

Meiobentos como indicado alternativo de contaminación de playas

Meiobenthos, alternative indicator of beach pollution

Airelys Y. Pinzón¹, Madeleine M. Trejos¹, Maritzel Carrera¹, Edy A. Frías¹, Italo Goti^{2*}

¹ Licenciatura en Biología – Centro Regional de Universitario de Azuero – Universidad de Panamá

² Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología – Centro Regional Universitario de Azuero - Universidad de Panamá.

Resumen Se recolectó el Meiobentos con un nucleador de 2,54 cm de diámetro introducido 5 cm en el sedimento, de igual manera se tomaron muestras para el análisis microbiológico de las playas durante la marea más baja de sicigia cada 15 días por un periodo de dos meses. Las muestras fueron tomadas en playas de la región de Los Santos: Los Guayaberos, Bella Vista, El Rincón y La Yeguada. El análisis de los resultados microbiológicos indicó que hubo crecimiento en Los Guayaberos y Bella Vista de Coliformes fecales, mientras que las otras dos playas el crecimiento es menor o no hubo crecimiento. Los resultados de los análisis realizados en las 4 playas indicaron los siguientes grupos asociados a zonas contaminadas: Nematodos 45,2 ind/10 cm², Oligochaetas 6,91 ind/10 cm², Gnathostomulidas 1,97 ind/10 cm², y Foraminíferos 0,98 ind/10 cm², mientras que en la zona no contaminada: Nematodos 12,82 ind/10 cm², Oligochaetas 4,27 Gnathostomulidos 2,63 ind/10 cm², y ningún Foraminífero, la mayor abundancia de estos grupos es un buen indicador de contaminación de playa.

Palabras clave Meiobentos, indicadores fecales, coliformes, contaminación, playas arenosas.

Abstract The meiobenthos of sandy beaches was collected with a 2.54 cm diameter nucleator introduced 5 cm into the sediment. Samples were also taken to microbiological analysis of the wet sand of the beaches during the lowest tide of syzygy, every 15 days for a period of two months. The samples were taken at beaches in the Los Santo region, Los Guayaberos, Bella Vista, El Rincon and La Yeguada. The analysis of the microbiological results indicated that there was growth in Los Guayaberos and Bella Vista of faecal coliforms, while the other two beaches growth is lower or there was no growth. The analysis of the results of the four beaches indicated the following groups associated with polluted areas: Nematodes with 45,2 ind/10 cm², Oligochaets with 6,91 ind/10 cm², Gnathostomulids with 1,97 ind/10 cm², and Foraminiferans with 0,98 ind/10 cm², which represented the 90 % of the meiobenthic fauna. On the other hand, in the uncontaminated zone: Nematodes 12.82 ind / 10 cm², Oligochaetas 4.27 Gnathostomulids 2.63 ind / 10 cm², and no Foraminifera, the highest abundance of these groups is a good indicator of beach pollution.

Keywords: Meiobenthos, faecal indicators, coliforms, pollution, sandy beaches.

*Corresponding authors: italo.goti@up.ac.pa

1. Introducción

Los organismos bentónicos, especialmente los animales, que habitan desde la región intermareal hasta las grandes profundidades marinas, forman asociaciones muy diversas y abundantes. Estos organismos tienden a ser convencionalmente clasificados por su tamaño, a partir del uso de tamices que se utilizan para separarlos de los sedimentos marinos [1]. Es así que se clasifican en macrofauna, organismos mayores a 500 µm (poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos, poríferos, etc.), meiofauna, organismos mayores a 62,5 µm (nematodos, copépodos harpacticóides, tardígrados, etc.) y microbentos (bacterias y protistas ciliados, no retenidos con el uso de mallas convencionales) [2].

La meiofauna bentónica se puede definir como un complejo de organismos adaptados a la vida intersticial entre partículas del sedimento, translucidos y alargados.

En zonas cercanas Panamá se han realizado estudios sobre la Meiofauna, como Betancourt y Martínez [3], quienes utilizaron estos grupos en Colombia como indicadores de oxigenación y productividad. En Costa Rica se han realizado varios estudios de la abundancia del Meiobentos en zonas intermareal de playas arenolodas [4, 5].

En nuestro país se han realizado pocos estudios sobre el Meiobentos, algunos de estos han sido investigaciones de tesis en el área de Azuero, donde se ha estudiado la abundancia y distribución temporal, y la relación con los procesos de erosión y acreción de playas arenosas en Los Guayaberos [6, 7, 8, 9] y en El Rompío [10, 11, 12].

Debido a que el Meiobentos ocupa una posición importante en los procesos biodegradativos en los sistemas estuarinos, el uso potencial del grupo como indicador de condiciones contaminadas ha sido el objetivo de diversos estudios.

Rafaelli y Mason [13] desarrollaron el índice Nematodo: Copépodo ($I_{N:C}$) como herramienta sencilla para la determinación de presencia de contaminación en las playas. Este índice, a pesar de ser usado a nivel global, ha sido cuestionado por razones ecológicas.

Además, no se han realizado estudios del uso del Meiobentos como indicador de contaminación en las playas panameñas, alternativos al índice N:C, que ha demostrado poca efectividad en nuestro país, de tal manera que puede utilizarse como indicador de contaminación tanto en las playas como del agua [14].

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una técnica alternativa más rápida y económica con respecto al análisis microbiológico, como indicador de contaminación fecal de playa.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en cuatro playas de la región de Los Santos: Los Guayaberos, El Rincón, La Yeguada y Bella Vista; las cuales se identificaron visualmente y se segmentaron en dos grupos de acuerdo a la presencia de animales domésticos, aves marinas, restos de pesca artesanal, basura y comunidades aledañas, fuentes de contaminación según Brandão [15], de las cuales las playas Los Guayaberos y Bella Vista se clasificaron como contaminadas, mientras que La Yeguada y El Rincón como no contaminadas.

Para confirmar la clasificación anterior de las playas se realizaron análisis microbiológicos mediante la técnica de fermentación de tubos múltiples y lectura de luz UV para identificar la presencia de Coliformes fecales [16].

Se utilizó como referencia para los datos microbiológicos la norma colombiana NTS-TS 001-2 [17], por la falta de normas panameñas para arena de playa.

Para la recolecta del Meiobentos se utilizó un nucleador de PVC de 2,54 cm de diámetro, introducido 5 cm en el sedimento. Las muestras se fijaron en formalina al 5 % con rosa de bengala y se preservó, luego de 24 horas, con alcohol al 70 %. Se tomó una muestra con tres repeticiones por playa, durante la marea más baja de sicigia diurna cada 15 días entre mayo y julio 2018.

Una vez en el laboratorio se identificaron los organismos presentes en la muestra mediante un microscopio óptico a 10x y 40x, con la ayuda de claves gráficas.

Se seleccionaron los grupos del Meiobentos que representaban el 90 % de la abundancia en las playas contaminadas que estuviesen presentes en más del 75 % de las muestras.

Además, se calculó el índice $I_{N:C}$ [13], para verificar su utilidad como indicador de contaminación.

3. Resultados

Microbiología

El análisis microbiológico indicó que las playas Los Guayaberos y Bella Vista están contaminadas (> 100 NMP/10 g), de acuerdo a la Norma Técnica colombiana, mientras que El Rincón y La Yeguada se presentan como libres de contaminación (< 28 NMP/10 g) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia de Coliformes Fecales en las playas estudiadas (NMP/10 g)

Los Guayaberos	El Rincón	La Yeguada	Bella Vista
> 100	< 3	28	150

Meiobentos

De los organismos colectados se identificaron 10 taxa de Meiobentos, de las cuales los Nematodos presentaron la mayor abundancia, con una densidad total de $87,92 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$, el segundo y tercer grupo en abundancia dependió de la condición de contaminación de cada playa, *Oligochaeta*, *Ciliados*, *Tanaidaceos* y *Gnathostomúlidos* (cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad total del Meiobentos ($\text{ind}/10 \text{ cm}^2$) en los sitios estudiados, por grupo taxonómico

Taxa	Los Guayaberos	El Rincón	La Yeguada	Bella Vista
<i>Nematodos</i>	87,82	24,93	22,31	94,49
<i>Ciliados</i>	11,81	5,25	7,87	11,81
<i>Copépodos</i>	5,25	5,25	1,31	1,31
<i>Tanaidaceo</i>	5,25	0	18,37	0
<i>Gnathostomulida</i>	1,31	0	10,50	6,56
<i>Oligochaeta</i>	26,24	3,94	9,18	1,31
<i>Cumaceo</i>	0	1,31	1,31	0
<i>Kinorhyncha</i>	1,31	0	1,31	0
<i>Hidracarina</i>	1,31	0	0	1,31
<i>Foraminífera</i>	1,31	0	0	2,62

Luego de determinar la presencia de los diversos taxa de las cuatro playas, se agruparon los datos de las playas identificadas como contaminadas con respecto a las no contaminadas y se determinó la abundancia por grupo taxonómico (figura 1).

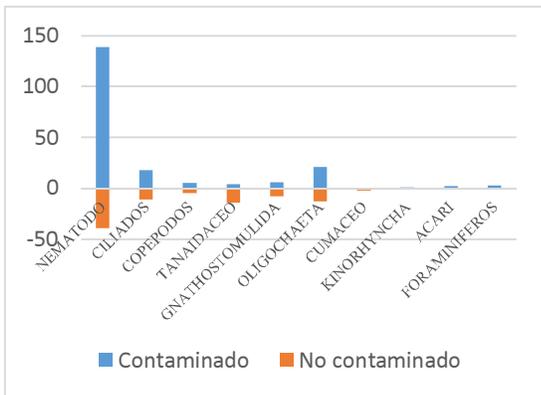


Figura 1. Abundancia de los grupos evaluados en las playas contaminadas y no contaminadas.

De lo anterior se obtuvo que los taxa que representaron el 90 % de la abundancia y el 75 % de la constancia en las muestras de playas contaminadas fueron: los *Nematodos*, *Oligoquetos*, *Gnathostomúlidos* y *Foraminíferos*, los cuales mostraron una densidad mayor a 100 ind/10 cm² en las playas contaminadas y menor a 50 ind/10 cm² en las no contaminadas (cuadro 3).

Cuadro 3. Densidad total del Meiobentos (ind/10 cm²) indicador de contaminación (Nemátodos+Oligoquetos+Gnathostomulidos+Foraminifersso)

Los Guayaberos	El Rincón	La Yeguada	Bella Vista
116,80	33,74	49,87	104,99

Índice *Nematodo: Copépodo*

Se determinó el índice $I_{N:C}$ en las cuatro playas y dio como resultado: Los Guayaberos 16,75, en el Rincón 4,75 mientras que en La Yeguada 17 y en Bella Vista 72.

4. Discusión

Los valores de coliformes fecales en las playas contaminadas se presentaron de acuerdo a lo encontrado por Melgar y Carvajal [18] en la playa El Rompío y Los Guayaberos, las cuales han sido identificadas como contaminadas.

Los grupos del Meiobentos encontrados en la presente investigación forman parte de la comunidad meiobentónica de las playas arenosas de Azuero, Los Guayaberos [6, 7, 8] (Barría 2016) y en El Rompío [10, 11, 12]. Sin embargo, los grupos escogidos como indicadores de contaminación en el presente estudio se presentaron más abundantes que en los estudios antes indicados (figura 2).



Figura 2. Organismos meiobentónicos escogidos como indicadores de contaminación (A. Oligochaeta, B. Nematodo, C. Gnathostomulida, D. Foraminifera).

Los taxa seleccionados como indicadores de contaminación, se presentaron con mayor abundancia en las playas catalogadas como contaminadas (figura 3). Según Warwick [8] el Meiobentos ha sido utilizado como medida de perturbación antropogénica, pero esta relación debido a diferentes tipos de contaminación ha sufrido dificultades en su interpretación.

El análisis de conglomerado, mediante el uso de todos los taxa encontrados, mostró que los grupos escogidos como indicadores de contaminación discriminan correctamente las playas contaminadas de las no contaminadas (figura 3).

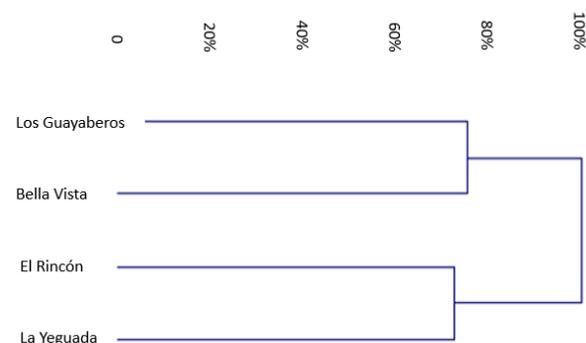


Figura 3. Dendrograma de la abundancia de taxa indicadora de contaminación en las playas estudiadas. Basado en el método de Ward y distancia de Bray Curtis.

El cálculo del índice IN:C en el presente estudio dio como resultado valores entre 4,75 y 72. Es difícil determinar finalmente con estos valores cuales playas están contaminadas debido a que el ámbito escogido para el índice varía de acuerdo al investigador que lo utilice. Warwick indicó el límite 10 como indicador de contaminación [19], mientras que Sutherland indicaron el valor de 20 [21] y Rubal el límite de 50 [22], lo que hace ambigua su utilización.

Según Sun [21] la aplicabilidad de un índice simple como el índice N:C para medir los efectos de la perturbación en ecosistemas complejos es controversial y cuestionable, es por esta razón que el presente trabajo cobra validez.

5. Conclusiones

Se determinó microbiológicamente que las playas Los Guayaberos y Bella Vista están contaminadas, con valores de Coliformes Totales > 150 NMP/10 g, tipificados en la norma colombiana NTS-TS 001-2, como no aptas para uso de fines turísticos, mientras que las playas El Rincón y La Yeguada no lo están, < 28 NMP/10g.

De acuerdo el índice N:C la playa Bella Vista presentó un valor de 72, el resto de la playa valores menores a 17, lo cual indica que solo la primera playa está contaminada, por lo que este índice no es fiable para estas zonas.

Los valores de densidad de los grupos de Meiobentos seleccionados como indicadores de contaminación fecal y sedimento anóxico indican que las playas Los Guayaberos y Bella Vista presentan valores superiores a 100 ind/10 cm² mientras que las playas el Rincón y La Yeguada presentan valores < 50 ind/10 cm².

La utilización de los cuatro grupos meiobentónicos indicadores de contaminación: *Nematodos*, *Oligochaeta*, *Gnathostomulida* y **Foraminíferos**, aunados al análisis de conglomerado, mediante el método de Ward y distancia de Bray Curtis, resultó una buena herramienta para separar playas contaminadas de aquellas que no lo están.

Utilizar el Meiobentos como indicador alternativo de contaminación es uno de los métodos más económicos y fáciles de manejar, además de que el análisis de los datos es rápido, a diferencia del método microbiológico, por lo que podemos recomendarlo como un buen indicador alternativo de contaminación de playas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible gracias a la colaboración del Profesor Italo I. Goti; quién con su amplio conocimiento en el área de la Biología Marina nos encaminó en el desarrollo del mismo. También a nuestro compañero David García quién nos

proporcionó información de gran valor en la parte microbiológica.

REFERENCIAS

- [1] Bilyard, G.R. (1987). The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Marine Pollut. Bull.* 18(11):581-585.
- [2] Warwick, R.M. (1993). Environmental impact studies on marine communities: Pragmatical considerations. *Austral. J. Ecol.* 18:63-80.
- [3] Betancur, M. A. y Martínez, J.I. (2003). Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos de fondo de la cuenca de Panamá (Pacífico colombiano), como indicadores de productividad y oxigenación. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 32: 93-123.
- [4] De la Cruz, E. & Vargas, J.A. (1987). Abundancia y distribución vertical de la meiofauna en la playa de Punta Morales. *Rev. Biol. Trop.* 36:363-367.
- [5] Vargas, J.A. (1988). A survey of the Meiofauna of an eastern tropical Pacific intertidal mud flat. *Revista de Biología Tropical*, 36, 541-544.
- [6] Mendieta, J. (2013). Diversidad del Meiobentos en la playa arenosa Los Guayaberos, Santa Ana (Los Santos) sometidos al proceso de erosión.
- [7] Cruz, R. (2014). Composición, distribución y abundancia espacial de la meiofauna bentónica sometida a un proceso de erosión en la playa arenosa Los Guayaberos en los Santos. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá 44 pp.
- [8] Berguido, J. (2014). Distribución del Meiobentos en zonas meso e infralitoral de la playa Los Guayaberos en Los Santos, Panamá, a diferentes distancias del espigón. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá.
- [9] Barría, J. (2016). Variación temporal y espacial en la abundancia y distribución de la meiofauna en playa Los Guayaberos sometida a procesos de erosión, Los Santos, Panamá, septiembre 2013 a febrero 2014. Tesis Licenciatura Universidad de Panamá 58 PP.
- [10] Guevara, M. (2013). Abundancia del Meiobentos en la playa El Rompío (Los Santos), bajo procesos de acreción de agosto del 2012 a febrero del 2013. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá 68 pp.
- [11] Vargas, R. (2014). Variación espacio-temporal de la composición de la meiofauna bentónica en la playa El Rompío, provincia de Los Santos. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá 35 pp.
- [12] Quintero, C. (2018). Composición, abundancia y variación temporal de las comunidades del Meiobentos en la playa El Rompío, en Los Santos, Panamá, septiembre del 2013 a febrero del 2014. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá 35 pp.
- [13] Raffaelli, D., y Mason, C. (1981). Pollution monitoring with Meiofauna, using the ratio of Nematode to Copepodes. *Mar. Poll. Bull.* 12(5):158-163.
- [14] López, C. y Cruz, R. (2000). Distribución y abundancia del Meiobentos en los manglares de Parita. Tesis Licenciatura Univ. de Panamá 92 pp.

- [15] Brandão, J., Wergikosky, B., Rosado, C., Noronha, G., Rosado, L., Verissimo, C., Falcão, M.L., Giraldes, A. Simões, M., Rebelo, M. (2002). Monitorização da qualidade das areias em zonas balneares. *Ins. Nac. Saúde Ricardo Jorge*, 24 pp.
- [16] American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewaters. Washington DC, EEUU 21th ed.
- [17] ICONTEC (2011). Normas Técnicas Colombianas. Distintas técnicas de playas. NTS-TS 001-1.
- [18] Melgar y Carvajal 2013. Ocurrencia de Coliformes y E. coli en sedimentos marinos (arena) de playas: El Rompío y Los Guayaberos, en el corregimiento de Santa Ana, Provincia de Los Santos, 2013. Tesis Licenciatura, Universidad de Panamá.
- [19] Warwick, R. 1981. The Nematode/Copepode ratio and its use in pollution ecology. *Mar. Pollut. Bull.* 22:180-183.
- [20] Sutherland, T.F., Levins, C.D., Petersen, S.A., Poon, P., y Piercy, B. 2007. The use of Meiofauna as an indicator of benthic organic enrichment associated with salmonid aquaculture. *Mar. Pollut. Bull.* 54:1249-1261.
- [21] Sun, X., Zhou, H., Hua, E., Xu S., Cong, B. y Zhang, Z. 2014. Meiofauna and its sedimentary environment as an integrated indication of anthropogenic disturbance to sandy beach ecosystems. *Mar. Poll. Bull.* 45(3):505-535.
- [22] Rubal, M., Veá, P., y Besteiro, C. 2009. Nematode/Copepod Index: importance of sedimentary parameters, sampling methodology and baseline values. *Thalassas* 25:9-18
- [23] Carignan, V. & M-A. Villard. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental and Assessment* 78:45-61.
- [24] Galvão, L.E. (2003). A water pollution crisis in the America. *Habitat Debate* 9(3):10.
- [25] Platonova, T.A. (1985). Nematodes and their role in the Meiobentos. Oxonian Press Ltd, 366 p.