

## COPÉPODOS PLANCTÓNICOS DEL COMPLEJO CENAGOSO DE MALAMBO (ATLÁNTICO, COLOMBIA) Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA

Liseth Atencio F.<sup>1,2</sup>, Luís Gutierrez M.<sup>1,3</sup>, Santiago Gaviria M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Biodiversidad del Caribe Colombiano, grupo de Investigación, departamento de Biología, Universidad del Atlántico., Km 7 antigua vía a Puerto;

, Universidad del Atlántico Colombia, A.A. 1890, Barranquilla, Colombiano; <sup>2</sup>e-mail: lucasliseth@yahoo.com;

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Básicas; <sup>4</sup>Departamento de Limnología e Hidrobiología, Universidad de Viena.

**Resumen.** Se estudiaron los copépodos planctónicos en el complejo cenagoso de Malambo, localizado al nororiente del Departamento del Atlántico, Colombia durante un pulso de inundación de un régimen hidrológico anual. Este sistema de ciénagas se encuentra conectado al Río Magdalena y está compuesto por tres ciénagas: Bahía, Malambo y Convento y sus cuatro respectivos caños de interconexión: caño de Soledad, Hondo, Tortuga y Pingüino.

Las especies de copépodos colectadas y sus respectivos porcentajes en la abundancia total fueron *Notodiaptomus maracaibensis* (49 %), *Notodiaptomus coniferoides* (21 %), *Mesocyclops venezolanus* (16 %) y *Thermocyclops tenuis* (14 %). Las tres últimas especies constituyen nuevos reportes para el Departamento del Atlántico. Las abundancias fueron mayores para las ciénagas que para los caños, lo que coincide con su biología ya que estas especies colonizan más fácilmente ecosistemas lénticos. Durante el muestreo se presentaron menores abundancias en el mes de diciembre, debido posiblemente a un efecto de dilución, de la inundación de las ciénagas desde el río Magdalena. Comparativamente se presentaron las mayores abundancias en enero y febrero (periodo de estiaje y aguas bajas) esto se relaciona con la remoción y concentración de nutrientes (por disminución el volumen del cuerpo de agua) favoreciendo la producción de fitoplancton, lo cual incrementa la oferta alimenticia de estas especies.

La abundancia de copépodos presentaron correlación con algunos factores físicos y químicos del agua; directa con el oxígeno disuelto, SST, pH, dureza, inversa con nitrato y el amonio. Las especies encontradas *N. coniferoides*, *M. venezolanus* y *T. tenuis* se correlacionaron directa y significativamente con los SST. Mientras que *N. coniferoides*, *N. maracaibensis* y *T. tenuis* se correlacionaron directa y significativamente con el oxígeno disuelto. *N. coniferoides* fue la especie que correlacionó con mayor número de factores (oxígeno disuelto, SST, dureza, pH, nitratos, amonio), indicando que es la especie más sensible a los cambios físicos y químicos del agua.

**Palabras Claves:** Copépodos, ciénaga, caños, abundancia, ciclo hidrológico, Atlántico-Colombia

**Abstract.** Planctonic copepods were studied during one flood pulse of an annual hydrological regimen in the Complejo Cenagoso de Malambo, located in the northeast of the department of Atlántico, Colombia. This aquatic system is connected with the Magdalena River and composed by three lagoons: Ciénaga Bahía, Malambo and Convento and their four respective interconnection drains Caño Soledad, Hondo, Tortuga and Pinguño.

The collected species and their respective percentage in the total abundance were as follows *Notodiaptomus maracaibensis* (49%), *Notodiaptomus coniferoides* (21%), *Mesocyclops venezolanus* (16%) and *Thermocyclops tenuis* (14%). Last three species constitute new records for the Departamento del Atlántico. The abundances were higher for the lagoons than for the drains, coincide with the biology of the species; they show preference for lentic ecosystems. During the hydrological system lower abundance was achieved in December, due possibly to a dilution effect of the river over the lagoons. Meanwhile, the larger abundances were present in January in agreement with the highest reproduction rate in the studied period. In the dry season larger abundance was found that the rainy season, owing to, evaporation increases and the water volume decreases, concentrating the nutrients and favoring phytoplankton production; thus food supply for copepods increases.

Abundance of copepods were correlated with some physical and chemical factors of the water, correlated directly with dissolved oxygen, total suspended solids (TSS), pH, hardness and inversely with nitrates, ammonium. *N. coniferoides*, *M. venezolanus* and *T. tenuis* correlated directly and significantly with TSS. Meanwhile *N. coniferoides*, *N. maracaibensis* and *T. tenuis* correlated directly and significantly with dissolved oxygen. *N. coniferoides* was the species that correlated with the highest number of parameters (dissolved oxygen, TSS, hardness, pH, nitrates, and ammonium), indicating the highest sensitivity to physical and chemical changes in the water.

**Keywords:** Copepods, lagoons, drains, abundance, hydrologic cycle, Atlántico-Colombia

## 1. Introducción

El zooplancton (protozoarios, rotíferos y microcrustáceos) como parte de la estructura de los ecosistemas acuáticos continentales sigue este esquema y es considerado un eslabón básico en la cadena trófica por constituir alimento para los peces en estado de poslarva y alevino. Los copépodos, cladóceros y rotíferos tienen un valor potencial como indicadores de trofismo, ya que responden rápidamente a las variaciones ambientales (1); existen algunas especies de copépodos que se consideran indicadores de condiciones de oligotrofia de las aguas, por desarrollarse en hábitats bien oxigenados y bajos en nutrientes. En la zona

neotropical es insuficiente el conocimiento sobre la ecología de estos grupos, por esta razón es relevante tener en cuenta que junto al factor biológico, se deben caracterizar los factores físicos y químicos del agua que son determinantes en la comprensión de la dinámica poblacional (op. cit.).

Las investigaciones del zooplancton en el trópico suramericano se han incrementado en las últimas décadas, trabajos realizados por Dussart (1982, 1984), Vasquez (1984), Infante (1988), Saunders & Lewis 1988 en Venezuela; J. Reid (1985, 1987), Paggi & De Paggi S. (1990), Sendacz (2001) en Brasil, han contribuido valiosos aportes sobre la taxonomía, hábitos, biología y ecología de los principales grupos (2). En Colombia, paulatinamente se comenzó a incluir organismos zooplanctónicos en trabajos limnológicos, en el trabajo realizado por Roldán et al, (1984) y Ramírez (1986, 1987) se incluyeron algunas especies zooplanctónicas, colectadas en el estudio limnológico de la represa El Peñol y la Laguna del Parque Norte, respectivamente (op cit.). (3) y (4), estudiaron las comunidades de copépodos y rotíferos, respectivamente, en la ciénaga de Guarinocito en el Magdalena medio. (5) estudiaron la composición taxonómica del zooplancton en el embalse Betania en Huila. (6) realizo un estudio sobre la distribución de rotíferos en un lago inundable del río Amazonas. (7) realizaron un trabajo sobre la estructura de la comunidad zooplanctónica de un pequeño lago tropical.

En el Departamento del Atlántico, los estudios sobre zooplancton iniciaron en 1956 por (8) quien realizo la descripción de especies de copépodos encontrados en la zona de Barranquilla sin especificar el cuerpo de agua. Años más tarde (9), contribuye al conocimiento sobre la composición y comportamiento del zooplancton en el embalse del Guájaro. En los últimos años los estudios realizados sobre la ecología del zooplancton en cuerpos de aguas continentales del departamento, se han incrementado con investigaciones realizadas en el río Magdalena (10), en ciénegas, canales y embalses (11, 2, 12, 13)

El complejo cenagoso de Malambo, se encuentra ubicado al oriente en el departamento del Atlántico, está conformado por 3 ciénegas y sus respectivos caños de interconexión y presenta una extensión total de 763 hectáreas. Este sistema se ha visto afectado por la sedimentación, vertimientos de las empresas y comunidades humanas a su alrededor. Esta contaminación reduce la calidad del cuerpo de agua afectando los procesos biológicos y ecológicos de los organismos que habitan en ella, su composición, crecimiento y reproducción; esto supone un efecto sobre las poblaciones, produciendo variaciones espacio-temporales de las especies en el complejo cenagoso de Malambo. En este complejo de ciénegas han realizado investigaciones en cuanto al estudio de la calidad de sus aguas, destacándose trabajos (14) y (15). El presente trabajo, hace parte de un macroproyecto el cual abarca variaciones de copépodos (2), cladóceros (13), rotíferos (12), fitoplancton (16), así como también la productividad primaria (17), en los diferentes hábitats (lóticos y lénticos) del complejo de ciénegas de los municipios de Soledad, Sabanagrande y Malambo en el Departamento del Atlántico. Esta investigación pretende mostrar las condiciones biológicas con respecto a los copépodos su composición y abundancia y conocer si existe alguna relación entre estos organismos y algunos factores físicos y químicos del agua, con el fin

de aportar conocimientos sobre la autocología de las especies que sirvan de base a futuras investigaciones.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El complejo cenagoso de Malambo pertenece al plano inundable del Río Magdalena, el cual consiste en una serie de lagunas localizadas en depresiones poco profundas y conectadas al río mediante estrechos canales meandríformes. El complejo lagunar de Malambo se encuentra a 12 Km. de la capital del Departamento (Barranquilla). Esta conformado por la Ciénaga La Bahía (337 Ha, 10° 53'20" N, 74° 45'30" W), siendo esta la que se encuentra más hacia el Norte; hacia el sur, en jurisdicción del municipio de Malambo, se encuentra la Ciénaga Grande de Malambo (215 Ha., 10° 51'23" N, 74° 45'30" W); y finalmente, entre los municipios de Malambo y Sabanagrande, se encuentra la ciénaga El Convento (211 Ha, 10°49'19" N, 74°45'20" W). Todo el complejo se encuentra aproximadamente a 10 m.s.n.m.

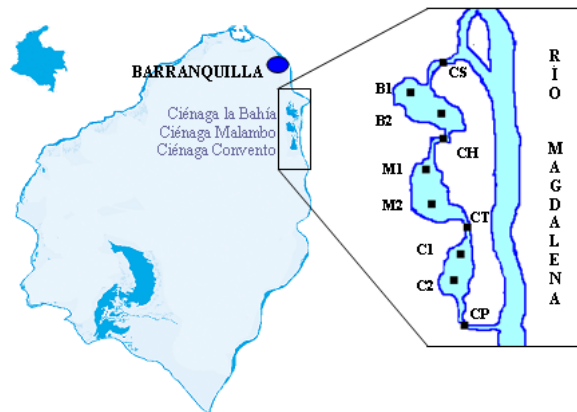


Figura 1. Ubicación del Complejo Cenagoso de Malambo y las estaciones de muestreo CS (caño de Soledad), B1 y B2 (ciénaga La Bahía), CH (caño Hondo), M1 y M2 (ciénaga Grande de Malambo), CT (caño Tortuga), C1 y C2 (ciénaga El Convento), CP (caño Pinguíño).

Debido a su ubicación geográfica, el área de estudio presenta un clima del tipo tropical, cálido y seco, con temperaturas que oscilan entre 25° C y 30° C y una precipitación promedio anual de aproximadamente 1200 mm. Estas precipitaciones están distribuidas de manera heterogénea a lo largo del año. Los vientos que más influyen sobre el área de estudio son los alisios del Noreste (18). Los suelos presentan contenidos de sales medio-altos, son de tipo arcilloso, lo que produce su encharcamiento en época de lluvias. Se encuentran sistemas de vegetación acuática de tipo flotante que se desplazan durante todo el día por la ciénaga de un sector a otro, sus raíces no se implantan en el sustrato de las ciénagas sino que quedan suspendidos en el agua. El complejo cenagoso de

Malambo y Soledad es un sistema lacustre cuyas variaciones están sujetas a las del río Magdalena. Esta interacción, como ya se ha mencionado, hace que las ciénagas funcionen como receptoras del exceso de agua que en época lluviosa corre por el río y que en época de sequía drenen el agua hacia el río, manteniendo de esta manera el equilibrio hídrico entre ambos sistemas.

El complejo cenagoso de Malambo presta numerosos servicios ambientales, sociales y económicos a la región. Las familias aledañas obtienen su sustento de la pesca artesanal; en la ciénaga la Bahía se realizan captaciones de agua para abastecer el Aeropuerto, el Batallón Vergara, el acueducto que surte la estructura urbana de Malambo y al barrio El Concord. Sin embargo, las aguas del complejo cenagoso de Malambo están siendo impactadas por vertimientos líquidos provenientes de los alcantarillados de Malambo, Soledad y Sabanagrande y de las industrias ubicadas en terrenos aledaños a las ciénagas. Así mismo los arroyos que recorren estos municipios aportan residuos sólidos a las ciénagas y caños. Por otra parte, la sedimentación es otro problema que afecta el complejo cenagoso de Malambo, ya sea por los aportes de sedimentos que ingresan por el río, o por los rellenos que se han realizado para la ampliación de terrenos. Además de las represas para actividades ganaderas, agrícola y de zocriaderos.

Se realizaron muestreos mensuales entre octubre 2004 y marzo 2005, un total de 6 colectas de variables físicas, químicas y biológicas en el Complejo cenagoso de Malambo, en 10 estaciones ubicadas de la siguiente manera: 2 estaciones en cada ciénaga y 1 estación en cada caño de interconexión (Figura 1). Los muestreos se realizaron en el periodo de luz (8 am - 4 pm). Se cubrieron los eventos principales del pulso pluviométrico: llenado (octubre-noviembre), punto de máxima cota (diciembre), estiaje (enero-febrero) y el periodo donde los niveles de las aguas llegan a su punto más crítico de vaciado (marzo), abarcando las épocas más importantes donde se evidencia la influencia del pulso de inundación sobre las condiciones limnológicas del complejo cenagoso.

La toma y registro de las muestras para determinar factores físicos y químicos del agua se realizaron según la metodología establecida por (19), (20) y (21). Las unidades y técnicas de análisis aplicadas para su determinación se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Factores físicos y químicos, unidades y técnicas aplicadas para su determinación. Sonda para monitoreo de calidad de aguas marca Solomat® 520c.

Factor	Unidades	Método de Determinación	Precisión	Factor	Unidades	Método de Determinación	Precisión
<i>In situ</i>				<i>In Vitro</i>			
Temperatura del agua	°C	*	0,1 °C	Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup>	Titulación H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1 mg.L-1
Transparencia	M	Disco sechi(d=30 cm)	0,1 cm	Acidez	mg CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup>	Titulación CaCO <sub>3</sub>	0,1 mg.L-1
Profundidad	M	Batimetría	1 cm	PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	Kit Hach® 22441-00	0,0001 mg.L-1
Oxígeno Disuelto	mg.L <sup>-1</sup>	*	0,01 mg.L-1	NO	mg.L <sup>-1</sup>	Kit Hach® 21061-69	0,0001 mg.L-1
pH		*	unidad pH	NO	mg.L <sup>-1</sup>	Kit Hach® 21071-69	0,0001 mg.L-1
Conductividad	0,1µS cm <sup>-1</sup>	*	0,1µS cm <sup>-1</sup>	NH	mg.L <sup>-1</sup>	Kit Hach® 28069-00	0,0001 mg.L-1
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg.L <sup>-1</sup>	*	mg.L <sup>-1</sup>	Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup>	Titulación CaCO <sub>3</sub>	0,1 mg.L-1
Nubosidad	Octas	Visual					
Pluviosidad	Mm	Datos estación IDEAM					
Temperatura del aire	°C	Datos estación IDEAM					
Velocidad y dirección del viento	m.s <sup>-1</sup>	Datos estación IDEAM					

Las muestras biológicas se tomaron con una botella muestreadora modificada de 1.50m; con el fin de tomar una muestra representativa de la columna de agua, se realizó filtrado pasivo de 80 litros de agua, a través de una malla con ojo de poro de 60 µm; el volumen de la muestra filtrada se estandarizó estimando la curva de acumulación de especies. Con el propósito de incrementar la confiabilidad del inventario, se realizaron arrastres con redes de plancton de 70 µm de diámetro de poro y aro de 30 cm. El material filtrado de las muestras se fijó con formalina al 4%. Para la identificación de las especies se utilizaron claves y descripciones taxonómicas de (8), (22), (23), (24), (25) y (26).

El recuento de nauplios, copepoditos y copépodos adultos se realizó revisando la totalidad de la muestra, utilizando un microscopio binocular. Los resultados se reportaron como abundancia de individuos por litro. Los individuos adultos se utilizaron para los análisis de abundancia y distribución y para las correlaciones con los factores físicos y químicos del agua. Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico STARGRAPHICS plus 5.1, los datos se tabularon y procesaron para estimar la abundancia y distribuciones espacio-temporal. A los datos se le aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov; como los datos obtenidos no tienen distribución normal, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, para el análisis de varianza de una vía. Se realizaron correlaciones de Spearman, entre las especies y los factores físicos y químicos del agua.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### CONDICIONES FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA.

En términos generales los factores físicos y químicos presentaron variaciones espacio temporal, producidas por los cambios del sistema influenciados por el

pulso de inundación, además de otros aspectos como la fisiografía del complejo (tipo de suelo, vientos y el flujo de las corrientes). En los meses de febrero y marzo las estaciones ubicadas en los caños Tortuga y Pinguño, no fueron muestreadas debido a la pérdida de sus cauces por la sequía. En el anexo 1 se presentan los resultados obtenidos de las variables medidas.

**Temperatura.** Presentó condiciones típicas de aguas someras de la zona tropical (valor promedio 29.8° C), es decir variaciones mínimas en la temperatura, tanto en el espacio como en el tiempo, siendo así en un factor poco determinante en la dispersión de los organismos acuáticos. El rango de variación fue más amplio en las ciénagas (máximo 36.5° C y mínimo 26.1° C), donde también fue más alto el valor promedio de la temperatura del agua. El mayor rango de variación en ciénagas que en caños se explica por tener las ciénagas una mayor área de espejo de agua y por lo tanto, una mayor susceptibilidad a calentarse por radiación y enfriarse por efecto de los vientos.

**Transparencia.** La baja transparencia (nivel de visión del disco Secchi oscilo entre 0.1 y 1.44 m) encontrada coincide con aquella propia de los ecosistemas lacustres de la parte baja de la cuenca del río Magdalena (27). Los resultados encontrados son consistentes con las características eutróficas de los cuerpos de agua del neotrópico. Estos resultados reflejan la influencia del pulso de inundación y la incidencia del viento sobre la resuspensión de los sólidos en el cuerpo de agua, además de la elevada carga de nutrientes y materia orgánica provenientes del río.

**Sólidos suspendidos totales (SST).** Los valores obtenidos (promedio 244.6, máximo 983.5 mg.l-1 y mínimo 5.1 mg.l-1) evidencian la relación directa que existe entre la profundidad del sistema y los valores de transparencia registrados, indicando que en la época de inundación el sistema es más transparente que en el periodo de aguas bajas, lo que podría explicarse por efectos de dilución por la entrada del agua; el tamaño y estabilidad de la columna de agua se incrementa.

**Conductividad.** Los altos valores encontrados de conductividad (promedio 404, máximo 830  $\mu$ S.cm -1 y mínimo 191 5.1  $\mu$ S.cm -1) son consistentes con la presencia de suelos salinos y arcillosos en el área de estudio. El comportamiento de los valores a lo largo de periodo de muestreo refleja el efecto de las escorrentías que lavan suelos perimetrales de tipo salino. Esto parece señalar el efecto debido a la remoción de los sedimentos por acción de las corrientes internas que se están produciendo por la entrada de agua en el periodo de inicio de llenado. Además, en el momento de mayor profundidad del sistema se presentó un fenómeno de dilución de sales y una baja conducción de iones y viceversa. Esta relación permite corroborar que la conductividad estuvo sujeta a cambios en el tiempo atribuibles al pulso de inundación.

**pH.** El valor promedio de pH fue de 7.69. Este pH con tendencia hacia la basicidad fue producido posiblemente por las sales carbonatadas (calcio y magnesio) presentes en el sistema. Los valores mínimos (6.12) se debieron a la naturaleza de los sedimentos con altos contenidos de materia orgánica, produciendo durante el periodo de llenado una resuspensión, lo que probablemente aceleró los procesos oxidativos que determinan la tendencia a la acidificación. El valor máximo (9.8) se registro cuando estuvo el nivel mínimo de agua, y los vertimientos locales

incrementaron los nutrientes produciendo un bloom de cianófitas (16), lo que se refleja en una alta remoción de CO<sub>2</sub>. Este fenómeno explicaría la tendencia a la basicidad del sistema en dicho periodo.

Oxígeno disuelto (O.D). La amplia variación en las concentraciones de O.D (promedio 7.49, máximo 28.2 y mínimo 0.17 mg.l-1) evidencia la influencia del pulso de inundación sobre las ciénagas del complejo cenagoso de Malambo, que presenta una alta carga de materia orgánica y una comunidad fitoplanctónica que fluctúa originando florecimientos cuando se dan las condiciones apropiadas en el complejo cenagoso (16). Los valores registrados reflejan las fuertes variaciones en los procesos de fotosíntesis y la oxidación de la materia orgánica en el sistema, además de los aportes de de la misma a través de los vertimientos locales provenientes de las industrias localizadas en los límites del complejo.

Dureza. Sus variaciones (promedio 135.42, máximos 215 mg CaCO<sub>3</sub>.l-1 y mínimos 65 mg CaCO<sub>3</sub>.l-1) se explican desde la dinámica hidrológica del sistema, según la cual los fenómenos de percolación de los suelos, los arrastres de escorrentías locales y la introducción por vertimientos fenómenos que incrementan la dureza, mientras que el pulso de inundación produce dilución de los carbonatos en el sistema. Según algunos autores las concentraciones de dureza para las ciénagas del bajo Magdalena oscilan alrededor de los 78.3, por lo que se pueden considerar que el complejo cenagoso de Malambo se encuentra entre los rangos próximos, con tendencia a presentar aguas duras y por lo tanto muy productivas. Las diferencias que se observaron muestran que los valores de dureza disminuyeron a medida que avanzó el proceso de llenado del sistema, para luego incrementarse al disminuir los niveles y caudales; esto permite inferir en que el ingreso de las aguas al complejo cenagoso reduce las concentraciones de Ca y Mg y de los compuestos asociados, lo que muestra la influencia del pulso de inundación del río Magdalena

Alcalinidad. Los valores encontrados (promedio 142, máximos 345 mgCaCO<sub>3</sub>.l-1 y mínimos 72.89 mgCaCO<sub>3</sub>.l-1) corroboran los diferentes eventos del pulso de inundación. Al incrementar la entrada del agua proveniente del río y al mismo el ingreso de aguas de escorrentías locales, entre ellas las que traen los arroyos que sirven de alcantarillado a la comunidades vecinas. En la época de estiaje la alcalinidad aumenta debido a una mayor concentración de los aniones orgánicos que pasan a ser parte de de la alcalinidad total.

Acidez. Las variaciones en los valores de acidez (promedio 12.6, máximo 0.1 54 mgCaCO<sub>3</sub>.l-1 y mínimo 54 mgCaCO<sub>3</sub>.l-1), se ven influenciadas por la incidencia que tiene la radiación solar que incrementa la temperatura del agua y favorece los procesos de descomposición de la materia orgánica que ingresa a las ciénagas, provenientes de los diferentes afluentes (aguas servidas de los alcantarillados, acueductos y de la industria). La relación entre los bajos valores de oxígeno disuelto y el fuerte incremento de la acidez del sistema, es consistente con las caracterizaciones echas por muchos autores de la dinámica de los ecosistemas lacustres sometidos a un fuerte impacto por vertimientos, en los que al agotarse el oxígeno disuelto la anaerobiosis produce subproductos que causan acidez, como lo que se refleja en las medidas y registros de este estudio.

Nitrato (N - NO<sub>3</sub>-). De todas las formas de nitrógeno, los nitratos es la más



importante para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio (21). De acuerdo a la clasificación propuesta por Vollenweider (1968, en (28)), los niveles de nitrato del complejo cenagoso (promedio 2.67, máximo 10.9 mg.l-1 y mínimo 0.1 mg.l-1), en las diferentes épocas del ciclo hidrológico corresponderían a un cuerpo de agua de tipo eutrófico por presentar altas concentraciones de este nutriente. Esto corrobora la hipótesis de que el estado trófico los cuerpos de agua del sistema varía de acuerdo a la influencia del pulso de inundación y al impacto de los vertimientos, cuyos efectos se desenmascaran en épocas de aguas bajas debido a lo no dilución de sustancias que ingresan al complejo cenagoso.

Nitrito (N - NO<sub>2</sub>-). Los resultados obtenidos (valores que oscilan entre 1.69 y 0.001 2 mg.l-1) coincide con lo expresado por (21), quien afirma que las ciénagas de las regiones bajas tropicales están influenciadas la mayor parte del año por los ríos, por lo que están sujetas a recibir un mayor aporte de nutrientes, siendo sometidas a una rápida eutrofización. De los iones nitrogenados que representan una fracción importante del nitrógeno total de los sistemas acuáticos el nitrito suele ser el menos abundante. Los valores registrados en el mes de octubre de manera general fueron altos en comparación a los hallados en los otros meses de muestreo, posiblemente debido al ingreso de las aguas del río Magdalena al sistema que ocasionaron remoción de sedimentos y los cambios en los valores de pH y Oxígeno disuelto.

Amonio. Los altos valores registrados concuerdan con el ingreso de afluentes al sistema los cuales aportan aguas contaminadas. Este nutriente puede ser utilizado por las algas y las plantas acuáticas como una fuente de nitrógeno, pero en altas concentraciones puede tener grandes implicaciones ecológicas, ya que su oxidación demanda grandes cantidades de oxígeno, lo que afecta a las comunidades acuáticas. En los sistemas acuáticos un alto valor de este es factor es indicación de eutrofización.

Los valores registrados (promedio 0.5 mg.l-1, máximo 1 mg.l-1 y mínimo 0.02 mg.l-1), son típicos de los sistemas lacustres someros del bajo Magdalena. Sin embargo, estos valores no son fáciles de interpretar desde una perspectiva trófica. (21) (op. cit.) indica que se requieren investigaciones específicas en dinámica de nutriente del neotrópico para comprender las fluctuaciones de amonio que se presentan durante el ciclo hidrológico, como es el caso específico del complejo cenagoso de Malambo.

Fosfato (P - PO<sub>4</sub>-3). Las concentraciones de fosfato encontrado en el presente estudio (promedio 1.5 mg.l-1, máximo 3 mg.l-1 y mínimo 0.0001 mg.l-1), indican claramente la naturaleza eutrófica del sistema durante gran parte del ciclo hidrológico.

Los valores obtenidos de nutrientes (nitrito, nitrato y fosfato) son consistentes con la naturaleza eutrófica del sistema, ya que presentan altas concentraciones en las aguas del complejo cenagoso de Malambo, lo que corrobora lo planteado por diversos autores ((27), (21)). Ellos plantean que de acuerdo a la ubicación geográfica, las ciénagas que más rápidamente tienden a la eutrofización son las ubicadas en la cuenca baja del Río Magdalena. A esto se suman los demás componentes que afectan el sistema acuático del complejo, como son los

vertimientos de las industrias ubicadas en sus riberas y los arroyos que aportan aguas servidas de los barrios y municipios cercanos (29).

### COMPOSICIÓN DE COPÉPODOS.

Se encontró un total de cuatro especies distribuidas en dos familias (Diaptomidae y Cyclopoidae), pertenecientes respectivamente los órdenes Calanoida y Cyclopoida. Las especies de copépodos planctónicas encontradas en el complejo cenagoso de Malambo fueron *Notodiaptomus maracaibensis* Kiefer, 1956; *Notodiaptomus coniferoides* Wright, 1927; *Mesocyclops venezolanus* Dussart, 1987 y *Thermocyclops tenuis* Marsh, 1910.

En Colombia las especies presentan una distribución heterogénea, *N. maracaibensis* fue reportada por Kiefer (8) y Camargo (9) en el Departamento del Atlántico. Esta es la especie más común en las ciénagas de las llanuras del Caribe y del norte del Chocó, es conocida en el Cesar, Choco, Córdoba y Magdalena; *N. coniferoides* es conocida en el Departamento del Magdalena (Ciénaga de Pijiño, zona de Mompos) y del Tolima; *M. venezolanus* fue reportada por Aranguren (3), en el Magdalena medio; *T. tenuis* se conoce en los Departamentos de Cesar y Magdalena (Ciénaga de Zapatos) (30) y este constituye el segundo reporte para el país.

Una composición de este tipo ha sido observada en otros estudios en sistemas lóticos y lénticos, donde los copépodos están representados por menor número de especies que otros grupos como los rotíferos y cladóceros ((31), (12), (13)). En un cuerpo de agua normalmente no sobrepasan las dos especies (un Calanoida y un Cyclopoida) ((24), (32)). En algunos sistemas de alta montaña se ha encontrado tan solo una especie en el plancton (5). El endemismo de las especies de calanoidas de aguas continentales es más pronunciado en las zonas tropicales; los géneros de Diaptomidae que se encuentran en América del Sur son endémicos y sólo se le conocen dos géneros que también se encuentran al norte del subcontinente Suramericano (24). En los Cyclopoida, *Mesocyclops* y *Thermocyclops* pueden considerarse como los géneros más comunes en los trópicos (26); estos tienen una alta diversidad en aguas continentales (33) y éxito poblando la zona pelágica de sistemas lénticos.

La presencia de estas especies a lo largo de los muestreos evidencia que ellas son residentes del sistema. Sin embargo, la presencia en el espacio (ciénagas y caños) fue heterogénea: *N. maracaibensis*, *M. venezolanus* y *T. tenuis* se encontraron en todas las ciénagas mientras que *N. coniferoides* no se encontró en ciénaga Bahía. En el caño de Soledad no se encontraron ninguna de las cuatro especies de copépodos en estado adulto. La ausencia de ejemplares adultos y presencia solamente de nauplios y estadios tempranos de copepoditos indica que las condiciones de calidad del agua no son óptimas para el desarrollo de las poblaciones hasta el estado adulto: el oxígeno disuelto presentó allí las más bajas concentraciones del sistema (0.17 mg.l-1) y el valor del amonio fue el más alto (1 mg.l-1), indicando condiciones de denitrificación.

Abundancia. Se contaron un total de 569.356 individuos: el 62 % nauplios, 29 % copepoditos calanoida y cyclopoida y el 9 % adultos, machos y hembras (con huevos y sin huevos). Los individuos adultos fueron los que se tuvieron en cuenta para los análisis de abundancia y distribución y para las correlaciones con los factores físicos y químicos del agua. En este trabajo se encontró un mayor número de formas juveniles especialmente nauplios; esta tendencia ha sido descrita en anteriores investigaciones ((3), (34)).

La especie *N. maracaibensis* presentó el mayor porcentaje de abundancia 49 %, seguida por *N. coniferoides* con 21 %, *M. venezolanus* con 16 %, y por último *T. tenuis* con 14 %. El mayor porcentaje de abundancia de *N. maracaibensis* sobre las otras 3 especies concuerda con el trabajo realizado en el Embalse de Tucurú, Brasil (35) donde esta especie fue la que presentó mayor abundancia tanto en el tiempo como en el espacio sobre las otras especies. De igual manera, para Colombia se realizó un trabajo en el Embalse del Guájaro, Atlántico (9) donde se reporta que esta especie tuvo el mayor número de individuos en todas las estaciones. Aunque estos trabajos fueron realizados en embalses, el comportamiento de esta especie en las ciénagas y en los caños del complejo cenagoso de Malambo es similar en cuanto a su abundancia, lo que indica que *N. maracaibensis* presenta condiciones para adaptarse y colonizar biotopos lénticos y lóticos, naturales y artificiales. Esta especie es el diatómido más frecuente en el plancton de la planicie del Caribe Colombiano (30).

En el presente trabajo los datos de abundancia para las ciénagas y los caños no presentaron una distribución normal (Chi-Cuadrado = 174,66 P-Value = 0.0 y Chi-Cuadrado = 161,33, P-Value = 0.0 respectivamente).

Variación espacial. Las especies de copépodos se comportaron de manera heterogénea a lo largo de las estaciones ubicadas en el complejo cenagoso de Malambo. Las abundancias disminuyen de sur a norte (entrada del agua a las ciénagas - salida del agua al río) (figura 2).

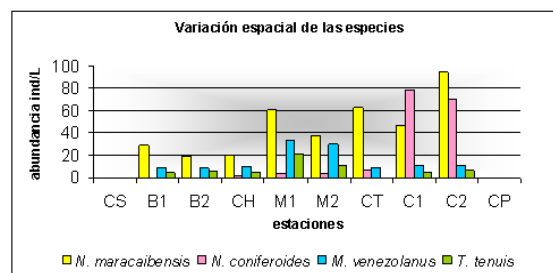


Figura 2. Variación espacial de la abundancia de los copépodos en el complejo cenagoso de Malambo

Ciénagas. Las variaciones en la abundancia de individuos de cada especie fueron estadísticamente significativas (P-Value= 0,00006). Las abundancias en las ciénagas son diferentes presentándose en Convento y Malambo la mayor

abundancia total, con presencia de las cuatro especies. La abundancia en La Bahía fue menor y la presencia fue de solamente de tres especies.

La especie *N. maracaibensis* presentó abundancias heterogéneas a lo largo de las tres ciénagas. Las más altas ocurrieron en la estación C2 en Convento y las menores en B2 de la ciénaga la Bahía. *N. coniferoides* presentó mayores abundancias en la ciénaga Convento y menores en la ciénaga de Malambo, y estuvo ausente en la ciénaga la Bahía. *M. venezolanus* y *T. tenuis* presentaron la mayor abundancia en la ciénaga Malambo y las menores en la ciénaga Convento y la Bahía. Este resultado muestra una estructura del ensamblaje de los copépodos, diferentes para cada sistema.

Caños. Las variaciones en la abundancia no fueron estadísticamente significativa ( $P\text{-Value} = 0,35$ ), debido a la poca presencia de copépodos adultos en los caños Pinguíño, Hondo y Tortuga; y la ausencia de estos en el caño de Soledad. Sin embargo, el hecho de existir las mayores abundancias en los caños Tortuga y Hondo se puede explicar por ser estos sistemas de interconexión con las ciénagas que es donde crecen las poblaciones. Las menores abundancias se presentaron en el caño Pinguillo, que es el canal alimentador con aguas provenientes del río y con condiciones totalmente fluviales. En el caño de Soledad no se encontraron individuos.

La abundancia de individuos por especies es mayor en las ciénagas que en los caños y esta abundancia decrece en sentido sur-norte (entrada del agua del río hacia Ciénaga Convento, salida del agua caño de Soledad pasando por Ciénaga Malambo y la Bahía). Para los caños las abundancias disminuyeron en comparación a las ciénagas y esto puede explicarse por que los caños presentan aguas corrientes fuertes y mayores profundidades. Tal es el caso de Caño Pinguíño CP que presentó abundancias extremadamente bajas: éste sistema sirve de interconexión entre el río y la ciénaga Convento, lo que muestra que el caño es en realidad un sistema lótico. Como se sabe estos ambientes por lo general son pobres en zooplancton. Las abundancias fueron mayores (a diferencia de CP) en los caños CT y CH que sirven de interconexión entre las tres ciénagas, posiblemente porque las aguas que ingresan a estos dos caños proveen una significativa cantidad de ejemplares de copépodos provenientes de sistemas lóticos. En CS no se presentó ningún registro de individuos adultos de ninguna especie debido a las extremas condiciones ambientales que este caño presenta. Las cuales los copépodos no toleran, como son los valores extremadamente bajos de oxígeno hasta  $0.2\text{mg./-l}$ , además de las elevadas concentraciones de amonio que en promedio son las más altas del complejo cenagoso de Malambo, alcanzado los  $0.5\text{ mg.l-1}$ .

Variación temporal. Las especies de copépodos se comportaron de manera heterogénea a lo largo de los meses muestreados y sus principales eventos: llenado, punto de máxima cota, estiaje y punto crítico de vaciado del complejo cenagoso. (Figura 3).

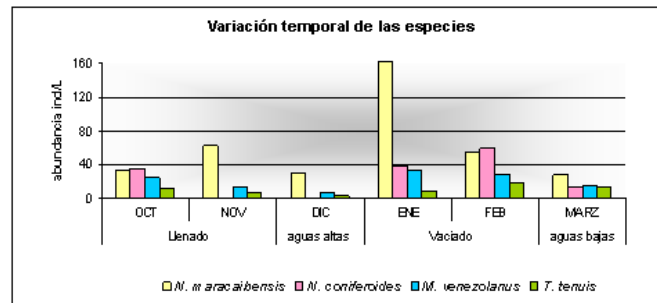


Figura 3. Variación temporal de la abundancia de los copépodos en el complejo cenagoso de Malambo

Los cambios más drásticos en abundancia ocurrieron en el periodo de transición (diciembre-enero) y fueron notoriamente fuertes en el caso de *N. maracaibensis*; para el periodo seco y el periodo de lluvias no se presentaron grandes variaciones en las abundancias. La especie *N. coniferoides*, *M. venezolanus* y *T. tenuis* tuvieron las menores abundancias en el mes diciembre, debido a un posible efecto de dilución; las especies empezaron a aumentar en los meses de enero y febrero mostrando que los cambios más drásticos en abundancia se llevan a cabo en este periodo de transición, en donde el ingreso y salida de aguas produce una mayor remoción de sedimentos y nutrientes, esto incrementa el fitoplancton (16) y ofrece una mayor oferta alimenticia para las especies de calanoides y cyclopoides. En el mes de marzo se presentaron las menores abundancias de las especies de copépodos. Según Berdugo (16) en este mes de aguas bajas la concentración de nutrientes favorece el incremento del fitoplancton especialmente de algas verdeazules como es el caso de *Mycrocistis*. El producto metabólico de esta especie (microcistina) se ha reportado como altamente tóxica para el zooplancton e incluso peces (Peñalosa et al. 1990 en (3)), por lo cual la microcistina se puede considerar como una forma de disminuir el pastoreo por parte de los copépodos.

Ciénagas. Las mayores abundancias de copépodos se presentaron en el mes de enero (182.3 ind.-l) y las menores (29.8 ind.-l) en el mes de diciembre. En los meses de aguas altas se registraron abundancias menores (82.55 ind.-l en octubre y 65.1 ind.-l en noviembre) que en los meses de aguas bajas (155 ind.-l en febrero y 95.7 ind.-l en marzo). Estas variaciones o fluctuaciones en la abundancia de los copépodos son atípicas según lo planteado por Infante (1988), que afirma que las variaciones temporales de los copépodos son muy pequeñas limitándose a una ligera disminución de tamaño de poblaciones en sequía. Las bajas densidades de organismos en los meses de aguas altas pueden ser debido a un efecto de dilución por aumento del volumen de agua proveniente del río a las ciénagas. Mientras que las altas densidades de copépodos en épocas de aguas bajas se relaciona probablemente a la concentración de nutrientes al disminuir el nivel del agua.

La abundancia promedio de los copépodos (29.8 – 155 ind.-l) son altas comparadas con las encontradas por (3) en la ciénaga Guarinocito (1.13 – 43 ind.-l), (34) en lagunas de inundación del río Caura (19,55 ind.-l a 8,37 ind.-l) y similares a las reportadas por Vazques & Rey (1992) en (34), en lagunas de inundación del río Orinoco (68,4 ind.-l a 145,7 ind.-l). Estas altas abundancias de copépodos en el complejo cenagoso de Malambo se pueden considerar como consecuencia de los altos valores de biomasa fitoplanctónica y Producción Primaria Bruta en un sistema eutrófico ((16) y (17)), lo cual favorecen la alimentación de las especies de forma directa (fitófagos) e indirecta (carnívoros, omnívoros). Los resultados muestran que las abundancias de copépodos fueron mayores para los periodos de llenado, estiaje y aguas bajas. Por otro lado la comunidad fitoplanctónica presenta una tendencia a disminuir en estos eventos (op. cit.), revelando que la oferta alimenticia puede determinar la abundancia de los copépodos y/o viceversa y demostrando que el zooplancton puede reducir la comunidad de fitoplancton por actividad de pastoreo (Schram & Marzolf 1993, Kiørboe & Nielsen 1994, en (34)).

Caños. Las mayores abundancias de copépodos se presentaron en el mes de enero (59 ind.-l) y la mayor variación en la abundancia en el periodo de transición entre diciembre y enero (de igual manera que en las ciénagas). En el mes de diciembre se registraron las menores abundancias (11.7 ind.-l), teniendo en cuenta la ausencia de los caños Pinguillo (mes de febrero) y Tortuga (marzo). Las abundancias menores en los caños que en las ciénagas, evidencian la condición limnética de los copépodos planctónicos, que establecen mayores poblaciones en los sistemas lénticos.

### **CORRELACION DE ALGUNOS FACTORES FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA CON LAS ABUNDANCIAS DE COPEPODOS**

Mediante correlaciones de Spearman se obtuvo, con una confiabilidad de 95 %, que los factores que presentaron una correlación estadísticamente significativa con las especies de copépodos fueron SST, oxígeno disuelto, pH, dureza, nitrato y amonio. Coincidiendo con (34) quien expresa que algunos factores abióticos como temperatura, oxígeno disuelto, pH, y así como también el fitoplancton presentan variaciones que influyen sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de copépodos (3). En la tabla 2 se muestran las correlaciones calculadas.

	<i>N. coniferoides</i>	<i>N. maracaibensis</i>	<i>N. venezolanus</i>	<i>T. tenuis</i>
oxígeno	0,3124	0,3369	0,2401	0,2515
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0164</b>	<b>0,0097</b>	0,0651	<b>0,0533</b>
SST	0,3025	-0,0062	0,3077	0,3588
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0201</b>	<b>0,9623</b>	<b>0,0181</b>	<b>0,0061</b>
pH	0,2989	0,2679	0,1403	0,1401
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0217</b>	<b>0,0396</b>	0,2813	0,2819
dureza	0,2901	-0,0416	0,1861	0,2070
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0258</b>	0,7491	0,1528	0,1119
amonio	-0,3896	-0,0419	0,0161	0,0013
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0045</b>	0,7476	0,9013	0,9921
nitro	-0,2866	0,0299	-0,0612	-0,0873
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	<b>0,0406</b>	0,8186	0,6383	0,5025
conductividad	0,2297	-0,0376	0,2231	0,2513
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,0777	0,7728	0,0865	0,0536
acidez	-0,0293	-0,2214	-0,0741	-0,0176
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,8219	0,0755	0,5693	0,8927
alcalinidad	0,1771	-0,0290	0,2063	0,1825
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,1738	0,8234	0,1131	0,2118
nitrato	0,0339	-0,2239	0,1394	0,2107
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,7946	0,0855	0,2843	0,1056
fosfato	0,0339	-0,2239	0,1394	0,2107
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,7946	0,0855	0,2843	0,1056
profundidad	-0,1051	0,0188	-0,0408	-0,0119
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,4194	0,8973	0,7539	0,9271
sechi	0,1352	0,1425	0,2046	0,2202
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,2991	0,2736	0,1161	0,0908
temperatura	-0,0773	0,1492	0,1170	0,1763
	( 60)	( 60)	( 60)	( 60)
	0,5528	0,2517	0,3688	0,1758

Los SST fue el factor que más se asocio a la variación de la abundancia de *T. tenuis*, en un 35 % la relación fue directa y estadísticamente significativa. Para la especie *N. coniferoides* la correlación fue directa y estadísticamente significativa, explicando la variación de la abundancia en un 30 %. Para la especie *M. venezolanus* los SST explican la variación de la abundancia en un 30 %, cuya correlación fue directa y estadísticamente significativa. El valor de las correlaciones de los SST con la densidad de las especies indica una distribución muy semejante (Figura 4). Esto podría explicarse, teniendo en cuenta que los altos valores de SST implican mayor cantidad de nutrientes, con lo cual se incrementa la producción fitoplactónica, favoreciendo la oferta alimenticia de las especies, aumentando su abundancia. Además, los SST en el agua favorecen al camuflaje de los individuos ante la depredación selectiva por parte de los peces planctofagos, además de los alevinos. Para las estaciones de muestreo los valores de SST presentan una relación directa con la disminución y aumento de las especies de copépodos *M. venezolanus*, *T. tenuis* y *N. coniferoides*.

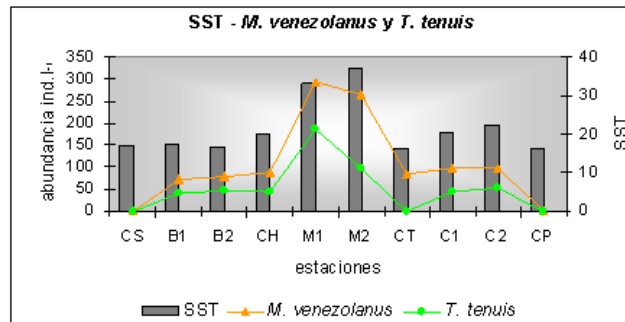


Figura 4. Relación de las abundancias de *M. venezolanus* y *T. tenuis* con los SST, en las estaciones de muestreo.

El oxígeno disuelto es el factor que más se asocia a la variación de la abundancia de *N. maracaibensis* en un 33 %, ya que la correlación entre estos fue directa y estadísticamente significativa. Para la especie *N. coniferoides* el O.D. explica la variación de la abundancia en un 31 % al presentar correlación directa estadísticamente significativa. La relación del oxígeno disuelto con la especie *T. tenuis* muestran una relación directa explicando la variación de la abundancia en un 25 %. Los valores de O.D y así como las abundancias de las especies de copépodos, disminuyen de sur a norte (entrada de agua al complejo CP a CS salida de agua del complejo) (Figura 5). Entre más bajas son las concentraciones O.D. en el agua, menores son las abundancias de las especies. La correlación de las tres especies de copépodos con el oxígeno corrobora lo planteado por Ganon y Stemberg (1978 en (1)), quienes afirman que existen especies de copépodos que se pueden considerar como indicadores de condiciones de oligotrofia de las aguas, por desarrollarse en habitats bien oxigenados. Para la zona neotropical específicamente las zonas de tierras bajas como el Caribe Colombiano, las condiciones de oligotrofia no se presentan como tal, por lo que se puede entonces inferir en que estas especies tienen una sensibilidad a la anoxia y la abundancia de estas especies disminuye a medida que el sistema tiende a la eutrofización. En el complejo cenagoso de Malambo las menores concentraciones de oxígeno se presentaron en promedio para la ciénaga la Bahía; es tal vez por esta razón que en esta ciénaga se registraron las menores abundancias y se encontró la ausencia de *N. coniferoides*. Mientras que las abundancias de esta especie fueron mayores en Convento y Malambo, donde se registraron las mayores concentraciones de oxígeno.



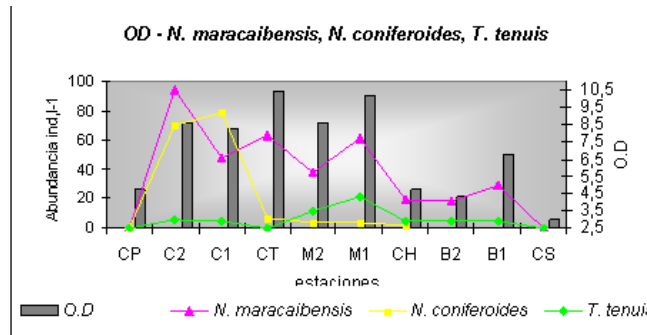


Figura 5. Relación de las abundancias de *N. maracaibensis*, *N. coniferoides* y *T. tenuis* con el O.D., en las estaciones de muestreo.

El pH es el factor que más se asocio a la variación de la abundancia de *N. maracaibensis* en un 26 %, ya que la correlación entre estos fue directa y estadísticamente significativa. Para la especie *N. coniferoides* el pH se asocio a la variación de la abundancia en un 29 %, ya que la correlación entre estos fue directa y estadísticamente significativa. Por su parte la dureza es el factor que se asocio a la variación de la abundancia de *N. coniferoides* en un 29 %, ya que la correlación entre estos fue directa y estadísticamente significativa. La relación que existe en este factor con las respectivas especies no es muy alta, lo cual puede explicar la correlación directa existente entre dureza y pH con tendencia hacia la basicidad y estas especies con hábitos alimenticios fitófagos, mostraría que bajo las condiciones de mineralización y pH de las ciénagas las sales carbonatadas (calcio y magnesio) presentes en el sistema favorecerían una mayor producción de fitoplancton y de esta manera un incremento en la oferta alimenticia requerida por estas especies, Esta situación beneficiaría el desarrollo de los copépodos en el complejo cenagoso.

Los nitratos es un factor que podría explicar la variación de la abundancia de *N. coniferoides* en un 26 %, ya que la correlación fue inversa y estadísticamente significativa. La disminución de amonio es el factor que explica en mayor porcentaje (37 %), la variación de la abundancia de *N. coniferoides*, ya que la correlación entre estos fue indirecta y estadísticamente significativa. Las mayores concentraciones de amonio y nitratos se presentaron en promedio para la ciénaga la Bahía y es tal vez por esta la razón por la cual en esta ciénaga se registraron las menores abundancias de *N. coniferoides*. Esta especie abundo en las ciénagas Convento y Malambo, donde se registraron las menores concentraciones de estos nutrientes. Es posible que la ausencia de los copépodos adultos en el CS se deba a los altos valores de amonio que este Caño presenta; fueron en promedio de 0.5 mg.l-1 y este valor es crítico para el establecimiento de una comunidad, ya que concentraciones de amonio superiores a 0.25 mg.l-1 puede afectar el crecimiento de peces y mayores de 0.5 mg.l-1 son consideradas letales.

Con base a lo anterior se puede inferir que *N. coniferoides* es la especie de copépodo más sensible de las tres que se encontraron en el complejo cenagoso

de Malambo, ya que su abundancia y distribución se ve restringida (aunque en un bajo porcentaje) por seis factores ambientales (SST, O.D, nitrato, amonio, dureza y pH).

#### 4. Conclusiones

El número de especies encontradas en el complejo cenagoso de Malambo (*Notodiaptomus maracaibensis*, *Notodiaptomus coniferoides*, *Mesocyclops venezolanus* y *T. tenuis*) es consistente con lo indicado por diferentes autores, para los sistemas de aguas continentales, en los que se encuentran pocas especies en el plancton. Sin embargo, el número de especies es mayor que en los embalses de los valles interandinos (Betania, Calima, Guarinocito). La especie más abundante fue *N. maracaibensis*, posiblemente por tener mayor capacidad de adaptarse y colonizar diferentes ambientes lénticos y lóticos. Las especies de copépodos reportadas estuvieron presentes en todos los muestreos, lo que sugiere que son especies habitantes del complejo cenagoso de Malambo y resistentes a los drásticos cambios hidrológicos y antropicos que se presentan en el sistema. Las especies presentaron una amplia distribución en el sistema, encontrándose en nueve de las diez estaciones, a excepción del caño de Soledad. La especie *N. coniferoides* no se encontró en la ciénaga la Bahía.

La abundancia de copépodos fue mayor en los meses en los que se estabilizó el sistema, incrementándose en el periodo de aguas bajas, esto asociado a la concentración de nutrientes que favorece la producción de fitoplancton y por lo tanto la mayor oferta alimenticia para los copépodos filtradores. Las mayores abundancias de copépodos en las ciénagas respecto a los caños de interconexión parecen estar relacionadas con sus hábitos planctónicos: ellos prefieren los ambientes lénticos a los lóticos; allí se favorece su alimentación y reproducción. La mayor abundancia de especies con huevos ocurrió en los meses de sequía o estiaje de las aguas y se presentaron diferentes tasas de renovación para cada una de las especies de copépodos.

Los SST son un factor que presentan una relación directa con la abundancia de *N. coniferoides*, *M. venezolanus* y *T. tenuis*. Esto es debido a que los altos valores de SST sugieren mayor cantidad de nutrientes los cuales ayudan al incremento de la producción de fitoplancton, favoreciendo la oferta alimenticia de estas especies y aumentando su abundancia. Por otra parte, las aguas turbias con altos contenidos de sólidos suspendidos totales, ayudan al camuflaje de los individuos ante la depredación selectiva de los alevinos y peces planctófagos. Las especies de copépodos encontradas en el presente estudio, no son tolerantes a las bajas concentraciones de O.D. del agua y su relación es directa con este parámetro. Otros factores ambientales que presentaron relación directa con la abundancia de copépodos fueron: pH y dureza; mientras que el nitrato y amonio, presentaron una relación inversa.

Las correlaciones encontradas entre las especies y los factores físicos y químicos del agua fueron bajas; por lo que se concluye que estos no determinan, ni establecen un modelo que explique las variaciones en la abundancia de las es-

pecies de copépodos en el Complejo cenagoso de Malambo.

De las cuatro especies encontradas en el complejo cenagoso de Malambo, *N. coniferoides* es el copépodo más sensible a las variaciones de factores físicos y químicos del agua; ya que su abundancia y distribución se vio restringida por seis factores como son SST, oxígeno disuelto, dureza, pH, nitrato y amonio.

## Referencias

- [1] INFANTE A. GONZALEZ DE. 1988. El Plancton de Aguas continentales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
- [2] ATENCIO, L. Composición, Abundancia y distribución espacial y temporal de la Comunidad de Copépodos planctónicos en el Complejo cenagoso de Malambo (Atlántico, Colombia) durante un ciclo hidrológico. Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [3] ARANGUREN, N. 1998. Estudio de copépodos planctónicos (crustácea) de la ciénaga de Guarinocito, Magdalena medio. (Departamento de Caldas) Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Santa fe de Bogota, Colombia.
- [4] Becerra (comunicación privada)
- [5] HERRERA-MARTINEZ, L. y G. GUILLOT 1999. Composición taxonómica del zooplancton del embalse de Betania, Dpto. Huila, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 4 (1): 5-19.
- [6] ANDRADE C. 2000 Composición y variación estacional de Rotíferos planctónicos en un lago de inundación del Río Amazonas (L. Yahuaraca, Colombia) Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Santa fe de Bogota, Colombia.
- [7] JARAMILLO, L y GAVIRIA, S. 2003. Caracterización física, química y estructura de la comunidad zooplanctonica de un pequeño lago tropical Lago Santander (Río Negro) Antioquia, Colombia. *Caldasia* 25 (2) 2003: 355-380.
- [8] KIEFER, V.F. 1956. Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea, Copepoda) I Calanoida und Cyclopoida. En F. Gessner & V. Vareschi (ed) *Ergebnisse der Deutschen Limnologischen Venezuela Expedition 1952*, I: 233 – 268, Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- [9] CAMARGO F., L. 1994 Estudio cualitativo y semicuantitativo del zooplancton superficial en el embalse El Guájaro (Atlántico) Colombia. *Actualidades Biológicas* (16) 59: 235-253 Universidad de Antioquia, Medellín Colombia.
- [10] GARCES A. & M. SARMIENTO 2005. Variación en la composición y abundancia de la comunidad de rotíferos y cladóceros que deriva por el Río

- Magdalena a la altura del puente Pumarejo (Departamento del Atlántico), durante los eventos mayores (estiaje y llenado) del ciclo hidrológico. Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [11] GUTIERREZ, L. 2002. Variación Espacio-Temporal de los rotíferos planctónicos en el Embalse del Guajaro (Dpto. Atlántico, Colombia). Tesis de Maestría. Universidad de los Andes, Bogota-Colombia.
- [12] HEREDIA, O. 2005. Variación espacio temporal de la rotiferofauna planctónica, durante un ciclo hidrológico en el Complejo Cenagoso de Malambo - Departamento del Atlántico. Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [13] LEGUÍA, S. 2005. Variación espacio temporal de la comunidad de cladóceros, durante un ciclo hidrológico en el Complejo Cenagoso de Malambo - Departamento del Atlántico. Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [14] LAMADRID, L. 2001. Caracterización limnológica de la ciénaga la Bahía (Malambo, Atlántico). Trabajo de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [15] VIANA y PEREZ, 2002. Diagnostico Ambiental de la Ciénaga la Bahía, Departamento del Atlántico, Colombia. *Hoehnea* 21: 9 – 29.
- [16] BERDUGO, L. 2005. Variación espacial y temporal de la comunidad fitoplanctónica en el complejo lagunar de Malambo (Atlántico-Colombia) durante un ciclo hidrológico. Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia.
- [17] TATIS, R. 2005. Producción primaria fitoplanctónica de un sistema pulsante neotropical: Complejo lagunar de Malambo (Departamento del Atlántico), Tesis de pregrado Biología. Universidad del Atlántico, Colombia
- [18] IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Monografía del Departamento del Atlántico.
- [19] APHA-AWWA-WPCF., 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition.
- [20] SCHWOERBEL, J. 1975. Métodos de hidrobiología. Ed. Blume. Madrid.
- [21] ROLDAN, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- [22] REID, J.W. 1985. Chave de identificacao e lista de referencias bibliograficas para as especies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bolm. Zool., Univ. São Paulo.* 9: 17-143.
- [23] DUSSART, B. H.1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hidrobiologia* 113: 25-67.

- [24] GAVIRIA, S. 1994. Los copépodos (Arthropoda, Crustacea) de vida libre de las aguas continentales de Colombia. *Rev. Acad. Colom. Cienc. Exactas Físicas y Naturales.* (19) 73: 361-385.
- [25] GAVIRIA, S. y N. ARANGUREN 2000. Guía de laboratorio para identificación de Cladóceros, Copépodos y Rotíferos. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia (no editada).
- [26] SUAREZ-MORALES, E y M. GUTIERREZ-AGUIRRE 2001. Morfología y Taxonomía de los Mesocyclops (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) de México. CONACYT México y El Colegio de la Frontera Sur. Primera edición.
- [27] ARIAS. 1985. Las ciénagas en Colombia. *Divulgación pesquera.* Inderena, Bogota, XXII (2,3,4): 39-70.
- [28] ESTEVES, F., 1988. *Fundamentos de Limnología.* Ed. Interciencia Ltda., Río de Janeiro, Brasil.
- [29] Plan de Ordenamiento Territorial, municipios de Soledad y Malambo, Departamento del Atlántico 2001-2009.
- [30] GAVIRIA, S. y N. ARANGUREN (en prensa). Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia. *Rev. Biota Colombiana.*
- [31] SERAFIM, M., G. PERBICHE, L. DE BRITO, A. GHIDINI, 2003. Composição da comunidade zooplanctônica de um reservatório eutrofizado do altíssimo rio iguaçu, região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brazil. IV Seminário do Projeto Interdisciplinar sobre Eutrofização de Águas de Abastecimento Público na Bacia do Altíssimo Iguaçu, Curitiba-PR, 18 e 19 de novembro de 2003.
- [32] GAVIRIA, S. 1993. Crustacean plankton of a high altitude tropical lake: Laguna de Chingaza, Colombia. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25 (2): 906-911.
- [33] HOLYNSKA, M., MIRABDULLAYEV I.M., REID, J.W., UEDA, H. 2003. Copepoda Cyclopoida - genera: Mesocyclops and Thermocyclops – In *Guides to the identification of microinvertebrates of the continental waters of the world.* Blackhuys Publishers, Leiden. (20): 1-318.
- [34] GODOY, A y Y. REVEROL, 2005. Variación temporal de los copépodos de dos lagunas de inundación del río Caura, estado Bolívar, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad del Zulia.* (39) 3: 262 – 276.
- [35] ESPINDOLA, E. L.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A. C. 2000. Spatial heterogeneity of the Tucuruí Reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. *Rev. Bras. Biol.* 60 (2): 179-194

