

ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE LA MEIOFAUNA DE LA BAHÍA DE NIPE, CUBA.

Norberto Capetillo¹, Maickel Armenteros^{2*}, Gustavo Arencibia¹, Ivan Pérez¹, Zehnia Cuervo³, Gaspar González².

¹ Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba. 5^{ta} Avenida y 246, Playa, Ciudad Habana, Cuba. norberto@cip.telemar.cu,

² Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana. Calle 16 # 114, CP 11300, Playa, Ciudad Habana, Cuba.

³ Instituto de Ecología y Sistemática. Carretera de Varona, km 3^{1/2} Capdevila, Boyeros, C. Habana, Cuba

ABSTRACT. The structure of meiofaunal communities was surveyed in 17 stations in Nipe Bay, Cuba in July, 2001. Levels of Nickel (all stations) are higher than in several bays in Cuba, probably due to natural causes. The levels of Copper, Zinc, Fe and Manganese indicate a relative low pollution, likely related to the presence of urban settlements. There is decrease in the total density and number of taxa of meiofauna in the stations with higher levels of metals; the copepods appear to be particularly sensitivity to metal pollution. The stations located at the mouth of the bay have the lowest levels of contamination and the highest total density of organisms and taxa richness, probably due to a more intense turnover of the waters in this area and consequent lower accumulation of pollutants in the sediments. The more inner stations exhibit higher levels of contamination and possess community structures characterized by low richness of taxa and reduced density of meiofauna.

Keywords: Meiofauna, heavy metals, bay, community structure, Nipe bay, Cuba

INTRODUCCIÓN

La meiofauna es un componente importante dentro de las comunidades bentónicas, ya que es un grupo clave en la regeneración de nutrientes y por consiguiente en el aporte de energía en la trama alimentaria (Coull, 1999). Además al actuar como vínculo entre el microbentos y el macrobentos constituye un eslabón vital en la trama trófica de los ecosistemas marinos (Platonova y Galtsova, 1985; Coull, 1999).

Dado a que la meiofauna presenta una alta densidad de organismos en los sedimentos marinos, pequeña talla de sus individuos y a que sus tiempos de generación son medidos más bien en meses que en años, hace que potencialmente la respuesta ante cualquier tipo de contaminación ó alteración ecológica sea mucho más rápida que la del resto del bentos, brindando así una información constante sobre los cambios inducidos por el hombre en el ecosistema. Esta situación permite que el mismo sea muy utilizado como indicador de la calidad ambiental de los hábitats acuáticos (Warwick, 1993).

Hasta la fecha todos los trabajos realizados en la bahía sólo dan referencias acerca de las condiciones abióticas (entiéndase por calidad de las aguas, contaminación en los sedimentos y las fuentes principales emisoras de contaminantes), pero en la búsqueda efectuada no se han reflejado las condiciones bióticas, exceptuando a los recursos pesqueros y la distribución de los biotopos de la misma. Esta situación conllevó a la realización de este trabajo, cuyo objetivo fue conocer la composición, abundancia y distribución de la meiofauna, de la cual no se tiene referencia alguna, y la relación de esta con la contaminación que esta presente en la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio, muestreo y procesamiento de las muestras

La Bahía de Nipe está ubicada en la costa Nororiental de Cuba, provincia de Holguín, a los 20° 50' de latitud norte y los 75° 40' de longitud oeste. Esta es una de las mayores bahías de bolsa del mundo y la primera de nuestro territorio, con una superficie de 220 Km² y profundidades medias que oscilan entre 9 y 25 metros. La misma es un cuerpo de agua productivo y dinámico, pero presenta contaminación de origen orgánico, nutrientes y metales pesados en las áreas costeras (Arencibia et al., 2005).

Presenta en sus márgenes a tres asentamientos humanos: Antilla, Guatemala y Felton, los que vierten aguas albañales a la bahía. Sin embargo en la región se lleva a cabo una fuerte actividad industrial dada por la presencia de complejos agro-industriales, Central Termoeléctrica de Felton y la actividad minera, siendo estas las principales fuentes contaminantes en la bahía, tanto por metales pesados como de materia orgánica (Romero y Suárez, 1993).

Para la realización de este estudio se ubicaron 17 estaciones en Julio del 2001 (Fig. 1) en las que se tomaron tres replicas de sedimento para el análisis de la meiofauna con un nucleador de 10 cm. de diámetro hasta la profundidad de 10cm, las que fueron fijadas en formol al 10% en bolsas de nylon, para ser analizadas en el laboratorio. El sedimento fue lavado y procesado según el método de levigación y decantación propuesto por McIntyre (1969), pasándose a través de una columna de tamices de 1, 0.5, 0.25 y 0.1 mm de abertura de malla, utilizándose el material retenido en los dos últimos tamices. Los organismos de la meiofauna se extrajeron manualmente bajo un microscopio estereoscopio y se clasificaron hasta el taxón mas bajo posible.

Adicionalmente se tomaron en cada estación muestras de sedimentos para el análisis de metales pesados, las que fueron conservadas en congelación hasta su posterior análisis.

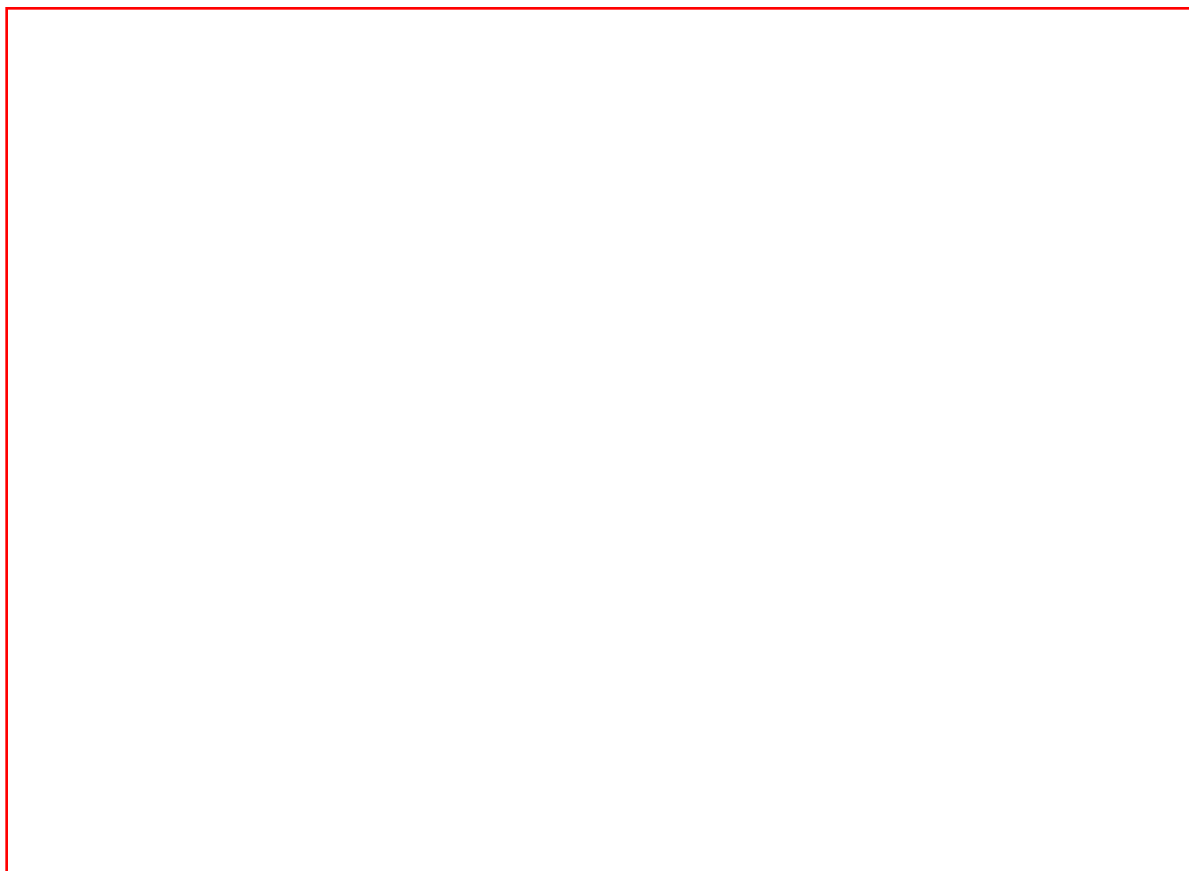


Figura 1. Red de estaciones de muestreo en la bahía de Nipe.

Las muestras para el análisis de metales pesados se tomaron en 13 estaciones (tabla 1), las que se secaron por liofilización y se tamizaron con tamiz plástico. A 2 gramos de la fracción $<63\mu\text{m}$ obtenida, se le realizó una digestión fuerte con ácidos concentrados HNO_3/HCL (Mc. Know M.M, 1978). Las concentraciones de los metales se determinaron por Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP). Los límites inferior y superior ($\mu\text{g.g}^{-1}$) de cada metal evaluado en el procedimiento analítico utilizado fueron: Cu, Zn y Mn: 1-6000, Ni: 2-6000 y Fe: 0,01-24%.

Se midió en cada estación el potencial REDOX (Eh), con un Potenciómetro ORP, modelo RM-1K, con un rango de $0 \sim \pm 700\text{mV}$.

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Software Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 2001) se uso para estadística descriptiva. Software PRIMER 5.2.9 (Clarke y Warwick, 2001) se utilizó para el análisis multivariable (nmMDS) para la ordenación de las estaciones mediante la transformación de los datos de densidad de la meiofauna. Para la obtención de las ecuaciones se empleo la correlación mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), estandarizando las variables. Para la relación entre las variables de la comunidad (densidad y taxa) y los valores de las fórmulas del ACP, se analizaron por correlación por rangos de Spearman.

RESULTADOS

Metales pesados: Los valores medios de la concentración de los metales pesados en los sedimentos de la bahía fueron: Cu $22 \mu\text{g.g}^{-1}$, Zn $52 \mu\text{g.g}^{-1}$, Mn. $469 \mu\text{g.g}^{-1}$, Ni. $751 \mu\text{g.g}^{-1}$ y Fe. 15% Tabla 1. La estación 17 fue la que presentó los valores más altos de concentraciones para todos los metales excepto el cobre que fue más abundante en las estaciones 9 y 11 (tabla1). La proximidad de la estación 17 a la Termoeléctrica de Felton es probablemente la causa de las concentraciones de los metales en ella. Con relación a las estaciones 9 y 11 es por su cercanía al central Guatemala y al río Mayarí.

Tabla 1. Concentraciones de los metales pesados y potencial redox medidos en los sedimentos de la bahía de Nipe. F= fango, A=arena, F/A=fango-arenoso

Estación	Prof. (m)	Tipo de Sedimento	Cu ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Mn ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Fe (%)	Redox (mV)
2	3.5	F/Ar	19	47	228	325	13.62	-2.0
3	3.0	F/Ar	21	49	209	393	13.59	0.2
4	1.8	A	23	53	316	435	14.56	2.1
5	3.2	F	25	60	344	425	18.85	0.6
6	12.0	F/Ar	21	55	251	370	15.65	-1.6
8	2.0	A	22	54	307	391	14.13	2.2
9	1.6	FAr	40	69	484	671	21.19	1.2
11	9.1	FAr	34	68	393	582	20.69	- 1.3
13	17.2	A	19	37	274	447	11.01	2.0
14	1.7	FAr	9	25	150	228	6.50	0.9
15	4.0	FAr	15	45	345	382	12.27	2.4
16	1.2	FAr	13	36	442	383	10.48	2.3
17	1.0	F	29	84	623	1071	26.00	-0.8
Media			22	52	336	469	15	

Las ecuaciones obtenidas mediante el análisis de correlación por componentes principales (ACP) explica en un 85,2% el total de la varianza en los dos primeros ejes. La ecuación del eje 1, $\text{PC1} = -0.48 \text{ Fe} - 0.47 \text{ Zn} - 0.45 \text{ Mn} - 0.40 \text{ Cu} - 0.37 \text{ Ni} + 0.22 \text{ Redox}$, explica la existencia de un gradiente ambiental dado por la combinación balanceada de Fe, Zn, Mn y Cu para las estaciones 2, 3, 4, 5, 6 y 8 caracterizadas por valores bajos a intermedios, las que se ubican en el interior de la bahía y las estaciones 13, 14, 15 y 16 con valores bajos, localizadas en la entrada de la bahía (tabla 1). La ecuación del eje 2, $\text{PC2} = -0.77 \text{ Redox} - 0.48 \text{ Ni} - 0.35 \text{ Mn} + 0.24 \text{ Cu} + 0.07 \text{ Fe} + 0.07 \text{ Zn}$, explica la existencia de otro gradiente dominado fundamentalmente por el potencial

redox de los sedimentos, el cual es un indicador indirecto de los niveles de oxígeno. Las estaciones más afectadas son la 2, 6, 11 y 17, siendo esta última la que presenta el valor más negativo. El resto de las estaciones presentan valores altos y positivos del potencial redox. (Tabla 1).

Características de la Meiofauna: Se hallaron 12 taxa en los sedimentos de la bahía: Nematoda, Copepoda, Polychaeta, Ostracoda, Oligochaeta, Bivalvia, Nemertinea, Sipunculida, Tanaidacea, Amphipoda, Isopoda and Mysidacea. La densidad media (animales in 10 cm⁻²) de las taxa más abundante fueron (entre paréntesis la media y SD, n = 17): Nematodos (15.1 ± 16.1), Ostracodos (6.5 ± 4.1), Copépodos (4.3 ± 8.3), Poliquetos (2.6 ± 4.3) y otros (1.5 ± 2.0).

Como se esperaba los nematodos predominaron en la mayoría de las estaciones. Un resultado inesperado fue la posición de los Ostracodos después de los nematodos, cuando usualmente este lugar es ocupado por los copépodos. Este resultado difiere de los obtenidos por Capetillo et al (2004), al realizar el estudio en 4 bahías de la región Oriental de Cuba. Existen diferencias entre el número de taxa y la densidad por estaciones. Hay un grupo de estaciones (1, 8, 13, 14, 15 y 16) caracterizadas por altos valores de densidad (valor medio del grupo: 56.6 ± 27.8 animales /10 cm.⁻²) y un alto número de taxa (6 – 10 taxa) y que se ubican en al hábitat con vegetación marina de densidad media a alta, según Carradeguas et al (1999). Figura 2.



Figura 2. Ordenación de las estaciones por el escalado multidimensional no métrico sobre la base de la densidad de la meiofauna. Se utilizó el coeficiente de Bray-Curtis como medida de similaridad. *Stress: 0.04*

Las estaciones 2, 3, 4, 5, 6 y 7 tienen valores intermedio de densidad (16.4 ± 6.5 animales /10 cm⁻²) y entre 3 y 5 taxa, cuya ubicación esta en los hábitat con poca vegetación, aunque existen diferencias cruciales entre estaciones. Los valores más bajos se hallaron en las estaciones 9, 11, 12 y 17 con 8.5 ± 7.4 animales /10 cm⁻² y poco número de taxa (1- 2), las que se ubicaron en hábitat desprovistos de vegetación, con la excepción de la 11 y 17, sitios donde se localizaron pequeños parches de vegetación de muy baja densidad, dado a que ambas se ubicaron en las zonas próximas a las fuentes contaminantes.

La correlación existente entre los dos gradientes ambientales hallados en el ACP y la densidad total y número de taxa de la meiofauna da como resultado una alta y significativa correlación con el eje 1 (tabla 2), lo que significa que la densidad y las taxa incrementan siempre y cuando las concentraciones de los metales de Fe, Zn, Mn y Cu disminuyan. La correlación en el eje 2 es relativamente baja y no significativa, lo que sugiere que la densidad y las taxa disminuyen dado a un incremento de las condiciones que causan la reducción de los sedimentos.

Tabla 2. Coeficientes de correlación por rangos de Spearman entre los valores de los dos primeros ejes del ACP, la densidad y el número de taxa. N=13

Ejes	Densidad Total	Número de taxa
1	0.86 (< 0.001)	0.89 (< 0.001)
2	- 0.52 (0.067)	- 0.32 (0.28)

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que la contaminación por metales pesados y el enriquecimiento orgánico son las causas que más influyen en la estructura comunitaria de la meiofauna de la bahía. El decrecimiento de la densidad y número de taxa de la meiofauna por metales pesados ha sido bien documentado por varios autores (Somerfield et al, 1994 y Lee et al, 2004), donde se evidencia que la combinación de varios metales pueden ejercer un efecto sinérgico aumentando la toxicidad de estos sobre la meiofauna (Verriopoulos and Dimas, 1988). Este autor observó un efecto negativo sobre el copépodo *Tisbe* por la combinación de metales de Cu-Ni, Cu-Pb, Ni-Zn y Zn-Cu, metales que se encuentran en nuestra zona de estudio.

Los copépodos harpacticoides son buenos indicadores a la contaminación por Cu (Lee et al, 2001). Para nuestro caso se reafirma lo antes dicho dado a que los copépodos solo aparecieron en las estaciones 8, 13, 14, 15 y 16, las que presentaron bajas concentraciones de metales incluyendo al Cu, aparte de presentarse con vegetación y por otra parte a que este grupo no ocupo el segundo lugar dentro de la meiofauna de la bahía, cosa que no es común en la composición de la meiofauna. El desplazamiento de

este grupo por los Ostracodos es un caso que no tenemos explicación hasta el momento.

La relativa baja densidad de la meiofauna en la bahía (30.0 ± 27.7 animales /10 cm⁻²) y el hecho de que los copépodos no ocuparán el segundo lugar, puede ser debido a los altos niveles de Níquel que de manera natural presenta la bahía dado a su ubicación en una región cuyo suelo es laterítico con grandes depósitos de minerales conteniendo Níquel y Cobalto.

El área más limpia de la bahía se ubica en su entrada, donde las estaciones presentan bajos niveles de metales pesados alto potencial redox, densidades relativamente altas de la meiofauna y mayor número de taxa. La estación 17 es la más contaminada de la bahía, dada a su cercanía a la termoeléctrica de Felton, la cual libera a la bahía metales pesados como el Cu, Zn, Fe y Cd.

REFERENCIAS

- Arencibia, G. 2005. Contaminación e impacto ambiental en bahía de Nipe, Cuba: Recomendaciones para su manejo. Tesis de doctorado. CIBNOR. 76 pp.
- Capetillo, N, López Cánovas, C y Carrodegua, C. 1999. El Meiozobentos de las Bahías Taco, Boma, Baracoa y Mata. GEOCUBA Estudios Marinos. Inf. Cien. Tec. 40 pp.
- Carrodegua, C., N. Capetillo, G. Arencibia., y Branly, M. 1999. Distribución de los Biotopos de la Bahía de Nipe. GEOCUBA Estudios Marinos. Inf. Cien. Tec., 30 pp.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E. Plymouth.
- Coull, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. Austral. J. Ecol. 24: 327-343.
- Lampadariou, N., Austen, M. C., Robertson, N. and Vlachonis, G. 1997. Analysis of meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Iraklion Harbour, Greece. *Vie Milieu* 47 (1): 9-24.
- Lee, M. R., Correa, M. A. & Castilla, J. C. 2001. An assessment of the potential use of the nematode to copepod ratio in the monitoring of metals pollution. The Chañaral case. *Mar. Poll. Bull.* 42 (8): 696 – 701.
- Lee, M. R., Correa, M. A. and Castilla, J. C. 2004. The effects of copper mine tailings on the littoral meiofaunal communities of the Atacama region of northern Chile. *Mar. Poll. Bull.* 53 (4): 345 – 351
- McIntyre, A. D. 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.* 44: 245-290.
- Mc Know, M. M. 1978. Investigation of matrix interferences for A:A:S. Trace metal analysis of sediments. Report. No. EPA- 600/7-78-085.
- Platonova, T. A y V.V Galtsova. 1985. Nematodes and their role in the meiobenthos. Oxonian Press Ltd. New Delhi. 366 pp.

Romero, T. & Suárez, G. 1993. Distribución de la contaminación orgánica en la Bahía de Nipe, Cuba. *Ciencias Marinas*, 19 (3): 371 – 386.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.

Somerfield, P. J., Gee, J. M. & Warwick, R. M. 1994. Soft sediment meiofaunal community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 105: 79 – 88.

Verriopoulos, G. & Dimas, S. 1988. Combined toxicity of copper, cadmium, zinc, lead, nickel, and chrome to the copepod *Tisbe holothuridae*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 41: 378 – 384.

Warwick, R. M. 1993. Environmental impact studies on marine communities: Pragmatical considerations. *Austral. J. Ecol.* 18: 63-80.