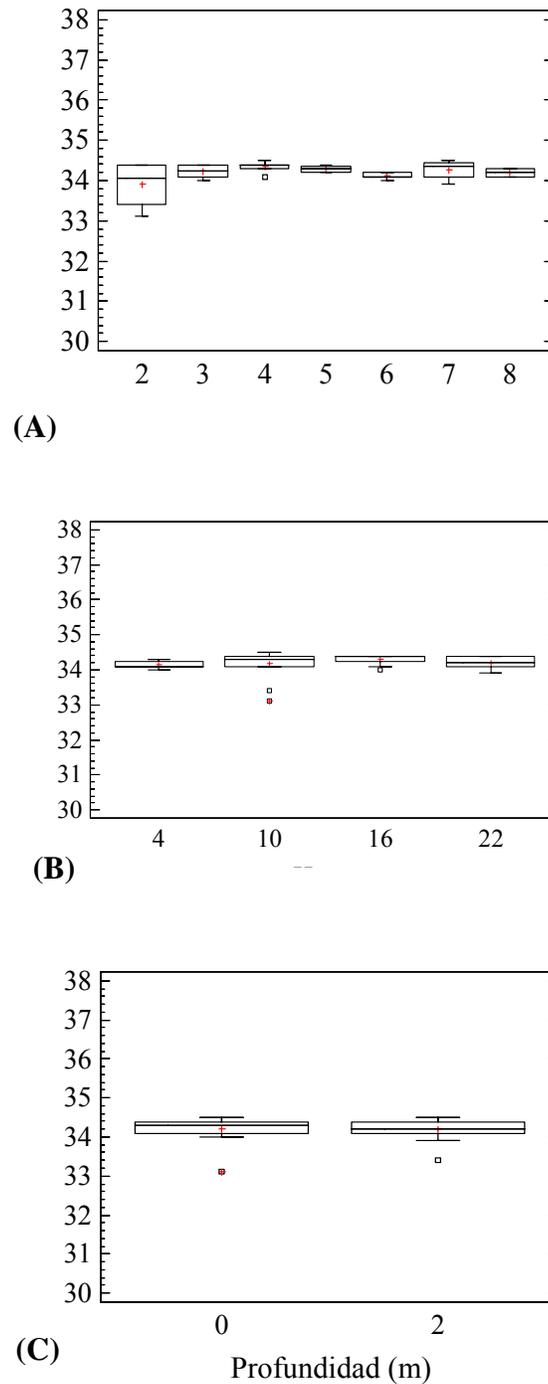


Figura 5. Variación intradiaria de la salinidad, eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos

### Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )

En la concentración de amonio en julio 2010, período de transición, se determinó la existencia de diferencias significativas entre los días ( $\text{KW}=31,70$ ;  $p<0,05$ ) pero no entre las horas ( $\text{KW}=0,46$ ;  $p>0,05$ ) ni entre profundidades ( $\text{KW}=0,26$ ;  $p>0,05$ ). Esta variable presentó una media de  $1,06 \mu\text{m.L}^{-1}$  obteniendo valores que oscilaron entre no determinados (ND) y  $3,39 \mu\text{m L}^{-1}$ . El valor más alto ( $3,39 \mu\text{m L}^{-1}$ ) se corresponde con el sexto día de muestreo (Figura 7A) a las 16:00 horas (Figura 7B) y a nivel superficial (Figura 7C).

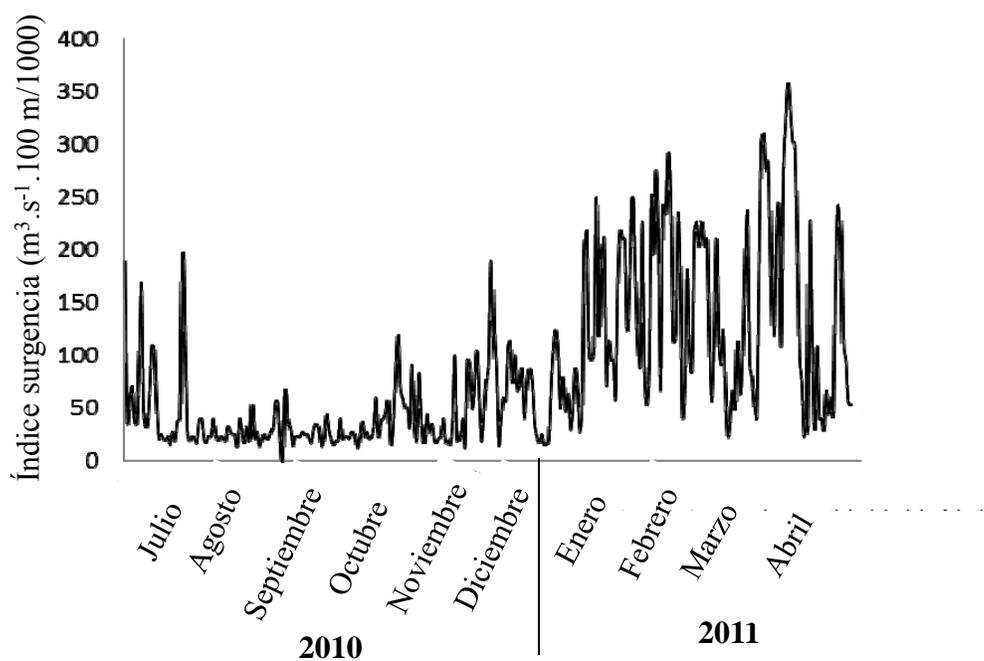


Figura 6. Valores diarios del índice de surgencia ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m} / 1000$ ) en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela; donde se muestran los períodos de muestreo diario del presente trabajo.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por el día 3 y 2 con los valores más bajos (0,40 y 0,44), el segundo por

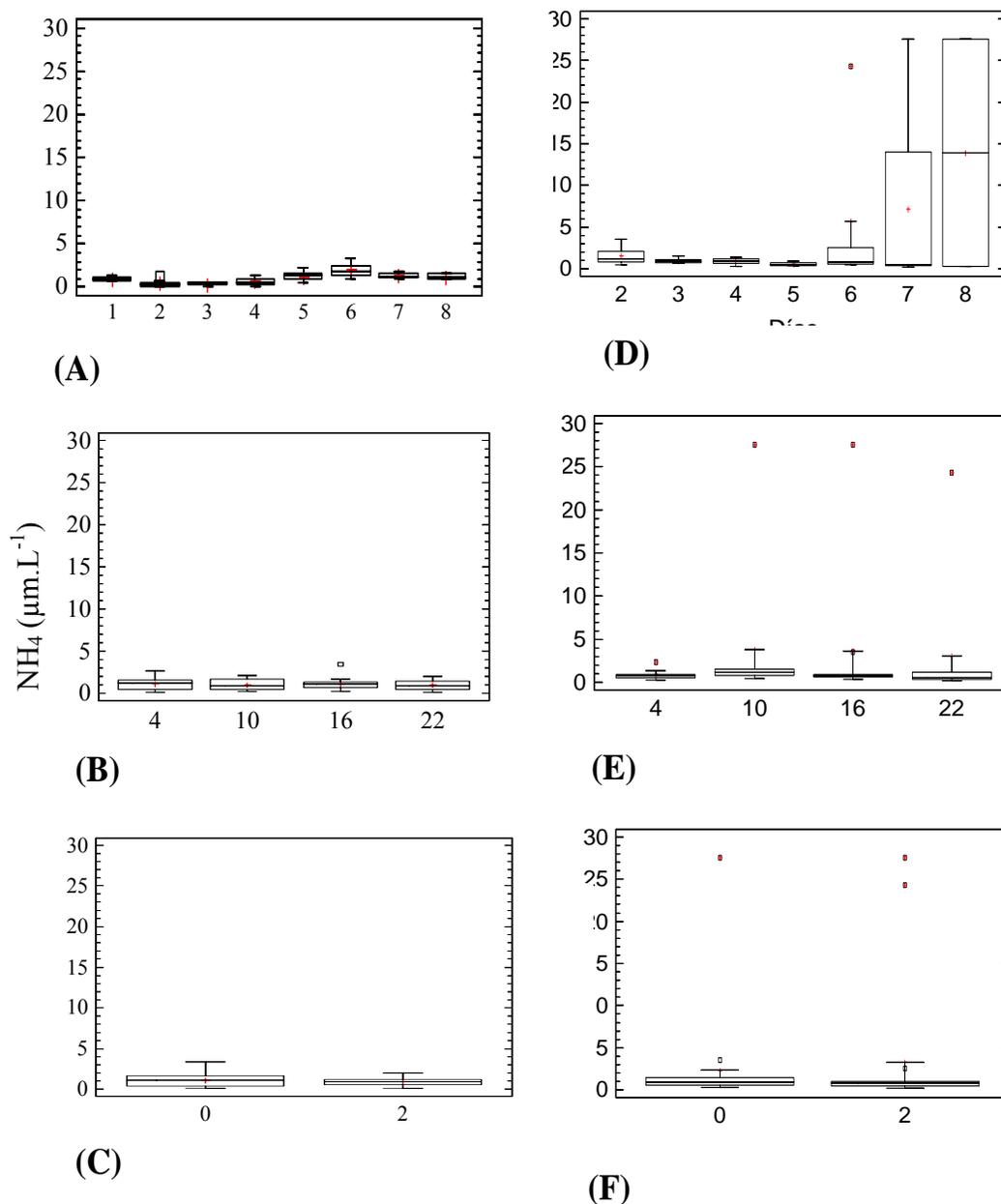


Figura 7. Variación intradiaria de la concentración de amonio ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio) columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.

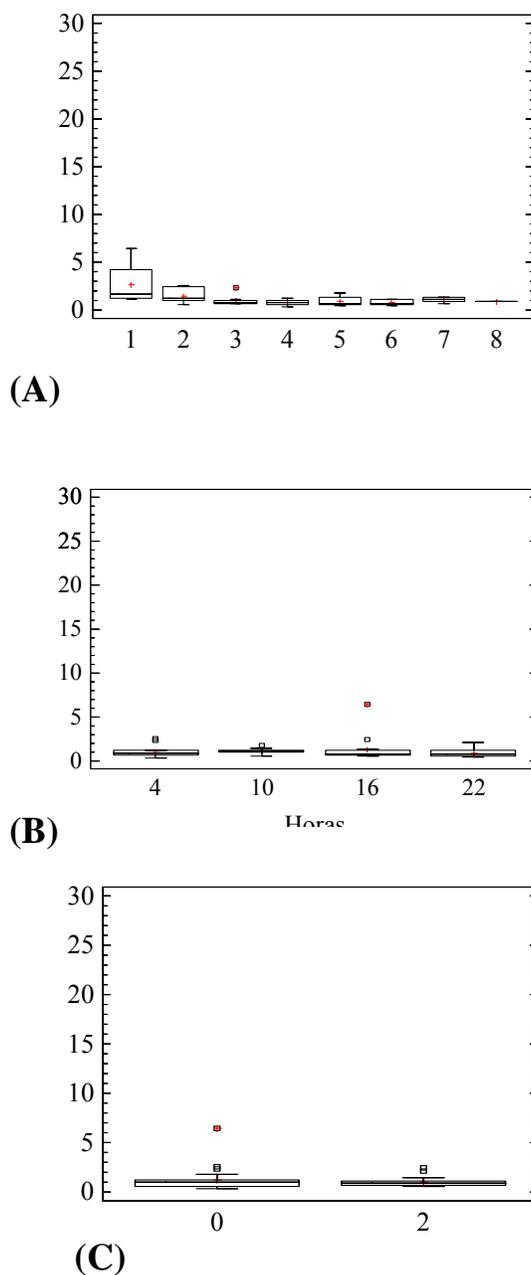


Figura 8. Variación intradiaria de la concentración de amonio ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y □ = extremos.

los días 4, 1, 8, 5 y 7 con valores intermedios (0,67- 1,35) y el tercero por el día 6 con la media más alta (1,97), (Apéndice 8).

En noviembre 2010, período de relajación, la concentración promedio del amonio fue de  $1,71 \mu\text{m.L}^{-1}$ , con valores entre 0,06-  $27,51 \mu\text{m.L}^{-1}$ . Observándose la mayor concentración los días 7 y 8 (Figura 7D), a las 10:00 y 16:00 horas (Figura 7E) y a ambas profundidades (Figura 7F). No se hallaron diferencias significativas entre los días (KW=8,82;  $p < 0,05$ ), las horas (KW=3,94;  $p > 0,05$ ), ni las profundidades (KW=0,05;  $p < 0,05$ ).

En el mes de marzo de 2011 (período de relajación), se registraron las concentraciones más altas de amonio de todo el estudio, con una concentración media de  $2,87 \mu\text{m.L}^{-1}$  con variaciones entre 0,36 y  $6,39 \mu\text{m.L}^{-1}$ . Las concentraciones más altas ( $6,39 \mu\text{m.L}^{-1}$ ) corresponden con el primer día de muestreo (Figura 8A) a las 16:00 h (Figura 8B) y en el estrato superficial (Figura 8C). No se detectaron diferencias significativas entre los días (KW=13,22;  $p > 0,05$ ), las horas (KW=2,04;  $p > 0,05$ ) ni entre las profundidades (KW=0,02;  $p > 0,05$ ).

#### Nitrito ( $\text{NO}_2$ )

La concentración de nitrito en el período de transición (julio 2010), presentó una media de  $0,03 \mu\text{m.L}^{-1}$  oscilando entre valores indetectables y  $0,20 \mu\text{m.L}^{-1}$ . Los valores más altos ( $0,20 \mu\text{m.L}^{-1}$ ) se corresponden con el tercer día de muestreo (Figura 9A) a las 4:00 h (Figura 9B) y a los 2m de profundidad (Figura 9C). En esta variable no se detectaron diferencias significativas entre los días (KW=10,26;  $p > 0,05$ ), las horas (KW=4,43;  $p > 0,05$ ) ni las profundidades (KW=3,54;  $p > 0,05$ ).

En noviembre 2010 el valor promedio del nitrito ( $\text{NO}_2$ ) fue de  $0,11 \mu\text{m.L}^{-1}$  con concentraciones entre 0,00-  $1,64 \mu\text{m.L}^{-1}$ , el valor más alto ( $1,64 \mu\text{m.L}^{-1}$ ) fue registrado en el día 7 (Figura 9D) a las 10:00 horas (Figura 9E) y a nivel superficial (Figura 9F). Se detectaron diferencias significativas solamente entre los días (KW=15,93;  $p < 0,05$ ).

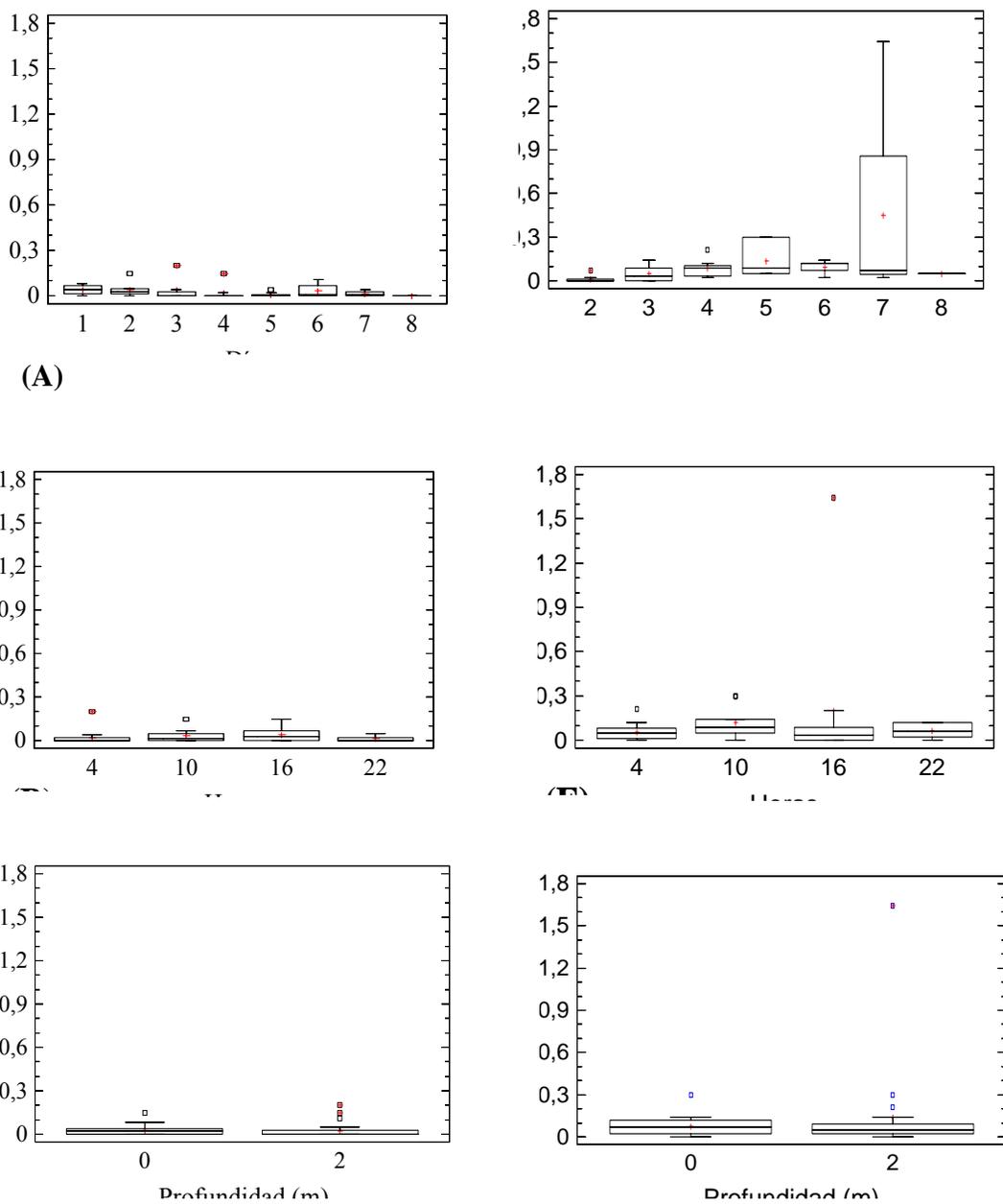


Figura 9. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y  $\square$  = extremos

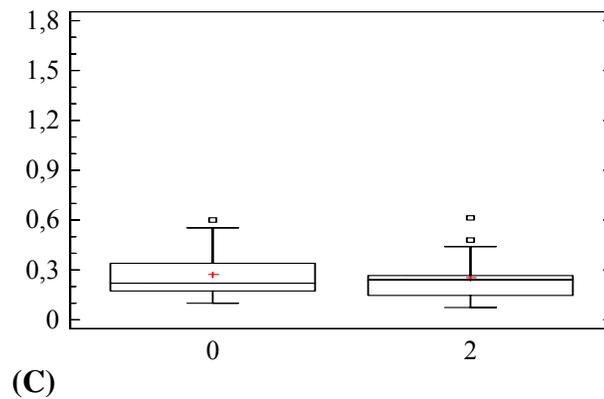
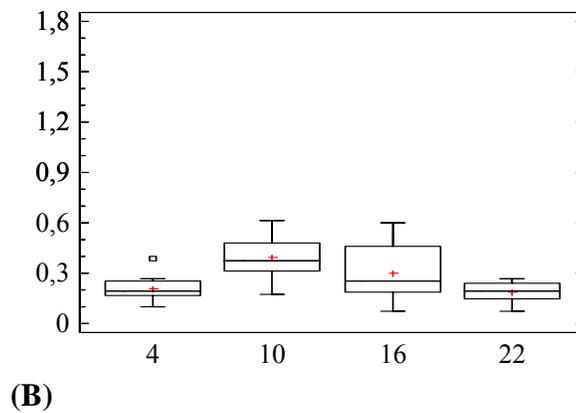
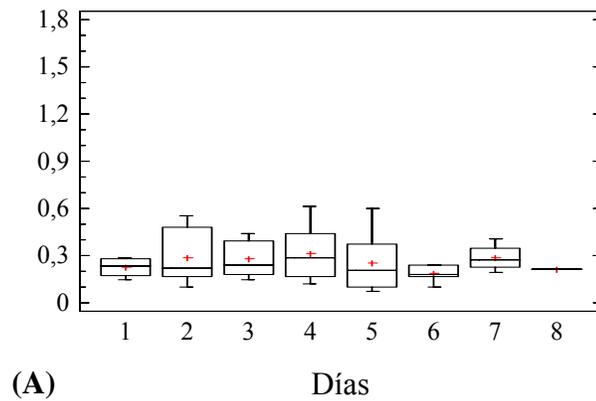


Figura 10. Variación intradiaria de la concentración de nitrito ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo) en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por los días 2, 3, 8, 4, 6 y 5 con los valores más bajos, desde 0,01 hasta 0,14, y el segundo por el día 7 con la media más alta (0,45), (Apéndice 9).

Por otro lado, para el mes de marzo 2011 (surgencia) la media del nitrito fue de 0,26  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , variando entre 0,07- 0,61  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , presentándose la mayor concentración el cuarto día de muestreo (Figura 10A), a las hora 10:00 (Figura 10B) y a los 2m de profundidad. Se mostraron diferencias significativas entre las horas (KW=15,04;  $p<0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 22:00 y 4:00 con los valores más bajos (0,18 y 0,21) y el segundo por las 16:00 y 10:00 horas con los valores más altos (0,30 y 0,39), (Apéndice 10).

#### Nitrato ( $\text{NO}_3$ )

En julio 2010 (período de transición) la concentración media del nitrato fue de 0,84  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , con concentraciones que oscilaron de 0,00- 2,08  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , presentando el valor más alto (2,08  $\mu\text{m.L}^{-1}$ ) el primer día de muestreo (Figura 11A) a las 16:00 horas (Figura 11B) y en el estrato superficial (Figura 11C). Se determinó la existencia de diferencias significativas en cuanto a las profundidades (KW=8,63;  $p<0,05$ ), pero no para las días (KW=9,69;  $P>0,05$ ), ni para las horas (KW=1,79;  $p>0,05$ ). .

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las profundidades mostró la formación de dos grupos, el primero con las mayores medias constituido por los 2 metros y el segundo con las medias menores correspondiente al estrato superficial (Apéndice 11).

En cuanto a la concentración promedio de este nutriente para el mes de noviembre 2010 (período de relajación) fue de 1,78  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , con valores que fluctuaron 0,50- 11,59  $\mu\text{m.L}^{-1}$ . Se observó el mayor valor (11,59  $\mu\text{m.L}^{-1}$ ) en el tercer día de muestreo (Figura 11D) a las 4:00 horas (Figura 11E) y a los 2 metros de profundidad (Figura 11F). Esta

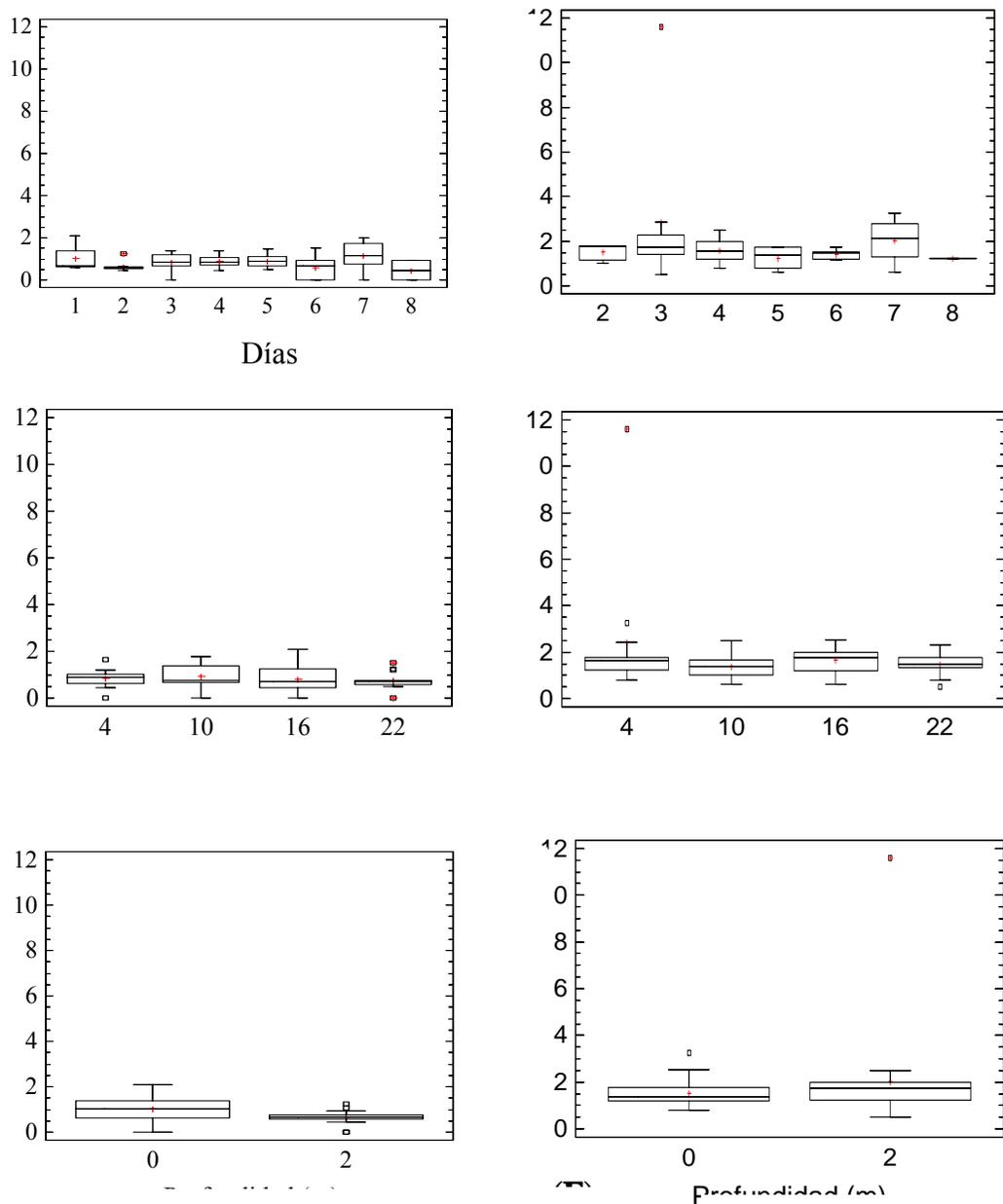
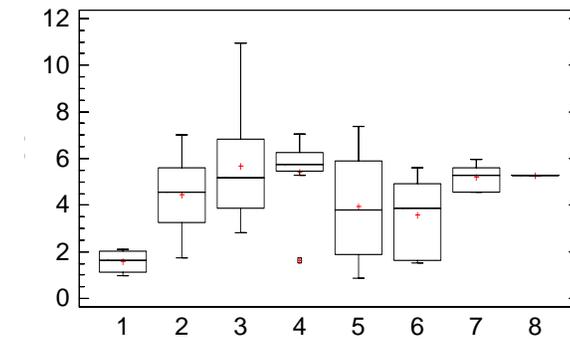
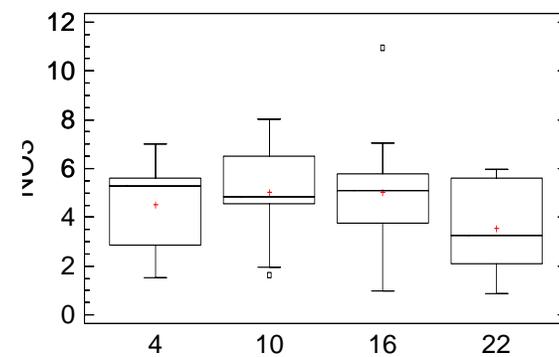


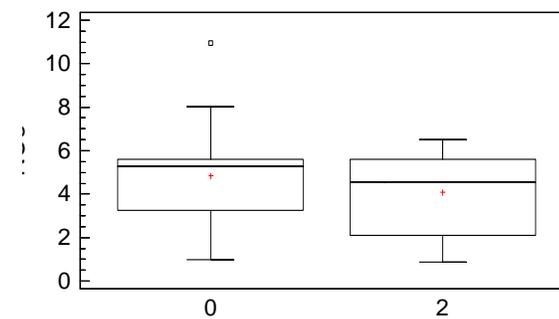
Figura 11. Variación intradiaria de la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.



(A)



(B)



(C)

Figura 12. Variación intradiaria de la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo 2011), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, —= media y □ = extremos.

variable no presentó diferencias significativas entre los días (KW= 6,44;  $p>0,05$ ) entre las horas (KW=2,39;  $p>0,05$ ) ni entre las profundidades (KW=0,91;  $p>0,05$ ).

Para el mes de marzo 2011, período de surgencia, la concentración de nitrato osciló de 0,87-10,96  $\mu\text{m.L}^{-1}$  con una media de 4,48  $\mu\text{m.L}^{-1}$ . La mayor concentración (10,96  $\mu\text{m.L}^{-1}$ ) se registró para el día 3 (Figura 12A) a las 16:00 horas (Figura 12B) y en el estrato superficial (Figura 12C). En esta variable se determinó la existencia de diferencias significativas entre los días (Kw=14,25;  $p< 0,05$ ), no para las horas (Kw=3,09;  $p>0,05$ ) ni para las profundidades (Kw=0,86;  $p>0,05$ ).

El análisis a posteriori LSD 95% para los días mostró la formación de dos grupos, el primero formado por los días 1, 6, 5, 2 y 7 con concentraciones más bajas, desde 1,58-5,26, y el segundo por los días 4 y 3 con las medias más altas, 5,43 y 5,67 (Apéndice 12).

#### Fosfato ( $\text{PO}_4$ )

La concentración de fosfato para el período de transición (julio 2010), presentó un valor medio de 0,09  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , oscilando entre 0,0- 1,47  $\mu\text{m.L}^{-1}$  observándose la concentración más alta (1,47  $\mu\text{m.L}^{-1}$ ) en el sexto día de muestreo (Figura 13A) a las 16:00 horas (Figura 13B) en el estrato profundo (Figura 13C). Se identificaron diferencias significativas entre días (KW=31,45;  $p<0,05$ ), no se detectaron diferencias entre las horas (KW=0,33;  $p>0,05$ ), ni las profundidades (KW=0,002;  $p>0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por los días 5 y 7 con los valores más bajos, el segundo por los días 4, 8, 2, 1 y 3 y el tercer grupo formado por el día 6 con la media más altas (Apéndice 13).

Este nutriente en noviembre 2010 arrojó diferencias significativas en cuanto a los días (KW=19,04;  $p<0,05$ ), pero no para las horas (KW=1,8;  $p>0,05$ ) ni para las profundidades (KW=0,48;  $p>0,05$ ), mostrando una media de 0,06  $\mu\text{m.L}^{-1}$ , variando desde ND- 0,57

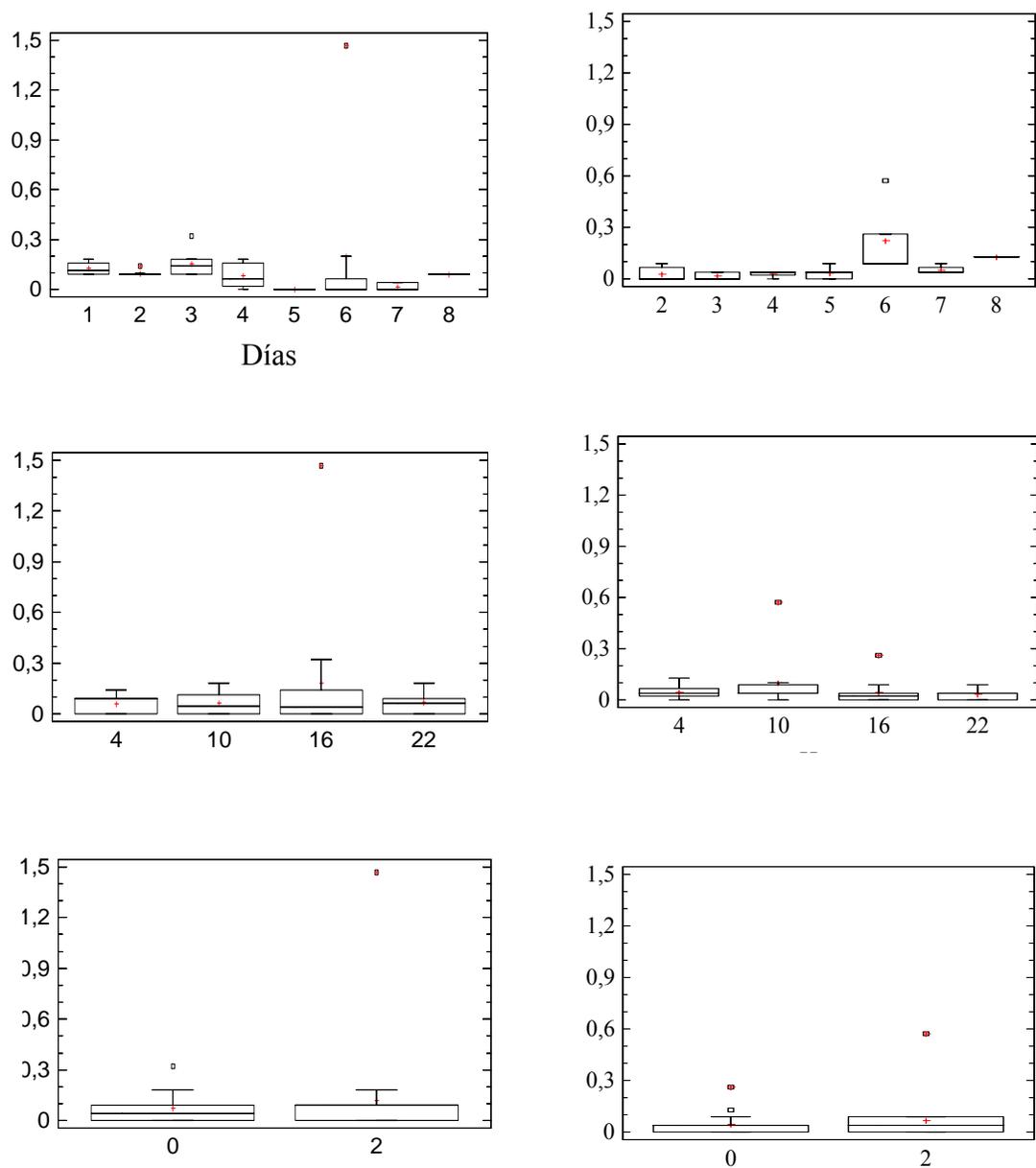


Figura 13. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y D), eje de las X, durante el período de transición (julio) columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y □ = extremos

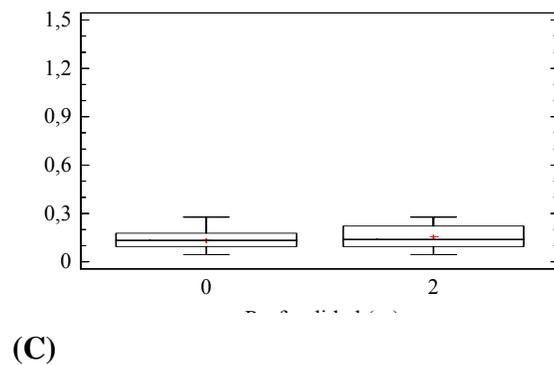
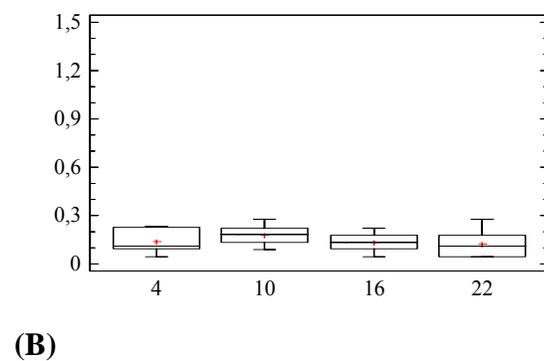
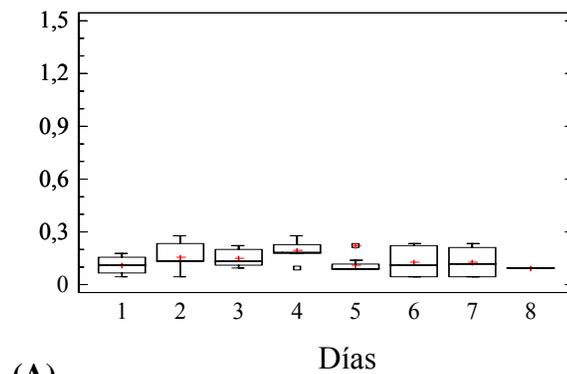


Figura 14. Variación intradiaria de la concentración de fosfato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades(C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, —= media y □ = extremos.

$\mu\text{m.L}^{-1}$  observándose el valor más alto ( $0,57\mu\text{m.L}^{-1}$ ) en el día 6 (Figura 13D) a la hora 10:00 (Figura 13E) y a los 2 metros de profundidad (Figura 13F).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de tres grupos, el primero formado por los días 3, 2, 4, 5 y 7 con los valores más bajos (0,02-0,05), el segundo por el día 8 con un valor intermedio (0,13) y el tercer grupo formado por el día 6 con la media más alta (0,22) (Apéndice 14).

En marzo 2011, período de surgencia, la concentración de fosfato presentó un valor medio de  $0,14 \mu\text{m.L}^{-1}$  observándose una variación de  $0,05- 0,28 \mu\text{m.L}^{-1}$ , la mayor concentración ( $0,28 \mu\text{m.L}^{-1}$ ) se registró para el cuarto día del muestreo (Figura 14A). El valor más alto de este nutriente se manifestó a las 22:00 horas (Figura 14B) con una mayor concentración en el estrato superficial (Figura 1 4C). No se reveló diferencias significativas entre los días (KW=9,29;  $p<0,05$ ), las horas (KW=3,78;  $p<0,05$ ) ni entre las profundidades (KW=0,98;  $p<0,05$ ).

### **Factores bióticos**

#### **Clorofila *a* (Chl-*a*)**

Esta variable en el mes de julio (período de transición) presentó una media de  $0,35 \text{mg.m}^{-3}$ , con valores entre  $0,11- 0,96 \text{mg.m}^{-3}$  (Figura 15A), encontrándose la mayor concentración ( $0,96 \text{mg.m}^{-3}$ ) en el día 6 (Figura 15A) y a las 16:00 horas de muestreo (Figura 15B), hallándose diferencias significativas entre los días (KW= 28,58;  $p<0,05$ ). Con respecto a su concentración en los estratos estudiados de la columna de agua, se aprecia el valor más alto a nivel superficial (Figura 15C).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días de muestreo, mostró 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) (Apéndice 15).

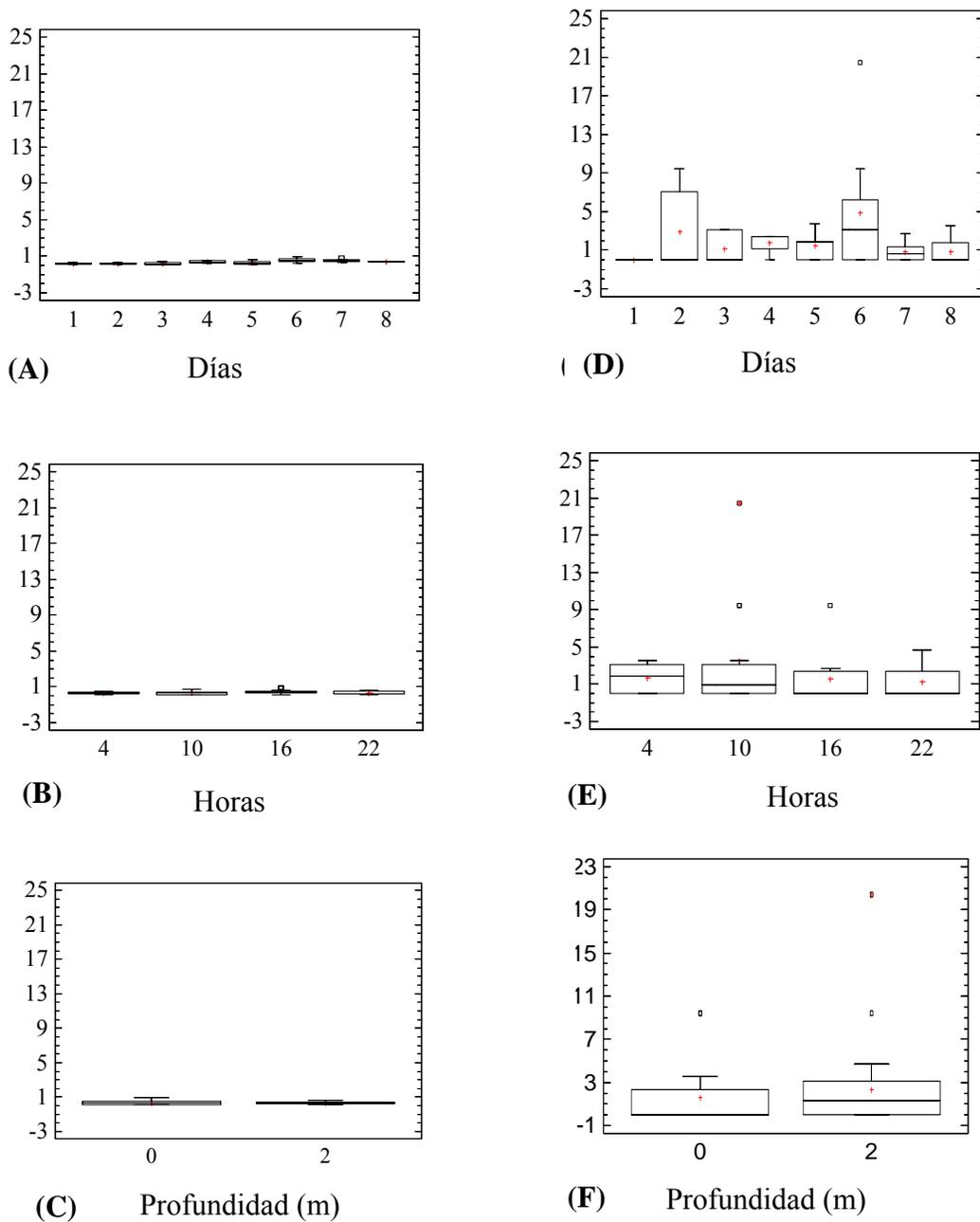


Figura 15. Variación intradiaria de la concentración de clorofila *a* ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y □ = extremos

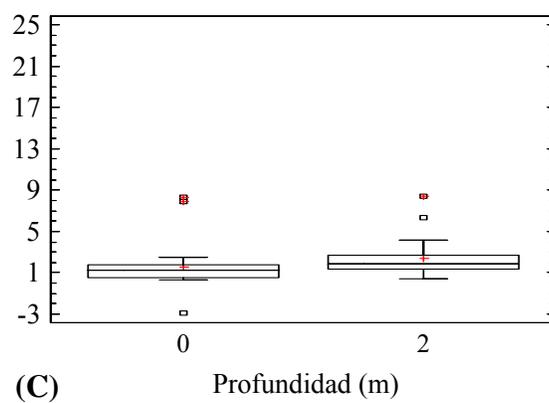
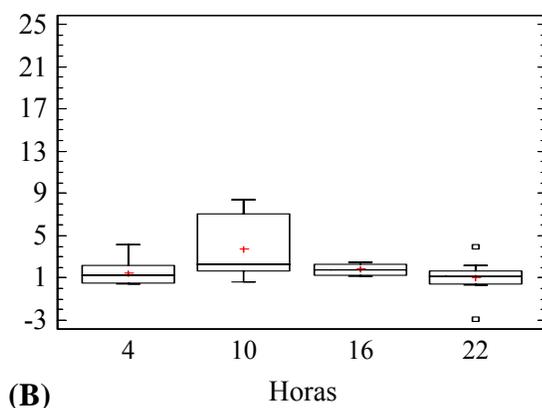
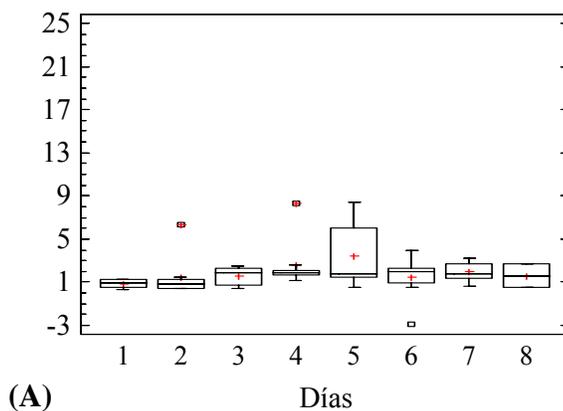


Figura 16. Variación intradiaria de la concentración de clorofila  $a$  ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.. += mediana, —= media y □ = extremos.

La clorofila *a* en noviembre (período de relajación) obtuvo una concentración promedio de  $2,0 \text{ mg.m}^{-3}$  con valores no detectables (ND) -  $20,409 \text{ mg.m}^{-3}$  presentando la mayor concentración el sexto día de muestreo (Figura 15D) a las 10:00 horas (Figura 15E) y a los dos metros de profundidad (Figura 15F). En este período la clorofila *a* no presentó diferencias significativas entre los días (KW=7,06;  $p>0,05$ ), las horas (KW= 1,90;  $p>0,05$ ) ni las profundidades (KW= 0,40;  $p>0,05$ ).

En marzo 2011 la clorofila *a* presentó una media de  $1,97 \text{ mg.m}^{-3}$  variando desde ND -  $8,44 \text{ mg.m}^{-3}$  con el máximo valor ( $8,44 \text{ mg.m}^{-3}$ ) registrado en el día 5 (Figura 16A) y a las 10:00 horas (Figura 16B), reflejando diferencias significativas entre las horas (KW= 10,74;  $p<0,05$ ) y las profundidades (KW= 6,48;  $p<0,05$ ) pero no entre los días (KW= 11,61;  $p>0,05$ ). Con respecto a su concentración en los dos estratos estudiados de la columna de agua, se aprecia un aumento en el estrato más profundo, con el valor más alto de  $8,44 \text{ mg.m}^{-3}$  (Figura 16C).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos heterogéneos, el primero con las medias más bajas constituido por las 22:00, 4:00 y 16:00 horas (Apéndice 16) con los valores más bajos (1,04; 1,50 y 1,82) y las 10:00 horas constituyó el segundo grupo (3,78). Con respecto a las profundidades se aprecian dos grupos, el primero con las medias más bajas (1,60) formado por el estrato superficial (0m) y el segundo por los 2 metros de profundidad (2,35) con los valores más altos (Apéndice 17).

#### Volumen sedimentado

La biomasa zooplanctónica, expresada como volumen sedimentado en julio 2010 (período de transición) varió entre 0,08-  $5,39 \text{ mL.m}^{-3}$ , con una media de  $1,467 \text{ mL.m}^{-3}$ , presentando su mayor valor ( $5,39 \text{ mL.m}^{-3}$ ) el día 7 (Figura 17A); sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los días (KW= 8,27;  $p>0,05$ ); en cuanto a las horas el mayor valor ( $5,39 \text{ mL.m}^{-3}$ ) se presentó a las 4:00 horas (Figura 17B) encontrándose diferencias significativas entre ellas (KW= 16,64;  $p<0,05$ ). A los 2 m de

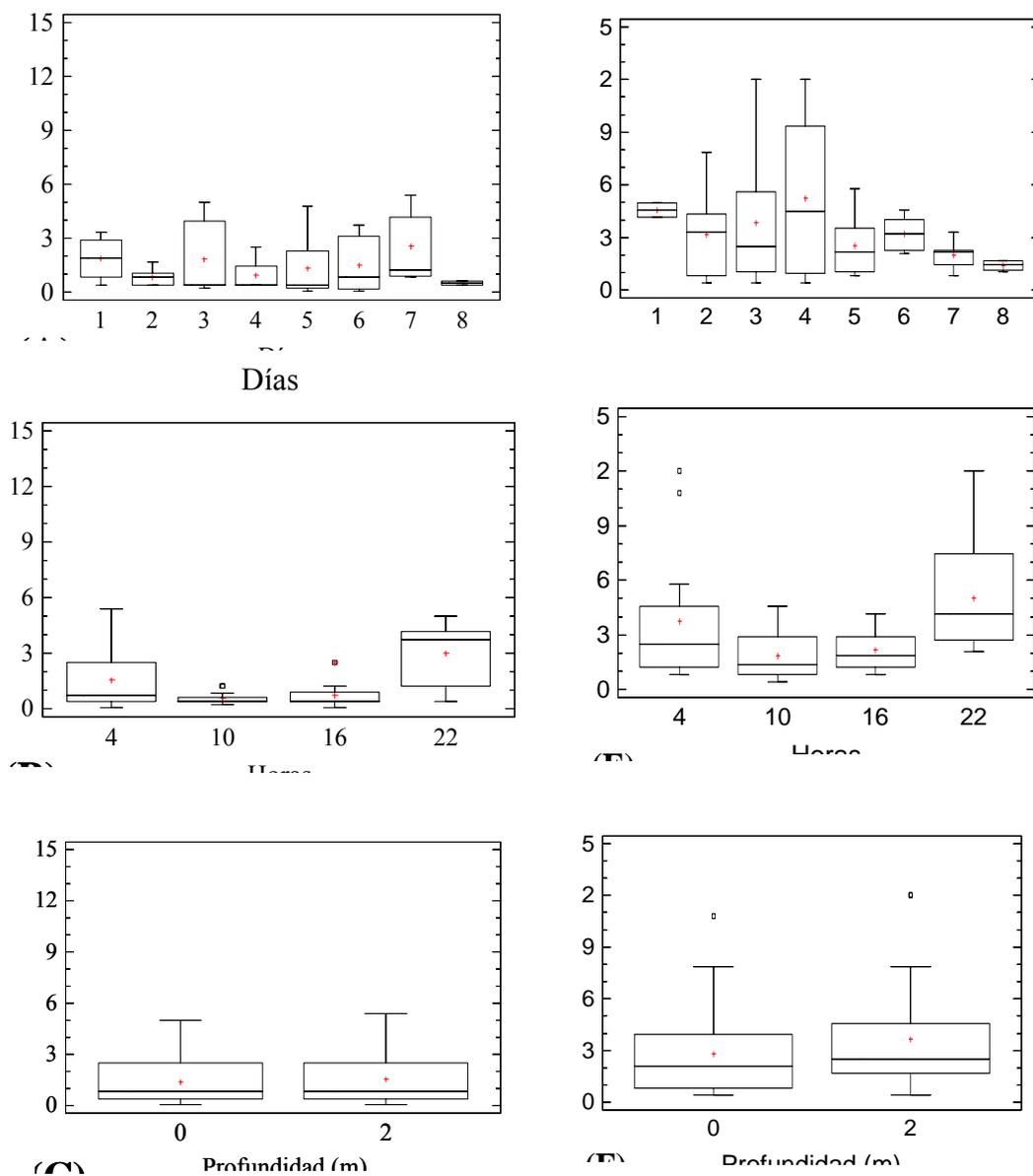


Figura 17. Variación intradiaria del volumen sedimentado ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda, y el período de relajación (noviembre) columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y □ = extremos

profundidad se registró el valor más alto ( $5,39 \text{ mL.m}^{-3}$ ), sin embargo no se presentaron diferencias entre las profundidades estudiadas ( $KW=0,12$ ;  $p>0,05$ ; Figura 17C).

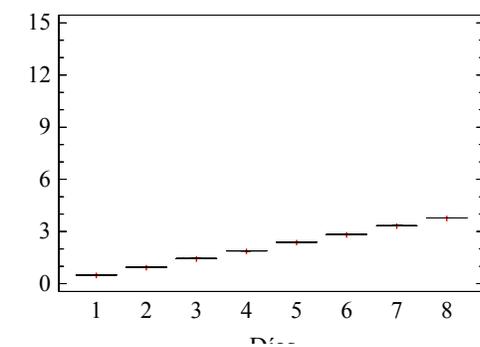
El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas reveló la formación de dos grupos, el primero conformado por las 10:00 y 16:00 horas con las medias más bajas (0,54 y 0,71) y el segundo formado por las horas nocturnas (1,58 y 2,98) con las medias más altas (Apéndice 18).

En el mes de noviembre de 2010 el volumen sedimentado presentó una media de  $3,23 \text{ mL.m}^{-3}$ , fluctuando entre  $0 - 12,03 \text{ mL.m}^{-3}$ ; el valor más alto ( $12,03 \text{ mL.m}^{-3}$ ) correspondió al primer día de muestreo (Figura 17D) a las 4:00 horas (Figura 17E) y en el estrato profundo (Figura 17F). Diferencias significativas entre las horas ( $KW=13,89$ ;  $p<0,05$ ) fueron detectadas, no siendo así para los días ( $KW=7,34$ ;  $p>0,05$ ), ni las profundidades ( $KW=2,30$ ;  $p>0,05$ ).

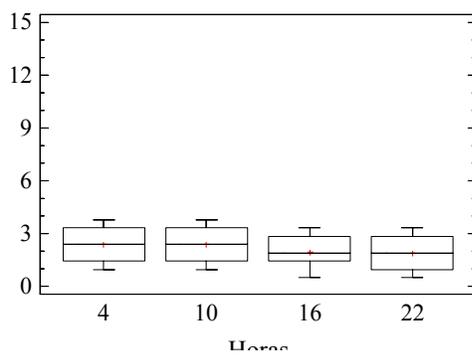
El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas exhibió la formación de dos grupos, el primero conformado por las 10:00 y 16:00 horas con las medias más bajas (1,84 y 2,16) y el segundo constituido por las horas nocturnas con las medias más altas (3,76 y 5,01) (Apéndice 19).

En el mes de marzo 2010 (período de surgencia) la concentración media del volumen sedimentado fue de  $2,15 \text{ mL.m}^{-3}$  con valores que oscilaron entre  $0,47- 3,79 \text{ mL.m}^{-3}$  registrándose en el octavo día (Figura 18A) la mayor concentración ( $3,79 \text{ mL.m}^{-3}$ ), a las 4:00 y 10:00 horas (Figura 18B). Se detectaron diferencias significativas entre los días ( $KW=54,0$ ;  $p<0,05$ ), más no entre las horas ( $KW=2,5$ ;  $p>0,05$ ) ni entre las profundidades ( $KW=0,029$ ;  $p>0,05$ ; Figura 18C).

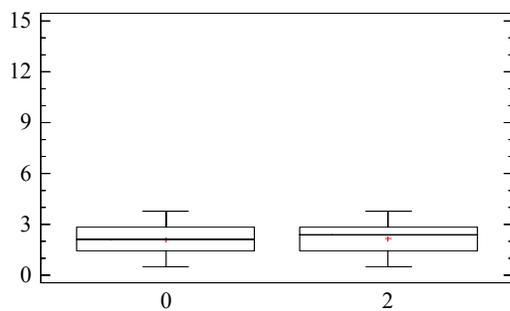
El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días reveló la formación de ocho grupos, el primero formado por el día 1 con los valores más bajos y de forma ascendente los grupos siguientes (Apéndice 20).



(A) Días



(B) Horas



(C) Profundidad (m)

Figura 18. Variación intradiaria del volumen sedimentado ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades(C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, —= media y □ = extremos.

## Biomasa húmeda

En julio 2010 (transición), la biomasa húmeda mostró valores entre 0,004- 0,56 mg. m<sup>-3</sup>, con un promedio de 0,13 mg. m<sup>-3</sup>, registrándose los valores máximos en el quinto día de muestreo (Figura 19A) a las 22:00 horas (Figura 19B) y a los 2 metros de profundidad (Figura 19C). Se hallaron diferencias significativas entre las horas (KW=20,13; p<0,05), mientras que para los días (KW=5,63; p>0,05) y las profundidades (KW=0,78; p>0,05) no se detectaron diferencias.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas arrojó la formación de dos grupos, el primero conformado por las 10:00 y 16:00 horas con las medias más bajas (0,03 y 0,06) y el segundo por las 4:00 y 22:00 horas con las medias más altas (0,17 y 0,23, Apéndice 21).

Para el mes de noviembre 2010 (Relajación), la media fue de 0,20 mg.m<sup>-3</sup> los valores fluctuaron de 0 – 1,18 mg.m<sup>-3</sup>. El valor más alto (1,18mg.m<sup>-3</sup>) se registró para el séptimo día (Figura 19D) a las 16:00 horas de muestreo (Figura 19E) y a los 2 metros de profundidad (Figura 19F). Registrándose diferencias significativas solamente entre las horas (KW=15,30; p<0,05).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas mostró la formación de dos grupos, el primero formado por las horas 16:00 y 10:00 con los valores más bajos (0,07 y 0,11) y el segundo por las 22:00 y 4:00 h con los valores más altos (0,29 y 0,31) (Apéndice 22).

La biomasa promedio de esta variable en marzo 2011 (surgencia) fue de 1,02 mg.m<sup>-3</sup>, con valores que oscilaron entre 0,22 - 1,80 mg.m<sup>-3</sup>; el último día de muestreo se registró el mayor valor (1,80 mg.m<sup>-3</sup>; Figura 20A) arrojando diferencias significativas (KW=2,35189E-9; p<0,05) entre los días. Con respecto a las horas y profundidades se observaron los valores más altos a las 4:00 horas (Figura 20B) y a los 2 m (Figura 20C), no se registraron diferencias significativas en cuanto a las horas y profundidades (KW= 0,48; p>0,05 y KW= 0,87; p>0,05, respectivamente).

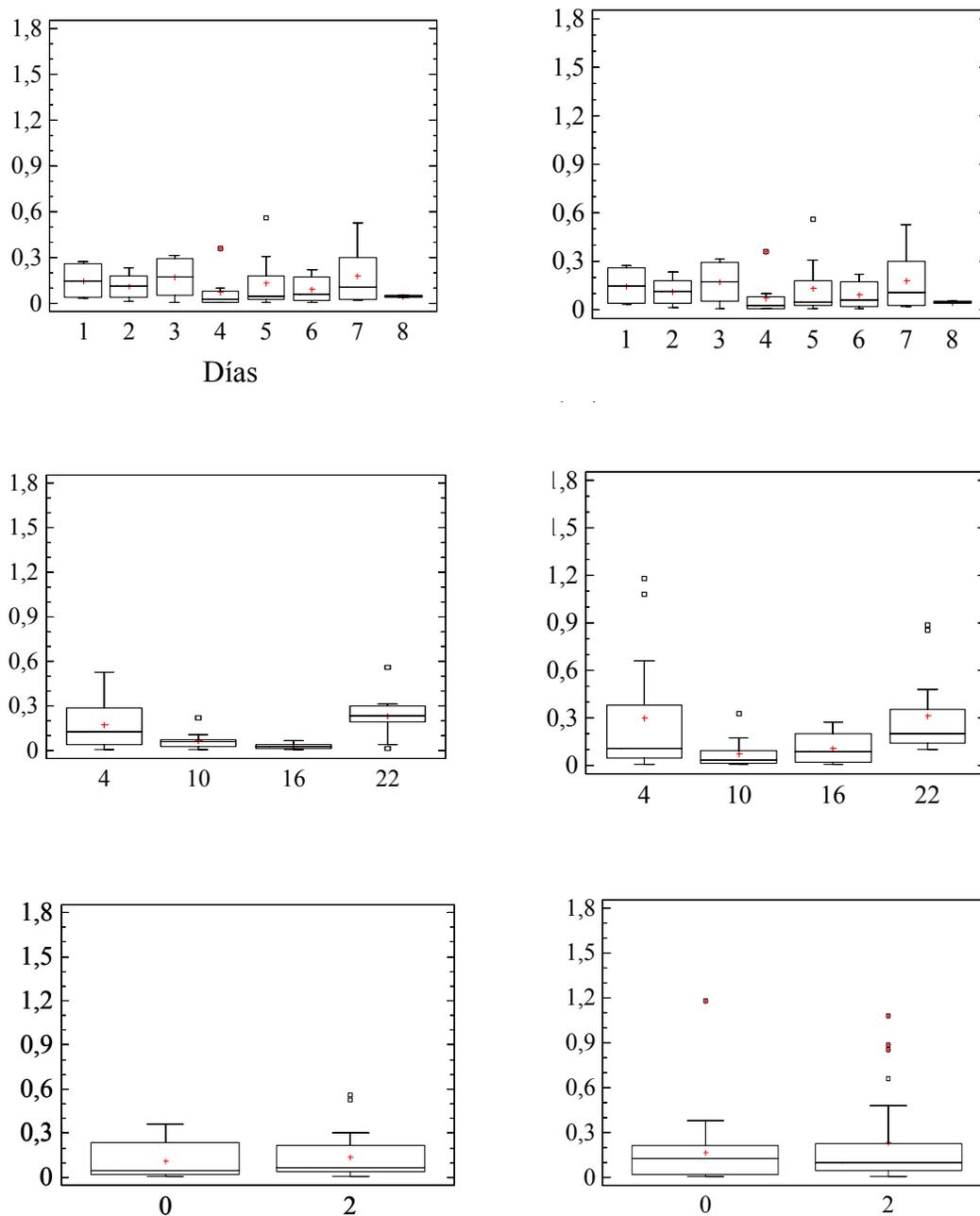


Figura 19. Variación intradiaria de la biomasa húmeda ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda, y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, —= media y □ = extremos

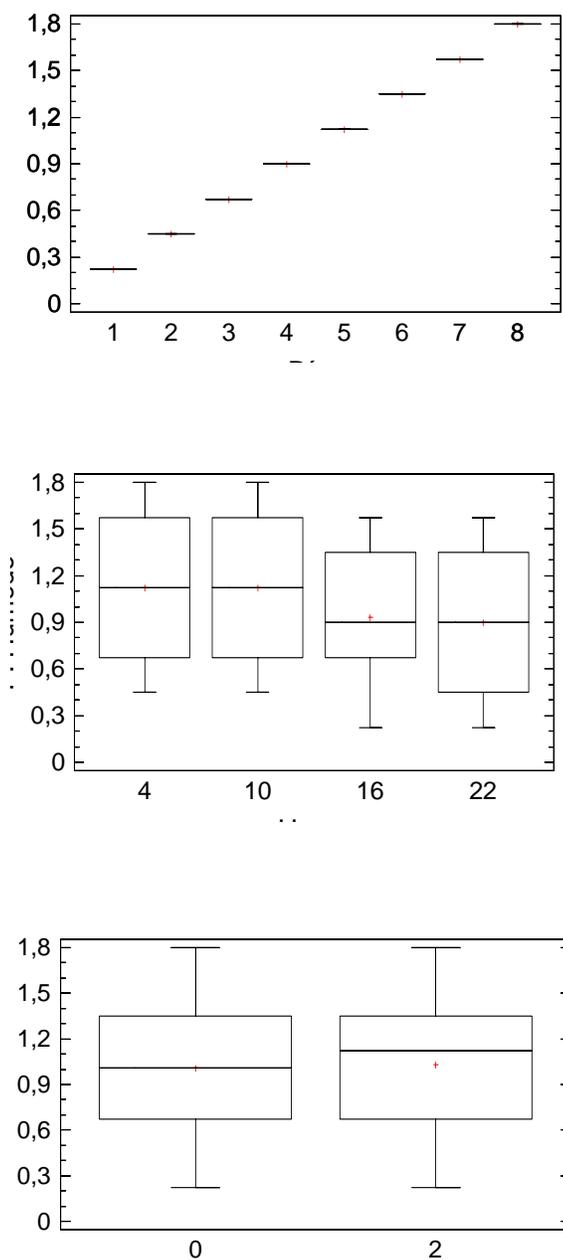


Figura 20. Variación intradiaria del peso húmedo ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, durante el período de surgencia (marzo), en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, —= media y □ = extremos.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para los días mostró la formación de ocho grupos, el primero formado por el día 1 con los valores más bajos y de forma ascendente los grupos siguientes (Apéndice 23).

#### Densidad zooplanctónica

La densidad media del zooplancton en julio de 2010, fue de 109 432,60 ind.m<sup>-3</sup>, con variaciones entre 0 – 9 226,62 ind.m<sup>-3</sup>. La mayor densidad se registró en el quinto día de muestreo (Figura 21A); en cuanto a las horas, se hallaron las mayores densidades durante las 22:00 y las 4:00 horas, es decir durante la noche (Figura 21B) y a nivel superficial (Figura 21C). Se detectaron diferencias significativas entre las horas (KW=21,29; p<0,05), pero no entre los días (KW=11,69; p>0,05) y las profundidades (Kw=0,31; p>0,05).

Al efectuarse el análisis *a posteriori* LSD 95% aplicado a las horas se observó la formación de dos grupos, el primero con las medias menores por las 16:00 y 10:00 horas y el otro de medias mayores con las 4:00 y 22:00 horas (Apéndice 24).

En cuanto al mes de noviembre 2010 se obtuvo una densidad total de 3298,50 ind.m<sup>-3</sup> se hallaron las mayores densidades durante las 22:00 y las 4:00 horas (Figura 21E), revelando diferencias significativas (KW=37,24; p<0,05). En el cuarto día de muestreo (Figura 21D) se observó la mayor densidad (558,83 ind.m<sup>-3</sup>) y a los 2 m de profundidad (Figura 21F); sin embargo, no se presentaron diferencias significativas (KW=4,55; p>0,05 y KW=0,62; p>0,05), entre los días y las profundidades.

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas muestra la formación de dos grupos, el primero conformado por las 10:00 y 16:00 horas con las medias más bajas (4,32 y 7,88) y el segundo por las 4:00 y 22:00 horas (109,66 y 114,64) con las medias más altas (Apéndice 25).

Para marzo 2011, período de surgencia, la densidad total fue de 160,42 ind.m<sup>-3</sup>, observándose la mayor densidad (10 ind.m<sup>-3</sup>) en el tercer día de muestreo (Figura 22A).

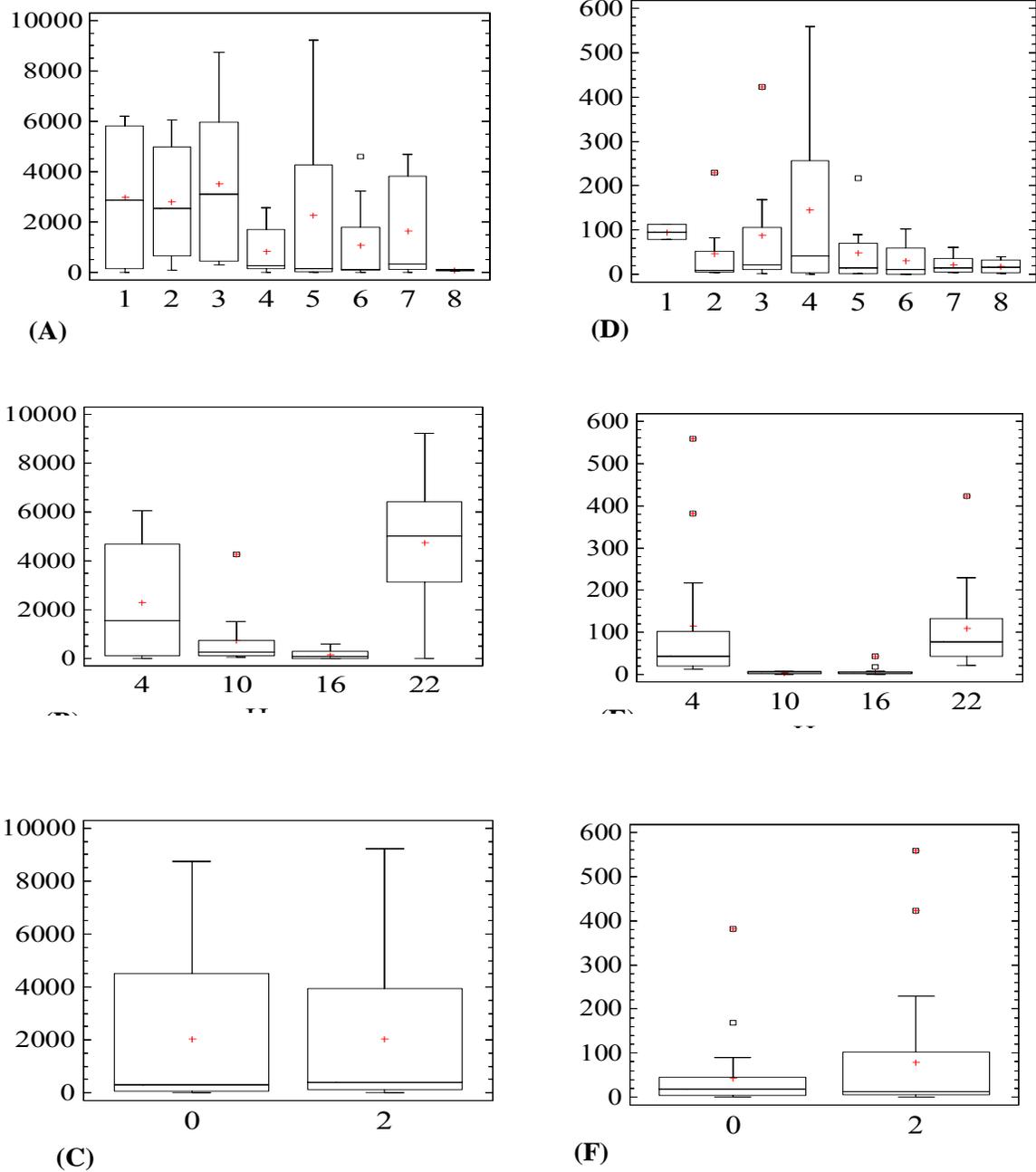


Figura 21. Variación intradiaria de la densidad zooplanctónica (ind.m<sup>-3</sup>), eje de las Y, en función a los días (A y D), las horas (B y E) y las profundidades (C y F), eje de las X, durante el período de transición (julio), columna izquierda y el período de relajación (noviembre), columna derecha, en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, -= media y □ = extremos.

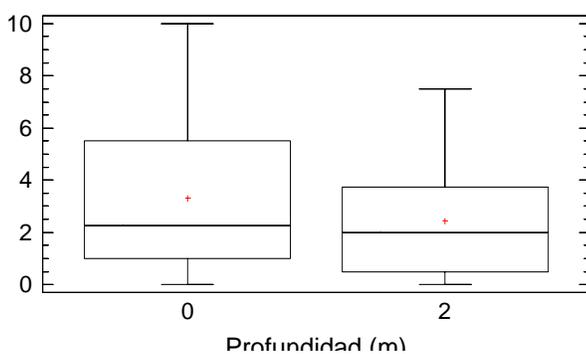
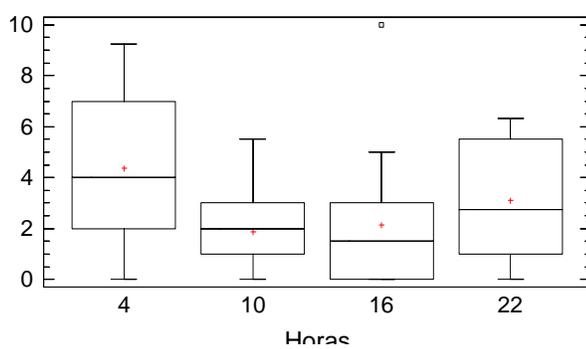
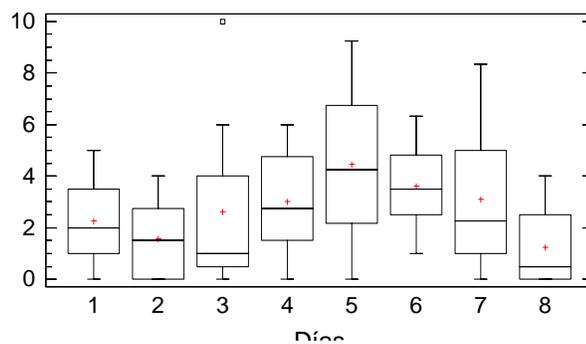


Figura 22. Variación intradiaria de la densidad del zooplancton ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), eje de las Y, en función a los días (A), las horas (B) y las profundidades (C), eje de las X, en el período de surgencia (marzo), en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. += mediana, - = media y  $\square$  = extremos.

Durante las 4:00 y las 22:00 horas (Figura 22B) se registraron las mayores densidades y a nivel superficial (Figura 22C). Esta variable arrojó diferencias significativas entre las horas (KW=8,03;  $p < 0,05$ ), más no entre los días (KW=9,07;  $p > 0,05$ ), y las profundidades (KW=1,00;  $p > 0,05$ ).

El análisis *a posteriori* LSD 95% para las horas muestra la formación de dos grupos, el primero conformado por las 10:00 y 16:00 horas (1,88 y 2,14) con las medias más bajas y el segundo por las 4:00 y 22:00 horas (3,09 y 4,37) con las medias más altas (Apéndice 26).

#### Composición zooplanctónica

La composición del zooplancton en julio 2010, período de transición, estuvo dominada por los copépodos con un 94 %, seguida por larvas de crustáceos con un 3%, apendiculados con un 2% y el grupo “otros”, donde se incluyen quetognatos, huevos y larvas de peces, larvas de equinodermos, larvas de bivalvos, etc, con 1% (Figura 23).

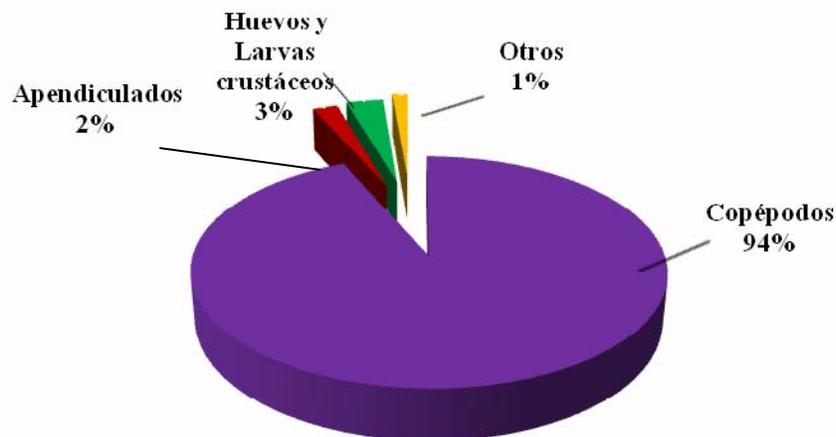


Figura 23. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de julio 2010 (período de transición).

Por otra parte, durante el mes de noviembre 2010 (período de relajación), la composición porcentual también estuvo dominada por los copépodos con un 96%, el

segundo grupo más abundante fueron larvas de crustáceos con un 2%. Los apendiculados siguieron en tercer lugar representados con un 1% y el grupo “otros” (1%) (Figura 24).

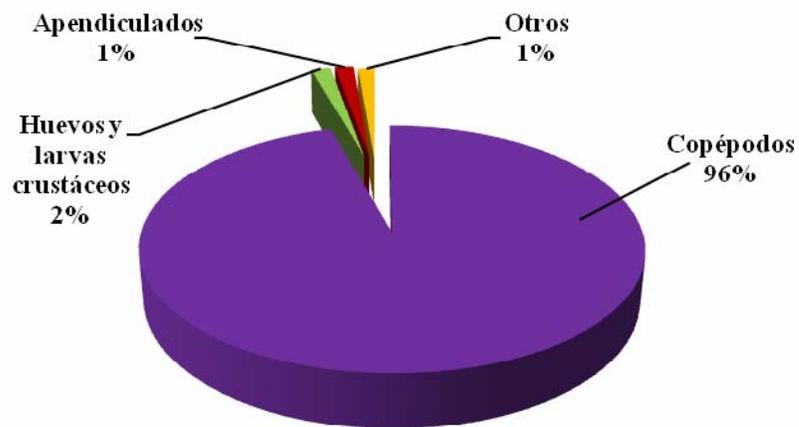


Figura 24. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de noviembre 2010.

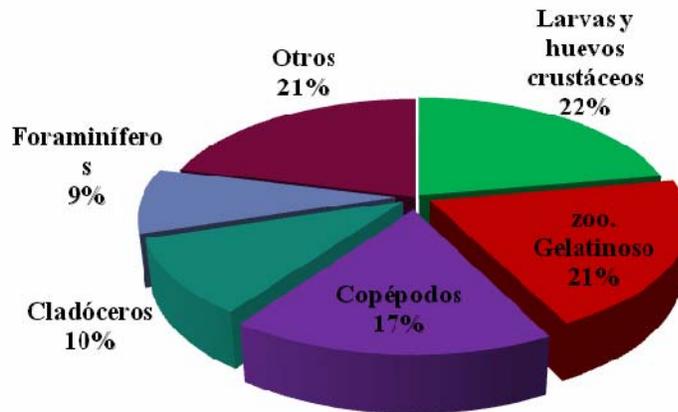


Figura 25. Composición porcentual de los principales grupos del zooplancton colectado en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante el mes de marzo 2011 (período de surgencia).

En marzo de 2011 (período de surgencia), la composición del zooplancton fue más variada, representada principalmente por huevos y larvas de crustáceos con un 22 %, seguido por zooplancton gelatinoso (ctenóforos, sifonóforos, medusas) con 21%. En tercer lugar el grupo de los copépodos con un 17%, luego le siguieron los cladóceros (10%), los foraminíferos (9%). Posteriormente le siguió el grupo “otros” representado por organismos que tuvieron menor representación en la muestra como quetognatos, apendiculados, huevos y larvas de peces, larvas de equinodermos, huevos de bivalvos, etc, con un 21 % (Figura 25).

#### Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales reveló un porcentaje de varianza acumulado para los primeros tres componentes de 61,94% durante el mes de julio 2010, período de transición (Apéndice 27).

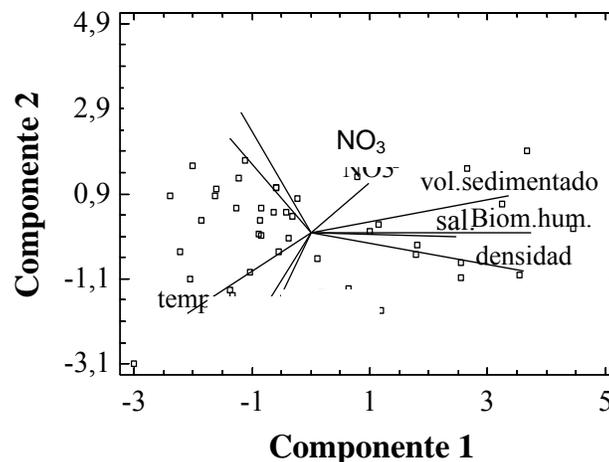


Figura 26. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de julio 2010, período de transición, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

En el primer componente de la proyección ortogonal del ACP se observó una correlación significativa y positiva entre la densidad, biomasa húmeda, volumen

sedimentado y la salinidad e inversamente una relación negativa con la temperatura, el nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y el fosfato ( $\text{PO}_4$ ). El segundo componente manifestó la correlación positiva entre la densidad, peso húmedo, volumen sedimentado y la salinidad e inversamente con la concentración de clorofila *a*, nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ) (Figura 26).

El análisis de componentes principales del zooplancton para el mes de noviembre 2010, período de relajación muestra un porcentaje de varianza acumulado para los primeros tres componentes de 66,15% (Apéndice 28).

En el ACP, para el mes de noviembre 2010, en el primer componente, se aprecia una correlación positiva entre la biomasa (volumen sedimentado y peso húmedo) y la densidad e inversa negativa con la salinidad y el nitrato. Por otro lado, el segundo componente se muestra una correlación inversa entre el fosfato y la clorofila *a* e inversamente negativa con la temperatura (Figura 27).

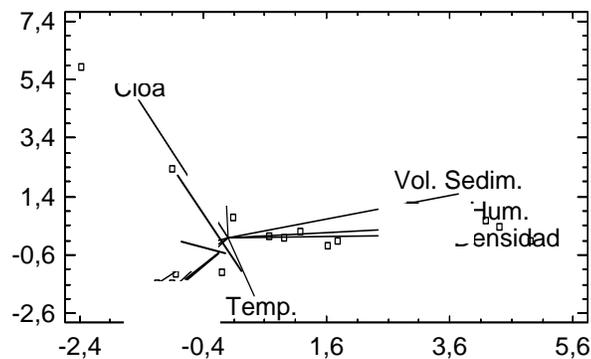


Figura 27. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de noviembre 2010, período de relajación, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

En marzo 2011, período de surgencia, los análisis de componentes principales muestran un porcentaje de varianza acumulado para los primeros tres componentes de 58,26 % (Apéndice 29).

En el primer componente de la proyección ortogonal del análisis del zooplancton, puede observarse una correlación positiva entre el volumen sedimentado, peso húmedo y la salinidad e inversa con el fosfato. En el segundo componente se detalla una correlación positiva entre la densidad, el nitrito, nitrato, amonio y la clorofila *a* e inversamente negativa con la temperatura (Figura 28).

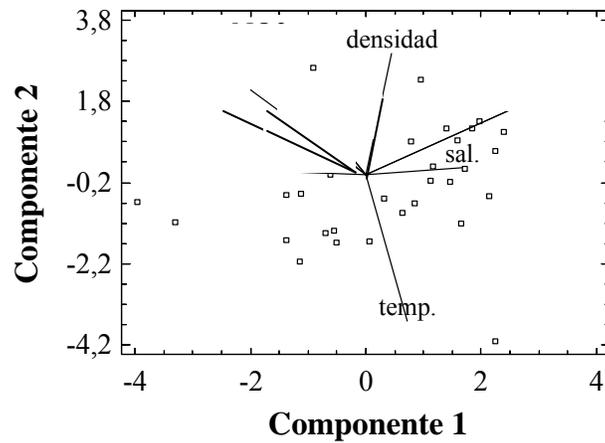


Figura 28. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes de los factores bióticos y abióticos analizados durante el mes de marzo 2011, período de surgencia, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

## DISCUSIÓN

En los ambientes acuáticos, las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espaciales y 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, las cuales 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 presentan su propio ciclo y la existencia en un área determinada representa la suma de estos ciclos (Boltovskoy, 1981).

El funcionamiento de un ecosistema marino depende de la dinámica de los principales factores oceanográficos tanto bióticos como abióticos, que operan en él. Uno de los factores más delimitante de esta dinámica es el aporte de aguas profundas ricas en nutrientes a la capa fótica, donde, si hay suficiente luz, desencadenando una serie de procesos productivos que acabarán en el eslabón final de la red trófica (Fernández de Puellas, 1987). Otros factores importantes son los climatológicos, ya que los ecosistemas también son afectados directamente por estos factores, además son los indicadores más precisos del fenómeno de surgencia.

Con respecto a la temperatura se pudo apreciar que durante el período de transición (julio 2010), ésta presentó una gran variabilidad en los valores de temperatura (22,8- 29°C). Durante este período se detectaron incrementos en la intensidad del viento (195,32 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.100 m/1000), así como disminuciones de la temperatura superficial. Estos resultados coinciden con el segundo pulso de surgencia o “surgencia menor” característico de la zona nororiental del país (Okuda *et al.*, 1978; Lodeiros y Himmelman, 1994; Rueda, 2000). En relación al período de relajación (noviembre 2010) se registraron los valores de temperatura más altos, con una marcada estratificación durante los tres primeros días del estudio. Esto coincide con el patrón típico de estratificación o estancamiento del agua durante los meses de agosto- noviembre, los

cuales ya han sido citados por varios autores (Simpson y Griffiths, 1972; Okuda *et al.*, 1987; Lodeiros y Himmelman, 1994) para el Golfo de Cariaco.

Los valores de temperatura registrados para el mes de marzo 2011, correspondiente al período de surgencia, fueron relativamente altos ( $> 26^{\circ}\text{C}$ ); estos resultados no coinciden con los valores típicos de la surgencia costera del nororiente venezolano, caracterizada por aguas de menor temperatura ( $< 23^{\circ}\text{C}$ ), como ha sido señalado por Okuda (1978) y González *et al.* (2006). Los valores elevados de temperatura obtenidos en esta investigación, durante este período, pueden deberse a la topografía de la zona, ya que las muestras fueron tomadas en áreas muy cercana a la costa, es decir, muy someras, donde la profundidad máxima era de 6 m. A este respecto, Rodríguez (2009) mencionó que las aguas cercanas a la costa, las cuales son desplazadas por acción del viento hacia las bahías y ensenadas, muchas veces enmascaran el fenómeno de surgencia.

La salinidad durante los tres períodos de estudio fue bastante estable; sin embargo, hay que destacar que en el mes de julio 2010 (período de transición) se presentó el valor más bajo de salinidad (30). Este valor bajo pudo deberse a las lluvias acontecidas durante algunos días en que se muestreo. Por su parte, Gade (1961), en su estudio sobre las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, obtuvo valores de salinidad que fluctuaron entre 36,60 y 36,80, con los extremos de 26,29 y 37,01; así mismo, Ferraz-Reyes (1989) encontró resultados similares, señalando que para el golfo de Cariaco existe poca variación de la salinidad excepto en las áreas influenciadas por los ríos.

La clorofila *a* varió significativamente durante los tres períodos de muestreo, cuando los mayores valores se registraron en surgencia (marzo 2011); sin embargo, no varió temporalmente, lo cual sugiere que la concentración no estuvo influenciada por el fotoperíodo y que las condiciones diarias en el estudio fueron bastante homogéneas. Con respecto a la profundidad, los mayores valores se detectaron a los 2 metros, correspondiendo con las mayores concentraciones de nitrato y fosfato; estos valores fueron mucho más altos que los registrados a nivel superficial (0 m), debido

posiblemente a la fuerte intensidad de la radiación solar en la capa superficial. Al igual que este estudio, Peticarrari *et al.* (2004), 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. Los menores valores se registraron en noviembre 2010 (período de relajación) coincidiendo con el estudio de Márquez *et al.* (2009), quienes también registraron bajas concentraciones de clorofila *a* y nutrientes en noviembre 2003, lo cual coincide con el período de estratificación o estancamiento de las aguas (septiembre- noviembre) en el Golfo de Cariaco, el cual ya ha sido citado por varios autores (Lodeiros y Himmelman, 1994; Rueda, 2000).

Durante los días muestreados en el período de transición (julio 2010) fue cuando se contabilizaron los valores más bajos de nitrato y nitrito, no siendo así para el fosfato. Cuando nutrientes como 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 productividad primaria, abundancia y biomasa fitoplanctónica (Karydis y Tsirtsis, 1996; Narváez, 2011). Lo anterior estaría aumentando la disponibilidad de alimento para el zooplancton y por tanto la densidad de dicho grupo; esto coincide con los valores más altos de biomasa y densidad zooplanctónica reportados en el presente estudio.

Los valores de nutrientes en noviembre 2010 (período de relajación) fueron los más altos de los tres períodos estudiados. Esto posiblemente tenga su explicación con las precipitaciones acaecidas en este periodo, cuando las aguas de escorrentía transportan gran cantidad de materia orgánica que se descompone y puede generar las altas concentraciones de amonio( Ferraz-Reyes, 1983). El ACP reveló una correlación positiva entre la concentración de amonio y la temperatura del agua, lo que apoya el origen continental de este nutriente. Contreras *et al.* (2005) y Twomey *et al.* (2005) señalan que la mayor proporción de amonio puede ser un indicativo de nitrógeno reciclado procedente de procesos de mineralización bacteriana la cual puede ser más acentuada durante la estratificación de la columna de agua. Adicionalmente, la liberación del amonio

proveniente del pastoreo y excreción del zooplancton podría representar una fuente significativa de nitrógeno para la comunidad fitoplanctónica (Bidigare, 1983), coincidiendo con las elevadas concentraciones de clorofila *a*.

Durante el período de surgencia (marzo 2011) se reportaron concentraciones altas de clorofila *a*, sin embargo, inferiores al período de relajación. El ACP reveló una correlación negativa entre los nutrientes y la temperatura, lo que afirma el origen de aguas subsuperficiales a la capa fótica con alto contenido de nutrientes. Estos resultados coinciden con lo señalado por La Barbera *et al.* (1999), Márquez *et al.* (2007, 2008), Gómez (2007), Narváez (2011). No obstante, los valores de biomasa y densidad zooplanctónica registrados para este período de surgencia fueron los más bajos de este estudio; esto no coincide con los trabajos de Legaré y Zoppi (1961), Peñuela (2000), Márquez *et al.* (2006) quienes afirman que en época de surgencia hay mayor cantidad de nutrientes, biomasa fitoplanctónica y por ende mayor biomasa y densidad zooplanctónica.

Los valores más altos de biomasa y densidad zooplanctónica se registraron en el período de transición, coinciden con los resultados de Morales (2008) y Marcano (2007) para el mismo Golfo y en el mismo período, lo cual se le atribuye al segundo pulso de surgencia o surgencia menor característico de la zona nororiental de país, siendo reportado por varios autores (Fukuoka, 1966; Urosa, 1977; Rueda, 2000; Marín *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2007). Los bajos valores de temperatura y clorofila *a*, así como los altos valores de salinidad y del índice de surgencia, registrados en el presente estudio, confirman el fenómeno antes señalado; así mismo, fue corroborado con lo obtenido en el ACP, donde se apreció una correlación positiva entre los nutrientes y la densidad, e inversa con la temperatura. No obstante, esto no coincide con lo reportado por Marín *et al.* (2004) quienes señalaron que la máxima producción del microzooplancton está directamente relacionada con la máxima producción fitoplanctónica de una zona en particular. Además, reportan que las mayores concentraciones de fitoplancton acontecieron entre junio y agosto en el golfo y lo relacionaron con el segundo pulso de surgencia o surgencia menor que ha sido mencionado anteriormente para este período; lo antes

expuesto no coincide con los valores de clorofila *a* obtenidos en la presente investigación, debido posiblemente por el efecto de pastoreo.

En el período de relajación (noviembre 2010), la biomasa y densidad zooplanctónica fue relativamente alta, siendo el segundo período que presentó los mayores valores en este estudio. En el trabajo de Marín *et al.* (2004) se detectaron altos picos de biomasa y densidad zooplanctónica en el estrato profundo en noviembre de 2003, que coincide con el cambio de las condiciones ambientales, es decir, una mayor estabilidad de la columna de agua (septiembre-noviembre), una menor concentración de nutrientes y de Clorofila *a*, presentándose alta estratificación. Igualmente, Astor *et al.* (2004) indicaron que entre agosto y noviembre se encuentran las poblaciones de fitoplancton más longevas, diversas y eficientes como consecuencia de la estratificación de las aguas y la escasez de nutrientes.

Resultados no esperados, ocurrieron durante el período de surgencia, ya que los menores valores de biomasa y densidad zooplanctónica de esta investigación, se registraron en este período. Estos resultados no concuerdan con lo reportado por diversos autores (Magalef, 1965; Gómez, 1996; Marín *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2006; Marcano, 2007; Morales, 2008) quienes afirman que en época de surgencia se desencadenan condiciones para que aumente la producción primaria y secundaria. El hecho de no haber encontrado abundante zooplancton en este período, tenga su explicación con el trabajo de Jones y Henderson (1987) quienes establecen que la dinámica de la transferencia de energía en las comunidades y ecosistemas marinos, se desarrollan de manera secuencial, siendo primero las comunidades fitoplanctónicas, seguido de la fracción herbívora del zooplancton y por último los carnívoros zooplanctónicos. Esta dinámica pudo influir, ya que los organismos zooplanctónicos que se capturaron eran pequeños (microzooplancton). Las corrientes que se producen y el crecimiento del fitoplancton por el ascenso de los nutrientes son de vital importancia, ya que durante estos eventos, se produce el mayor reclutamiento de larvas de peces (Cury y Roy, 1989). Las variaciones de estos procesos producen un enriquecimiento de la comunidad fito-

planctónica, que a corta escala de tiempo (días) incrementa la comunidad zooplanctónica. La variabilidad de este proceso se conoce como efecto Lasker (Lasker, 1975).

En cuanto a las horas de muestreo, se observó los mayores valores de biomasa (volumen sedimentado y peso húmedo) y densidad, a las 22:00 y las 4:00 horas, evidenciándose el fenómeno de migración vertical diaria (DVM), sobre todo en los períodos de transición y relajación, demostrándose, por lo tanto, diferencias significativas entre las horas; este fenómeno se refiere a un patrón de desplazamiento que realizan a diario algunos organismos vivos desde las profundidades hacia la superficie en horas nocturnas (Vinogradov, 1972; Villabona *et al.*, 2007). Peticarrari *et al.* (2004) mencionaron que 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, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Por su parte, Narvaez (2011) en la Bahía de Mochima, de igual manera contabilizó mayores abundancias del zooplancton en el estrato superficial de la columna de agua y en horas nocturnas (22:00 y 4:00 h), demostrando el fenómeno de migración vertical, así mismo Marcano *et al.* (2010) también lo corroboran. Esto también fue registrado por Wen-Tseng *et al.* (2004) al norte de Taiwán, donde evidenciaron las mayores concentraciones zooplanctónicas sobre los 100 m de profundidad a las 21:00 horas y una densidad mayor aún a las 02:00 horas a nivel superficial (0 a 1m). La migración nocturna ha sido reportada como el comportamiento más común del zooplancton (Bayly, 1986) y además permite la recuperación durante el día del fitoplancton.

Con respecto a la ausencia de diferencias significativas entre las profundidades estudiadas, se deba posiblemente, a las pocas diferencias entre ellas (2 m), ya que hasta los 5 m de profundidad la columna de agua es homogénea, esto puede deberse por los efectos de mezcla. En tal sentido, Narváez, (2011) indicó que para apreciar diferencias entre las profundidades, en cuanto a biomasa y densidad, las mismas deben ser superiores a los 10m, de ahí que no aparezcan diferencias entre las profundidades muestreadas.

La composición zooplanctónica durante los períodos de transición y relajación, estuvo representada por los copépodos como grupo dominante (94%), reiterando su dominancia en el zooplancton; en general, varios autores como Legaré y Zoppi (1961), Lewis y Fish (1969), Zoppi (1977), Sales *et al.* (1978), Campos y Suárez (1994), Sabatini *et al.* (2001) y Shimode *et al.* (2006) confirman la dominancia de este grupo, con porcentajes que pueden oscilar entre 35% y 90% de la fauna planctónica. Posteriormente, siguieron los huevos y larvas de crustáceos con un 3%; el tercer lugar de abundancia le correspondió al grupo de los apendiculados (2%); ambos grupos también han sido registrados por otros autores (Boltovskoy, 1981; Campos y Suárez, 1994; Márquez *et al.*, 2007), como frecuentes en las muestras zooplanctónica.

Resultados comparables fueron obtenidos por Marcano (2007) en la zona de Caigüiré-El Peñon y Morales (2008) en la zona Manicuare-Pariche, Golfo de Cariaco, quienes encontraron la mayor abundancia de copépodos en los meses de junio-julio con una dominancia casi absoluta (98%). Gasca y Suárez (1996), corroboraron que los copépodos son muy comunes en la mayoría de los estudios referentes a las comunidades zooplanctónicas. Estudios previos realizados en el golfo de Cariaco indican que los copépodos y cladóceros constituyen los grupos dominantes, tal como lo señaló Espinoza (1977) quien registró a los copépodos como grupo dominante. Por otra parte, los copépodos son alimento principal de la mayoría de las larvas de peces y de muchos organismos de importancia económica como sardinas y anchoveta, por lo que cumplen un importante papel en la transformación de la materia orgánica originada en el fitoplancton, pudiendo considerarse claves en la estructura de la trama trófica del conjunto pesquero pelágico del golfo de Cariaco (Gines, 1972; Cervigón, 1980; García *et al.*, 1985; Caldera *et al.*, 1988).

En cuanto a la presencia de los huevos y larvas de crustáceos contabilizados en los períodos de transición y relajación, pudo deberse a la presencia de los crustáceos adultos cerca de la costa y al muelle de la estación hidrobiológica de Turpialito, lo cual sirve de albergue de los adultos (Legaré, 1961; Marcano, 2009; Narváez, 2011).

En el mes de marzo 2011 (período de surgencia) se observó una mayor variedad de grupos zooplanctónicos; sin embargo, la abundancia de los individuos fue relativamente baja; entre los principales grupos destacan los organismos gelatinoso (21%), seguido de huevos y larvas de crustáceos (22%), copépodos (17%), cladóceros (10%), foraminíferos (9%) y el grupo “otros” (21%); este último incluyo aquellos grupos del zooplancton que no presentaron una abundancia relativa significativa dentro de la comunidad ( $< 5\%$ ). Esta variedad de grupos zooplanctónicos, también fue reportada por Marcano (2007), Morales (2008) y Márquez *et al.* (2008). Estos autores mencionan, que esta riqueza de grupos, puede tener su explicación en el fenómeno de surgencia, ya que las variaciones en las condiciones físico-químicas del agua, principalmente en la temperatura y los nutrientes, pueden provocar cambios en la abundancia del plancton, favoreciendo la aparición de agregaciones planctónicas, encontrando así, una mayor disponibilidad de alimento, ocurriendo posteriormente la reproducción de los organismos gelatinosos, tal y como ocurrió en la presente investigación.

Por su parte, Suárez y Gasca (1994) también registraron alto porcentaje de zooplancton gelatinoso en época de surgencia, en la bahía de Chetumal (México), indicando además, que este grupo es común y abundante en las regiones tropicales y están asociados a estratos superficiales. No obstante, Bastardo (1975) indicó que las medusas, no constituyen desde el punto de vista numérico, una fracción importante en las muestras, pero las considera como un grupo frecuente en el Golfo de Cariaco. En zonas afectadas por procesos de afloramiento (surgencia) se ha observado la presencia de zooplancton carnívoro, que permite a los depredadores gelatinosos mayor posibilidad de éxito (Purcell, 1981; Legendre y Rassoulzordegan, 1995), esto pudiera explicar la disminución o baja densidad de copépodos durante el período de surgencia.

La existencia de diferencias diarias en la mayoría de las variables hidrológicas e hidrobiológicas, así como las diferencias nictimerales en la biomasa y densidad zooplanctónica, indican que este diseño muestral, utilizando pequeñas escalas espaciales, es adecuado para mostrar las variaciones en la comunidad zooplanctónica. No obstante, en aquellas variables que no se encontraron diferencias pudieran estar

involucrando procesos que ocurren a diferentes escalas y que no fueron tomados en cuenta en este trabajo. El análisis de los procesos físicos a pequeña escala (circulación local, profundidad) y los procesos biológicos, tanto dentro de la comunidad del zooplancton como las asociaciones con otros organismos, son aspectos importantes de considerar en estudios posteriores en la misma área de estudio.

## CONCLUSIONES

Los mayores valores de biomasa y densidad zooplanctónica se registraron para el período de transición, coincidiendo con los bajos valores de temperatura, alta salinidad y altas concentraciones de nutrientes, correspondiente con el segundo pulso de surgencia o surgencia secundaria, característico de la zona nororiental de Venezuela.

Se determinaron los mayores valores de biomasa y densidad zooplanctónica para los tres períodos de estudio, durante las horas nocturnas (22:00 y 4:00 horas), evidenciándose el fenómeno de migración vertical.

No se encontró diferencias significativas en cuanto a las profundidades estudiadas (0 y 2m).

La composición zooplanctónica estuvo dominada por los copépodos (>90%) para el período de transición (julio) y relajación (noviembre), mientras que para el período de surgencia (marzo) se registró una mayor variedad de grupos zooplanctónicos, representada principalmente por larvas y huevos de crustáceos (22%).

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J.; Ordóñez, U.; Almaral, A. y Amira, A. 2009. Composición y abundancia de grupos de zooplancton de una laguna de arrecife de coral en Puerto Morelos, Quintana Roo, México, durante un ciclo anual. *Rev. Biol. Trop.*, 57(3): 647-658.
- Añez, Z. 1983. Distribución y abundancia estacional del zooplancton (excepto Copépodos) entre la Boca del Río y la Isla de Cubagua. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Arévalo, D. y Franco, A. 2008. Características oceanográficas de la surgencia frente a la ensenada de Gaira, Departamento de Magdalena, época seca menor de 2006. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 37(2): 131-162.
- Astor, Y.; Müller-Karger, F.; Bohrer, R.; Troccoli, L. y García, J. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la Cuenca de Cariaco. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 161-162: 235-252.
- Bagdó, E. 1977. Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Bastardo, H. 1975. Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- 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.
- Bidigare, R. 1983. Nitrogen excretion by marine zooplankton. En Nitrogen in the marine environment E. J. Carpenter y D. J. Capone (Ed.) Academic Press, New York. Págs. 385-409.
- Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesqueros (INDEP) Mar de Plata, Argentina.
- Bowden, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Editorial Ellis Horwood Ltd. England.
- 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.

- Braun, J.; Osorio, M.; Fernández, M. y Camiñas, J. 1990. Estudio sobre la estructura, biomasa y producción del meso y microzooplancton en la Plataforma de Galicia en abril de 1982. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 6(2): 81-96.
- Caldera, M.; Huq, M y Ramírez – Arredondo, I. 1988. Aspectos alimenticios de la sardina, *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pices: Clupeidae) de los alrededores de la región noroccidental de la península de Araya y alrededor de las Islas de Coche y Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 21(1-2):129-143.
- Campos, A. y Suárez, E. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. Libro biología y sistemática. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México.
- Caraballo, M. 1982. El golfo de Cariaco. Parte I. Morfología y Batometría. Estructura y tectonismo reciente. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 21(1-2):13-35.
- Cervigón, F. y Marcano, P. 1965. Zooplancton. *Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle*, XXV (70, 71,72): 263-287.
- Contreras, F., Rivera, N. y Aguilar, R. 2005. Nutrientes y productividad primaria fitoplanctónica en una laguna costera tropical intermitente (La Mancha) del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 15 (003): 299-310.
- Cury, P. y Roy, C. 1989. *Optimal environment window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 670-680.
- Estrella, G. 1988. Estudio fisiológico del fitoplancton del Golfo de Cariaco. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Espinoza, A. 1977. Plancton carnívoro del golfo de Cariaco y su abundancia relativa. Trabajo de Pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Fernández De Puellas, M. 1987. Evolución anual del microzooplancton en aguas de las Islas Canarias. *Bol. Inst. Esp. Oceanogra. Univ. Oriente*, 4 (2): 79-90.
- Ferraz-Reyes, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy – Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 22 (1-2):111-124.
- Fukuoka, J. 1966. Coastal upwelling near Venezuela (II). Annual periodicities of hydrographical conditions. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 5: 84-95.
- Gade, H. 1961. On the hydrographic conditions in the Gulf of Cariaco during the month from May to November. 1960. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 21-46.

- García, O.; Huq, F y Ramírez, A. 1985. Aspectos alimenticios de la *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pises: Clupeidae) de los alrededores de la isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 24(1-2): 31-42.
- Gasca, R. y Suárez. J. 1996. *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El colegio de la Frontera del sur. ECOSUR, D.F. México.
- Gines, H. 1972. Cartas Pesqueras de Venezuela. *Fundación La Salle Cien. Nat.* Caracas.
- Gómez, A. 1996. Causa de la fertilidad en el Nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21 (3): 140-146. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 46 (2): 97-105.
- Gómez, A. 2007. Producción primaria en el sureste de la isla de Margarita (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46 (2): 97-105.
- González, F.; Zoppi, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Invest. Mar.*, 34(2): 37-45.
- Hernández, S. y Esqueda, G. 2006. Variación diaria de copépodos pelágicos en la plataforma continental de la costa occidental de Baja California, En: *Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este* 4(1). Hendrickx, M.E. (ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Págs. 101-108.
- Hernández, S.; Esqueda, G.; Reyes, J. y Pacheco, R. 2010. Variación diaria de la abundancia del zooplancton en Bahía Magdalena, B.C.S. México. *Rev. Mex. Biodivers.*, 81: 913- 920.
- Infante, J. y Urosa, L. 1986. Distribución vertical de copépodos en aguas deficientes de oxígeno. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25(1-2): 175-194.
- Johnson, R. y Wichern, D. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice- Hall, New York.
- Jones, R. y Henderson, E. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 5: 447-465.
- Karydis, M. y Tsirtsis, G. 1996. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. *Sci. of the Total Environment*, 186(3): 209-219.
- La Barbera, A.; Gamboa, J. y Senior, W. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Bio. Trop.*, 47 (1): 57-63.
- Lalli, C. y Parson, T. 1993. *Biological oceanography: an introduction*. Butterworth-Heinemann. Vancouver, Canadá.

- Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. *US. Fish. Bull.*, 73(3): 453-462.
- Legaré, H. 1961a. Algunos eufasiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco, al Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 131-147.
- Legaré, H. 1961b. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 191-218.
- Legaré, H. y Zoppi, E. 1961. Notas sobre abundancia y distribución de Chaetognata en las aguas del Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 149-171.
- Legendre, L. y Rassoulzadegan, F. 1995. Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*, 41: 153-172.
- Lewis, J. y Fish, A. 1969. Seasonal variation of the zooplankton fauna of surface waters entering the Caribbean sea at Barbados. *J. Sci.*, 9: 1-24.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical *Euvola (Peten) ziczac (L.)* in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 119: 345-353
- Longhurst, A. 1967. Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. *Deep-Sea Res.*, 14: 393-408.
- Marcano, L. 2007. Caracterización cuantitativa y cualitativa de los diferentes espectros de tallas del zooplancton en la zona Caguire- El Peñón, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Marcano, Y. 2009. Variación temporal y espacial intradiaria del zooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 25: 141-205.
- Marín, V.; Rodríguez, I.; Fuenteseca, J. y Oyarque, E. 1993. Efecto de la surgencia costera sobre la productividad primaveral de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). *Rev. Chilena de Hist. Nat.*, 66: 479-491
- Marín, B.; Lodeiros, C.; Figueroa, D. y Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores

- ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Científ., FCV-LUZ*, XIV(2): 133-139.
- Márquez, B.; Marín B.; Zoppi, E. y Moreno C. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 45 (1): 61-78.
- Márquez, B.; Marín, B.; Díaz, J.; Troccoli, L. y Subero, S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, Estado Sucre - Venezuela, durante 1997 – 1998. *Rev. Biol. Mar. y Oceanogr.*, 42(3): 241-52.
- Márquez, B.; Marín, B.; Díaz, J.; Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana*, 72(1): 89-104.
- Marquez, B. 2008. Biomasa, densidad y estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Asistente. Departamento de Biología Marina, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Márquez, B.; Díaz, J.; Troccoli, L.; Marín, B. y Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. y Oceanogr.*, 44(3): 737-749.
- Márquez, B. 2010. Composición, abundancia y distribución de los copépodos planctónicos del Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Agregado. Departamento de Biología Marina, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Morales, J. 2008. Abundancia, composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplancton en la plataforma Pariche-Manicuare, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Montgomery, D. 1997. *Design and analysis of experiments*. Tercera edición. Wiley, New York.
- Narváez, M. 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. Trabajo de grado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Neill, W. 1990. Induced vertical migration in copepods as a defense against invertebrate predation. *Nature*, 345: 524-526.
- Okuda, T.; Álvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17(1-2):69-88.

- Palma, S. y Apablaza, P. 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Invest. Mar., Valparaíso*, 32(1): 49-70.
- Pantaleón, B.; Aceves, G. y Castellanos, I. 2005. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua- La Pastoria, Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodivers.*, 76: 63- 70.
- Peñuela, M. 2000. Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial de la Fosa de Cariaco, Venezuela. Trabajo de pregrado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- 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?. *Braz. J. Biol.*, 64(2): 289-298.
- Purcell, J. 1981. Feeding ecology of *Rhizophysa eysenhardti*, a siphonophore Predator of fish larvae. *Limnol. Oceanogr.*, 26 (3):424-432.
- Richards, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I. Cabo Tres Puntas to Curacao including the Cariaco Thench and the Gulf of Cariaco. *Deep- Sea Res.*, 7(3): 163-182.
- Richards, F. 1975. The Cariaco basin (Trench). *Oceanogr. Mar. Biol. Rev.*, 13: 11-17.
- Ringelberg, J. y Van Gool, E. 2003. On the combined analysis of proximate and ultimate aspects in diel vertical migration (DVM) research. *Hydrobiologia*, 491: 85-90.
- 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. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Rueda, D. 2000. Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998). Tesis de Postgrado en Ciencias Marinas. Magíster Scientiarum, Mención Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Sabatini, M.; Giménez, J. y Rocco, V. 2001. Características del zooplancton del área costera de la plataforma patagónica austral (Argentina). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 17(3- 4): 245-254.
- Shimode, S.; Toda, T. y Kikuchi, T. 2006. Spatio- temporal changes in diversity and community structure of planktonic copepods in Sagami Bay, Japan. *Mar. Biol.*, 148: 581-597.

- Sales, P.; Mcwillians, P. y Anderson, D. 1978. Faunal relationships among near- reef zooplankton at three locations on heron reef, great barrier reef, and seasonal changes in this fauna. *Mar. Biol.*, 49: 133-145.
- Sampaio, C.; Mafalda, P.; Salles, S.; Ramírez, T.; Cortés, D.; García, A.; Mercado, J. y Vargas-Yañes, M. 2005. Tendencias estacionales y espaciales en la comunidad mesozooplancónica en una serie temporal plurianual en el noreste del mar de Alborán, España. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 40(1): 45-54.
- Simpson, J. y Griffiths, R. 1972. Afloramiento y otras características oceanográficas de aguas costeras del nordeste de Venezuela. *MAC. Ser. Rec. Exp. Pesq.*, 2(4): 2-53.
- Suárez, E. y Gasca, R. 1992. *El zooplancton de los misteriosos seres que viven suspendidos en el agua*. Cuaderno de Divulgación. Centro de Investigación de Quintana Roo (CIQRO), D.F. México.
- Torres, R. y Estrada, M. 1997. Patrones de migración vertical en el plancton de un lago tropical. *Hidrobiológica*, 7: 33- 40.
- Twomey, L.; Piehler, M. y Paerl, H. 2005. Phytoplankton uptake of ammonium, nitrate and urea in the Neuse River Estuary, NC, USA. *Hydrobiologia*, 533: 123–134.
- Urosa, L. 1977. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica en el Golfo de Cariaco y su relación con el fenómeno de surgencia. Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Guayaquil - Ecuador.
- Urosa, L. 1983. Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 22(1-2): 125- 143.
- Villabona, S.; Rosa, A.; Gavilán, A. y Estrada, A. 2007. Cambios nictemerales en la distribución vertical de algunos microcrustáceos en un lago artificial del neotrópico (Colombia). *Limnetica*, 26(1): 75-88.
- 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, South western Taiwan. *Zoolog. Stud.*, 43(2): 464- 474.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. 662 pp.
- Zoppi, E. 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. *Stud. Fauna Curacao and Caribb. Isl.*, 38: 1-109.
- Zoppi, E. 1977. El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela. Trabajo de doctorado en Ciencias. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

## APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar la variación diurna-nocturna, para el mes de julio 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
4:00	14	23,607	
22:00	14	24,871	
10:00	12	25,241	
16:00	14	26,521	

Apéndice 2. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de noviembre de 2010.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
1	1	25,05	
2	8	26,19	
3	8	26,25	
4	8	29,09	
6	8	29,13	
7	8	29,20	
8	4	29,28	
5	8	29,54	

Apéndice 3. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar la variación diurna-nocturna, para el mes de marzo 2011.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
4:00	12	24,53	
10:00	14	25,01	
22:00	12	25,19	
16:00	12	25,58	

Apéndice 4. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la temperatura (°C), para determinar el efecto de la profundidad, para el mes de marzo 2011.

Profundidad	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
0	25	24,77	
2	25	25,38	

Apéndice 5. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la salinidad, para determinar la variación entre las horas de muestreo, para el mes de julio 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
16:00	12	32,12	
10:00	12	33,02	
22:00	14	33,04	
4:00	14	33,17	

Apéndice 6. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la salinidad, para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de marzo 2011.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
2	6	33,9	
6	8	34,13	
8	4	34,20	
3	8	34,24	
7	8	34,28	
5	8	34,29	
4	8	34,35	

Apéndice 7. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la salinidad, para determinar la variación entre las horas de muestreo, para el mes de marzo 2011.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
4:00	12	34,15	
10:00	14	34,17	
22:00	12	34,21	
16:00	12	34,31	

Apéndice 8. 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, para el mes de julio 2010.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
3	6	0,40	
2	8	0,44	
4	7	0,67	
1	4	0,99	
8	2	1,27	
5	8	1,28	
7	8	1,35	
6	8	1,97	

Apéndice 9. 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, para el mes de noviembre 2010.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
2	8	0,01	
3	8	0,05	
8	1	0,05	
4	8	0,09	
6	5	0,09	
5	7	0,14	
7	4	0,45	

Apéndice 10. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrito, ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ) para determinar la variación entre las horas de muestreo, para el mes de marzo.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
22:00	12	0,18	
4:00	12	0,21	
16:00	12	0,30	
10:00	10	0,39	

Apéndice 11. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), para determinar el efecto de la profundidad, para el mes de julio 2010.

Profundidad	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
2	27	0,66	
0	27	1,01	

Apéndice 12. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de nitrato ( $\mu\text{m.L}^{-1}$ ), para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de marzo.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
1	4	1,58	
6	6	3,57	
5	8	3,93	
2	7	4,46	
7	5	5,19	
8	1	5,26	
4	8	5,43	
3	8	5,67	

Apéndice 13. 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, para el mes de julio 2010.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
5	8	0,0	
7	8	0,02	
4	8	0,08	
8	2	0,09	
2	8	0,10	
1	4	0,13	
3	7	0,16	
6	8	0,2	

Apéndice 14.- 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, para el mes de noviembre.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
3	8	0,02	
2	8	0,03	
4	8	0,03	
5	7	0,04	
7	4	0,05	
8	1	0,13	
6	5	0,22	

Apéndice 15.- Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de clorofila *a* ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de julio 2010.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
2	8	0,2	
1	4	0,21	
3	8	0,22	
5	8	0,29	
4	8	0,37	
8	2	0,43	
7	8	0,53	
6	8	0,56	

Apéndice 16. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de clorofila *a* ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de marzo 2011.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
22:00	14	1,04	
4:00	14	1,50	
16:00	14	1,82	
10:00	12	3,78	

Apéndice 17. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de clorofila *a* ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de la profundidad para el mes de marzo 2011.

Profundidad	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
0	27	1,597	
2	27	2,345	

Apéndice 18. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre el volumen sedimentado del zooplancton ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de julio 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
10:00	12	0,54	
16:00	14	0,71	
4:00	14	1,58	
22:00	13	2,98	

Apéndice 19. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre el volumen sedimentado ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de noviembre 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
10:00	14	1,84	
16:00	12	2,16	
4:00	14	3,76	
22:00	14	5,01	

Apéndice 20. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de volumen sedimentado ( $\text{mL.m}^{-3}$ ), para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de marzo 2011.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
1	4	0,47	
2	7	0,95	
3	8	1,42	
4	8	1,89	
5	8	2,37	
6	8	2,84	
7	8	3,32	
8	4	3,79	

Apéndice 21. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre el peso húmedo del zoo-plancton ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de julio 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
16:00	14	0,03	
10:00	12	0,06	
4:00	14	0,17	
22:00	13	0,23	

Apéndice 22. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre el peso húmedo ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar la variación entre las horas de muestreo, para el mes de noviembre 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
10:00	14	0,07	
16:00	12	0,11	
4:00	14	0,29	
22:00	14	0,31	

Apéndice 23. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado a la concentración de peso húmedo ( $\text{mg.m}^{-3}$ ), para determinar la variación entre los días de muestreo, para el mes de marzo 2011.

Días	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
1	4	0,22	
2	7	0,45	
3	8	0,67	
4	8	0,89	
5	8	1,12	
6	8	1,35	
7	8	1,57	
8	4	1,79	

Apéndice 24.- Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre la densidad zooplanctónica ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), para determinar la variación entre las horas de muestreo, para el mes de noviembre 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
16:00	14	159,21	
10:00	12	731,73	
4:00	14	2287,40	
22:00	14	4742,16	

Apéndice 25. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre la densidad del zooplancton ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de noviembre 2010.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
10:00	14	4,32	
16:00	12	7,88	
22:00	14	109,66	
4:00	14	114,64	

Apéndice 26. Análisis *a posteriori* (LSD 95%) aplicado sobre la densidad del zooplanc-  
ton ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), para determinar el efecto de las horas para el mes de marzo 2011.

Hora	Frecuencia	Media cuadrática	Grupos
10:00	14	1,88	
16:00	14	2,14	
22:00	14	3,09	
4:00	14	4,37	

Apéndice 27. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del zooplancton en el mes de julio de 2010.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
I	3,189	31,895	31,895
II	1,641	16,418	48,313
III	1,363	13,631	61,944

Apéndice 28. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del zooplancton en el mes de noviembre de 2010.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
I	3,111	31,111	31,111
II	2,098	20,986	52,097
III	1,404	14,049	66,146

Apéndice 29. Porcentajes de varianza de los tres primeros componentes del análisis de componentes principales (ACP) del zooplancton en el mes de marzo de 2011.

Componente	Autovalores	Porcentaje de varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
I	5,632	25,632	25,632
II	1,948	19,481	45,113
III	1,314	13,146	58,260

## HOJAS DE METADATOS

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

<b>Título</b>	Densidad y Distribución Vertical del Zooplancton Durante tres Períodos del Año, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela
---------------	--

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<b>Ramírez Núñez Auris Avelis</b>	<b>CVLAC</b>	<b>18590117</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Aurizr_1501@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	

**Palabras o frases claves:**

<b>Zooplancton</b>
<b>Biomasa</b>
<b>Variación</b>
<b>Migración vertical</b>

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

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

### Resumen (abstract):

Con la finalidad de estudiar la variación temporal y espacial intradiaria de la comunidad zooplanctónica en Turpialito, se realizaron muestreos diarios a intervalos de 6 horas a dos profundidades (0 y 2 m) durante una semana del mes de julio y noviembre de 2010 y marzo de 2011, correspondientes al período de transición, relajación y surgencia, respectivamente. La toma de las muestras se realizó por medio de una red estándar de zooplankton con una malla de 300  $\mu\text{m}$ . Los valores de temperatura variaron desde 22,8- 29°C (julio); 22- 30°C (noviembre) y 23,4- 29,8°C (marzo) y los de salinidad oscilaron entre 30- 35,6; 32,2- 37,7 y 33,1- 34,8 para julio, noviembre y marzo, respectivamente. En cuanto a la concentración de clorofila *a* los valores oscilaron entre 0,11–0,96  $\text{mg.m}^{-3}$  para julio, ND – 20,409  $\text{mg.m}^{-3}$  para noviembre y ND – 8,44  $\text{mg.m}^{-3}$  para marzo, mientras que los nutrientes variaron entre 0 - 3,39 ( $\text{NH}_4$ ); 0 – 0,20 ( $\text{NO}_2$ ); 0 – 2,08 ( $\text{NO}_3$ ) y 0- 1,47 ( $\text{PO}_4$ )  $\mu\text{m.L}^{-1}$  para julio y entre 0,06- 27,51  $\mu\text{m.L}^{-1}$  ( $\text{NH}_4$ ); 0 - 1,64 ( $\text{NO}_2$ ); 0,50- 11,59 ( $\text{NO}_3$ ) ; 0 - 0,57 ( $\text{PO}_4$ )  $\mu\text{m.L}^{-1}$  para noviembre y 0,36 - 6,39  $\mu\text{m.L}^{-1}$  ( $\text{NH}_4$ ); 0,07- 0,61  $\mu\text{m.L}^{-1}$  ( $\text{NO}_2$ ); 0,87-10,96  $\mu\text{m.L}^{-1}$  ( $\text{NO}_3$ ) y 0,05- 0,28  $\mu\text{m.L}^{-1}$  ( $\text{PO}_4$ ) correspondientes a marzo. Se estimó la biomasa zooplanctónica por medio del volumen sedimentado (VS) y biomasa húmeda (BH), presentando valores para julio entre 0,083 - 5,391  $\text{mL.m}^{-3}$  (VS) y 0,004 – 0,559  $\text{mg.m}^{-3}$  (BH); en noviembre entre 0,42 - 12,03  $\text{mL.m}^{-3}$  (VS) y 0,004 - 1,182  $\text{mg.m}^{-3}$  (BH), y los valores para marzo oscilaron entre 0,47 - 6,64  $\text{mL.m}^{-3}$  (VS) y 0,009 - 0,427  $\text{mg.m}^{-3}$  (BH). Con respecto a la biomasa zooplanctónica en julio y noviembre no se detectaron diferencias significativas en relación a los días y las profundidades, pero si en cuanto a las horas; sin embargo, en marzo se encontraron diferencias con respecto a los días. La densidad total fue de 109423,59  $\text{ind.m}^{-3}$ ; 3141,33  $\text{ind.m}^{-3}$  y 160,42  $\text{ind.m}^{-3}$ , para julio, noviembre y marzo, respectivamente; se observaron diferencias con respecto a las horas ( $K_w= 21,29$ ;  $p < 0,05$  y  $K_w=37,24$ ;  $p < 0,05$ ), para julio y noviembre, respectivamente. La composición zooplanctónica estuvo dominada por los copépodos (>90%), seguido por las larvas de crustáceos, durante los meses de julio y noviembre; mientras que en marzo se observó una mayor variedad de grupos zooplanctónicos: zooplankton gelatinoso (21%), huevos y larvas de crustáceos (22%), copépodos (17%) y cladóceros (10%). En consecuencia, se encontró una mayor densidad de organismos en julio, coincidiendo con los relativamente bajos valores de temperatura, alta salinidad y altas concentraciones de nutrientes, corroborado con el análisis de ACP; coincidiendo con el segundo pulso de surgencia característico de la zona nororiental de Venezuela; también, se evidenció el fenómeno de migración vertical característico de los organismos del zooplankton, debido a que las mayores valores correspondieron con las horas nocturnas.

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

## Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Brightdoom, Márquez</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	<b>10856800</b>
	e-mail	<b>Brightdoom@hotmail.com</b>
	e-mail	
<b>Baumar, Marín</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	<b>5182626</b>
	e-mail	<b>Baumarm@gmail.com</b>
	e-mail	
<b>Luis, Troccoli</b>	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	<b>5011895</b>
	e-mail	<b>Luistroccoli@gmail.com</b>
	e-mail	

## Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2013	06	05
------	----	----

Lenguaje: Español

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6****Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
Tesis-garciad.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:**

Licenciada

**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 – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	RECIBIDO POR	FECHA	HORA
SISTEMA DE BIBLIOTECA	<i>[Signature]</i>	5/8/09	5:20

Cordialmente,

*[Signature]*  
**JUAN A. BOLANOS CUNTELE**  
Secretario

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

JABC/YGC/manuja

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

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

  
Auris Ramírez  
Autor

  
Prof. Brightdoom Márquez  
Asesor Académico