



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

**DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y TEMPORAL DEL MICROZOOPLANCTON,  
CON ÉNFASIS EN LOS FORAMINÍFEROS, EN LA ENSENADA DE  
TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA**

**AUDELYS MILAGROS BLANCO AZOCAR**

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

**CUMANÁ, 2017**

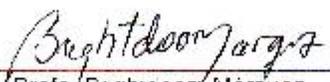


### VEREDICTO

Nosotros: Profa. Brightboom Márquez, Prof. Luis Troccoli y Profa. María Balza, en nuestro carácter de Jurado Examinador, ratificado por el Consejo de Escuela de Ciencias a recomendación de la Comisión de Trabajos de Grado, para emitir juicio sobre el Trabajo de Grado intitulado: **"DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y TEMPORAL DEL MICROZOOPLANCTON, CON ÉNFASIS EN LOS FORAMINÍFEROS, EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA"**, presentado por la Br. **AUDELYS MILAGROS BLANCO AZOCAR, C.I. N° 21.095.662**, por la modalidad TESIS DE GRADO, según lo establecido en el Acta N° **1420** y como requisito parcial para optar al Título de Licenciado en Biología, decidimos que dicho trabajo ha sido **APROBADO**

En fe de lo anterior se levanta la presente Acta en Cumaná, a los treinta (30) días del mes de mayo de dos mil diecisiete.

Asesor:

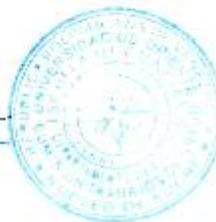
  
Profa. Brightboom Márquez

Jurado Principal:

  
Prof. Luis Troccoli

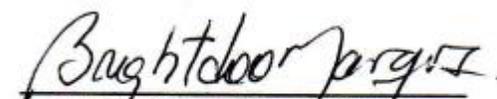
Jurado Principal:

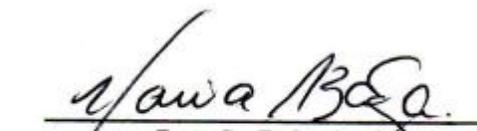
  
Profa. María Balza

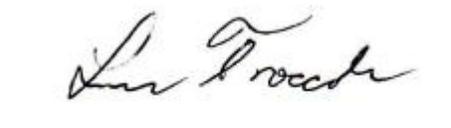


**DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y TEMPORAL DEL MICROZOOPLANCTON,  
CON ÉNFASIS EN LOS FORAMINÍFEROS, EN LA ENSENADA DE  
TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA**

**APROBADO POR:**

  
**Prof. Brightdoom Márquez**  
**Asesora Académica**

  
**Jurado Principal**

  
**Jurado Principal**

## INDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>7</b>
ÁREA DE ESTUDIO.....	7
TOMA DE MUESTRAS .....	8
ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO .....	8
Índice de surgencia .....	8
Análisis de la comunidad zooplanctónica.....	9
Análisis estadísticos.....	9
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
VARIABLE METEOROLÓGICA .....	11
Índice de Surgencia (IS) .....	11
Transparencia del agua .....	11
VARIABLES ABIÓTICAS.....	12
Temperatura.....	13
Salinidad .....	15
Oxígeno disuelto.....	15
Nitrate .....	19
Nitrito.....	19
Amonio .....	20
Fosfato .....	23

Silicato .....	23
<b>VARIABLES BIÓTICAS</b> .....	<b>26</b>
Concentración de Clorofila a (Clor a).....	26
<b>ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ZOOPLANCTÓNICA</b> .....	<b>27</b>
Abundancia zooplanctónica.....	27
Composición zooplanctónica.....	28
Análisis del BEST.....	29
<b>ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE FORAMINÍFEROS</b> .....	<b>30</b>
Abundancia foraminíferos .....	30
Composición de foraminíferos planctónicos .....	32
<b>ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (ACC)</b> .....	<b>35</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>41</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>51</b>
<b>APÉNDICES</b> .....	<b>62</b>
<b>HOJAS DE METADATOS</b> .....	<b>65</b>

## DEDICATORIA

A Aquiles Blanco y Carolina Rodríguez, mis padres!

*El futuro existe primero en la imaginación,  
después en la voluntad,  
luego en la realidad...*

*R. A. Wilson*

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora Brightdoom Márquez por brindarme la oportunidad de trabajar en su laboratorio, por su apoyo, su paciencia, su amistad, ser más que solo un tutor.

A mi hermano Jesús Ruiz por tanto cariño, pese a la distancia.

A mis hermanos, no de sangre, esos que me dio la vida en el camino, Jonathan Barrera y Estefania Elista, que me han brindado su amistad, consejos y dedicación incondicional.

A mis amigos Luis Gómez, Asdrubal Calvo, por siempre estar allí, conmigo de una manera u otra apoyándome.

A los profesores Baumar Marín, María Balza, Rafael Díaz, Oscar Díaz, por sus consejos, amistad y colaboración.

A Rosangel Serrano por ayudarme innumerables veces en el análisis de mis muestras.

A José Peñuela, Adrián Márquez por brindarme todo el apoyo durante mis muestreos. Así como a la Estación Hidrológica de Turpialito por todo el apoyo logístico brindado.

A Deudedith Hernández por su colaboración en el análisis de los nutrientes.

A todos mis profesores por incentivar y cultivar mis conocimientos con amor.

A todas aquellas personas que estuvieron en mi camino ayudándome a superar los obstáculos para hacer realidad este sueño, mi eterno agradecimiento.

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Estadísticos básicos de las variables abióticas medidas en la Ensenada de Turpialito. ....	12
TABLA 2. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) a la temperatura (°C) en la Ensenada de Turpialito. gl: grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: coeficiente de variación. ....	14
TABLA 3. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) a la salinidad en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. ....	16
TABLA 4. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) al oxígeno disuelto mg. L <sup>-1</sup> en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. ..	16
TABLA 5. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al nitrato μmol.L <sup>-1</sup> en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: Coeficiente de variación. ....	20
TABLA 6. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al nitrito μmol.L <sup>-1</sup> en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de	

libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. .... 21

TABLA 7. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), en la ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. .. 23

TABLA 8. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al fosfato  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: Coeficiente de variación. .... 24

TABLA 9. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al silicato  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. .... 24

TABLA 10. Estadísticos básicos de las variables abióticas medidas en la Ensenada de Turpialito (Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, D.E.: Desviación estándar). .... 26

TABLA 11. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la clorofila *a*  $\text{mg m}^{-3}$  en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación. .. 29

TABLA 12. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la abundancia zooplanctónica ( $\text{org. m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F:

Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.....	31
TABLA 13. Prueba del BEST entre las variables ambientales y la Abundancia zooplanctónica, durante las tres épocas climáticas, estudiadas en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	32
TABLA 14. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la abundancia foraminífera (org. m <sup>-3</sup> ) en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, <i>P</i> (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.....	32
TABLA 15. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para las principales especies de foraminíferos planctónicos y las variables bióticas y abióticas en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la zona de recolección de las muestras. (A) Ubicación geográfica de Venezuela, (B) Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre y (C) estación de muestreo.....	7
Figura 2. Variaciones diarias del índice de Surgencia ( $m^3s^{-1}1000m$ ) durante 2014 en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. La línea roja continua representa la línea de tendencia generada usando una media móvil ( $\Lambda = 10$ )......	11
Figura 3. Variación mensual de la transparencia del agua (m) durante el 2014 en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.....	12
Figura 4. Variación mensual de la Temperatura ( $^{\circ}C$ ) superficial del agua en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	13
Figura 5. Variación semanal(A) y por período (B) de la temperatura del agua ( $^{\circ}C$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	14
Figura 6. Variación mensual de la salinidad en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	15
Figura 7. Variación semanal (A) y por período (B) de la salinidad en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	17
Figura 8. Variación mensual del oxígeno disuelto ( $mg.L^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	17
Figura 9. Variación semanal(A), por período (B) y por profundidad (C) del oxígeno disuelto ( $mg. L^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	18
Figura 10. Variación mensual del nitrato ( $\mu mol.L^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	19
Figura 11. Variación mensual del nitrito ( $\mu mol.L^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	21

Figura 12. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	22
Figura 13. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	25
Figura 14. Variación mensual del amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	26
Figura 15. Variación semanal (A) y variación por periodo (B) del amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	27
Figura 16. Variación mensual del fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	28
Figura 17. Variación semanal (A) y por período (B) del nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	30
Figura 18. Variación mensual del silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	31
Figura 19. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	33
Figura 20. Variación mensual de la clorofila <i>a</i> ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	34
Figura 21. Variación semanal (A) y por período (B) de la clorofila <i>a</i> ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	34
Figura 22. Variación mensual de la abundancia zooplanctónica ( $\text{org. m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	35
Figura 23. Variación temporal (A, B) de la abundancia ( $\text{org. m}^{-3}$ ) zooplanctónica en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	36

Figura 24. Composición porcentual general de los grupos zooplanctónicos presentes en los tres períodos: surgencia (A), transición (B) y relajación (C), en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	37
Figura 25. Variación mensual de la abundancia de foraminíferos planctónicos (org. m <sup>-3</sup> ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	38
Figura 26. Variación temporal (A, B) de la abundancia de foraminíferos planctónicos (org. m <sup>-3</sup> ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	38
Figura 27. Composición porcentual general de las especies de foraminíferos planctónicos presentes en los tres períodos; surgencia transición y relajación, en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.....	39
Figura 28. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de correspondencia canónica (ACC), donde se muestra las variables bióticas y abióticas y las especies de foraminíferos planctónicos de la Ensenada de Turpialito, durante el período de transición. Leyenda: Temp: temperatura, Sal: salinidad, Oxíg: concentración de oxígeno disuelto, Clor <i>a</i> : concentración de clorofila <i>a</i> , NO <sub>3</sub> : nitrato, NO <sub>2</sub> : nitrito, NH <sub>4</sub> : amonio, PO <sub>4</sub> : fosfato, H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> : silicato, Glob sp <sub>1</sub> : <i>Globigerina sp<sub>1</sub></i> , Glob sp <sub>2</sub> : <i>Globigerina sp<sub>2</sub></i> , G. menardii: <i>Globorotalia menardii</i> , H. pelágica: <i>Hastigerina pelágica</i> . .....	39
Figura 29. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de correspondencia canónica (ACC), donde se muestra las variables bióticas y abióticas y las especies de foraminíferos planctónicos de la Ensenada de Turpialito, durante el período de relajación. Leyenda: Temp: temperatura, Sal: salinidad, Oxíg: concentración de oxígeno disuelto, Clor <i>a</i> : concentración de clorofila <i>a</i> , NO <sub>3</sub> : nitrato, NO <sub>2</sub> : nitrito, NH <sub>4</sub> : amonio, PO <sub>4</sub> : fosfato, H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> : silicato, Glob sp <sub>1</sub> : <i>Globigerina sp<sub>1</sub></i> , Glob sp <sub>2</sub> : <i>Globigerina sp<sub>2</sub></i> , G. menardii: <i>Globorotalia menardii</i> , H. pelágica: <i>Hastigerina pelágica</i> . .....	40

## RESUMEN

El zooplancton marino es el encargado de transferir la energía de la producción primaria a los niveles superiores. Por tal motivo, se evaluó la biomasa y distribución espacial y temporal del microzooplancton, con énfasis en foraminíferos, en la Ensenada de Turpialito. Se recolectaron muestras semanales, durante los períodos de surgencia (marzo-abril), transición (junio-julio) y relajación (octubre-noviembre) de 2014, con una botella Niskin (5 L), posteriormente fue filtrada con un tamiz de 100  $\mu\text{m}$ . Las muestras fueron contabilizadas con una cámara de Bogorov, empleando una lupa estereoscópica e identificadas por medio de claves taxonómicas. De manera general, la temperatura (20,01-28,7°C), la salinidad (30-40 ups) y la conc. de oxígeno disuelto (2,5-10,8  $\text{mg l}^{-1}$ ) mostraron diferencias significativas con respecto al tiempo (semanas y períodos), solo el oxígeno presentó variación vertical significativa. La conc. de clorofila *a* osciló entre ND - 13,2  $\text{mg m}^{-3}$  siguiendo la tendencia de las variables antes descritas, con los valores más altos en surgencia. Las concentraciones de nutrientes fueron altas (medias de 0,8; 0,3; 4,1; 0,3 y 4,3  $\mu\text{mol l}^{-1}$  de amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato, respectivamente). La abundancia zooplanctónica presentó un total de 250 900  $\text{org m}^{-3}$  mostrando diferencias significativas ( $F= 3,28$ ;  $p < 0,05$ ) entre los períodos, registrándose valores elevados en relajación (154 700  $\text{org. m}^{-3}$ ), seguido de surgencia (62 700  $\text{org. m}^{-3}$ ). No obstante, no se observaron diferencias verticales significativas ( $F= 1,24$ ;  $p > 0,05$ ). La composición microzooplanctónica estuvo representada por 14 grupos en el período de surgencia, dominado por los copépodos (66,19%). En transición con 8 grupos, dominando los foraminíferos (51,34%), larvas de bivalvos (39,24%). Para el periodo de relajación 16 grupos, los copépodos volvieron a dominar con un 51,84%, seguido de los foraminíferos con un 21,78%. Se identificaron cuatro especies de foraminíferos, siendo *Gloroborotalia menardii* la más abundante para el período de surgencia, seguida por *Hastigerina pelágica* y en abundancias muy bajas *Globigerina sp*<sub>1</sub> y *Globigerina sp*<sub>2</sub>, para los períodos subsecuentes. El análisis Best-Bioenv demostró que la abundancia microzooplanctónica en el período de surgencia, fue explicado por los nutrientes (nitrito, fosfato, silicato), mientras en relajación se asoció con la salinidad y el oxígeno disuelto, y en transición se relacionó con la salinidad, nitrito y temperatura. La abundancia y composición zooplanctónica mostró variaciones temporales. Estas diferencias entre los períodos fueron corroboradas por el ACC, el cual demostró diferencias marcadas entre las variables y las especies dominantes en cada época. La abundancia microzooplanctónica en la Ensenada de Turpialito fue mayor en relajación lo que sugiere que los aportes terrígenos producto de las aguas de escorrentía, así como aportes antropogénicos influyeron sobre la comunidad zooplanctónica.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos son altamente dinámicos y están interconectados por una gran biodiversidad de complejas comunidades vegetales y animales. En él, se distinguen dos grupos: el fitoplancton y el zooplancton. El fitoplancton está constituido principalmente por algas microscópicas capaces de sintetizar su propio alimento. Mientras que el zooplancton, por el contrario, está constituido por organismos heterótrofos que no pueden sintetizar su propio alimento (Levinton, 1995). Dentro de este último grupo se incluyen representantes de todos los filos de invertebrados (algunos de los cuales sólo se pueden encontrar en el plancton), así como algunos vertebrados (Suthers y Rissik, 2009), constituidos por una amplia variedad de formas y tamaños, por lo que ha sido clasificado de acuerdo a su posición sistemática, composición bioquímica, tiempo de vida y tamaño (Lenz, 2000). Por su tamaño, Sieburth *et al.* (1978) lo clasificaron en cinco categorías, desde el nanoplancton hasta el megaloplancton; en este intervalo se encuentra el microzooplancton (microheterótrofos) cuyo ámbito de tamaño se encuentra entre 20 a 200  $\mu\text{m}$ . Abarcando una fracción de grupos taxonómicos muy diversos, entre los que se encuentran protozoos planctónicos (principalmente dinoflagelados heterótrofos, ciliados, tintínidos, foraminíferos y radiolarios), junto con pequeños metazoos (rotíferos planctónicos, estadios larvales de algunos crustáceos, poliquetos y moluscos (Kogan, 2005). Estos microorganismos se encuentran en todos los mares del mundo; a partir de la década de los años 80 se reconoció la relevancia que tienen en el ambiente pelágico (Miller, 2004) por consumir la mayoría de la producción primaria marina (Calbet y Landry, 2004), ser el principal eslabón de la red trófica y ser pieza fundamental de ciclos biogeoquímicos (Calbet, 2008).

Aunado a esto, el estudio de las poblaciones zooplanctónicas de un área determinada aporta valiosa información de las condiciones ambientales, lo que resultan un reflejo de las características físico-químicas del medio en que se encuentran; algunas investigaciones afirman que dichas poblaciones pudieran considerarse indicadoras de masas de agua (Veliz, 1981).

Los patrones de distribución de las comunidades zooplanctónicas en las aguas costeras

presentan una alta heterogeneidad tanto a nivel espacial como temporal, modulados principalmente por el patrón de circulación de las aguas (tanto a escala local como regional) y por procesos oceanográficos multiescalares que determinan las características físicas, químicas y biológicas de la columna de agua (Parsons *et al.*, 1984; Sabatés, 1990; Mullin, 1993; Palma y Rosales, 1995; Benítez-Díaz *et al.*, 2014). La variabilidad ambiental controla la distribución y diversidad de especies del zooplancton al estudiarlo a nivel temporal, por ejemplo, durante las estaciones del año (Laprise y Dodson, 1994). Así mismo, esta variabilidad contribuye a la diferenciación en composición y abundancia del zooplancton entre las especies del holoplancton (organismos que flotan durante toda su vida) y el meroplancton (forman parte del plancton durante determinado estadio de su ciclo de vida) y a nivel espacial, como ocurre en el gradiente nerítico-oceánico (Gasca y Suárez, 1996; Gaard, 1999; Pabón, 2001). Por consiguiente, para entender las variaciones del zooplancton se necesita del estudio de los patrones tanto temporales como espaciales (Beaugrand *et al.*, 2000; David *et al.*, 2005; Rodríguez-Sáenz y Morales-Ramírez, 2012; Špoljar *et al.*, 2016).

Por otra parte, 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 se encuentra 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 (Gómez, 1996).

La surgencia costera constituye uno de los factores determinantes sobre estos patrones de distribución, como ocurre en la zona nororiental de Venezuela incluyendo la cuenca de Cariaco (Fukuoka 1965; Astor *et al.*, 2004; Rueda-Roa, 2000, 2012). Este fenómeno ocurre durante el periodo de menor pluviosidad cuando la profundidad de la capa de mezcla aumenta, hay disminución de la transparencia del agua, baja temperatura, alta salinidad e incremento en las concentraciones de los nutrientes en la superficie, especialmente nitrato, nitrito y fosfato.

Dentro del zooplancton, los foraminíferos suelen considerarse el grupo más importante de microfósiles debido a que son organismos muy abundantes en los sedimentos. Los

foraminíferos son protozoos rizópodos unicelulares muy abundantes y con la capacidad de crear una concha de carbonato cálcico (conchas de pared calcítica), de sales de síliceo (conchas de pared silíceas) o de aglutinar partículas (conchas de pared arenácea) (Arenillas *et al.*, 2000; Calonge *et al.*, 2001; Fernández, 2010). Por esta razón, estos microorganismos fosilizan fácilmente, siendo de enorme interés en Paleontología y Geología. Representan una herramienta fundamental para la datación de sedimentos del Cretácico y Terciario en medios marinos y para las reconstrucciones paleoclimáticas y paleoceanográficas. En función de su hábitat, los foraminíferos pueden dividirse en dos grandes grupos: los que viven en el medio planctónico, siendo parte integrante del conocido plancton marino, y los que habitan el medio bentónico (fondo marino), adaptándose a diversas profundidades (litoral, sublitoral, batial y abisal) (Arenillas *et al.*, 2000; Calonge *et al.*, 2001).

Las formas bentónicas son más diversas y abundantes, mientras que las asociaciones de foraminíferos planctónicos se caracterizan por una baja diversidad (44 especies modernas y un número aproximadamente igual de taxones crípticos). Los microorganismos como diatomeas, ciliados, flagelados y foraminíferos pequeños, así como copépodos, bacterias y pequeños crustáceos constituyen la fuente de alimento de la mayoría de los foraminíferos, también se alimentan por absorción de carbono orgánico disuelto y por simbiosis (Náñez y Malumián, 2008).

La ecología de los foraminíferos se convirtió en una importante área de estudio a partir de la segunda mitad del siglo XX. En los últimos 30 años han aumentado considerablemente las investigaciones en este campo, debido principalmente a que el análisis de estos microorganismos puede proveer evidencias confiables (análogos) para la comprensión de los cambios ambientales que acontecieron en el pasado geológico. Sus conchillas son factibles de preservarse en el registro fósil y son componentes importantes de los sedimentos marinos (Lee *et al.*, 2000; Langer, 2008).

Estos organismos desempeñan un importante papel en la economía y el equilibrio de la biósfera, tienen un excepcional registro geológico desde el Precámbrico hasta la actualidad y están ampliamente distribuidos en todos los ambientes marinos. Son de

amplia distribución desde los ambientes intermareales hasta las aguas oceánicas más profundas y desde los trópicos hasta los polos, pero ciertas especies pueden ser muy particulares en relación al ambiente en que habitan. Algunas son abundantes sólo en el océano profundo, otras sólo en ambientes salobres como estuarios y marismas y otras a determinadas profundidades y temperaturas (Hayward y Hollis, 1994).

Durante las últimas dos décadas los foraminíferos se han utilizado también como indicadores ecológicos, al ser organismos vivos son muy sensibles a los cambios ambientales y manifiestan claramente cualquier alteración por efectos abióticos (Coral-Hinostroza y Segura-Vernis, 1979). Dado que sus estudios son rápidos y rentables, tienen un enorme potencial para evaluar la calidad de las aguas marinas y de los posibles agentes de contaminación (Du Châtelet *et al.*, 2004). Por lo que están referidos a estudios ecológicos, micropaleontológicos, bioestratigráficos, paleoambientales, paleobiogeografía, paleoceanografía, metabolismo, variación estacional, sistemática, entre otros, debido a esto se puede mencionar a nivel mundial los trabajos de Bolli (1957), Belford (1962), Boltovskoy y Boltovskoy (1970), Boltovskoy (1976), Marchant (1997), Martínez y Bedoya (2001), Molina . (2004), Colama *et al.* (2005), Jannou (2009), Marchant y Gajardo (2010), Cortina (2012), Gajardo y González (2013), Arenillas y Arz (2013), Luzuriaga de Cruz (2014).

Mientras que en Venezuela los estudios sobre foraminíferos planctónicos se inició en la década de los años sesenta; con el trabajo de Bermúdez (1960) quien estudió los foraminíferos planctónicos del Golfo de Venezuela, posteriormente, Seiglie y Bermúdez (1963), realizaron un estudio de la distribución de los foraminíferos del Golfo de Cariaco, ese mismo año Seiglie, dio a conocer una especie del genero *Globigerina*; Bermúdez y Seiglie (1963) efectuaron un estudio sistemático de los foraminíferos del Golfo de Cariaco. Unos años más tarde, De Miro y Marval (1967) dilucidaron los foraminíferos planctónicos vivos de la fosa de Cariaco y del Talud Continental de Venezuela; posteriormente, De Miro (1971) desarrolló un estudio de los foraminíferos planctónicos vivos y los sedimentos del margen continental de Venezuela. A partir de esta fecha, la información sobre los foraminíferos planctónicos en el Golfo de Cariaco es

inédita y no publicada.

Por otra parte, los estudios del zooplancton marino, generalmente, son analizados a partir de muestras recolectadas por medio de redes; sin embargo, existen otros métodos de captura, como las bombas de succión y las botellas de captación. Este último método permite la estimación de la biomasa y obtención de organismos en estadios larvales o de tallas menores que en las redes, además de saber la cantidad de agua exacta que se filtra (Sameoto *et al.*, 2000). Entre los trabajos publicados utilizando botellas de captación destacan los de Román *et al.* (2001) quienes dilucidaron los patrones temporales y espaciales del zooplancton en una zona de máxima turbidez en Chesapeake bay (EUA); Calbet *et al.* (2005) analizaron los patrones de distribución de la biomasa a lo largo de la península occidental Antártica; Jasper *et al.* (2009) describieron la distribución del metazooplancton en el océano Indico con énfasis en el papel de los larváceos; Esqueda-Escárcega *et al.* (2013) analizaron el pastoreo del microzooplancton en la Ensenada de la Paz, México.

La información referente al zooplancton marino específicamente en el área de Turpialito es escasa, registrándose los trabajos de Urosa (1980), Figueroa (2002), García (2013), Ramírez (2013) y Serrano (2015). El único trabajo empleando botella de captación es el de Marín *et al.* (2004), quienes encontraron las concentraciones máximas del microzooplancton entre las profundidades de 8 a 21 m, con un valor máximo en diciembre de 1993 de  $32 \times 10^4 \text{ org m}^{-3}$ , mientras que los menores valores se observaron entre diciembre de 1992 y febrero de 1993 ( $< 2 \times 10^4 \text{ org m}^{-3}$ ). Al igual que para el microzooplancton, se observaron núcleos de alta biomasa fitoplanctónica, estimada por clorofila *a*, entre los 4 y 16 m de profundidad, con concentraciones superiores a  $5 \mu\text{gL}^{-1}$  y además que la biomasa del fitoplancton fue el factor que explicó significativamente la mayor variabilidad (34%) de la abundancia del microzooplancton, seguida en menor grado por la temperatura (21%) en la superficie.

La comprensión de los ecosistemas marinos se alcanza al realizar estudios no solo a escalas de tiempo prolongado, sino también a varias escalas temporales, tomando en cuenta las variables meteorológicas, físicas, químicas y biológicas. La Ensenada de

Turpialito en este sentido aún no ha sido aprovechada en investigación zooplanctónica, bien sea con estudios referidos a su composición, abundancia, distribución o de los factores abióticos que afectan a dicha comunidad, incitando de esta manera el interés y la necesidad de realizar dichos estudios. De allí surge la necesidad de llevar a cabo esta investigación para evaluar la abundancia, composición y distribución vertical del microzooplancton, con énfasis en los foraminíferos a varias escalas temporales en la Ensenada de Turpialito empleando como método de colecta la botella de Niskin.

## METODOLOGÍA

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de muestreo para la realización de este estudio fue la Ensenada de Turpialito, situada a 13 km al este de Cumaná ( $10^{\circ}27'30''N$ ;  $64^{\circ}02'40''W$ ) localizada dentro del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (Fig. 1). Esta Ensenada es un cuerpo de agua somero y está protegida del oleaje por la Península de Araya, caracterizada por cambios hidrológicos debido a la surgencia costera estacional que se produce en la región nororiental de Venezuela (Okuda *et al.*, 1978; Ferraz- Reyes *et al.*, 1987; Subero, 1994; Lorenzoni *et al.*, 2013).

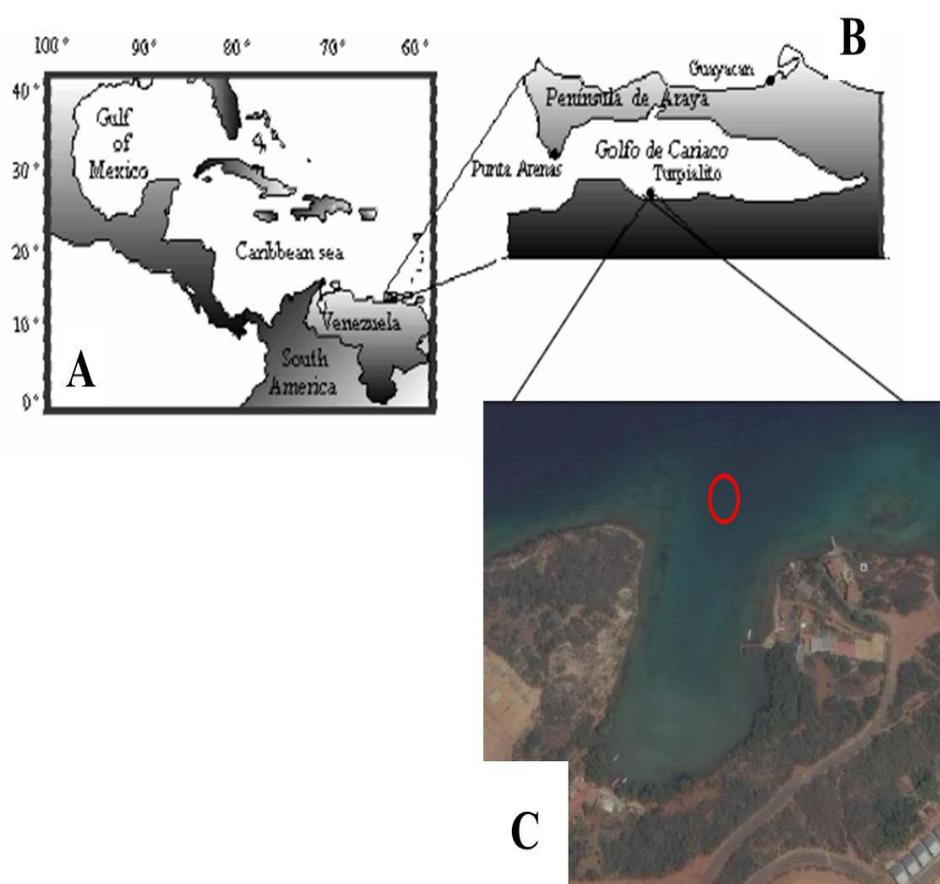


Figura 1. Mapa de la zona de recolección de las muestras. (A) Ubicación geográfica de Venezuela, (B) Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, estado Sucre y (C) estación de muestreo.

## **TOMA DE MUESTRAS**

Las muestras fueron colectadas semanalmente entre las 8:00 - 8:30 am desde una embarcación tipo peñero proporcionado por la Estación Hidrológica de Turpialito (Instituto Oceanográfico de Venezuela – Universidad de Oriente) durante los periodos de surgencia (marzo – abril), relajación (junio – julio) y transición (octubre – noviembre) de 2014. Las profundidades muestreadas fueron 2, 6, 10 y 16 m. Las muestras de zooplancton fueron colectadas utilizando una botella de Niskin de 5 L de capacidad. El agua colectada se filtró a través de un tamiz de 100  $\mu\text{m}$  para microzooplancton y se agregó en envases plásticos previamente etiquetados, adicionándoles formaldehído al 4% neutralizado con bórax. Así mismo, se tomaron muestras de agua de cada profundidad para la determinación de los nutrientes.

Una vez colectadas las muestras, estas fueron trasladadas en una cava portátil hasta el Laboratorio de Zooplancton, departamento de Biología Marina y las de nutrientes al departamento de Oceanografía Química, del IOV. Igualmente, se tomaron medidas *in situ* mediante una sonda multiparamétrica de calidad del agua (YSI). La sonda contiene sensores para temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y oxígeno disuelto ( $\text{mg.l}^{-1}$ ), la cual al ser introducida en el agua se espera el tiempo necesario (5 min) para la estabilización de las lecturas de las variables. Para determinar la transparencia del agua se utilizó un disco de Secchi (m). Los valores de Clorofila *a* y nutrientes fueron proporcionados por la Estación Hidrológica de Turpialito y departamento de Oceanografía Química (IOV – UDO) respectivamente.

## **ANALISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO**

### **Índice de surgencia**

El índice de Surgencia (IS) fue calculado basado en la estadística de viento de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional Antonio José de Sucre, Cumaná, estado Sucre. Este índice fue utilizado para establecer las épocas de surgencia, transición y relajación. El mismo se calculó siguiendo la fórmula propuesta por Bowden (1983), cuya metodología se encuentra detallada en Márquez *et al.* (2007).

### **Análisis de la comunidad zooplanctónica**

La cuantificación de los organismos zooplanctónicos se realizó tomando en cuenta el total de los organismos, para ello se empleó un cámara de Bogorov y subsiguientemente fueron analizados bajo una lupa estereoscópica. Para la ubicación taxonómica de los diferentes grupos zooplanctónicos se utilizaron las referencias de Tregouboff y Rose (1957), Smith (1977), Boltovskoy (1981; 1999), Tood y Laverack (1991).

Con respecto a los foraminíferos, se separaron y contabilizaron las posibles especies, para un análisis más detallado y clara identificación se tomaron fotografías de alta definición bajo el microscopio óptico de barrido; se utilizaron las referencias bibliográficas de Bermúdez (1960), Seiglie (1963), De Miro y Marval (1967), De Miro (1971) y Molina (2004).

### **Análisis estadísticos**

Con los datos obtenidos se construyeron matrices ambientales y biológicas. Una vez probados los supuestos en los datos ambientales y biológicos y no ajustarse los mismos a las suposiciones de normalidad y homogeneidad de varianza, se procedió a la aplicación de pruebas no paramétricas (Sokal y Rohlf, 1981).

Con relación a las variables abióticas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato) y biótica (clorofila *a*), se utilizó el estadístico de disimilaridad de la distancia Euclidiana. Posteriormente, se utilizó un análisis de varianza multivariado, con base en permutaciones (PERMANOVA, 9999 permutaciones, Anderson 2001), quedando definidos los factores fijos como: Periodo (surgencia, transición y relajación) y Profundidad (2, 6, 10 y 16 m), y los factores aleatorios, meses y semanas, para someter a prueba la hipótesis nula de que no existen diferencias significativas entre las variables entre los períodos, profundidades, meses, semanas y la interacción.

Se organizaron matrices de abundancia y composición zooplanctónica, las cuales fueron analizadas con el índice de similitud Bray-Curtis (Clarke, 1993), previa transformación a raíz cuarta. Tal transformación permite disminuir el peso de las especies muy

dominantes y aumenta la importancia relativa de las especies raras en el cálculo del índice de similitud. Posteriormente, fue realizado un PERMANOVA con base en permutaciones (Anderson, 2001), para probar la hipótesis nula de no diferencias en la abundancia y composición zooplanctónica entre los períodos, profundidades, meses, semanas y la interacción. Para determinar si existen correlaciones significativas entre la matriz de composición del zooplancton con las variables hidrográficas se aplicó la rutina estadística BEST (Clarke, 1993) previa normalización de estas variables.

La relación de las principales especies con las variables bióticas y abióticas, se determinó con Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). En los gráficos biplot del ACC las variables estarán representadas con flechas (vectores), que irradiarán desde el origen de ordenación. La longitud del vector ambiental exhibirá la fortaleza de la relación entre las variables bióticas y abióticas que representa el vector y la variable biológica analizada (principales especies de foraminíferos). El análisis fue realizado con el programa Multivariate Statistical Package versión 3.12 (MVSP 1985-2000).

## RESULTADOS

### VARIABLE METEOROLÓGICA

#### Índice de Surgencia (IS)

Durante los primeros 6 meses del 2014 el IS presentó valores superiores a los  $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 1000 \text{ m}$ . Se evidenció un aumento de los vientos en marzo y abril con valores medios de 2109,85 y  $2521,94 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 1000 \text{ m}$ , respectivamente; mientras que los valores más altos se observaron ( $5295,24 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 1000 \text{ m}$ ) a finales de mayo y principio de junio. En general, a partir de agosto se registraron valores bajos e incluso en algunos meses se midieron valores negativos. No obstante, a partir de noviembre aumentaron los vientos (Fig. 2).

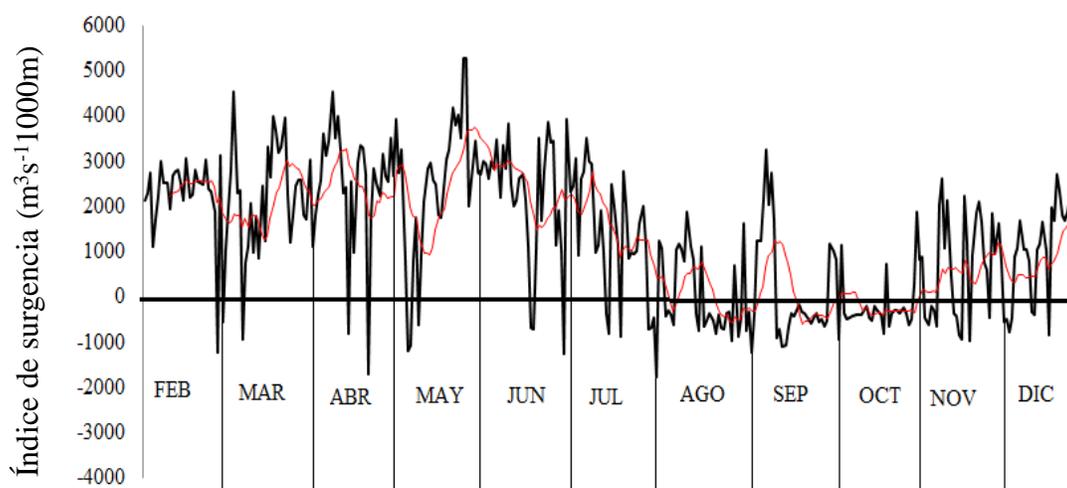


Figura 2. Variaciones diarias del índice de Surgencia ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1} 1000 \text{ m}$ ) durante 2014 en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. La línea roja continua representa la línea de tendencia generada usando una media móvil ( $\text{Lambda} = 10$ ).

#### Transparencia del agua

Esta variable presentó poca variabilidad durante los primeros 3 meses de muestreo con valores entre 4 - 7 m de profundidad. A partir de mayo se observó un ligero aumento (7 - 10 m) de la transparencia hasta finales de julio. Desde agosto hasta finales de año se registraron los valores más altos, alcanzando la mayor transparencia en agosto (19 m) y octubre (22 m) (Fig. 3).

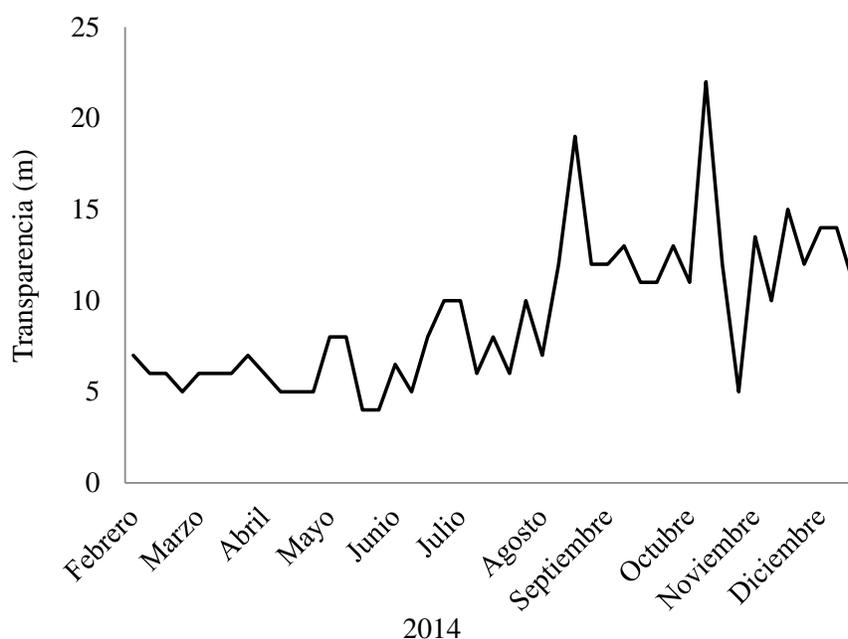


Figura 3. Variación mensual de la transparencia del agua (m) durante el 2014 en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela.

### VARIABLES ABIÓTICAS

En la Tabla 1 se muestran los estadísticos básicos de las variables abióticas estudiadas en la Ensenada de Turpialito, pudiéndose observar que la temperatura osciló entre 20,1 y 28,7 °C con una media de  $24,0 \pm 2,2$  °C, mientras la salinidad presentó una marcada fluctuación con valores mínimos de 30 y máximo de 40. Los nutrientes también presentaron grandes fluctuaciones, desde concentraciones mínimas de 0 hasta 14,5  $\mu\text{mol L}^{-1}$  como por ejemplo el nitrato.

TABLA 1. Estadísticos básicos de las variables abióticas medidas en la Ensenada de Turpialito.

Variable	Mín.	Máx.	Media	D.E.
Temperatura (°C)	20,1	28,7	24,0	2,2
Salinidad	30,0	40,0	35,2	2,1
Oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2,5	10,8	5,7	1,4
Amonio ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )	0	7,0	0,8	1,0
Nitrito ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )	0	2,1	0,3	0,5
Nitrato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )	0	14,5	4,1	3,8
Fosfato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )	0	1,2	0,3	0,3
Silicato ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )	1,9	13,3	4,3	1,7

Mín: Mínimo; Máx: Máximo; D.E: Desviación estándar.

## Temperatura

La temperatura del agua en la Ensenada de Turpialito, fluctuó entre 20,1 y 28,7 °C con una media de  $24,0 \pm 2,2$  °C (Tabla 1). Se observó entre marzo y abril (surgencia) de 2014 valores relativamente bajos de 20,1 a 22,9 °C; a partir de junio y julio (transición) se registró un aumento de la temperatura de 21,9 a 24,2 °C; en relajación (octubre y noviembre) se mantienen valores altos de temperatura (28°C; Fig.4). Se observó una variabilidad entre las semanas anidado al mes ( $F=47,74$ ;  $P<0,05$ ), lo que indica que el patrón de fluctuación semanal de la temperatura del agua es diferente entre los periodos, corroborado con el valor alto del coeficiente de variación (24,12 %; Tabla 2; Fig. 5A). También se hallaron diferencias significativas entre los periodos de muestreo anidado a la profundidad ( $F=9,76$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 2), siendo la temperatura media en la época de surgencia de  $21,9 \pm 0,6$  °C, en transición de  $23,4 \pm 1,9$  y relajación de  $26,4 \pm 0,7$  (Fig. 5B).

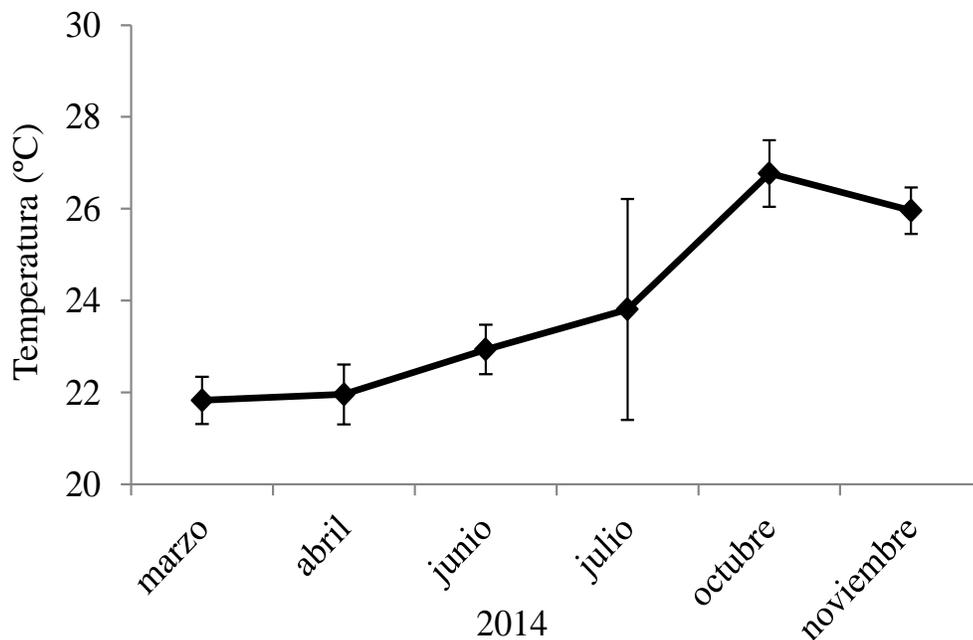


Figura 4. Variación mensual de la Temperatura (°C) superficial del agua en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

TABLA 2. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) a la temperatura (°C) en la Ensenada de Turpialito. gl: grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	<i>P</i> (perm)	% CV
Periodo	2	64,725	32,362	38,833	0,007*	73,59
Profundidad	3	0,456	0,152	5,609	0,021*	0,39
Mes(Periodo)	3	2,492	0,831	0,620	0,732	2,37
Periodo(Profundidad)	6	1,587	0,265	9,760	0,001*	2,22
Semana(Mes(Periodo))	18	24,130	1,341	47,736	0,000*	24,12
Mes(Periodo) x Profundidad	9	0,244	0,027	0,965	0,477	0,02
Residual	54	1,517	0,028			2,06
Total	95	95,151				

\*Los factores que denotan diferencias significativas  $P < 0,05$ .

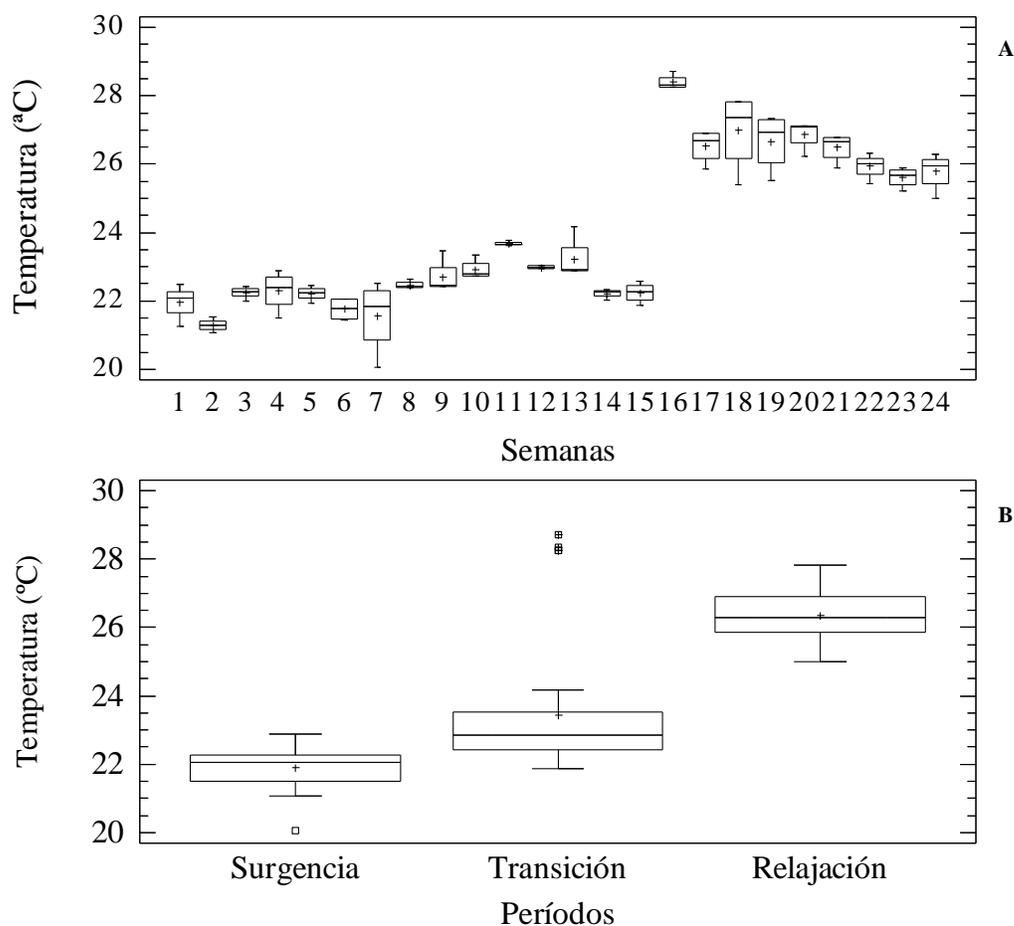


Figura 5. Variación semanal(A) y por período (B) de la temperatura del agua (°C) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## Salinidad

La salinidad mostró gran fluctuación con valores entre 30 y 40 unidades, la media fue de  $35,2 \pm 2,1$  (Tabla 1). En los cuatro primeros meses los valores se mantuvieron relativamente constantes, con marcadas fluctuaciones (33-36), incrementando en noviembre con valores entre 36-39 alcanzando una media de  $36,3 \pm 2,3$  (Fig. 6). Se observó una interacción significativa entre las semanas anidados a los periodos ( $F=5,88$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 3; Fig. 7A), lo que indica, que la salinidad varía en las semanas de acuerdo al periodo de estudio. Esto es corroborado por el valor más alto (44,13%) del coeficiente de variación (Tabla 3). Con respecto a los periodos, en relajación se midieron los valores más altos de salinidad, mientras que en surgencia los más bajos (Fig. 7B).

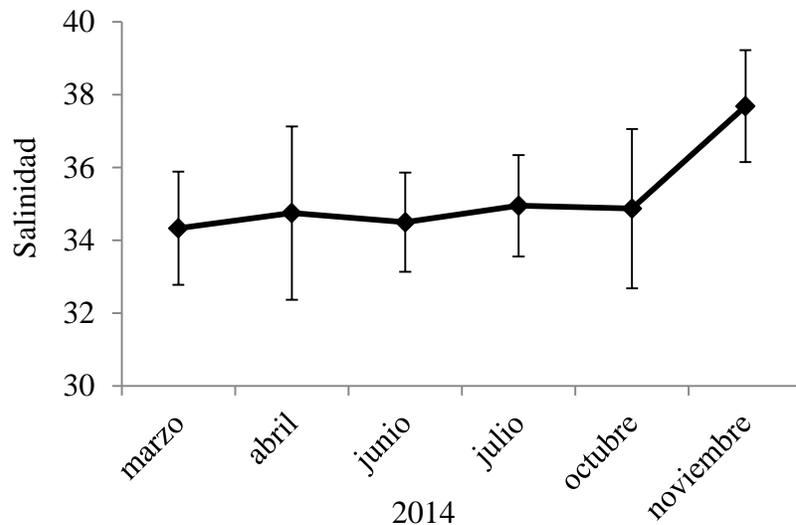


Figura 6. Variación mensual de la salinidad en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto presentó una variación de 2,5 a  $10,8 \text{ mg.L}^{-1}$  con una media de  $5,7 \pm 1,4 \text{ mg.L}^{-1}$  (Tabla 1). Las concentraciones más altas se midieron en marzo y abril (surgencia) con fluctuaciones entre 4,8 a  $10,8 \text{ mg.L}^{-1}$ , para luego disminuir en junio y julio (transición) con concentraciones de 2,5 a  $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , y aumentar luego en octubre y

noviembre (relajación) con valores entre 4,7 a 7,0 mg.L<sup>-1</sup> (Fig.8). Las variaciones en las concentraciones del oxígeno disuelto presentaron diferencias significativas entre las semanas anidado a los meses (F=22,12;  $P<0,05$ ; Tabla 4), lo que indica que el patrón de fluctuación semanal del oxígeno disuelto es diferente entre los períodos, corroborado con el valor alto del coeficiente de variación, (34,56%; Tabla 4; Fig. 9A); la media del oxígeno disuelto en la época de surgencia fue de 6,7±1,5mg.L<sup>-1</sup>, en transición de 4,5±1,2 mg.L<sup>-1</sup> y relajación 5,8±0,6mg.L<sup>-1</sup>(Fig. 9 B). También se halló diferencias entre los períodos anidado a la profundidad (F=8,92;  $P<0,05$ ; Tabla 4; Fig. 9 C).

TABLA 3. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) a la salinidad en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	13,418	6,709	1,302	0,396	4,71
Profundidad	3	1,108	0,369	0,866	0,484	0,23
Mes(Periodo)	3	15,513	5,171	2,321	0,112	0,23
Periodo(Profundidad)	6	0,726	0,121	0,283	0,924	3,71
Semana(Mes(Periodo))	18	40,100	2,228	5,877	0,000*	44,13
Mes(Periodo) x Profundidad	9	3,843	0,427	1,126	0,377	1,16
Residual	54	20,470	0,379			36,19
Total	95	95,178				

\*Los factores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$ .

TABLA 4. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (periodo, profundidad, mes, semanas) al oxígeno disuelto mg. L<sup>-1</sup> en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	43,520	21,760	9,178	0,054	47,06
Profundidad	3	3,004	1,001	11,758	0,002*	2,98
Mes(Periodo)	3	7,121	2,374	1,253	0,323	2,31
Periodo(Profundidad)	6	4,558	0,760	8,923	0,003*	34,56
Semana(Mes(Periodo))	18	34,102	1,895	22,120	0,000*	34,56
Mes(Periodo) x Profundidad	9	0,766	0,085	0,994	0,455	0,01
Residual	54	4,625	0,086			6,55
Total	95	97,696				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$

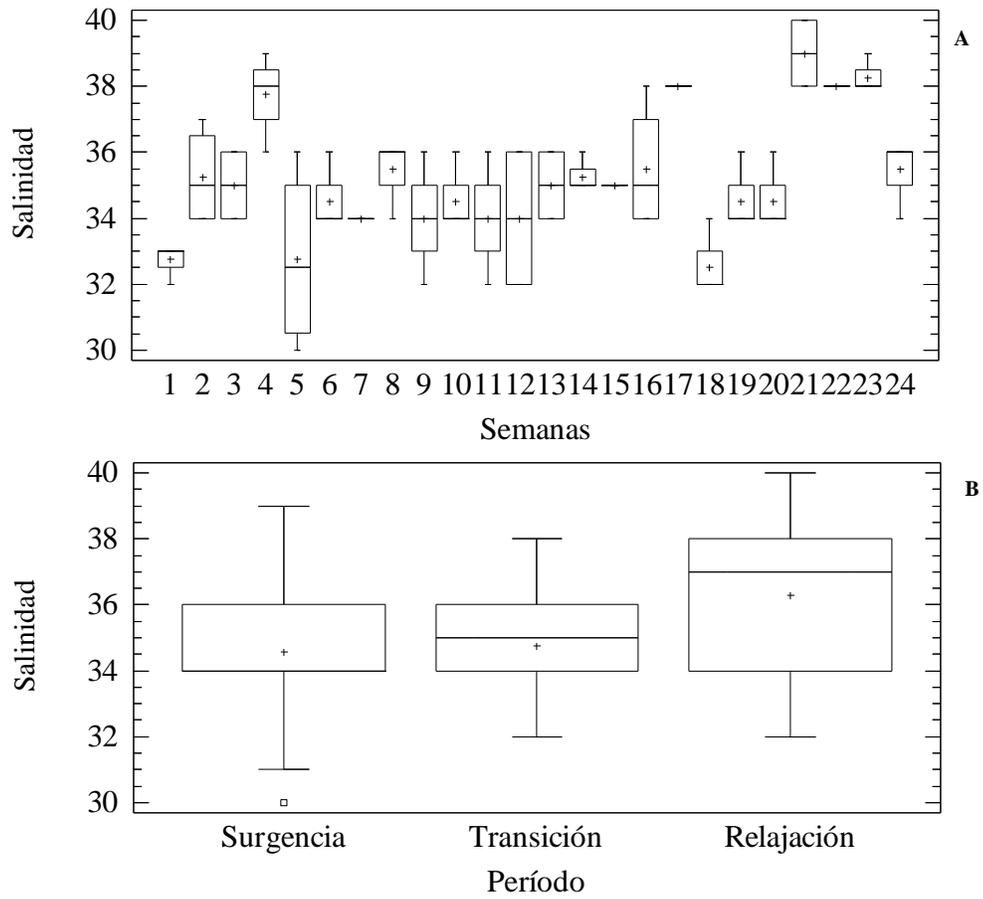


Figura 7. Variación semanal (A) y por período (B) de la salinidad en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

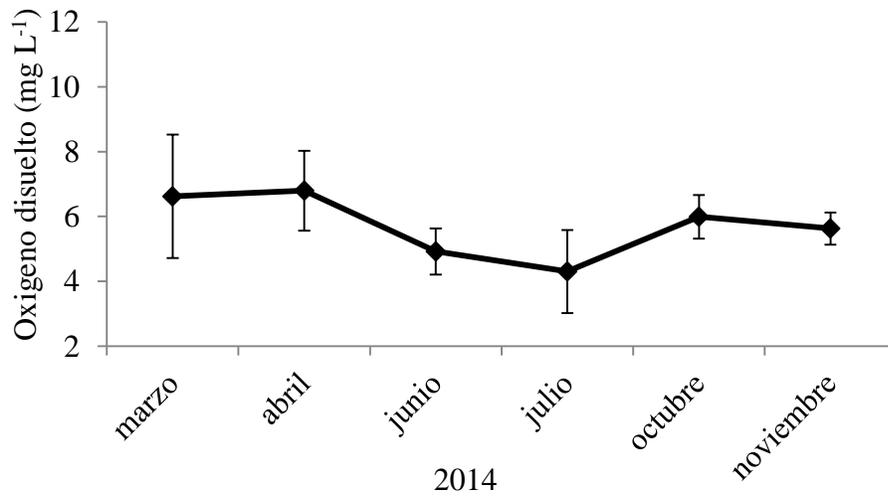


Figura 8. Variación mensual del oxígeno disuelto (mg.L<sup>-1</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

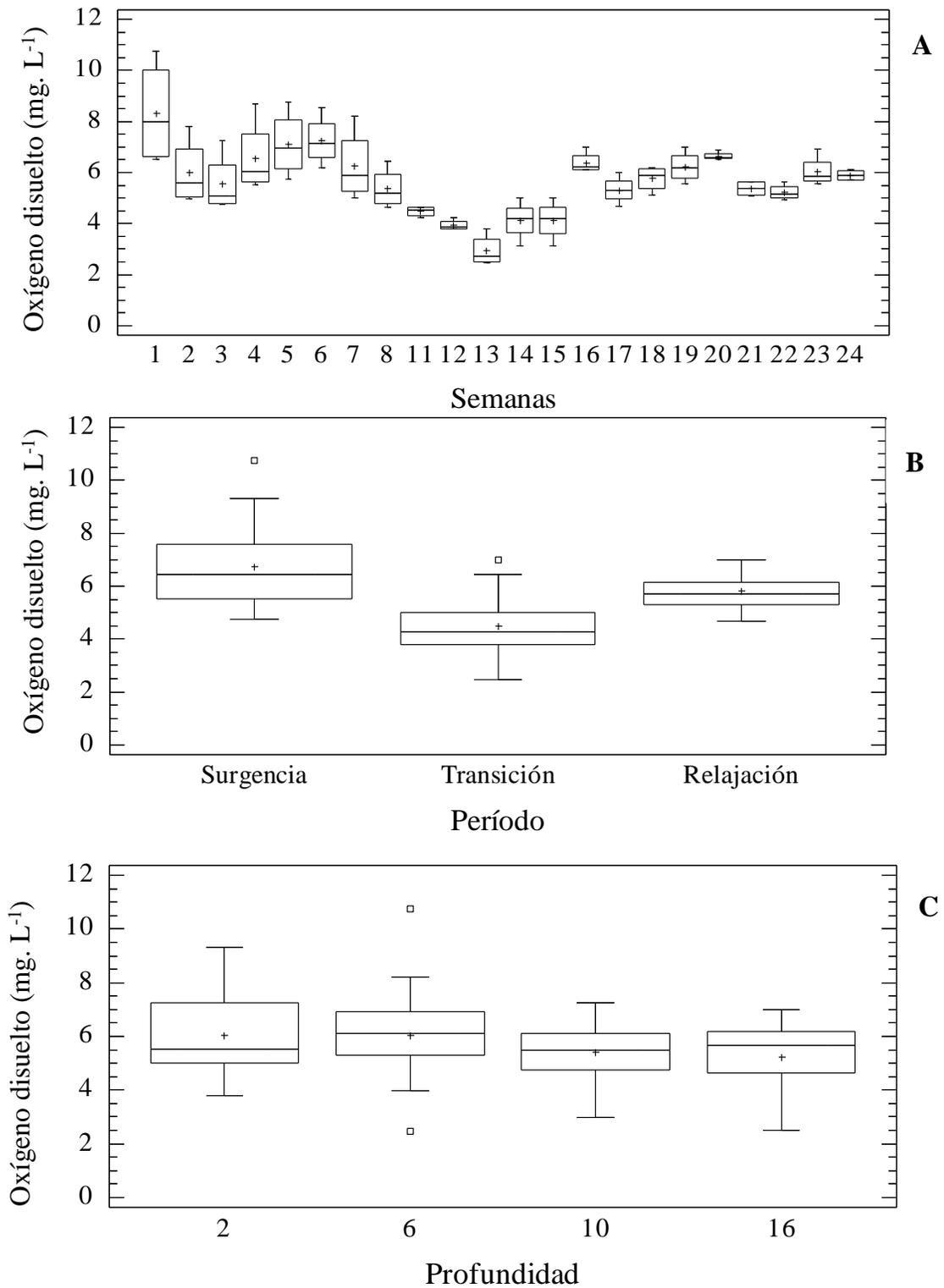


Figura 9. Variación semanal(A), por período (B) y por profundidad (C) del oxígeno disuelto (mg. L<sup>-1</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## Nitrato

Las concentraciones de nitrato fluctuaron entre valores no detectables (ND) y  $14,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Tabla 1). Entre marzo y abril de 2014 se hallaron valores altos ( $0,8$  a  $14,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ) de este nutriente; a partir de junio de 2014 se registró una baja, para luego aumentar en julio con valores medios entre  $0,9$  a  $12,8 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . En octubre y noviembre se registró un descenso brusco con valores entre  $0$  y  $2,3 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Fig. 10). Las variaciones en las concentraciones del nitrato presentaron diferencias significativas entre las semanas anidado a los meses y periodos ( $F= 2,37$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 5), lo que indica que el patrón de fluctuación semanal del nitrato es diferente entre los periodos (Fig. 11A). Con respecto a los períodos se observó una marcada diferencia entre ellos, los valores más bajos se presentaron en relajación, y los más altos en surgencia (Fig. 11B). También se demostró diferencias significativas entre las profundidades ( $F= 12,60$ ;  $P>0,05$ ), siendo la profundidad de  $2 \text{ m}$  la que presentó los valores más bajos de todo el muestreo (Fig. 11C).

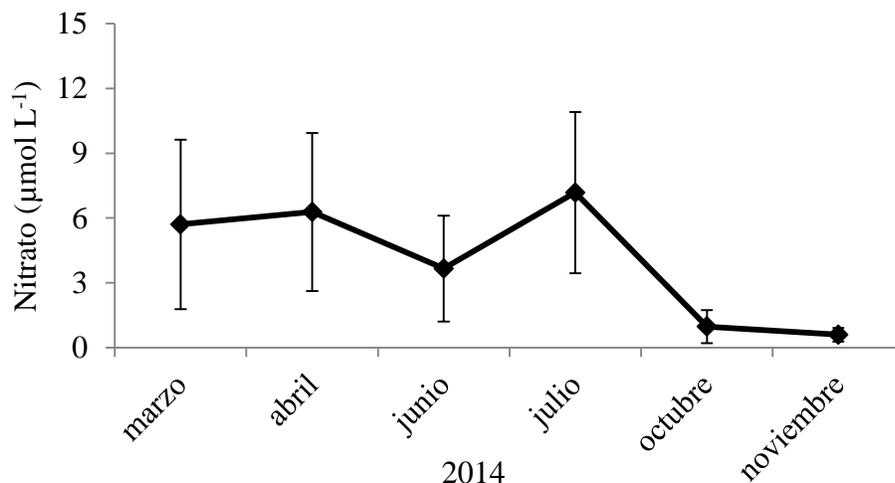


Figura 10. Variación mensual del nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## Nitrito

Las concentraciones de nitrito no presentaron grandes diferencias, fluctuaron entre

valores no detectables (ND) y  $2,1\mu\text{mol.L}^{-1}$  (Tabla 1). En general, los valores medios del nitrito en el período de surgencia fueron los más altos, principalmente en marzo ( $1,4\mu\text{mol.L}^{-1}$ ); en transición comenzaron a disminuir ( $0,7\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) y se mantuvieron los valores bajos hasta relajación ( $0,4\mu\text{mol.L}^{-1}$ ; Fig. 12). Las concentraciones de nitrito presentaron diferencias significativas en los meses anidado al periodo por profundidad, es decir la concentración de nitrito varía mensualmente de acuerdo a la profundidad ( $F=5,07$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 6). También se hallaron diferencias significativas entre las semanas anidadas a los meses y periodos ( $F=12,12$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 6), lo que indica que el patrón de fluctuación semanal del nitrito es diferente entre los períodos (Fig. 13 A y B). Con respecto a la profundidad a los 2 m se evidenciaron los valores más bajos (Fig. 13C).

TABLA 5. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al nitrato  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	34,978	17,489	6,787	0,072	37,28
Profundidad	3	13,635	4,545	12,599	0,002*	14,03
Mes(Periodo)	3	7,764	2,588	4,128	0,023*	9,75
Periodo(Profundidad)	6	7,590	1,265	3,501	0,053	9,08
Semana(Mes(Periodo))	18	11,285	0,627	2,366	0,009*	7,12
Mes(Periodo) x Profundidad	9	3,256	0,362	1,366	0,227	1,97
Residual	54	14,307	0,265			20,86
Total	95	92,814				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$ .

### Amonio

La concentración de amonio fluctuó entre valores no detectables (ND) hasta  $7,0\mu\text{mol.L}^{-1}$  (Tabla 1). Se evidenciaron las concentraciones mayores en marzo, abril y julio con valores de  $1,0$  a  $1,5\mu\text{mol.L}^{-1}$ , disminuyendo en octubre y noviembre (Fig.14). Las variaciones en las concentraciones del amonio presentaron diferencias significativas entre las semanas anidado a los meses y periodos, lo que indica que el patrón de

fluctuación semanal del amonio es diferente entre los períodos, corroborado con el valor alto del coeficiente de variación (37,48%;  $F=3,61$ ;  $P<0,05$ ; Tabla 7; Fig. 15 A). Con respecto a los períodos, en surgencia se hallaron los valores más altos ( $3,10 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ), mientras que en relajación se presentaron los más bajos ( $0,2 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ; Fig. 15 B).

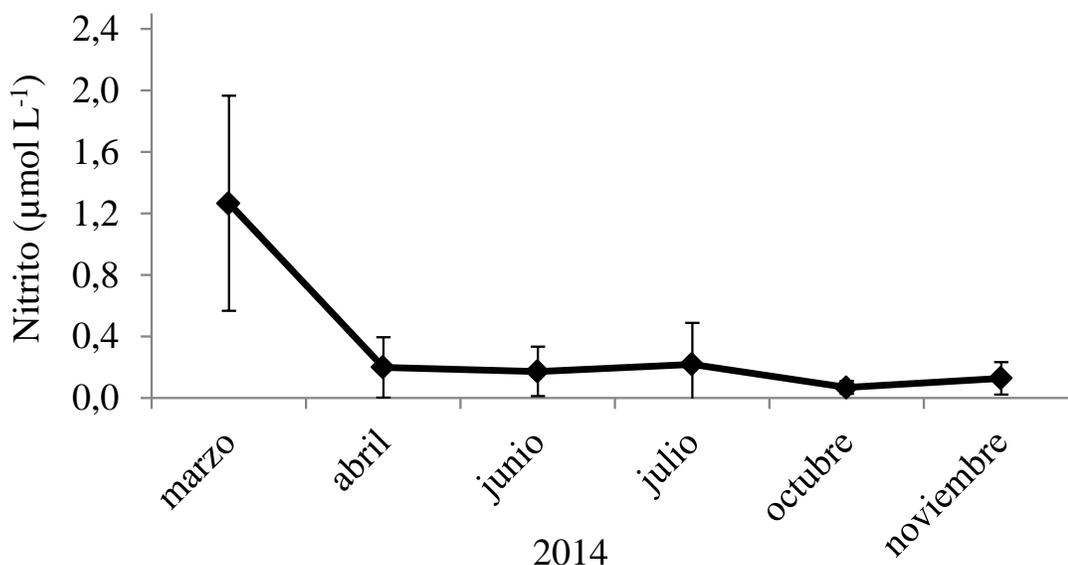


Figura 11. Variación mensual del nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

TABLA 6. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al nitrito  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	30,705	15,353	1,304	0,387	8,73
Profundidad	3	5,900	1,967	4,392	0,024*	4,97
Mes(Periodo)	3	35,511	11,837	10,950	0,000*	52,26
Periodo(Profundidad)	6	3,350	0,558	1,241	0,366	1,059
Semana(Mes(Periodo))	18	19,458	1,081	12,122	0,000*	19,07
Mes(Periodo) x Profundidad	9	4,067	0,452	5,068	0,000*	7,05
Residual	54	4,815	0,089			6,86
Total	95	103,806				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$ .

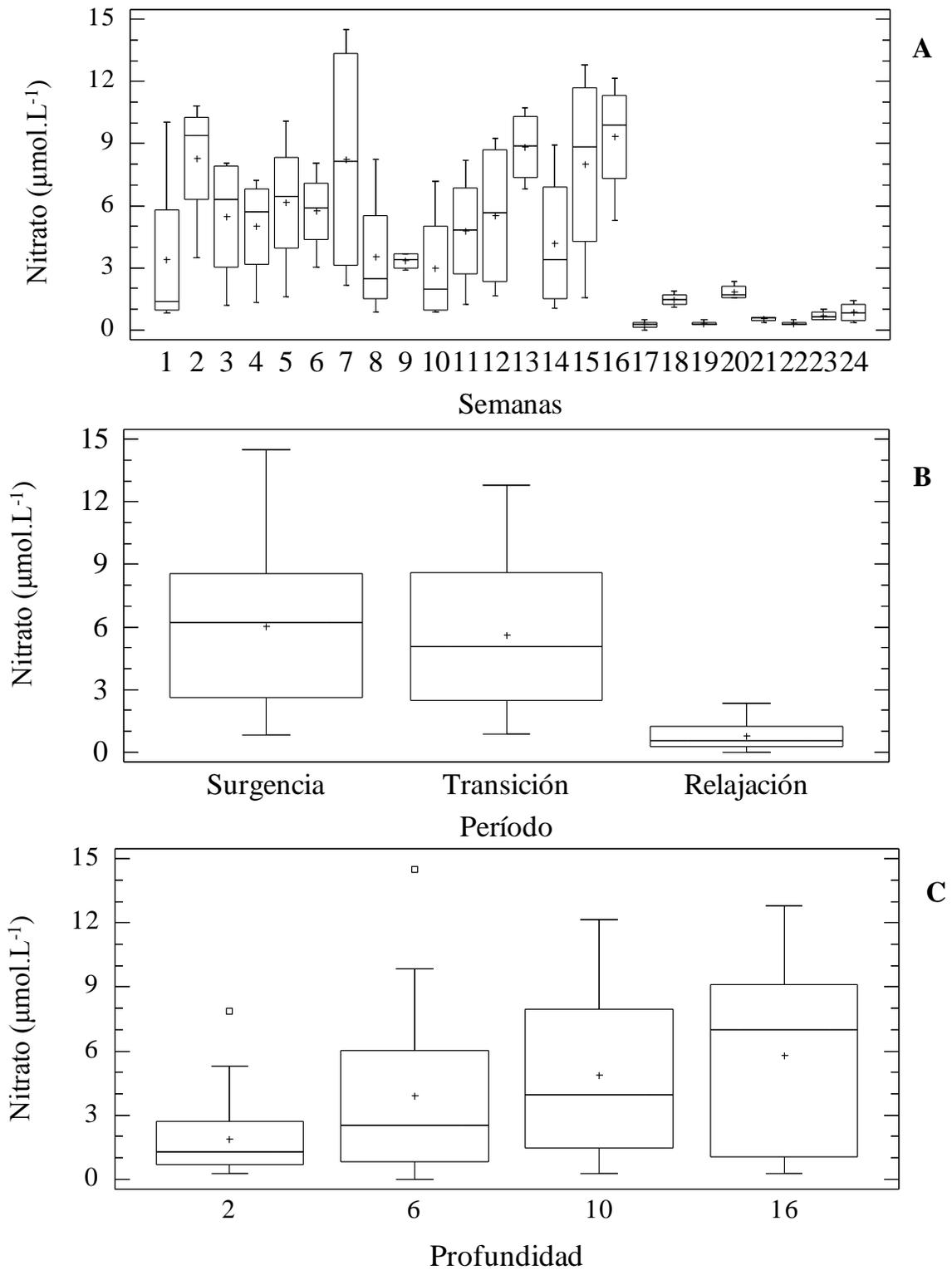


Figura 12. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

TABLA 7. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), en la ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	<i>P</i> (perm)	% CV
Periodo	2	10,354	5,177	3,002	0,199*	10,621
Profundidad	3	0,292	0,097	0,171	0,911	0,195
Mes(Periodo)	3	5,168	1,723	0,805	0,513	2,552
Periodo(Profundidad)	6	3,235	0,539	0,948	0,513	0,362
Semana (Mes(Periodo))	18	38,510	2,140	3,615	0,001*	37,48
Mes(Periodo) x Profundidad	9	5,117	0,569	0,961	0,487	0,569
Residual	54	31,956	0,592			57,33
Total	95	94,631				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P < 0,05$ .

### Fosfato

La concentración de fosfato mostró valores desde no detectables (ND) hasta  $1,2 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Tabla 1). La concentración en marzo y abril (surgencia) fluctuó entre 0 a  $0,6 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , para luego disminuir en junio y aumentar en julio (transición) con concentraciones entre ND y  $0,4 \mu\text{mol.L}^{-1}$  y mantenerse en octubre y noviembre (relajación) entre ND y  $0,3 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Fig. 16). Las variaciones en las concentraciones del fosfato presentaron diferencias significativas entre las semanas anidado a los meses y periodos ( $F=10,39$ ;  $P < 0,05$ ; Tabla 8), lo que indica que el patrón de fluctuación semanal del fosfato es diferente entre los períodos, corroborado con el valor alto del coeficiente de variación (58,20 %). Con respecto a los períodos se evidenciaron diferencias significativas entre ellos, encontrando el período de surgencia con las concentraciones más altas (Fig. 17 A y B).

### Silicato

La concentración de silicato varió desde 1,9 hasta un máximo de  $13,3 \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Tabla 1). Las concentraciones en marzo y abril (surgencia) fluctuaron entre 2,6 a  $9,9 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , para luego disminuir en junio y aumentar en julio (transición) con concentraciones de 1,9 a  $13,3 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Entre octubre y noviembre (relajación) se registraron los valores

más bajos (2,1 a 4,7  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ; Fig.18). Las variaciones en las concentraciones del silicato presentaron diferencias significativas en el periodo y las profundidades ( $F=11,36$ ;  $F=10,59$ ;  $P<0,05$ , respectivamente), corroborado con los valores altos del coeficiente de variación (32,92% y 13,03%, respectivamente, Tabla 9). De igual manera, se identificaron diferencias significativas por semanas ( $F=1,39$ ;  $P<0,05$ ; Fig. A y B). Con respecto a las profundidades a los 2 m se hallaron los valores más bajos (Fig. 19 C).

TABLA 8. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al fosfato  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % CV: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	8,901	4,451	1,453	0,366	4,01
Profundidad	3	6,292	2,098	9,566	0,005*	7,29
Mes (Periodo)	3	9,194	3,065	1,084	0,375	1,37
Periodo (Profundidad)	6	4,202	0,700	3,199	0,062	5,57
Semana (Mes(Periodo))	18	50,890	2,827	10,392	0,000*	58,20
Mes(Periodo) x Profundidad	9	1,968	0,219	0,804	0,617	1,23
Residual	54	14,691	0,272			24,79
Total	95	96,139				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$ .

TABLA 9. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) al silicato  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F,  $P$  (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	$P$ (perm)	% CV
Periodo	2	27,408	13,704	11,360	0,038*	32,92
Profundidad	3	12,215	4,072	10,586	0,003*	13,03
Mes(Periodo)	3	3,627	1,209	1,632	0,221	2,45
Periodo(Profundidad)	6	6,628	1,105	2,877	0,075	7,59
Semana(Mes(Periodo))	18	13,336	0,741	1,483	0,113	5,00
Mes(Periodo) x Profundidad	9	3,450	0,383	0,767	0,659	2,43
Residual	54	26,972	0,499			41,43
Total	95	93,636				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P<0,05$ .

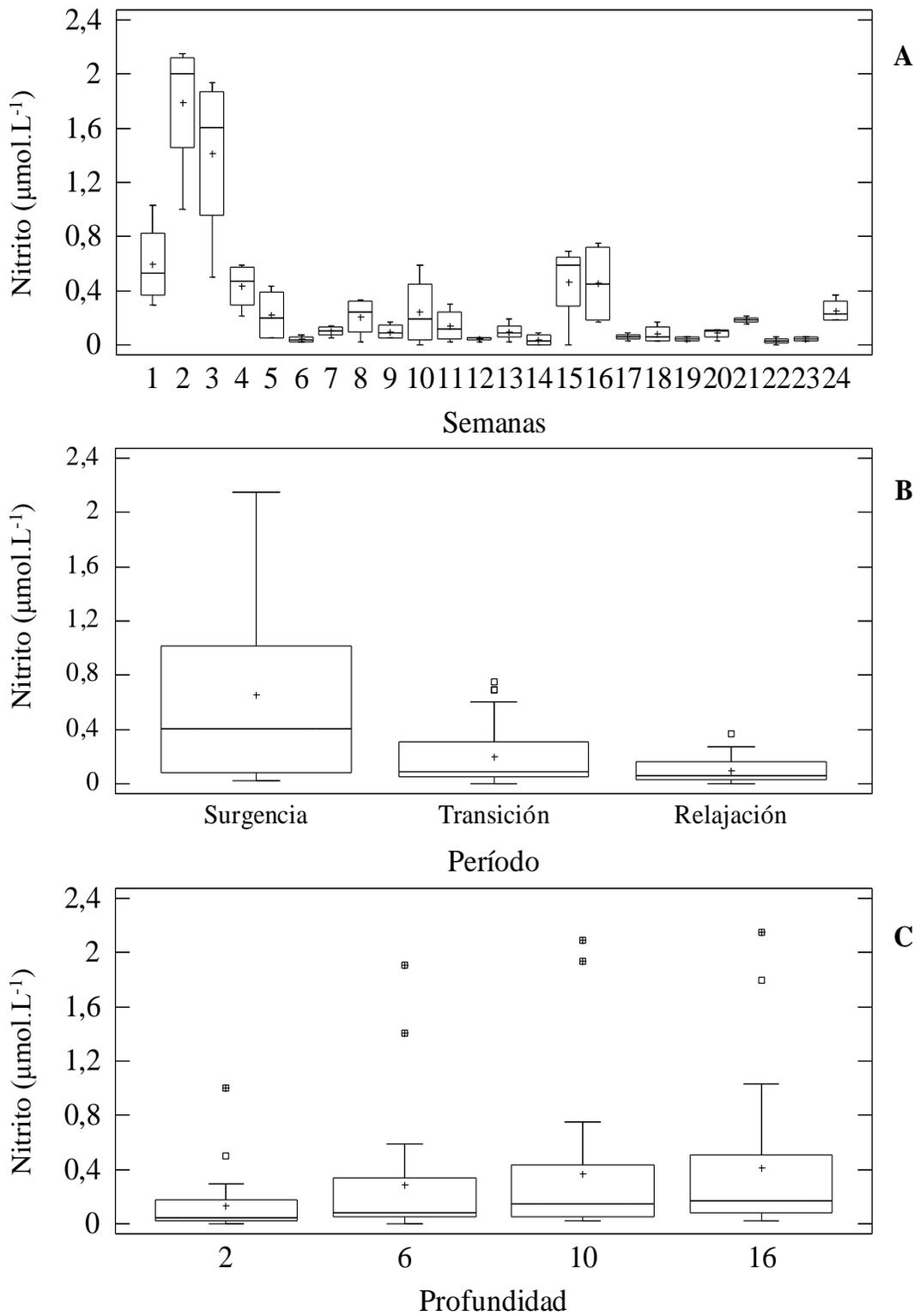


Figura 13. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

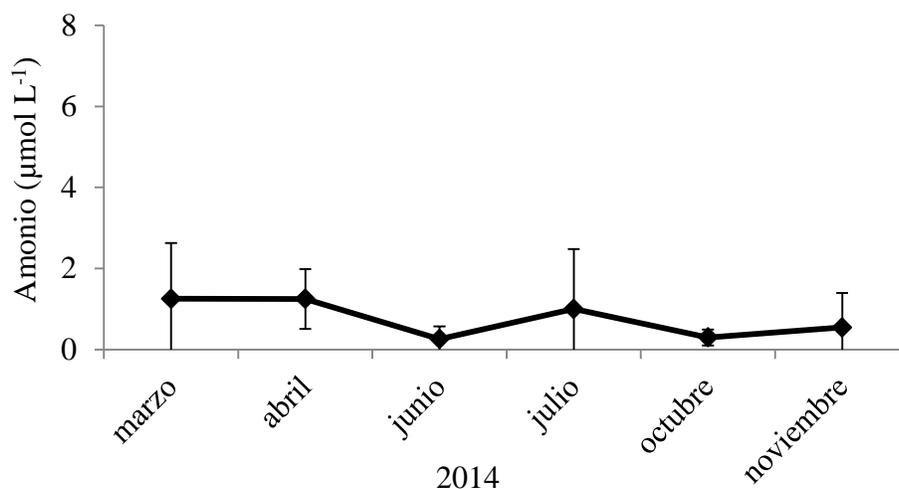


Figura 14. Variación mensual del amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## VARIABLES BIÓTICAS

En la Tabla 10 se muestran los estadísticos básicos de las variables bióticas estudiadas en la Ensenada de Turpialito. La clorofila *a* osciló entre 0,1 y 9,21  $\text{mg m}^{-3}$  con una media de  $2,0 \pm 2,5 \text{ mg m}^{-3}$ , mientras la abundancia zooplanctónica presentó una marcada fluctuación con valores mínimos de 0 y máximo de 15400  $\text{org.m}^{-3}$ .

TABLA 10. Estadísticos básicos de las variables abióticas medidas en la Ensenada de Turpialito (Mín.: Mínimo, Máx.: Máximo, D.E.: Desviación estándar).

Variable	Mín.	Máx.	Media	D.E.
Clorofila <i>a</i> ( $\text{mg m}^{-3}$ )	0,1	9,21	2,0	2,5
Abundancia microzooplancton ( $\text{org m}^{-3}$ )	0	15400	2625	3673

### Concentración de Clorofila *a* (Clor *a*)

Durante los meses de surgencia se registraron las concentraciones más elevadas, con una media de  $3,6 \text{ mg.m}^{-3}$ , cuyos valores se mantuvieron en junio, sin embargo en julio se observó una disminución. En el período de relajación se midieron las concentraciones de Clor *a* más bajas ( $0,07 \text{ mg. m}^{-3}$ ) de todo el estudio (Fig.20). La variabilidad en la concentración de Clor *a* ocurrió por el efecto combinado de las semanas anidado al mes y períodos ( $F=2,975$ ;  $P<0,05$ ), lo que indica que la Clor *a* varía de acuerdo a los

períodos, corroborado con el valor alto del coeficiente de variación (27,0%; Tabla 11; Fig. 21 A). Demostrando así que el período de relajación presentó los valores más bajos de Clor *a* (Fig. 21 B).

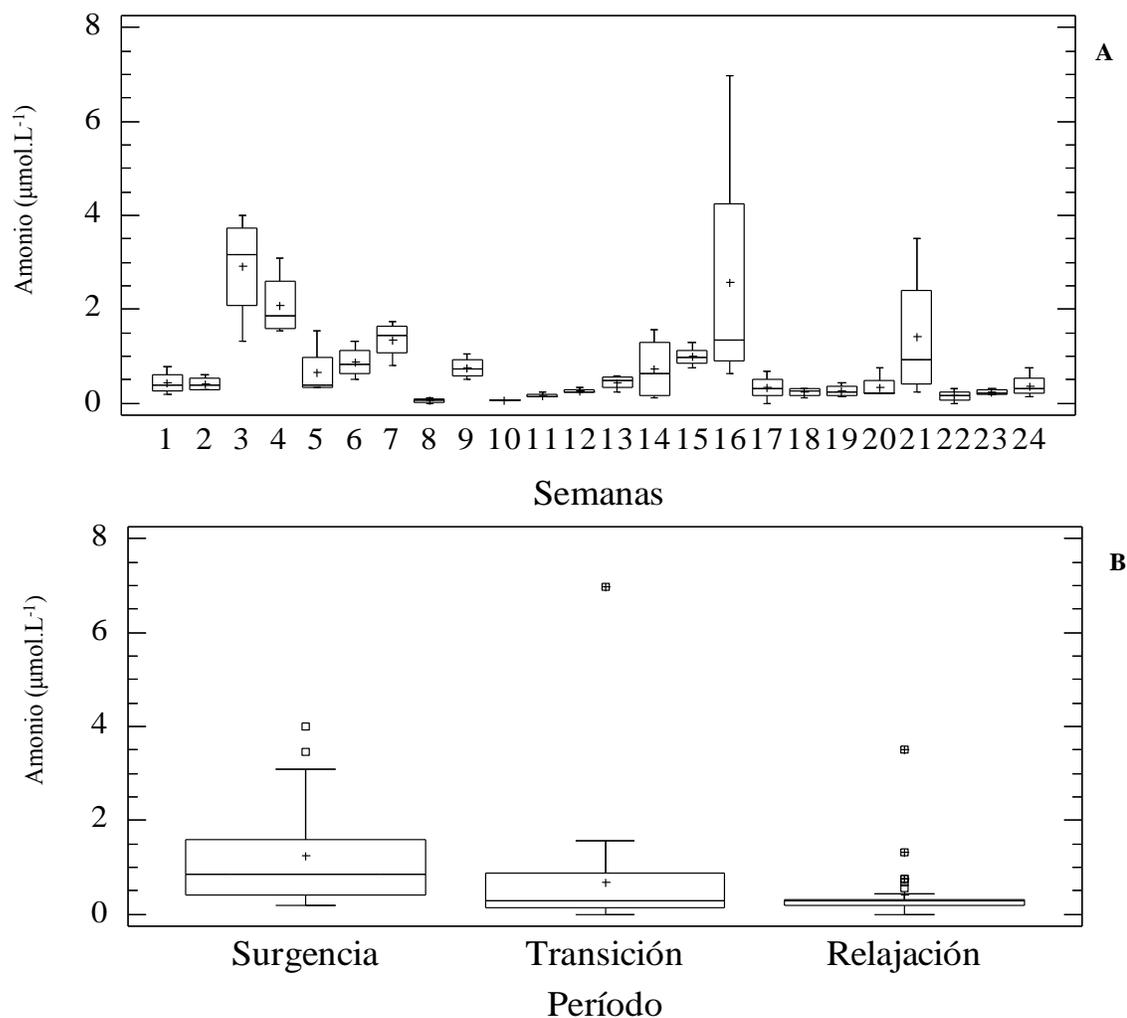


Figura 15. Variación semanal (A) y variación por periodo (B) del amonio ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN ZOOPLANCTÓNICA

### Abundancia zooplanctónica

Del total analizado (96 muestras), se obtuvo una abundancia zooplanctónica acumulada de los tres períodos de estudio representada por un total de  $250.900 \text{ org.m}^{-3}$ , con un valor

mínimo de 0 y un máximo de  $15.400 \text{ org.m}^{-3}$ , y media de  $2625 \pm 3673 \text{ org.m}^{-3}$  (Tabla 10). Los valores mayores de abundancia se registraron en el período de relajación ( $154.700 \text{ org.m}^{-3}$ ), seguido por el periodo de surgencia ( $62.700 \text{ org.m}^{-3}$ ), mientras que los valores más bajos de abundancia se hallaron en el periodo de transición con  $33.500 \text{ org.m}^{-3}$  (Fig. 22). Se detectaron diferencias significativas en los meses anidado al periodo por profundidad ( $F= 3,13$ ;  $P<0,05$ ; Tabla12); de igual manera, se detectaron diferencias entre las semanas anidado al mes y periodos ( $F= 4,794$ ;  $P<0,05$ ; Fig. 23 A). En la semana cuatro se observó un aumento de  $10.000 \text{ org.m}^{-3}$ , manteniéndose los valores ( $10.600 \text{ org. m}^{-3}$ ); a partir de la semana 21 se registraron los valores más altos ( $15.400 \text{ org. m}^{-3}$ ) de todo el estudio (Fig. 23 B).

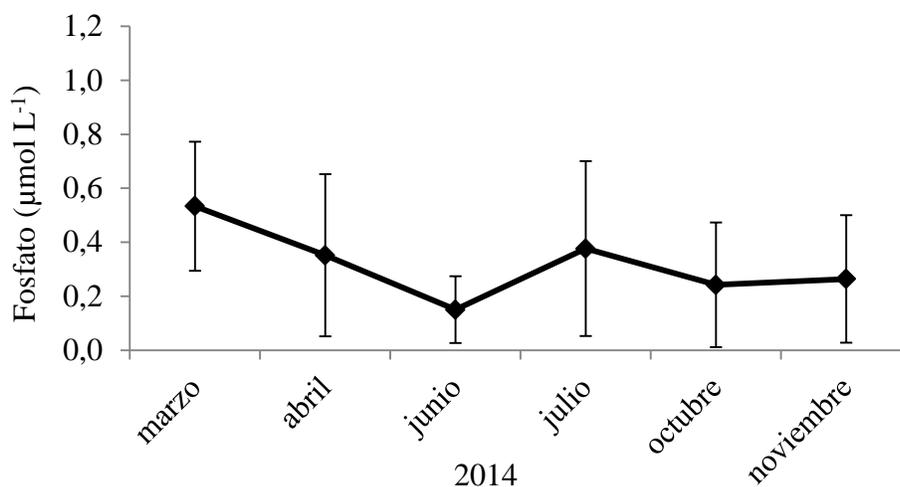


Figura 166. Variación mensual del fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

### Composición zooplanctónica

La comunidad zooplanctónica estuvo representada en el periodo de surgencia por 13 grupos, en transición con 8 grupos y en relajación 16 grupos. Para el periodo de surgencia, el grupo de los copépodos fue el dominante con un 66,19%, seguido por los apendiculados con un 7,34%, en bajos porcentajes las larvas de bivalvos y los radiolarios con 5,10% y 3,83%, respectivamente; le siguió el grupo “otros” con un 6,38%

representado por organismos que tuvieron baja representación en la muestra, como: sifonóforos, medusas, nauplios de copépodos, larvas cypris y nauplios de cirrípedos (Fig. 24 A).

En el periodo de transición, la composición porcentual fue totalmente diferente al período de surgencia. La representación estuvo repartida en tres grupos principalmente, el más abundante fue el de los foraminíferos con un 51,34%, seguido de las larvas de bivalvos con un 39,24% y posteriormente los radiolarios con un 8,06%. Los copépodos apenas representaron un 2,03% (Fig. 24 B).

Para el periodo de relajación los copépodos volvieron a dominar con un 51,84%, seguido de los foraminíferos con un 21,78% y en tercer lugar estuvo el grupo de los apendiculados conformado por un 10,08% (Fig. 24 C). El resto de la composición estuvo representado por porcentajes muy bajos reunidos en el grupo “otros”.

TABLA 11. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la clorofila *a* mg m<sup>-3</sup> en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	<i>P</i> (perm)	% CV
Periodo	2	15,864	7,932	8,432	0,061	21,57
Profundidad	3	3,463	1,154	1,737	0,228	1,90
Mes(Periodo)	3	2,822	0,940	0,566	0,676	4,41
Periodo(Profundidad)	6	4,011	0,668	1,005	0,477	0,04
Semana(Mes(Periodo))	19	32,551	1,713	2,975	0,002*	27,00
Mes(Periodo) x Profundidad	9	5,993	0,666	1,156	0,339	2,08
Residual	53	30,522	0,576			51,81
Total	95	95,225				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P < 0,05$ .

### Análisis del BEST

Se detectó una asociación positiva entre la composición zooplanctónica y las variables nitrito, fosfato y silicato (Rho: 0,234;  $p < 0,05$ ) para el período de surgencia; entre ésta y las variables salinidad y oxígeno disuelto (Rho: 0,174;  $p < 0,05$ ) para el período de

transición; de igual forma la composición zooplanctónica se asoció a la salinidad, temperatura y el nitrato ( $Rho: 0,211; p < 0,05$ ) para el período de relajación (Tabla 13).

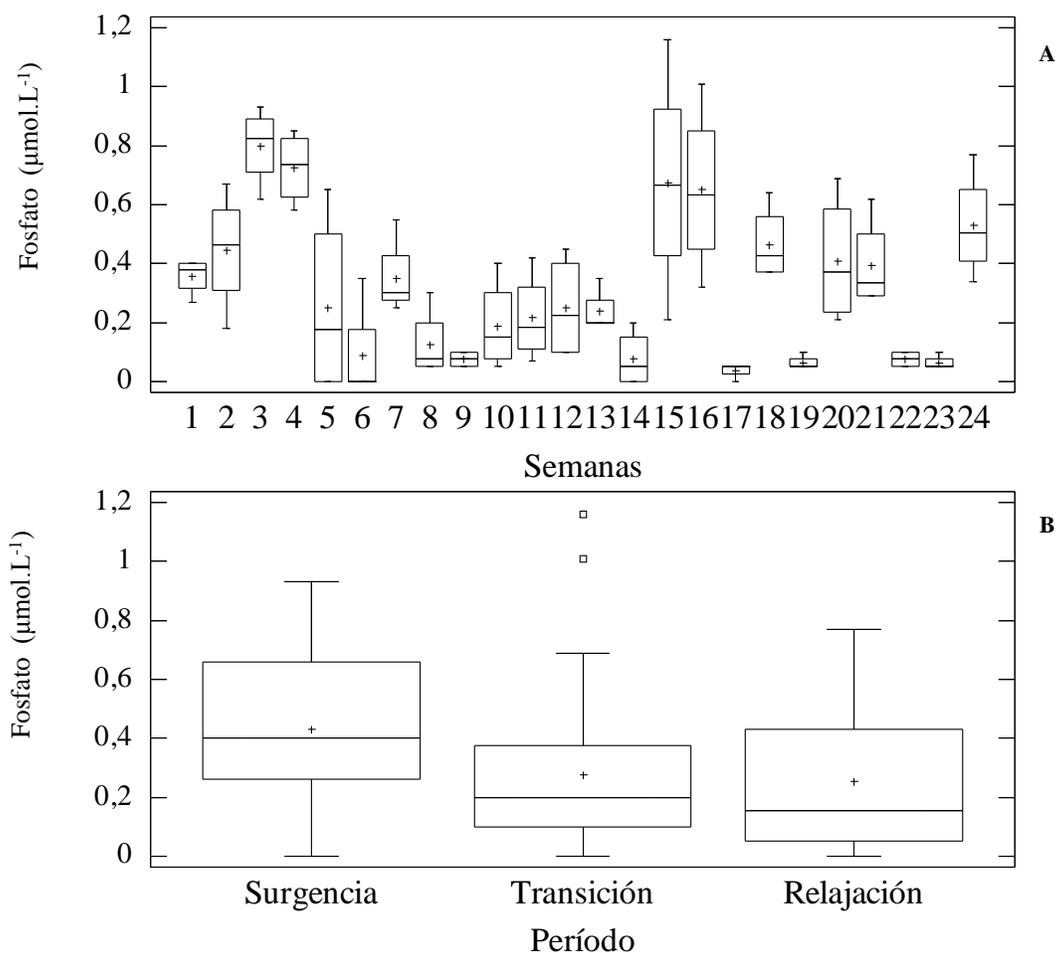


Figura 17. Variación semanal (A) y por período (B) del nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## ABUNDANCIA Y COMPOSICIÓN DE FORAMINÍFEROS

### Abundancia foraminíferos

Durante los tres períodos de estudio (surgencia, transición y relajación) la abundancia de foraminíferos planctónicos estuvo representada por un total de  $51.700 \text{ org.m}^{-3}$ , con un valor mínimo de 0 y un máximo de  $10.000 \text{ org.m}^{-3}$ , representado por una media de

538,54±1397,54org.m<sup>-3</sup>. Se evidenció, las abundancias mayores en el período de relajación (33.700 org.m<sup>-3</sup>), seguido por el periodo de transición (16.700 org. m<sup>-3</sup>), mientras que los valores más bajos de abundancia se hallaron en el periodo de surgencia con 1.300 org.m<sup>-3</sup> (Fig. 25). Se encontró diferencias significativas entre los períodos (F= 56,41; P<0,05; Tabla14), así como también por la profundidad (F= 4,16; P<0,05; Fig. 26 A y B).

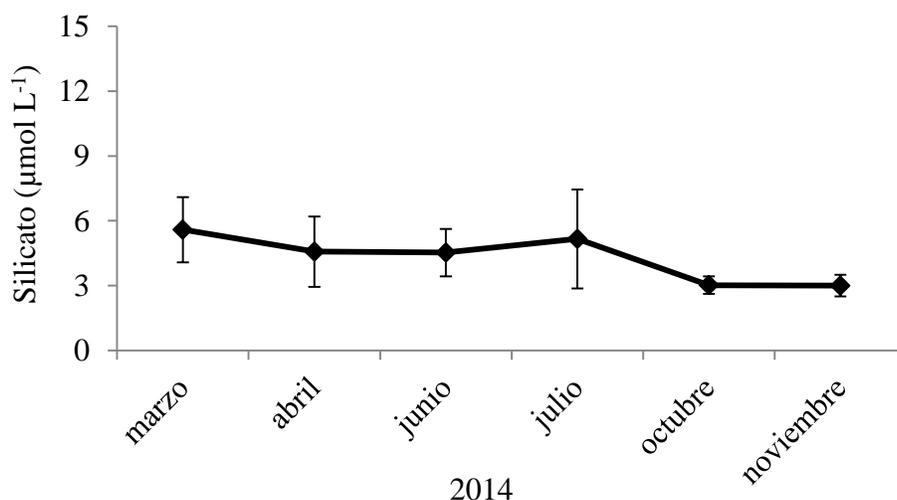


Figura 18. Variación mensual del silicato (µmol.L<sup>-1</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

TABLA 12. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la abundancia zooplanctónica (org. m<sup>-3</sup>) en la Ensenada de Turpialito. gl: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, P (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	gl	SC	MC	F	P (perm)	% CV
Periodo	2	10,054	5,027	1,238	0,403	3,57
Profundidad	3	2,692	0,897	1,070	0,426	0,27
Mes(Periodo)	3	12,299	4,100	3,283	0,046*	20,89
Periodo(Profundidad)	6	5,454	0,909	1,079	0,449	0,93
Semana(Mes(Periodo))	19	24,582	1,294	4,794	0,000*	29,19
Mes(Periodo) x Profundidad	9	7,612	0,846	3,134	0,004*	15,98
Residual	53	14,305	0,270			29,16
Total	95	76,998				

\*Los valores que denotan diferencias significativas P<0,05.

### Composición de foraminíferos planctónicos

La comunidad de foraminíferos planctónicos en la Ensenada de Turpialito, estuvo constituida principalmente por *Globorotalia menardii*, cuya especie fue dominante en los tres períodos de estudio (100% surgencia; 69,46% transición y 92,88% relajación), seguida de *Hastigerina pelágica* (26,35%) y *Globigerina* sp<sub>1</sub> (4,19%) en transición, para finalizar *Globigerina* sp<sub>2</sub> (5,04%) y *Hastigerina pelágica* (2,08%) en relajación (Fig. 27).

TABLA 13. Prueba del BEST entre las variables ambientales y la Abundancia zooplanctónica, durante las tres épocas climáticas, estudiadas en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

Períodos		BEST	VARIABLES
<b>Surgencia</b>	Variab Ambientales- Abundancia zooplanctónica	Rho: 0,234 (p<0,05)	Nitrito, Fosfato y Silicato
<b>Transición</b>	Variab Ambientales- Abundancia zooplanctónica	Rho: 0,174 (p<0,05)	Salinidad, Oxígeno disuelto
<b>Relajación</b>	Variab Ambientales- Abundancia zooplanctónica	Rho: 0,211 (p<0,05)	Salinidad, Nitrito, Temperatura

TABLA 14. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (PERMANOVA) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (período, profundidad, mes, semana) a la abundancia foraminífera (org. m<sup>-3</sup>) en la Ensenada de Turpialito.gl: Grados de libertad: SC: Suma de cuadrados, MC: Media cuadrática, F: Pseudo-F, P (perm): Probabilidad calculada por permutaciones, % C V: Coeficiente de variación.

	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	%CV
Período	2	1,51E+07	7,55E+06	56,41	0,004*	11,83
Profundidad	3	8,05E+06	2,68E+06	3,7695	0,057	3,98
Mes (Período)	3	3,39E+05	1,13E+05	4,21E-02	0,989	8,12
Período (Profundidad)	6	1,76E+07	2,94E+06	4,1582	0,025*	13,41
Semana(Mes(Período))	19	5,19E+07	2,73E+06	1,6476	0,074	13,19
Mes(Período) x Profundidad	9	6,30E+06	7,00E+05	0,42202	0,925	11,45
Residual	53	8,79E+07	1,66E+06			77,17
Total	95	1,86E+08				

\*Los valores que denotan diferencias significativas  $P < 0,05$ .

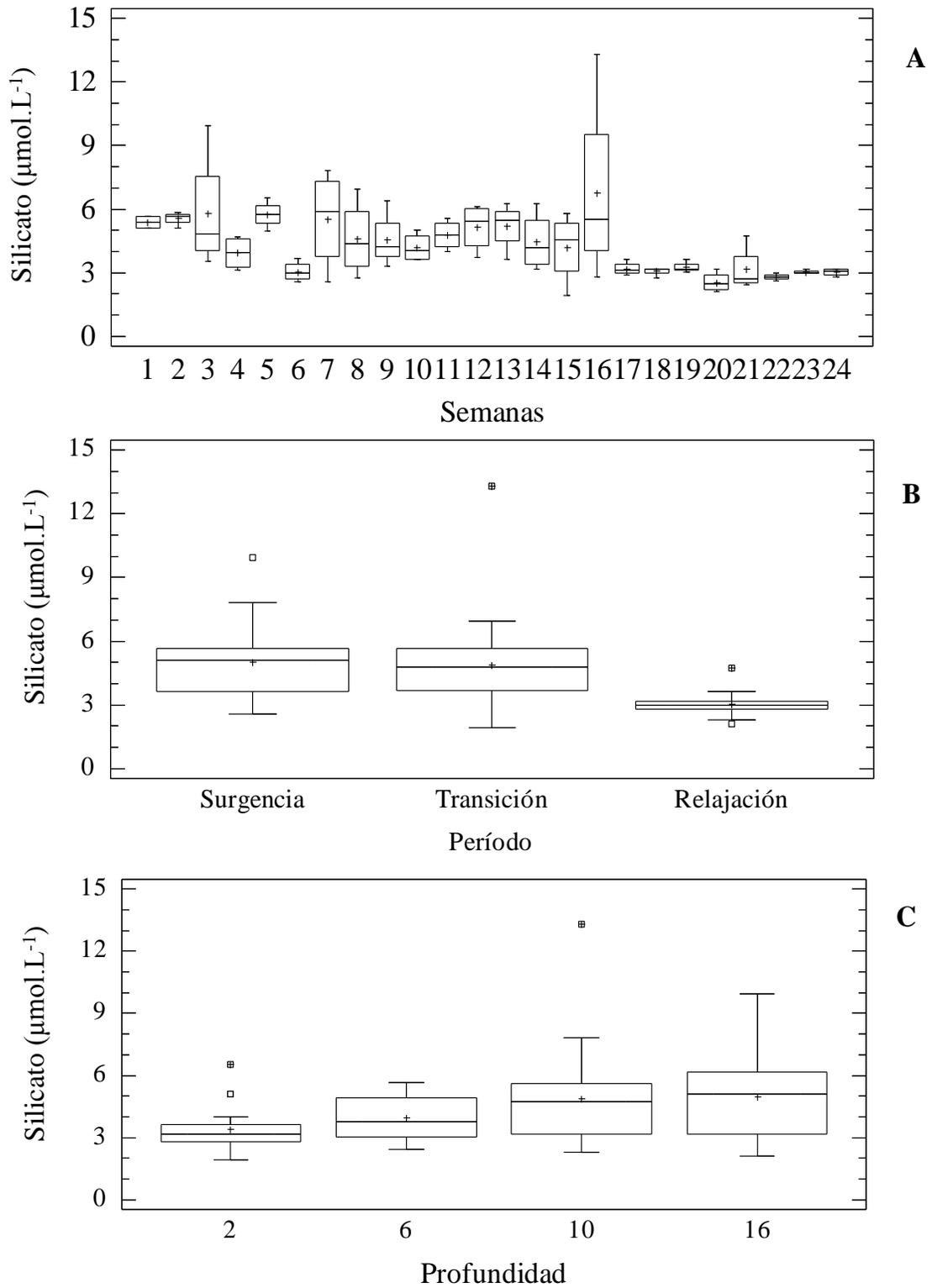


Figura 19. Variación temporal (A, B) y espacial (C) del silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

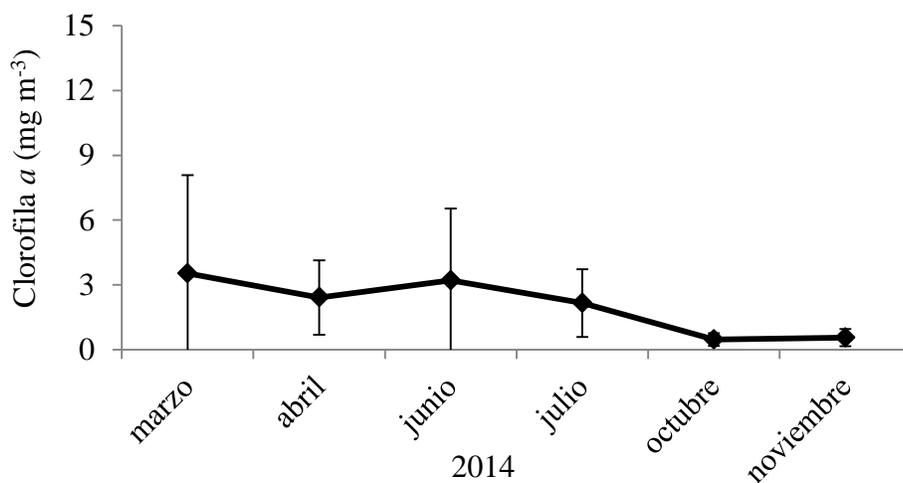


Figura 20. Variación mensual de la clorofila  $a$  ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

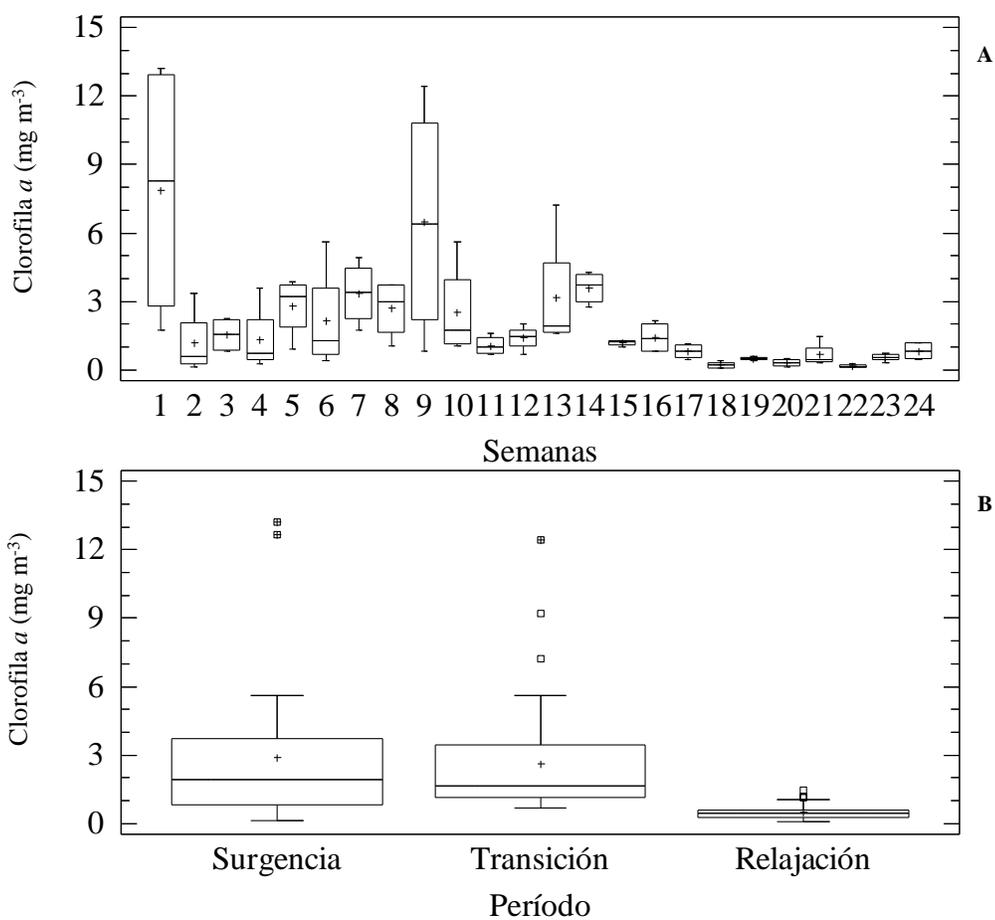


Figura 21. Variación semanal (A) y por período (B) de la clorofila  $a$  ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

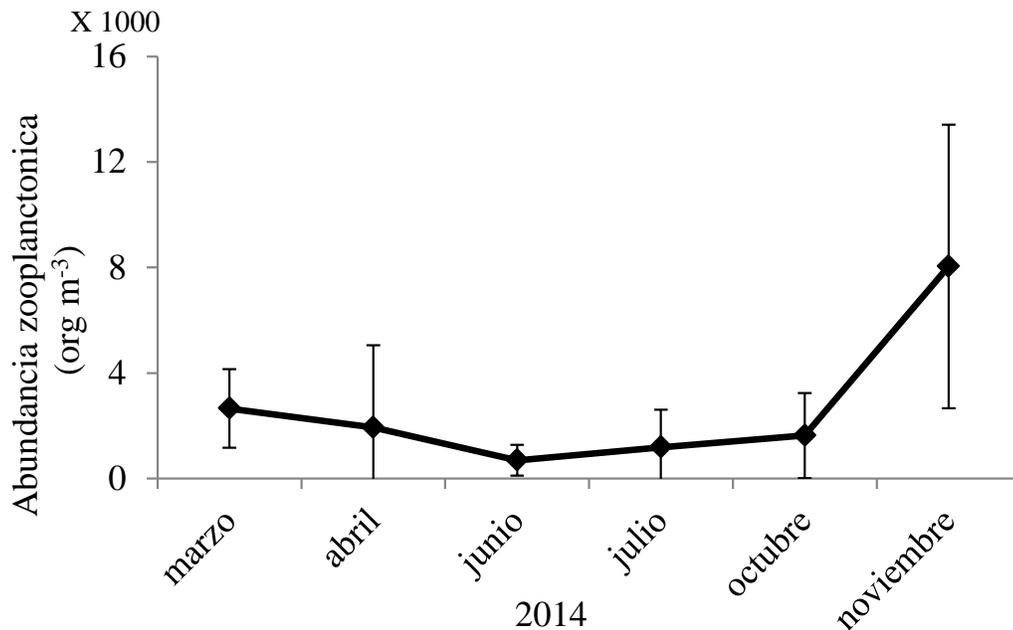


Figura 22. Variación mensual de la abundancia zooplanctónica (org. m<sup>-3</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

### ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (ACC)

La ordenación de las especies de foraminíferos planctónicos con las variables ambientales (bióticas y abióticas) obtenidas mediante el ACC (Fig. 28 y 29), en la Ensenada de Turpialito, durante el período de transición, los dos primeros ejes de ordenación canónica explicaron el 61,80% (Tabla 15). En el primer eje la temperatura se relaciona inversamente con los nutrientes, asociado a este eje estuvo *Globigerina* sp<sub>1</sub>. En el segundo componente el oxígeno disuelto tiene una relación positiva con la salinidad e inversa al amonio, asociado a este eje estuvo *Hastigerina pelágica* (Fig. 28).

En el período de relajación dos primeros ejes de ordenación canónica explicaron el 46,02% (Tabla 15). Se demostró que las variables ambientales contempladas en este trabajo tuvieron poca incidencia sobre la estructura comunitaria (Fig. 29).

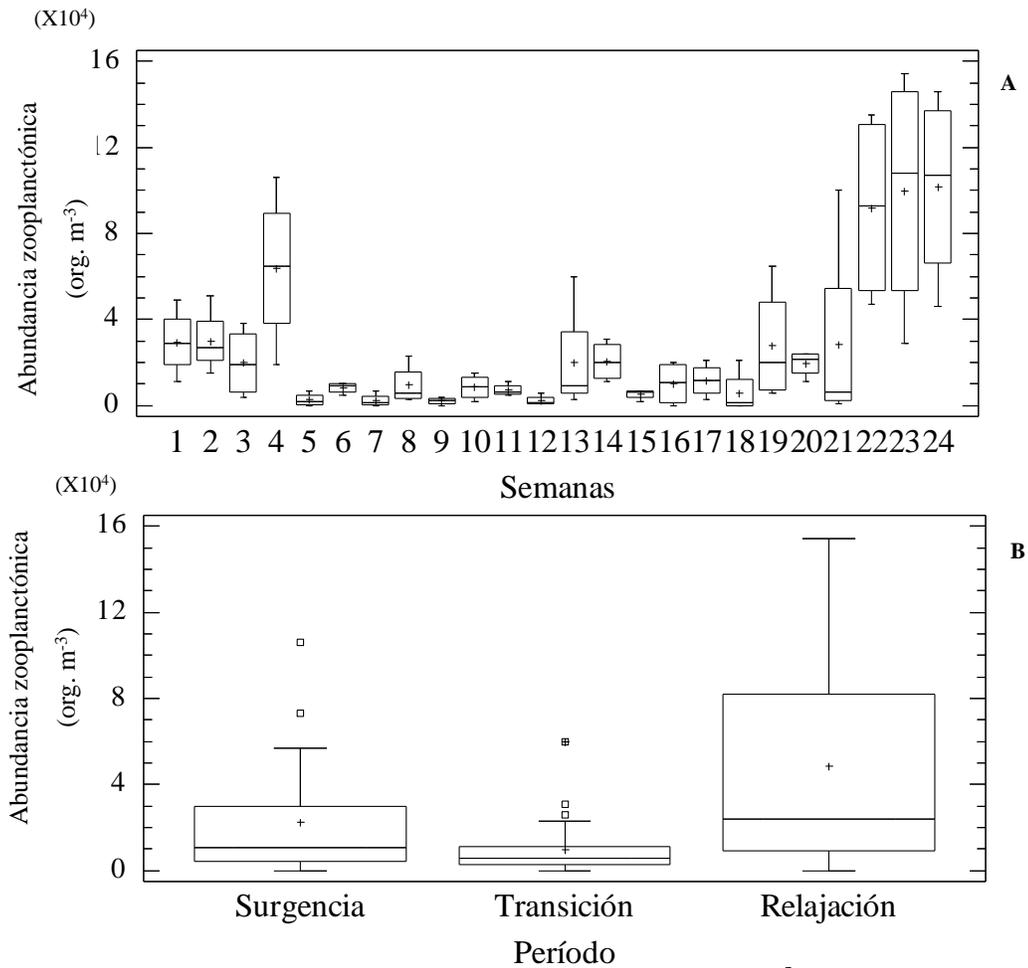


Figura 23. Variación temporal (A, B) de la abundancia (org. m<sup>-3</sup>) zooplanctónica en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

TABLA 15. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para las principales especies de foraminíferos planctónicos y las variables bióticas y abióticas en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

Períodos		Eje 1	Eje 2
Transición	Autovalores	0,39	0,222
	Porcentaje	39,402	22,397
	Porcentaje de varianza	39,402	61,799
	Acumulado	63,759	100
	Correlación especie-ambiente ®	0,856	0,696
Relajación	Autovalores	0,197	0,104
	Porcentaje	30,067	15,949
	Porcentaje de varianza	30,067	46,016
	Acumulado	65,34	100
	Correlación especie-ambiente ®	0,736	0,599

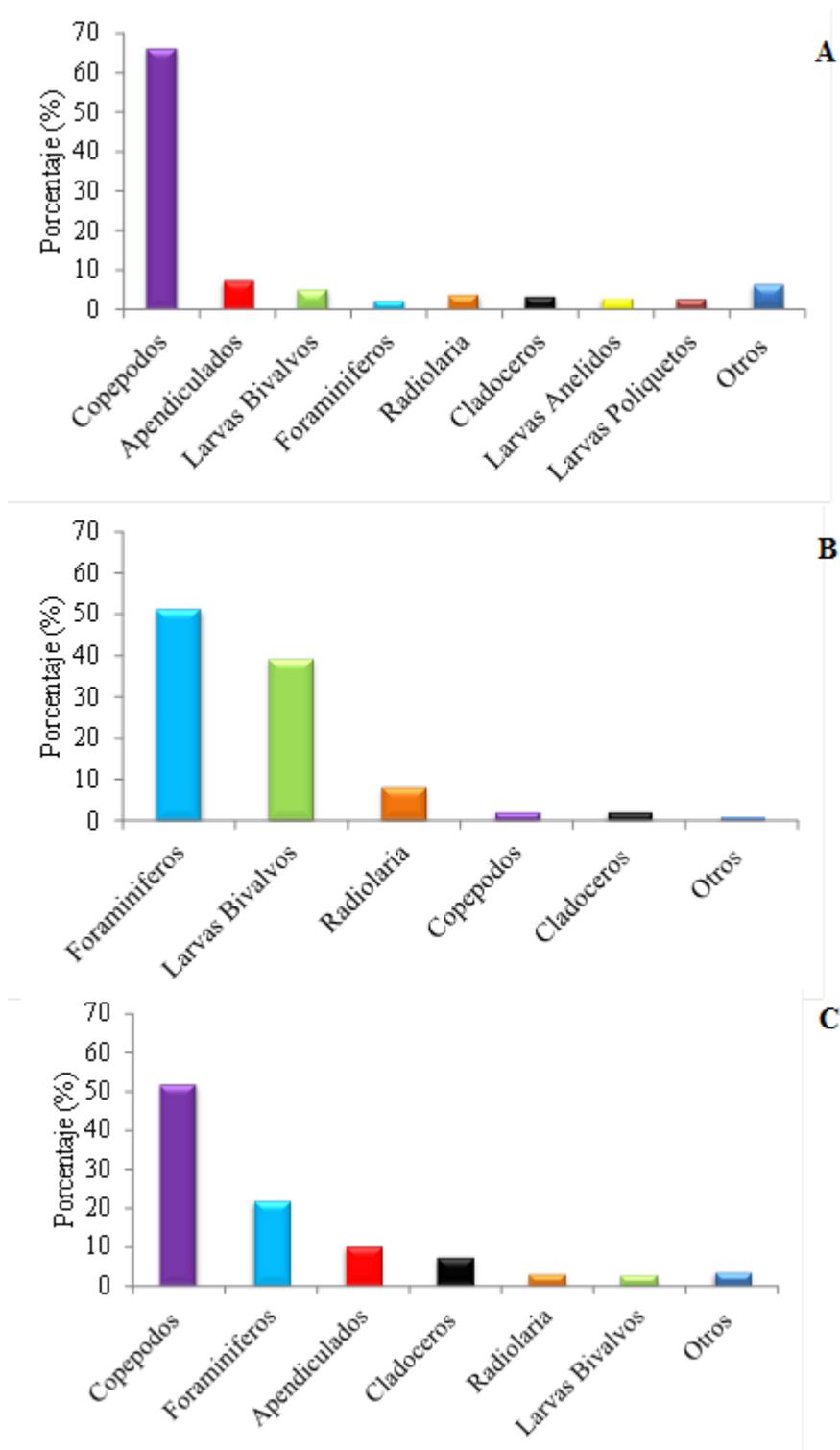


Figura 24. Composición porcentual general de los grupos zooplanktónicos presentes en los tres períodos: surgencia (A), transición (B) y relajación (C), en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

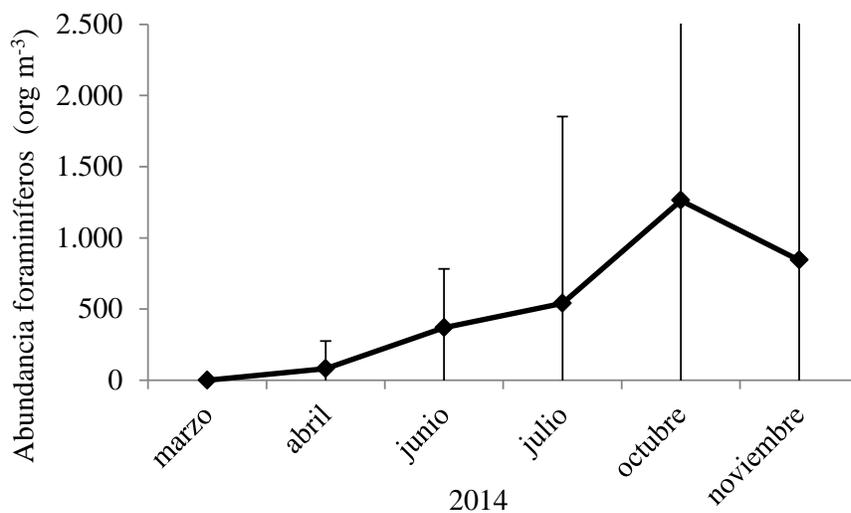


Figura 25. Variación mensual de la abundancia de foraminíferos planctónicos (org. m<sup>-3</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

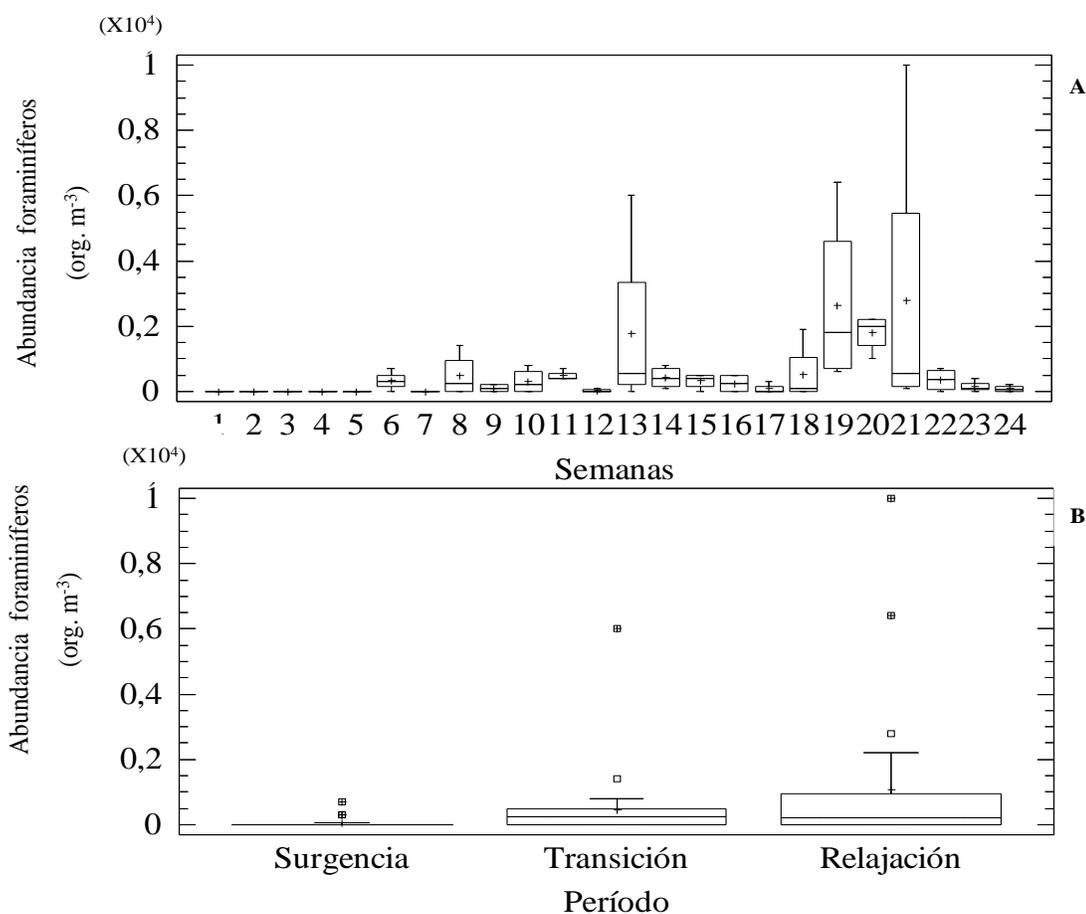


Figura 26. Variación temporal (A, B) de la abundancia de foraminíferos planctónicos (org. m<sup>-3</sup>) en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

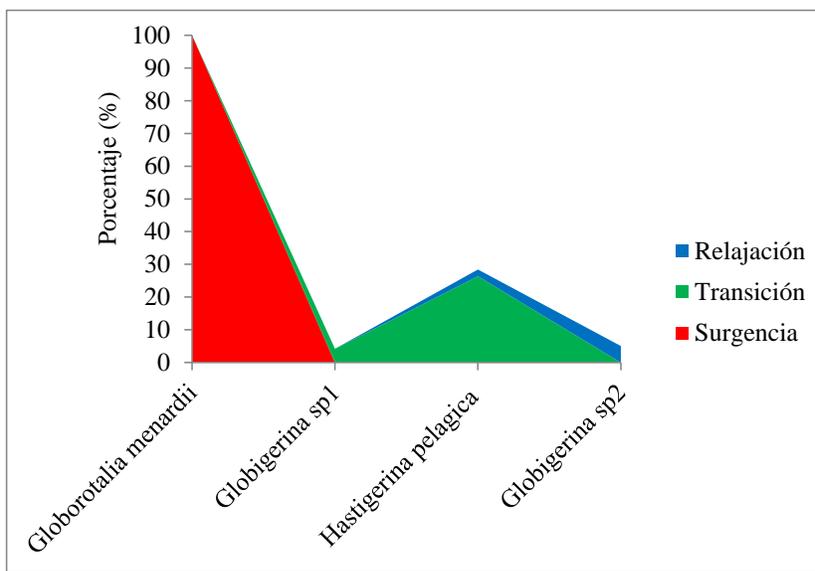


Figura 27. Composición porcentual general de las especies de foraminíferos planctónicos presentes en los tres períodos; surgencia transición y relajación, en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

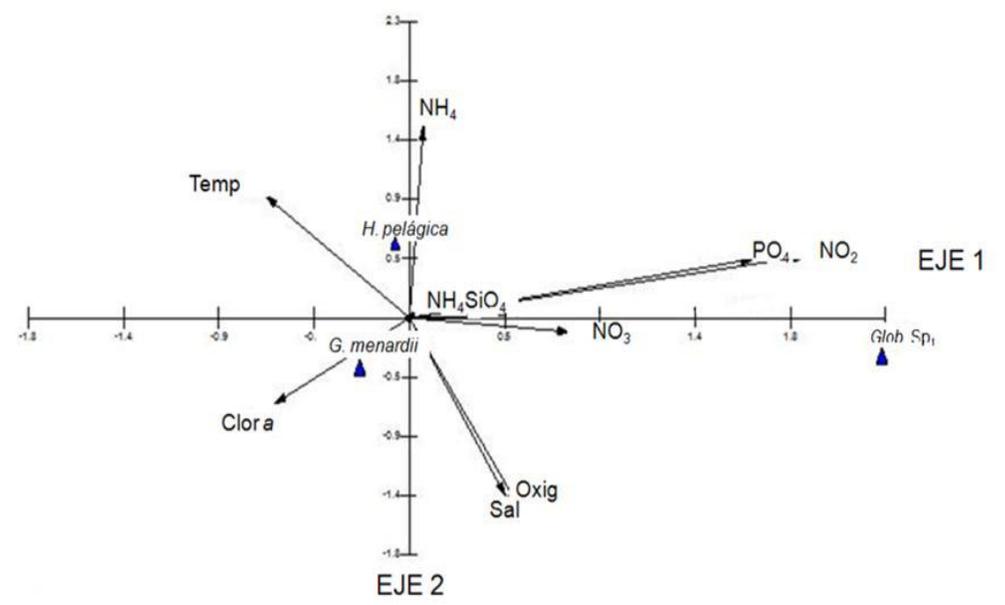


Figura 28. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de correspondencia canónica (ACC), donde se muestra las variables bióticas y abióticas y las especies de foraminíferos planctónicos de la Ensenada de Turpialito, durante el período de transición. Leyenda: Temp: temperatura, Sal: salinidad, Oxíg: concentración de oxígeno disuelto, Clor *a*: concentración de clorofila *a*, NO<sub>3</sub>: nitrato, NO<sub>2</sub>: nitrito, NH<sub>4</sub>: amonio, PO<sub>4</sub>: fosfato, H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>: silicato, Glob sp<sub>1</sub>: *Globigerina sp1*, Glob sp<sub>2</sub>: *Globigerina sp2*, G. menardii: *Globorotalia menardii*, H. pelágica: *Hastigerina pelágica*.

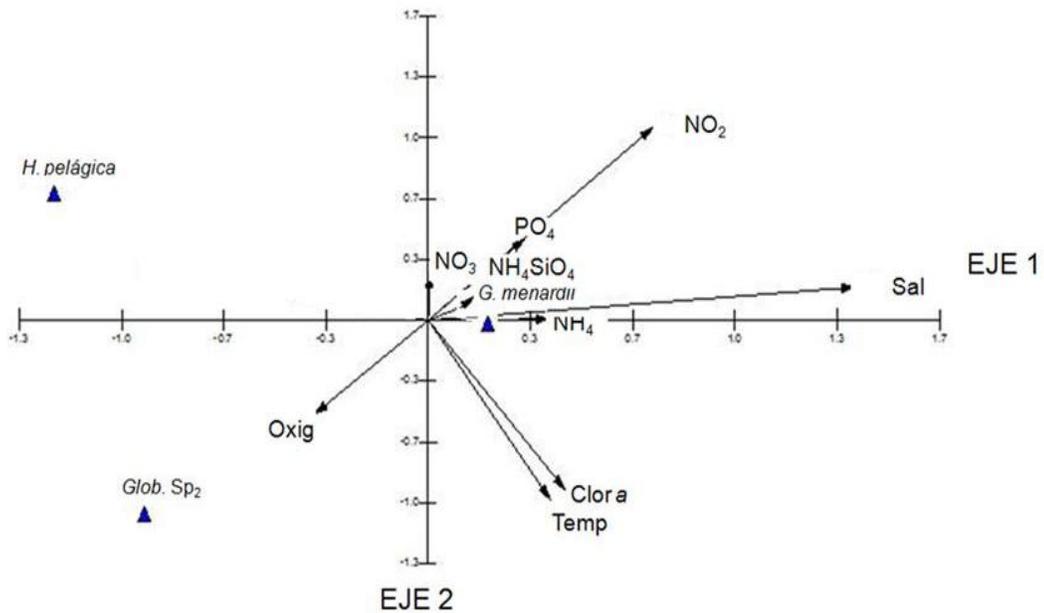


Figura 29. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de correspondencia canónica (ACC), donde se muestra las variables bióticas y abióticas y las especies de foraminíferos planctónicos de la Ensenada de Turpialito, durante el período de relajación. Leyenda: Temp: temperatura, Sal: salinidad, Oxig: concentración de oxígeno disuelto, Clor *a*: concentración de clorofila *a*, NO<sub>3</sub>: nitrato, NO<sub>2</sub>: nitrito, NH<sub>4</sub>: amonio, PO<sub>4</sub>: fosfato, H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>: silicato, Glob sp<sub>1</sub>: *Globigerina sp1*, Glob sp<sub>2</sub>: *Globigerina sp2*, G. menardii: *Globorotalia menardii*, H. pelágica: *Hastigerina pelágica*.

## DISCUSIÓN

La zona nororiental de Venezuela es bien conocida como una región sujeta al fenómeno de surgencia, tal como lo indican diversos investigadores, como Richards (1960), Margalef (1965), Okuda *et al.* (1978), Gómez (1996) y Márquez *et al.* (2011) quienes señalan que este fenómeno ocurre en un período comprendido entre diciembre/abril para el Golfo de Cariaco y áreas adyacentes, por incidencia de ciertos factores ambientales que caracterizan al mismo. Una vez que los vientos se debilitan y la intensidad de la surgencia principal decrece da inicio a una surgencia secundaria, con menor intensidad pero igual, significativa en el mantenimiento de la producción primaria. Esta surgencia ocurre a mediados de año (coincidiendo con el período de transición) y es la que mantiene la biomasa fitoplanctónica en la región los meses siguientes. Rueda-Roa (2012) menciona que la misma es parte del ciclo anual de la surgencia de aguas enriquecidas que ocurre a principio del año en el norte del Mar Caribe y se prolonga desde junio hasta agosto por un leve incremento en la intensidad del viento en el océano Atlántico Norte.

De esta misma manera, investigadores como Simpson y Griffiths (1972), Okuda *et al.* (1978), Lodeiros y Himmelman (1994) y Rueda-Roa (2000), indican un tercer periodo, el de relajación o calma, el cual se presenta durante septiembre-noviembre, producto de mayor estabilidad en la columna de agua, menor concentración de nutrientes y de clorofila *a*, presentándose alta estratificación. Las condiciones encontradas en el presente estudio para cada uno de los períodos antes mencionados corroboran las observaciones de dichos investigadores, y quedaron demostradas con los resultados obtenidos con el índice de surgencia y la transparencia del agua.

La variación temporal de la temperatura del agua en la Ensenada de Turpialito fue influenciada por las condiciones meteorológicas que dominan en la zona, evidenciándose así para el primer período del año de estudio (surgencia) los valores más bajos (20,1 – 22,9°C) coincidiendo con lo señalado por Okuda *et al.* (1978) y González *et al.* (2006), con valores típicos de la surgencia costera del nororiente venezolano caracterizados por aguas de menores registros (<23 °C) y por la presencia de vientos

alios provenientes del noreste. No obstante, para el período de transición, está presentó una gran variabilidad en los valores de temperatura (21,9 – 28,7 °C). Durante este período se detectaron incrementos en la velocidad del viento a través del IS. Estos resultados coinciden con el segundo pulso de surgencia o “surgencia menor” característicos de la zona nororiental del país (Rueda-Roa 2000; Marín *et al.*, 2004).

Con relación al último período de estudio (relajación) se registraron los valores de temperatura más altos (>°C), ajustándose con el patrón típico de estratificación o estancamiento del agua durante los meses de septiembre- noviembre, lo cual han sido descrito por los investigadores antes mencionados.

La salinidad fue estable en los dos primeros períodos de estudio; sin embargo, hay que destacar que la quinta semana (abril 2014), se registró el valor más bajo (30); posiblemente fue ocasionado por la presencia de alguna fuente puntual de agua dulce en los alrededores del área de estudio, coincidiendo con lo descrito por Soto *et al.* (2015), quienes también indican la presencia de menores registros en esta zona de estudio. Mientras que para el período de relajación los valores de salinidad fueron los más altos, esto producto de una mayor evaporación (Quintero *et al.*, 2004) y de las condiciones climáticas de la región nororiental de Venezuela, caracterizado por un año seco, con escasa precipitaciones (Morales, 2014). Al respecto, Subero (1994) mencionó que en la Ensenada de Turpialito el comportamiento de la salinidad estaba sujeto a la estacionalidad.

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó una alta concentración durante el período de surgencia, que no se ajusta a lo reportado para aguas de este tipo, debido a que la principal característica de esta agua es ser pobres en oxígeno disuelto (Okuda *et al.*, 1978; Ferraz-Reyes *et al.*, 1987; Quintero *et al.*, 2004). Esto pudo ser consecuencia de una combinación entre la actividad fotosintética, expresada a través de las concentraciones de clorofila *a* y la intensidad del viento manifestada en el IS. En este sentido, Hutchinson (1978) indica que las aguas superficiales no contaminadas están generalmente saturadas de oxígeno, lo que depende de la velocidad de aireación, de la temperatura, así como de la densidad poblacional de los organismos que realizan la

función fotosintética, esto va a determinar su variación temporal.

En cuanto a la concentración de nitrato, exhibió bajas concentraciones en la zona superficial y se incrementó con la profundidad. Este aumento en las capas profundas, es producto a que las aguas que penetran al golfo, contienen altos valores de nitrato, aunado al proceso de nitrificación que ocurre a estas profundidades. Mientras que, durante la época de estancamiento de las aguas se obtuvieron las concentraciones más bajas, posiblemente como consecuencia de la desnitrificación, como lo describió Okuda *et al.* (1978). El nitrito, presentó valores característicos para aguas marino costeras (Okuda *et al.*, 1978; Quintero *et al.*, 2004). Los valores más altos fueron obtenidos durante la surgencia y pueden estar relacionados con un proceso de nitrificación, resultados similares fueron reportados por Okuda *et al.* (1978). Además, este nutriente, es un intermediario relativamente fugaz entre el nitrato y el amonio lo cual hace que su duración en el ambiente marino sea corta (Salazar-Gómez *et al.*, 2011). A lo largo del estudio las concentraciones mayores se obtuvieron por debajo de los 6 m, por proceso de oxidación del amonio al nitrato, es más lento con respecto a la profundidad, debido a una menor temperatura y menos oxígeno disuelto (Salazar-Gómez *et al.*, 2011). Bajo estas condiciones se desacelera el metabolismo de las bacterias encargadas de la oxidación del nitrito (Calvo, 2013).

El amonio reveló una evolución temporal, más no vertical como el nitrato y el nitrito, evidenciando concentraciones más altas en surgencia y transición. En general, las concentraciones de amonio mostraron valores altos ( $> 3\mu\text{mol.L}^{-1}$ ). Dugdale *et al.* (1990) y Su *et al.* (2004) indican que las concentraciones de amonio superiores a  $1\mu\text{mol.L}^{-1}$  en zonas marino costeras es un indicador de contaminación, por lo tanto, los valores altos reportados en la Ensenada de Turpialito indican posiblemente una zona contaminada, lo cual es común en zonas con influencia urbana (Rivas-Rojas *et al.*, 2007).

Por ende, se puede inferir que la bahía recibió aguas enriquecidas con amonio proveniente de aguas de escorrentía o aguas originadas de los pozos sépticos de las viviendas cercanas (Calvo, 2013).

Asimismo, el valor más elevado del estudio se obtuvo durante el periodo de transición,

posiblemente a que la turbulencia generada en la columna de agua, ocasiona la resuspensión del sedimento en zonas poco profundas y conducen a procesos de desnitrificación que resultan en las mayores concentraciones de este compuesto (Philippart *et al.*, 2000). Adicionalmente, la liberación de amonio proveniente del pastoreo y excreción del zooplancton podría representar una fuente significativa de nitrógeno para la comunidad fitoplanctónica (Bidigare, 1983).

El fosfato, es de gran importancia en una amplia variedad de procesos biológicos y químicos en las aguas naturales, de desechos y en el tratamiento de las mismas, pudiendo ser liberado de los sedimentos a la columna de agua y aprovechado potencialmente, como un nutriente para el crecimiento del fitoplancton (Bonilla y Lin, 1979). De manera general, las concentraciones de fósforo tuvieron un comportamiento muy similar al de las especies nitrogenadas, bajas concentraciones en la superficie, pero con una marcada variación temporal, presentando mayores concentraciones en transición. La variación estacional, pudiera explicarse en términos de consumo por pastoreo de los organismos planctónicos, es decir, los nutrientes son utilizados por el fitoplancton, indispensables para el inicio de la cadena trófica y posteriormente por el zooplancton (Bonilla *et al.*, 1993; Quintero *et al.*, 2004). Por otro lado, Espinosa-Carreón *et al.* (2001) afirmaron que las zonas costeras pobladas reciben un aporte constante de fosfato por fuentes no naturales.

Finalmente el silicato, mostró un comportamiento similar a los nutrientes antes descritos. Las diferencias temporales exhibida por este, pueden estar relacionadas con el aporte de origen continental (escorrentía, acción eólica, lluvia, entre otros) y la asimilación por parte de organismos como diatomeas, silicoflagelados, radiolarios y foraminíferos. El hecho de que esta variable presentará los valores más bajos en el estrato superficial, puede estar relacionado con la asimilación por los organismos antes mencionados, debido a que en zonas con altas concentraciones de silicato son las diatomeas, silicoflagelados, radiolarios y foraminíferos quienes dominan (Libes, 1992; Vergara *et al.*, 2008).

En general la variación temporal de los nutrientes durante este estudio sugiere que la

fuerza de los mismos no es única o constante, es decir, la incorporación de estos elementos nutritivos a la columna de agua puede deberse a la escorrentía proveniente del continente (Rivas-Rojas *et al.*, 2007), resuspensión de los sedimentos, a los procesos de pastoreo y excreción del zooplancton (Bidigare, 1983), entre otros.

La clorofila *a* varió temporalmente. Se reportaron los valores mayores en el período de surgencia, en este sentido Richards (1960) indicó que la surgencia es la principal fuente de nutrientes a la zona eufótica, lo que explicaría la alta productividad biológica del Golfo de Cariaco. Para el período de relajación disminuyó notoriamente, concordando con el estudio de Márquez *et al.* (2009) quienes también registraron bajas concentraciones de clorofila *a* durante ese periodo del año 2003, lo que coincide con el período de estratificación o estancamiento de las aguas del Golfo de Cariaco (Lodeiros y Himmelman, 1994; Rueda-Roa, 2000). En general, la variación temporal de la clorofila *a*, con los valores más altos en surgencia y los más bajos en relajación coincide con el trabajo de Marín *et al.* (2004) para la misma zona de estudio.

La abundancia zooplanctónica mostró diferencias temporales, más no verticales; en este sentido la abundancia mayor se registró en la época de relajación, seguido del período de surgencia. Estos resultados no concuerdan con lo reportado por diversos investigadores (Legaré y Zoppi, 1961; Margalef, 1965; Gómez, 1996, Peñuela, 2000, Márquez *et al.*, 2006; Marcano, 2007; Morales, 2008; Ramírez, 2013) quienes afirman que en época de surgencia se desencadenan condiciones para que aumente la producción primaria, hay mayor cantidad de nutrientes y por ende mayor biomasa y densidad zooplanctónica. Esta mayor abundancia durante el período de relajación, pudo deberse a los aportes terrígenos, bien sea de las aguas de escorrentía o de los pozos sépticos de las viviendas cercana al margen costero, y a la respuesta del zooplancton en forma no sincronizada con el fitoplancton. Lo cual puede ocurrir como estrategia de crecimiento y reproducción en los consumidores, en especial en un ambiente de surgencia estacional, correspondiendo con la hipótesis de surgencia intermitente, como lo indicó Gade (1961), Roa y Urosa (1974), Benítez (2013), Márquez *et al.* (2016), Menge *et al.* (2013). Los cambios cíclicos de las condiciones ambientales, temporales y espaciales, como

resultado de la influencia de las mareas, corrientes, la esorrentía, los procesos atmosféricos y las actividades humanas traen consigo cambios tanto en la abundancia como en la biomasa y la composición de especies (Elliott y Mclusky, 2002).

Al comparar estos valores de abundancia zooplanctónica con trabajos previos realizados en la Ensenada de Turpialito y utilizando la misma metodología, como es el caso de Marín *et al.* (2004), así como empleando bombas de succión por García (2013) y Serrano (2015), se nota que las estimaciones de la abundancia son similares, a pesar de que estos estudios fueron intradiarios y quincenales, respectivamente. Sin embargo, los períodos de mayor abundancia no concuerdan con los trabajos antes mencionados, pero si, en gran parte en la composición, por lo que se puede inferir que esta metodología puede ser aplicable en otras investigaciones, teniendo en cuenta la periodicidad y los organismos que se deseen estudiar

Se ha demostrado que la variabilidad ambiental desempeña un papel importante en la determinación espacial y temporal en los patrones de distribución del zooplancton y en la composición de las especies (Richardson, 2008). Tal aseveración fue corroborado por el análisis estadístico BEST, donde los nutrientes juegan un papel primordial durante la época de surgencia y la temperatura, salinidad y el oxígeno disuelto, durante los períodos de transición y relajación.

Con respecto, a la composición microzooplanctónica, tanto en surgencia como en relajación, coincide con lo reportado para la zona nororiental de país por otros investigadores, tales como: Legare y Zoppi (1961), Zoppi (1961), Bastardo (1975), Urosa (1983), Marín *et al.* (2004), Márquez *et al.* (2011) y Benítez (2013), para la región del Golfo y la cuenca de Cariaco; consideran a los copépodos como los crustáceos más abundantes en el plancton representando entre el 60% y 95%. De igual manera, también coincide con las investigaciones de Ramírez (2013), García (2013) y Serrano (2015) para la misma zona de estudio.

En este sentido, los copépodos, desde un punto de vista trófico, representan un grupo de herbívoros-omnívoros, que es dominante en número, ya que su variación en abundancia contribuye a estructurar la comunidad del fitoplancton mediante pastoreo, y del

zooplancton a través de la transferencia de energía hacia niveles tróficos superiores (Giraldo *et al.*, 2014).

El hecho de haber disminuido en el período de transición podría explicarse por la disminución en la biomasa de los productores y por el aprovechamiento del zooplancton por los niveles superiores de la trama trófica (Burkill *et al.*, 1987).

La composición en el período de transición, fue inesperada completamente debido a que el dominio fue de los foraminíferos, seguido de las larvas de bivalvos y los copépodos con una representación muy baja. No obstante, resultados similares fueron obtenidos por Bermúdez y Seiglie (1963) y Seiglie y Bermúdez (1963) en una estación ubicada en la región central del Golfo de Cariaco, donde reportaron porcentajes de abundancia de foraminíferos planctónicos entre 70 y 100%.

Los foraminíferos han sido reportados por Añez (1983) y Casanova *et al.* (2007), en aguas superficiales, indicando que su presencia en la columna de agua se debe a un proceso de circulación vertical, además, de la interacción con sus depredadores, exposición al oleaje y la complejidad del hábitat, finalmente la diversidad de recursos y tolerancia fisiológica (Chavanich y Wilson, 2000). No obstante, De Miro (1971) y Miller (2004) señalan que las poblaciones de foraminíferos varían mucho durante el año tanto en cantidad como las especies que las componen y el grado de organización del sistema. Producto de la complejidad y diversidad de hábitats, los foraminíferos demuestran una elevada biodiversidad y abundancia como efecto de las diferentes necesidades ecológicas (Barbieri *et al.*, 2006).

En tal sentido, De Miro (1971) señaló que es necesario analizar la población de foraminíferos planctónicos en su conjunto, en relación con el conjunto de factores ambientales, pues, el comportamiento de las especies es el resultado de la interacción de varios factores ambientales, no de un solo parámetro en particular. De igual manera, Hemleben *et al.* (1989) indican que la asociación de foraminíferos planctónicos encontrada en un preciso instante, en un lugar determinado del océano, es el producto de una interacción compleja entre factores biológicos y factores físico-químicos. Dentro de factores biológicos, se engloban la disponibilidad de alimento, la depredación, la

reproducción y la presencia de simbioses. Este último factor parece ser el más determinante en cuanto a la distribución de los foraminíferos planctónicos, puesto que condiciona su posición dentro de la columna de agua, ya que muchos de estos simbioses son fotosintéticos, por lo que están restringidos a la zona fótica (Be y Hutson, 1977; Hemleben *et al.*, 1989).

Las especies *Globorotalia menardii*, *Hastigerina pelágica*, *Globigerina* sp<sub>1</sub> y sp<sub>2</sub>, constituyen la fauna de foraminíferos en el presente estudio y concuerda con lo reportado por Bermúdez (1960), Bermúdez y Seiglie (1963), Seiglie y Bermúdez (1963) De Miro y Marval (1967) y De Miro (1971) quienes las describen como especies frecuentes en el Golfo de Venezuela, siendo conocidas para la ciencia y descritas en otros ambientes costeros como el Golfo de Cariaco, lo que permite afirmar que estas especies son de distribución cosmopolita. La presencia de estas especies, viene dada a que son capaces de tolerar ciertos factores físico-químicos del medio pelágico (temperatura, nutrientes, oxigenación, luz, salinidad) y bióticos (ciclos de vida, simbioses algales, suplemento de alimento, depredación y demás relaciones interespecíficas; Be *et al.*, 1977; Boltovskoy 1981; Lohmann, 1992; Molina, 2004).

Encontrar la conexión de los cambios en la abundancia de las especies de foraminíferos con las variaciones de un factor ecológico/biológico particular es muy difícil debido a la complejidad en la interacción de los factores que los controlan (Arenillas, 2011). A pesar de esto, la abundancia y composición de los foraminíferos en la Ensenada de Turpialito, en los períodos estudiados fue corroborada con el ACC, el cual demostró diferencias marcadas entre las variables y las especies dominantes en cada época. En este sentido *Globigerina* sp<sub>1</sub> se relacionó con el impulso de nutrientes, en el período de transición evidenciando ese segundo pulso de surgencia (Rueda-Roa, 2000; Marín *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2007), mientras que *Hastigerina pelágica* y *Globigerina* sp<sub>2</sub> se asociaron con la entrada de menor salinidad a la ensenada, durante el período de relajación. Por su parte, *G. menardii* se registró únicamente durante el período de surgencia.

Con respecto a la ausencia de diferencias significativas entre la abundancia de los foraminíferos y las profundidades estudiadas, posiblemente esto ocurra a la poca

diferencia entre ellas. Es bien conocido que los organismos zooplanctónicos realizan migraciones verticales diarias (DVM; Vinogradov, 1970; Wen-Teng *et al.*, 2004; Villabona-González *et al.*, 2007) desde varios metros hasta cientos de kilómetros, en tal sentido, es posible que los rangos de profundidad para las migraciones verticales de estos zooplanctobiontes, sean superiores a los 16 metros. Por su parte, Seiglie (1963) y Arenillas *et al.* (2000) indicó que la abundancia de estos organismos aumenta con las profundidades.

La existencia de diferencias semanales en la mayoría de las variables hidrológicas e hidrobiológicas, así como en la abundancia microzooplanctónica, indican que este diseño muestral, utilizando pequeñas escalas espaciales, es adecuado para mostrar las variaciones en la comunidad microzooplanctónica. No obstante, en aquellas variables que no se encontraron diferencias pudieran estar involucrados 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 microzooplanctónica como las asociaciones con otros organismos, son aspectos importantes de considerar en estudios posteriores en la misma área de estudio.

## CONCLUSIONES

Las variaciones temporales y verticales de las variables hidrográficas en la Ensenada de Turpialito van a depender principalmente del cambio estacional de la intensidad de las surgencias, las cuales están estrechamente relacionadas con el régimen de los vientos alisios.

La abundancia mayor microzooplanctónica se registró en la época de relajación, debido a los aportes terrígenos, bien sea de las aguas de escorrentía o al aporte de aguas servidas de las viviendas cercanas.

La variabilidad temporal del zooplancton en la Ensenada de Turpialito, sugiere que la abundancia y composición de la producción secundaria no es constante durante todo el año, lo cual dependen en gran parte de los factores físico-químicos que inducen la productividad del golfo.

No se encontró diferencias significativas en la abundancia microzooplanctónica con respecto a las profundidades estudiadas.

La composición microzooplanctónica estuvo dominada por los copépodos (>50%) tanto para el período de surgencia como en relajación, mientras que en el período de transición se registró una menor variedad de grupos zooplanctónicos, representada principalmente por foraminíferos (51,34 %) y larvas de bivalvos (39,24%).

Se identificaron cuatro especies de foraminíferos, siendo *Globorotalia menardii* la más abundante para el período de surgencia, seguida por *Hastigerina pelágica* y en abundancias muy bajas *Globigerina* sp<sub>1</sub> y *Globigerina* sp<sub>2</sub>.

No se halló diferencias significativas entre la abundancia de los foraminíferos y las profundidades estudiadas, evidenciándose una homogeneidad de la comunidad de foraminíferos en la columna de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, 26: 32–46.
- Añez, T. 1983. *Distribución y abundancia del zooplancton (excepto copépodos), entre Boca del Río (Isla de Margarita) y la Isla de Cubagua (edo. Nueva Esparta)*. Trabajo. Grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Arenillas, I.; Alegret, L.; Arz, J. y Molina, E. 2000. El uso didáctico de los foraminíferos en la enseñanza de ciencias de la tierra. *AEPECT*, 8: 108-118.
- Arenillas, I. 2011. Análisis paleoecológico de foraminíferos planctónicos del tránsito Daniense-Selandiense en el Tetis y sus implicaciones taxonómicas *Rev. Española de Micropaleontología*, 43 (1-2): 55-108
- Arenillas, I. y Arz, J. 2013. New evidence on the origin of nonspinose pitted-cancellate species of the early Danian planktonic foraminifera. *Geol. Carpat.*, 64: 237-251.
- Astor, Y.; Müller-Karger, F.; Bohrer, R.; Troccoli, L. y García, J. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutriente en la Fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*, 161: 235-252.
- Barbieri, R.; Hohenegger, J. y Pugliese, N. 2006. Foraminifera and environmental micropaleontology., *Mar. Micropaleontol.* 61: 1 - 3.
- Bastardo, H. 1975. *Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco, Venezuela*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Be, A. W. H. y Hutson, W. H. 1977. Ecology of planktonic foraminifera and biogeographic patterns of life and fossil assemblages in the Indian Ocean. *Micropaleontol.*, 23: 369-414.
- Beaugrand, G.; Ibañez, F. y Reid, P. 2000. Spatial, seasonal and long-term fluctuations of plankton in relation to hydro climatic features in the English Channel, Celtic Sea and Bay of Biscay. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 200: 93-102.
- Belford, D. J. 1962. Miocene and Pliocene planktonic Foraminifera, Papua-New Guinea. *Bull. Bur. Miner. Resour. Geol. Geophys. Aust.*, 62:1-51.
- Benítez, M. 2013. *Variación espacial y temporal del zooplancton en el Golfo de Cariaco Estado Sucre, Venezuela*. Trabajo de maestría. Departamento de Biología, Cumaná, Venezuela.
- Benítez-Díaz, M.; Castellanos-Páez, M.; Garza-Mouriño, G.; Ferrara-Guerrero, M. y

- Pagano, M. 2014. Spatio temporal variations of zooplankton community in a shallow tropical brackish lagoon (Sontecomapan, Veracruz, Mexico). *Zool Stud.*, 53: 1
- Bermúdez, P. 1960. Foraminíferos planctónicos del Golfo de Venezuela. *Mem. Soc. Cie. Nat. La Salle*, 20: 905-928.
- Bermúdez, P. y Seiglie, G. 1963. Estudio sistemático de los foraminíferos del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 2: 3-267.
- Bidigare, R. 1983. Nitrogen excretion by marine zooplankton. *En Nitrogen in the marine environment*. Ed. E. Carpenter & D. Capone. Academic Press, New York. 385-409.
- Bolli, H. M., 1957. The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene-Lower Eocene lizard Springs Formation of Trinidad, BWI.
- Boltovskoy, E. 1976. Distribution of recent foraminifera of the South American region. *Foraminifera*, 2, 171-236.
- Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial del INIDEP, Mar de Plata, Argentina.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden the Netherlands. Vol. I y II.
- Boltovskoy, E. y Boltovskoy, D. 1970. Foraminíferos planctónicos vivos del Mar de la Flota (Antártica). *Rev. Esp. Micropal.*, 2: 27-44.
- Bonilla R.; J. y Lin, A. 1979. Materia Orgánica en los Sedimentos de los Golfos de Paria y Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 18: 37-52.
- Bonilla R., J.; Senior, W. Bugden, J. Safino, O. y Tones, R. 1993. Seasonal distribution of the nutrients and primary productivity in the eastern Caribbean as the influence by the Orinoco river. *J. Geophys. Res.*, 98: 2245 – 2259.
- Bowden, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Ellis Horwood series in marine science, Ellis Horwood Limited.
- Burkill, P.; Mantoura, R.; Llewellyn, C. y Owens, N. 1987. Microzooplankton grazing and selectivity of phytoplankton in coastal waters. *Mar. Biol.*, 93: 581-590.
- Calbet, A. y Landry, M. R. 2004. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems. *Limnol. Oceanogr.*, 49: 51-57.
- Calbet, A.; Alcaraz, M.; Atienza, D.; Broglio, E. y Vaqué, D. 2005. Zooplankton

- biomass distribution patterns along the western Antarctic Peninsula (December 2002). *J. Plankton Res.*, 27: 1195-1203.
- Calbet, A. 2008. The trophic roles of microzooplankton in marine systems. *ICES. J. Mar. Sci.*, 65: 325-331.
- Calonge, A.; Caus, E. y García, J. 2001. Los foraminíferos: presente y pasado. *AEPECT*, 9: 144-150.
- Calvo, A. 2013. *Variación a corto plazo del fitoplancton en la estación hidrobiológica de Turpialito, Estado Sucre, durante la época de lluvias*. Trabajo. Grado. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Casanova, E.; Zoppi, E. y Montiel, E. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplancton en el Archipiélago los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46: 51-65.
- Chavanich, S. y Wilson, K. 2000. Rocky intertidal zonation of Gammaridean Amphipods in Long island sound, Connecticut. *Crustaceana*, 73: 835-846.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 117-143.
- Coloma, C. Marchant, M. y Hebbeln, D. 2005. Foraminíferos planctónicos durante el niño 1997-98 del área de Coquimbo (30°S; 73°W), Chile. *Gayana*, 69: 48-77
- Coral-Hinostroza, G. N. y Segura-Vernis, L. R. 1979. Ecology and distribution of the recent Foraminifera of the Chautengo Lagoon, Guerrero. *Rev. Inst. Geología*, 3: 170-183
- Cortina, G. 2012. *Impacto de los cambios climáticos y del nivel del mar en el margen continental del Golfo de León (Mediterráneo Occidental) desde 133 ka a 400 ka*. Trabajo Doctoral. Universidad de Salamanca. España.
- David, V.; Sautour, B.; Chardy, P. y Leconte, M. 2005. Long-term changes of the zooplankton variability in a turbid environment: the Gironde Estuary (France). *Estuar. Coas. Shelf. Sci.*, 64: 171-184.
- De Miro, M. y Marval, J. 1967. Foraminíferos planctónicos vivos de la fosa de Cariaco y del talud continental de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 27: 11-34.
- De Miró, M. D. 1971. Los foraminíferos planctónicos vivos y sedimentos del margen continental de Venezuela. *Act. Geol. Hispánica*, 4: 102-108.
- Du Châtelet, E.; Debenay, J. P. y Soulard, R. 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbours. *Environl Pollut.*, 127: 27-40.

- Dugdale, R.; Wilkerson, F. y Morel, A. 1990. Realization on of new production in coastal upwelling areas: A means to compare relative performance. *Limnol. Oceanogr.*, 35: 822-829.
- Elliott, M. y Mclusky, D. S. 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuar. Coast. Shelf. S.*, 55: 815-827.
- Espinosa-Carreón, T.; Gaxiola-Castro, G.; Robles-Pacheco, J. y Najera-Martínez, S. 2001. Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a* en aguas costeras de la Ensenada del sur de Baja California. *Cien. Mar.*, 27: 396-422.
- Esqueda-Escárcega, G.; Hernández-Trujillo, S.; Aceves-Medina, G.; Futema-Jiménez, S. y Hernández-Alfonso, J. 2013. Pastoreo del microzooplancton en la Ensenada de la Paz, B.C.S., México. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41: 545-557.
- Fernández, L. 2010. Foraminíferos (Protozoa: Foraminiferida) del estuario del río Contaco (40°33' S; 73°43' O), Chile. *Bol. Biod. Chile*, 4: 18-62.
- Ferraz-Reyes, E., Mandelli, E. y Reyes, G. 1987. Fitoplancton de La Laguna Grande del Obispo, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 26: 111-124.
- Figueroa, D. 2002. *Zooplancton de formaciones coralinas: composición y distribución espacial de los ambientes neríticos*. Trabajo de grado. Departamento de Biología Universidad de Oriente, Cumaná.
- Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela (I). Year to year change of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr., Venezuela*, 4 (2): 223-233.
- Gaard, E. 1999. The zooplankton community structure in relation to its biological and physical environment on the Faroe Shelf, 1989–1997. *J. Plankton Res.*, 21: 1133–1152.
- Gade, H. G. 1961. Further hydrographic observations in the south eastern Caribbean Sea and the adjacent Atlantic Ocean with special reference to the influence of the Orinoco River. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 1: 359-395.
- Gajardo, M. y González, H. 2013. Characterization of event El Niño, La Niña and Normal Conditions by planktonic foraminifera (2006-2007) in central southern Chile. *Cienc. Mar.*, 39: 239-252.
- García, D. 2013. *Distribución vertical y temporal del zooplancton con sistema de filtración por bomba en la Ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Gasca, R y Suárez, J. 1996. *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El colegio de la frontera del sur. ECOSUR, D.F. México, México.

- Giraldo, A.; Valencia, B.; Acevedo, J. y Rivera, M. 2014. Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 117-132.
- Gómez, A. 1996. Causa de la fertilidad en el Nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21: 140-146.
- González, F.; Zoppi, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Invest. Mar.*, 34: 37-45.
- Hayward, B. W. y Hollis, C. J. 1994. Brackish foraminifera in New Zealand: A taxonomic and ecologic review. *Micropaleontol.*, 40:185-221.
- Hemleben, C.; Spindler, M. y Anderson, O. R. 1989. *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer-Verlag, New York Inc., USA.
- Hutchinson, T. 1978. Effects of long lignite burns onarticecosistemas at Thesmoking Hills, N. W. T. Trace Substances in Enviromental Health XII, D. D. Heemphill. University of Missouri, Columbia.
- Jannou, G. 2009. *Microfósiles marinos del eoceno inferior, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina: bioestratigrafía, paleoambiente y paleobiogeografía*. Trabajo doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Jasper, C.; Nielsen, T.; Carstensen, J.; Hopcroft, R. y Moller, E. 2009. Metazooplankton distribution across the Southern Indian Ocean with emphasis on the role of Larvaceans. *J. Plankton Res.*, 5: 525-540.
- Kogan, M. 2005. *Estudio de la composición específica, abundancia y distribución espacial del microzooplancton (protozoos y micrometazoos) en el estuario del río de la plata (Argentina-Uruguay)*. Trabajo doctoral. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Universidad de Buenos Aires.
- Langer, M. R. 2008. Assessing the contribution of foraminiferal protists to global ocean carbonate production. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 55:163-169.
- Laprise, R. y Dodson, J. 1994. Environmental variability as a factor controlling spatial patterns in distribution and species diversity of zooplankton in the St. Lawrence Estuary. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 107: 67-81.
- Lee, J.J.; Pawlowski, J.; Debenay, J. P.; Whittaker, J.; Banner, F.; Gooday, A. J.; Tendal, O.; Haynes, J. y Faber, W.W. 2000. *Phylum Granuloreticulosa*. In: Lee, J. J., Leedale, G. F., Bradbury, P. (Eds.): The illustrated guide of the Protozoa. second ed. Society of Protozoologists, Allen Press, Laurence.
- Legare, H. y Zoppi, E.1961. Notas sobre la abundancia y distribución de quetognatos en

- las aguas del oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 1: 3-25.
- Lenz, J. 2000. Introduction. In: R. P. Harris, P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal y M. Huntley (eds.). ICES zooplankton methodology manual. Academic Press, London.
- Libes, S. 1992. *An introduction to Marine Biogeochemistry*. John Wiley y Sons, Inc. New York, USA. 734 pp.
- Levinton, J. 1995. *Marine biology*. Oxford University Press, Inc, U.S.A.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical *Euvola (Peten) ziczac (L.)* in suspended culture in the Golf de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 119: 345-353.
- Lohmann, G. P. 1992. Increasing seasonal upwelling in the subtropical South Atlantic over the past 700,000 yrs: Evidence from deep-living planktonic foraminifera. *Mar. Micropaleontol.*, 19: 1-12.
- Luzuriaga De Cruz, M. 2014. Foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano: taxonomía y distribución. *Acta Oceanogr. Pacífico*, 19: 399-439.
- 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 grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Marchant, M. 1997. *Rezente y spätquartäre sedimentation planktischer foraminiferenim Peru-Chile strom*. Trabajo Doctoral, Sonder for schungsbereich.
- Marchant, M. y Gajardo, N. 2010. Foraminíferos planctónicos recientes (Foraminifera). Bibliografía sobre biodiversidad acuática de Chile. Comité Oceanográfico Nacional, *Valparaíso*, 37-42.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 25: 141-205.
- 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. Científica, FCV-LUZ*, 14: 133-139.
- Márquez, B.; Marín B.; Zoppi, E. y Moreno C. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 45: 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. Venezuela*, 42: 241-52.
- 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. Venezuela*, 44: 737-749.
- Márquez, B.; L. Troccoli; L. Marcano; J. Morales, T. Allen; B. Marín y R. Díaz. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 45: 61 – 78.
- Márquez, B.; Benítez-Brito, M. y Troccoli, L. 2016. Hidrografía y cambios estructurales del mesozooplancton en el golfo de Cariaco, en dos períodos contrastantes. *Rev. Biodivers. Neotrop.* 6: 135- 146.
- Martinez, J. y Bedoya, G. 2001. Recent planktonic foraminifera from deep-sea sediments from the eastern equatorial pacific: proxies of the equatorial front in the late quaternary. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 30: 151-176.
- Menge, B. A., y Menge, D. N. (2013). Dynamics of coastal meta-ecosystems: the intermittent upwelling hypothesis and a test in rocky intertidal regions. *Ecological Monographs*, 83: 283-310.
- Miller, C. B. 2004. *Biological Oceanography*. Wiley-Blackwell.
- Molina, E. 2004. Foraminíferos planctónicos: *Globigerinina*. *Micropaleontología*. 127-158.
- 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 grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Morales, J. 2014. *Distribución vertical de los copépodos en la depresión de Guaracayal, Golfo de Cariaco, Venezuela*. Tesis de Posgrado en Ciencias Marinas. Tesis de posgrado. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Mullin, M. 1993. *Webs and scales: physical and ecological processes in marine fish recruitment*. Washington Sea Grant Program. The University of Washington Press. Seattle.
- Náñez, C. y Malumián, N. 2008. *Foraminiferida*. En Camacho, Horacio H. ed.; Longobucco, M. ed. *Los invertebrados fósiles*. Buenos Aires, Universidad Maimónides. Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

- Okuda, T.; J. Álvarez; J. Bonilla, y G. Cedeño. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 17: 69-88.
- Pabón, A. 2001. *Variations of zooplankton community structure across a neritic-oceanic gradient off La Parguera*. Puerto Rico. M. S. Thesis. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.
- Palma, S. y Rosales, S. 1995. Composición, distribución y abundancia estacional del macrozooplancton en la Bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.*, 23: 49-66.
- Parsons, R.; Takahashi, M. y Hargrave, B. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, London.
- Peñuela, M. 2000. *Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial de la fosa de Cariaco, Venezuela*. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Philippart, C.; Cadée, G.; Van Raaphorst, W. y Riegman, R. 2000. Long-term phytoplankton nutrient interactions in a shallow sea: algal community structure, nutrient budgets, and denitrification potential. *Limnol. Oceanogr.*, 45: 131-144.
- Quintero, A.; J. Bonilla, L.; Serrano, M.; Amaro, B.; Rodríguez, G.; Terejovay, G. y. Figueroa, Y. 2004. Características ambientales de la bahía de Mochima y adyacencias de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 44: 123-132.
- Ramírez, A. 2013. *Densidad y distribución vertical del zooplancton durante tres períodos del año, en Turpialito, Golfo de Cariaco Venezuela*. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Cumaná.
- Richards, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I. Cabo Tres Puntas to Curacao including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep-Sea Res.*, 7: 163-182.
- Richardson A. J. 2008. In hot water: zooplankton and climate change. *ICES. J. Mar. Sci.*, 65: 279-95.
- Rivas-Rojas, T.; Díaz-Ramo, J.; Troccoli-Ghinaglia, L.; Charzeddine, L.; Subero-Pino, S. y Márquez, A. 2007. Variación diaria de algunas variables físico-químicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46:13-21
- Roa, T. y Urosa, L. 1974. Ecología del Zooplancton en el Golfo de Cariaco. Parte I variabilidad de la biomasa del Zooplancton durante el periodo de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 13: 67-78.

Rodríguez-Sáenz, K. y Morales-Ramírez, A. 2012. Composición y distribución del mesozooplankton en una zona de afloramiento costero (Bahía Culebra, Costa Rica) durante la niña 1999 y el 2000. *Rev. Biol. Trop.*, 60: 143-157

Rueda-Roa, 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. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.

Rueda-Roa, D. 2012. *On the spatial and temporal variability of upwelling in the Southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of the panish sardine (Sardinella aurita)*. Trabajo doctoral. University of South Florida.

Roman, M.; Holliday, D. y Sanford, L. 2001. Temporal and spatial patterns of zooplankton in the Chesapeake Bay turbidity maximum. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 213: 215-227.

Sabatés, A. 1990. Changes in the heterogeneity of mesoscale distribution patterns of larval fish associated with a shallow coastal haline front. *Estuar, Coast Shelf Sci.*, 30: 131-140.

Salazar-Gómez, Y.; Díaz-Ramos, J.; Rincones, K.; Charzeddine, L.; Subero-Pino, S.; Troccoli-Ghinaglia, L., Márquez, B., Marín, B.; Márquez, A. y Hernández, D. 2011. Cambios diarios de la biomasa fitoplanctónica en la bahía de Mochima, Venezuela, durante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50: 69-77.

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

Seiglie, G. 1963. Una nueva especie del género *Globigerina* del reciente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 2: 89-93.

Seiglie, G. y Bermúdez, P. 1963. Distribución de los foraminíferos del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 2: 149-193.

Serrano, R. 2015. *Variación espacial y temporal en dos ambientes neríticos del nororiente de Venezuela*. Tesis de postgrado Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná.

Sieburth, J.; Smetacek, V. y Lenz, J. 1978. Pelagic ecosystem structure heterotrophic compartments of plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.*, 23:1256-1263.

Simpson, J. y Griffiths, R. 1972. Afloramiento y otras características oceanográficas de

- aguas costeras del nordeste de Venezuela. *MAC. Ser. Rec. Exp. Pesq.*, 2: 2-53.
- Smith, D. 1977. *A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae*. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.
- Sokal, R. y Rohlf, F. 1981. *Biometry*. 2nd.edition. W.H. Freeman and Co., San Francisco. USA.
- Soto, P.; Troccoli, L.; Díaz, J.; Martínez, G. y Crescini, R. 2015. Variabilidad a corto plazo de la hidrografía y fitoplancton en la Ensenada de Turpialito, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 54: 125-137.
- Špoljar, M.; Tomljanović, T.; Dražina, T.; Lajtner, J.; Štulec, H.; Matulić, D. y Fressl, J. 2016. Zooplankton structure in two interconnected ponds: similarities and differences. *J. C. Fisheries*, 74: 6-13.
- Su, H., Lin, H. y Hun, J. 2004. Effects of tidal flushing on phytoplankton in a eutrophic tropical lagoon in Taiwan. *Est. Cost. Shelf. Sci.*, 61 (4):739-750
- Subero, P., S. 1994. *Distribución vertical del fitoplancton en una estación ubicada en la zona de Turpialito, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. Octubre 92 – Octubre 93*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná.
- Suthers, I. y Rissik, D. 2009. *Plankton. A guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO publishing.
- Todd, C. y Laverack, M.. 1991. *Coastal marine zooplankton. A Practical Manual for Students*. Cambridge University Press.
- Trégouboff, G. y Rose, M. 1957. *Manuel de planctologie mediterrannée*. I y II. Editions du centre de la recherches scientifique. Paris.
- Urosa, L. 1980. Nauplii Balanomorfos y variación diurna de la temperatura en la Ensenada de Turpialito, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 19 (1-2): 73- 91.
- Urosa, L. 1983. Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 22 (1-2): 125- 143.
- Veliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. *Memorias del seminario sobre indicadores biológicos del plancton. IMARPE, Callao*.
- Vergara, O.; Marchant, M. y Giglio, S. 2008. Radiolarios polycystina (Protozoa: Nassellaria y Spumellaria) sedimentados en la zona centro-sur de Chile (36°- 43° S). *Gayana*, 72: 79-93.

Villabona-González, S., R. A. Gavilán-Díaz & A. L. Estrada-Posada. 2007. Cambios nictemerales en la distribución vertical de algunos microcrustáceos en un lago artificial del Neotrópico (Colombia). *Limnetica*, 26: 75-88.

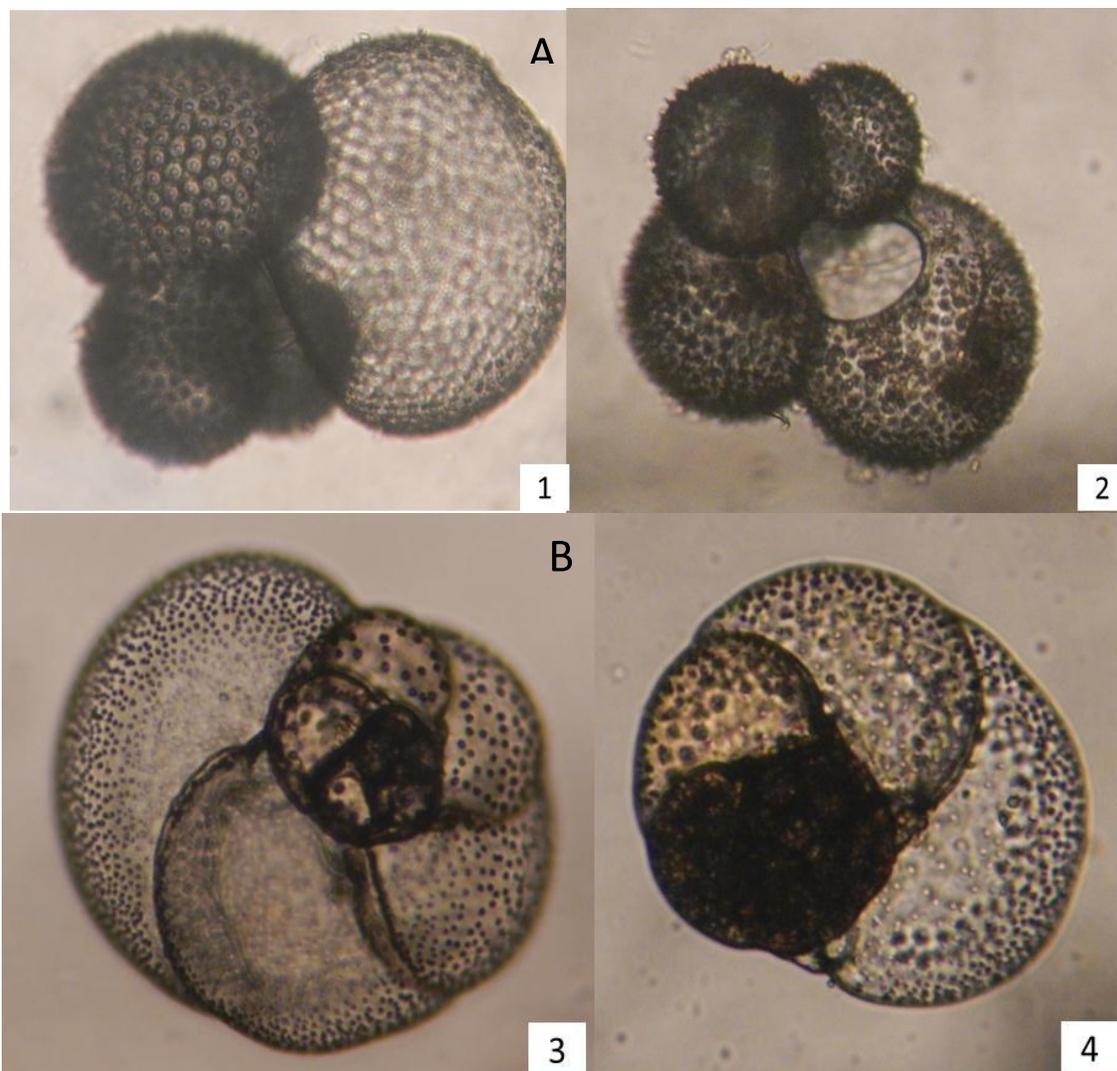
Vinogradov, M. 1970. Vertical distribution of the oceanic zooplankton. Israel Program Scientific Translation Jerusalem.

Wen-Tseng, L.; Chia-Lu, C. y Chang-Tai, S. 2004. Seasonal distribution of copepods in Tapong Bay, Southwestern Taiwan. *Zool. Stud.*, 43: 464- 474.

Zoppi, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 1: 219-248.

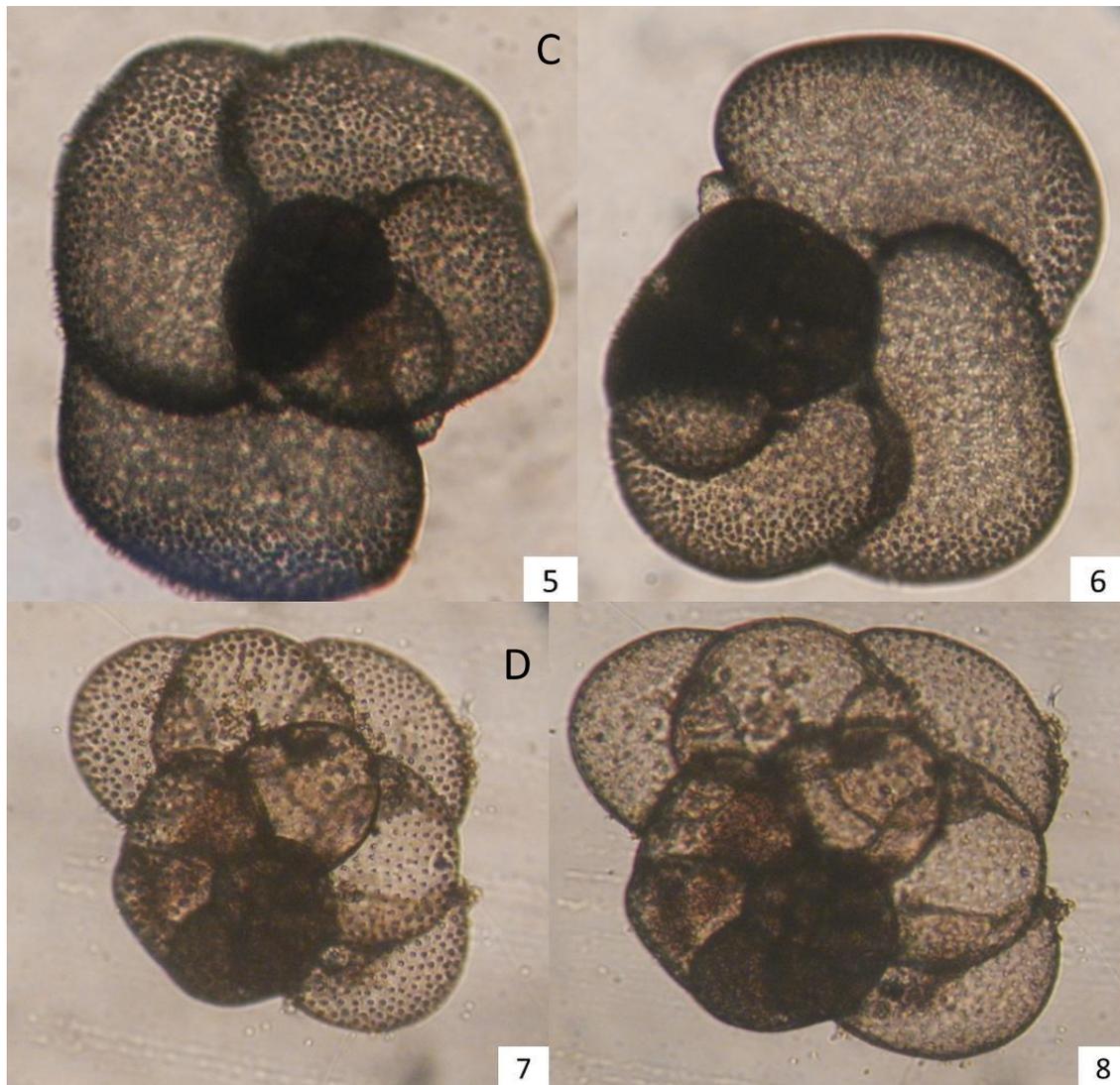
## APÉNDICES

### APÉNDICE 1



Apéndice 1. Ejemplares capturados de: (A) *Hastigerina pelágica*: (1) lado dorsal, (2) lado ventral y (B) *Globorotalia menardii*: (3) lado dorsal, (4) lado ventral, en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## APÉNDICE 2



Apéndice 2. Ejemplares capturados de: (C) *Globigerina* sp<sub>1</sub>: (4) lado dorsal, (5) lado ventral y (D) *Globigerina* sp<sub>2</sub>: (6) lado dorsal, (7) lado ventral, en la Ensenada de Turpialito, desde marzo a noviembre de 2014.

## HOJAS DE METADATOS

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

<b>Título</b>	<b>“DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y TEMPORAL DEL MICROZOOPLANCTON, CON ÉNFASIS EN LOS FORAMINÍFEROS, EN LA ENSENADA DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA”</b>
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<b>Blanco Azocar, Audelys Milagros</b>	<b>CVLAC</b>	21.095.662
	<b>e-mail</b>	audelysb@gmail.com
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

<b>Foraminíferos planctónicos</b>
<b>Ecología del zooplancton</b>
<b>Mar Caribe</b>
<b>Golfo de Cariaco</b>
<b>Surgencia costera</b>

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias del Agro y del Mar	Biología
	Biología Marina
	Ecología del zooplancton

### Resumen (abstract):

El zooplancton marino es el encargado de transferir la energía de la producción primaria a los niveles superiores. Por tal motivo, se evaluó la biomasa y distribución espacial y temporal del microzooplancton, con énfasis en foraminíferos, en la Ensenada de Turpialito. Se recolectaron muestras semanales, durante los períodos de surgencia (marzo-abril), transición (junio-julio) y relajación (octubre-noviembre) de 2014, con una botella Niskin (5 L), posteriormente fue filtrada con un tamiz de 100  $\mu\text{m}$ . Las muestras fueron contabilizadas con una cámara de Bogorov, empleando una lupa estereoscópica e identificadas por medio de claves taxonómicas. De manera general, la temperatura (20,01-28,7°C), la salinidad (30-40 ups) y la conc. de oxígeno disuelto (2,5-10,8  $\text{mg l}^{-1}$ ) mostraron diferencias significativas con respecto al tiempo (semanas y períodos), solo el oxígeno presentó variación vertical significativa. La conc. de clorofila *a* osciló entre ND - 13,2  $\text{mg m}^{-3}$  siguiendo la tendencia de las variables antes descritas, con los valores más altos en surgencia. Las concentraciones de nutrientes fueron altas (medias de 0,8; 0,3; 4,1; 0,3 y 4,3  $\mu\text{mol l}^{-1}$  de amonio, nitrito, nitrato, fosfato y silicato, respectivamente). La abundancia zooplanctónica presentó un total de 250 900  $\text{org m}^{-3}$  mostrando diferencias significativas ( $F= 3,28$ ;  $p < 0,05$ ) entre los períodos, registrándose valores elevados en relajación (154 700  $\text{org. m}^{-3}$ ), seguido de surgencia (62 700  $\text{org. m}^{-3}$ ). No se observaron diferencias verticales significativas ( $F= 1,24$ ;  $p > 0,05$ ). La composición microzooplanctónica estuvo representada por 14 grupos en el período de surgencia, dominado por los copépodos (66,19%). En transición con 8 grupos, dominando los foraminíferos (51,34%), larvas de bivalvos (39,24%). Para el periodo de relajación 16 grupos, los copépodos volvieron a dominar con un 51,84%, seguido de los foraminíferos con un 21,78%. Se identificaron cuatro especies de foraminíferos, siendo *Gloroborotalia menardii* la más abundante para el período de surgencia, seguida por *Hastigerina pelágica* y en abundancias muy bajas *Globigerina* sp<sub>1</sub> y *Globigerina* sp<sub>2</sub>, para los períodos subsecuentes. El análisis Best-Bioenv demostró que la abundancia microzooplanctónica en el período de surgencia, fue explicado por los nutrientes (nitrito, fosfato, silicato), mientras en relajación se asoció con la salinidad y el oxígeno disuelto, y en transición se relacionó con la salinidad, nitrito y temperatura. La abundancia y composición zooplanctónica mostró variaciones temporales. corroboradas por el ACC, el cual demostró diferencias marcadas entre las variables y las especies dominantes en cada época. La abundancia microzooplanctónica en la Ensenada de Turpialito fue mayor en relajación lo que sugiere que los aportes terrígenos producto de las aguas de escorrentía, así como aportes antropogénicos influyeron sobre la comunidad zooplanctónica.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Dra. Brightdoom Marquez</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>10.856.800</b>
	<b>e-mail</b>	<b>bmarquez2001@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Dr. Luis Troccoli</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>5.011.895</b>
	<b>e-mail</b>	<b>luis.troccoli@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Ph.D. María Alejandra Balza</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>8.277.452</b>
	<b>e-mail</b>	<b>malebalza@yahoo.com</b>
	<b>e-mail</b>	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2017	05	30
------	----	----

Lenguaje: SPA

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-blanca.doc	Application/word

Alcance:

Espacial: REGIONAL  
Temporal: TEMPORAL

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

Licenciado en Biología

**Nivel Asociado con el Trabajo:**

Licenciado

**Área de Estudio:**

Biología

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

Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela.

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU Nº 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 Nº 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.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLANOS CUMBELO**  
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/marija

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

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

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



**Audelys Milagros Blanco Azocar**

**Autor**



**Brightdoom Márquez**

**Asesor Académico**