

Variación temporal de las Comunidades de la Meiofauna en una Playa del Ecuador

A. Calles*, S. Degraer, M. Vincx
Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía perimetral. Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
*acalles@espol.edu.ec

Resumen

La estructura de la comunidad de la meiofauna fue estudiada quincenalmente en dos zonas de muestreo: supralitoral e infralitoral, a lo largo de un año, en la playa arenosa de San Pedro de Manglaralto, Ecuador, para describir su patrón de distribución en términos de densidad y estacionalidad (estación seca y lluviosa). El gradiente de playa (distancia) y pluviosidad mostraron correlaciones significativas, con la meiofauna total de la zona infralitoral, cuyas densidades aumentan en los meses de altas precipitaciones (enero y marzo); mientras que las densidades disminuyeron hacia el nivel submareal. No existió correlación en la zona supralitoral; sin embargo el análisis de ordenación MDS, mostró diferencias entre zonas de la playa, basadas en densidad y estructura de comunidades de meiofauna; principalmente por altas densidades de copépodos en la zona supralitoral (275 ± 86 ind./10 cm²) y altas densidades de nemátodos en la zona infralitoral (738 ± 64 ind./10 cm²).

Catorce taxones fueron registradas en ambas zonas de la playa: Nematoda, Copepoda Harpacticoida, Gastrotricha, Tardigrada, Turbellaria, Polychaeta, Isopoda, Cladocera, Rotifera, Ostracoda, Bivalvia, Halacaroidea, Insecta y Oligochaeta.

Comparado con otros patrones de zonación, los datos registrados en este estudio difieren tanto por la variabilidad espacial como por su variabilidad temporal de la meiofauna intersticial presente en playas arenosas alrededor del mundo.

Palabras Claves: meiofauna, Nematoda, Ecuador, densidad, intermareal.

Abstract

The structure of the meiofauna community was studied biweekly in two zones of sampling: supralitoral and infralitoral, during a year in the sandy beach of San Pedro de Manglaralto, Ecuador, to describe its distribution pattern, in terms of density and seasonality (dry and rainy season). The beach gradient (distance) and rainfall showed significant correlations, with total meiofauna of the infralitoral zone, whose densities increased in the highest rainfall months (january and march); while the densities decreased towards the subtidal level. Correlation did not exist in the supralitoral zone; nevertheless MDS ordination analysis showed clear cross-shore differences among the areas of the beach, based on the densities and structure of the meiofauna communities; mainly by highest densities of copepods at the supralitoral zone (275 ± 86 ind./10 cm²) and highest densities of nematodes at the infralitoral zone (738 ± 64 ind./10 cm²).

Fourteen taxa were registered in the beach zones: Nematoda, Copepoda Harpacticoida, Gastrotricha, Tardigrada, Turbellaria, Polychaeta, Isopoda, Cladocera, Rotifera, Ostracoda, Bivalvia, Halacaroidea, Insecta and Oligochaeta.

Compared with other cross-shore patterns, the data register in this study increases even the high spatial and temporal variability of the interstitial meiofauna present in sandy beaches worldwide.

Keywords: meiofauna, Nematoda, Ecuador, density, intertidal.

1. Introducción

La fauna intersticial de la zona costera es extremadamente difícil de comparar sobre diversas áreas geográficas, debido a la variabilidad en su morfodinámica (gradientes de disipativo a reflexivo), del nivel de marea (macro y micro régimen), de la naturaleza del sustrato (arenoso, volcánico, cuarzo, etc.), de la estacionalidad (templado y tropical) y de la influencia antropogénica [1, 2].

La meiofauna de playas arenosas se ha estudiado en diferentes latitudes, incluyendo el Ecuador [3-5]; pero escasos estudios de zonación y variabilidad temporal se han realizado en áreas tropicales [6]. Este estudio proporciona la primera información sobre variabilidad temporal en la costa ecuatoriana.

Los objetivos de este estudio fueron: i) contrastar la densidad y composición de la meiofauna intermareal en la zona supralitoral e infralitoral de una playa arenosa; ii) evaluar la variabilidad temporal en términos de estacionalidad (seca versus lluviosa) e iii) investigar el efecto de las variables ambientales como temperatura, salinidad y pluviosidad sobre la estructura de la comunidad de la meiofauna.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

La estación de muestreo se localizó al límite sur del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), en la playa de San Pedro de Manglaralto (1°56'30"S, 80°43'30"W) (Figura 1). La playa tiene un rango de marea entre 2-2.4 m (mesomareal). La playa tiene una extensión de aproximadamente 2 Km. El clima costero ecuatoriano se caracteriza por dos estaciones: una estación seca (abril-diciembre) y una estación lluviosa (enero-marzo). Además, las fluctuaciones inter-anales pueden ocurrir debido al fenómeno ENSO [7].

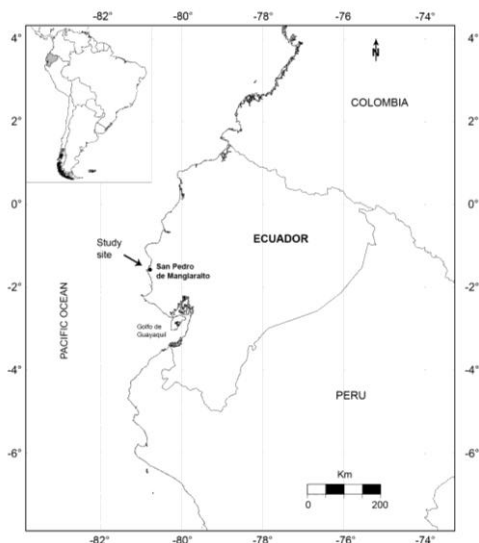


Figura 1. Sitio de estudio.

2.2. Muestreo y análisis de laboratorio

Las muestras fueron recolectadas quincenalmente desde junio 2000 hasta julio 2001, en las zonas supra e infralitoral. En cada zona de playa tres réplicas fueron obtenidas para la meiofauna, usando un core plástico de 3.6 cm diámetro [8], a 20 cm de profundidad en el sedimento y fijadas con formol 4% (60°C) [9]. Además se colectaron muestras para el análisis granulométrico (Coulter LS analyser). Los datos de temperatura superficial del mar (SST), salinidad y pluviosidad fueron tomados de la estación El Pelado (01° 55' 53 " S, 80° 46' 55 " W).

El perfil de playa fue medido por la diferencia en la elevación, cada 5 metros desde un punto de referencia (nivel cero) hasta la línea de marea baja, usando un teodolito.

Las muestras fueron filtradas con un tamiz de 1 mm de diámetro. Un proceso de decantación se realizó con un tamiz de 38 µm por 10 veces. Para la extracción de la meiofauna, las muestras fueron centrifugadas con Ludox HS 40 a la densidad de 1.18 por 2 veces. Se tiñeron las muestras centrifugadas con Rosa de Bengala al 1%. El conteo e identificación taxonómica se realizó bajo el estereomicroscopio.

2.3. Análisis de datos

Las playas mesomareales, como es el caso de este estudio, pueden ser clasificadas por tres variables: Hb (altura de ola), T (período de ola) y Ws (velocidad de caída del sedimento). Ws es calculado del tamaño medio del grano de arena [10]. $H_b = 0.4$ m, $T = 13$ s y $W_s = 0.03$ m/s es. Estos parámetros se combinaron dentro de las dimensiones de la velocidad de caída $\Omega = H_b/W_s T$ o el parámetro de Dean [11]. Cuando $\Omega < 1$, las playas tienden a ser *reflexivas*, cuando $\Omega > 6$ ellas tienden a ser *disipativas* y entre $(1 < \Omega < 6)$ son playas *intermedias*.

Para describir patrones de variabilidad temporal y estacional de la meiofauna, los análisis multivariados se hicieron después de la transformación de datos a raíz cuadrada. Se construyeron matrices triangulares de similitud, usando Bray-Curtis para encontrar una estructura de la fauna en la inspección visual de un dendrograma en clúster. Los modelos en los datos de meiofauna fueron analizados por multi-dimensional scale (MDS). El análisis de similitudes o ANOSIM fue usado para probar las diferencias significativas en la composición de meiofauna entre las estaciones de la playa. El análisis de porcentaje de similitud o SIMPER fue aplicado para determinar la contribución a nivel de taxón de meiofauna para la discriminación entre las zonas de la playa. Los análisis multivariados fueron realizados con el software PRIMER v5 [12].

Las densidades se expresaron en número de individuos por cada 10 cm² (ind./10 cm²).

Un nivel significativo de $p < 0.05$ se usó en todos los test. El análisis de varianza o ANOVA fue aplicado

para probar las diferencias significativas entre la estación seca y lluviosa. La correlación de Pearson fue aplicada para evaluar la relación entre cada taxón de meiofauna y los factores medioambientales.

La distribución normal de los datos se verificó por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se usaron las pruebas de Levene test para verificar la homogeneidad de la varianza previo al análisis con el software STATISTICA v6.0 [13].

3. Resultados

3.1. Parámetros físicos

La amplitud de la zona intermareal varió entre 90 y 120 m. La pendiente de la playa varió entre 1:21 y 1:41. En la zona supralitoral, las muestras fueron tomadas entre 34-54 metros desde el punto de referencia y en zona infralitoral entre los 84 y 118 metros de distancia según lo indica la Figura 2.

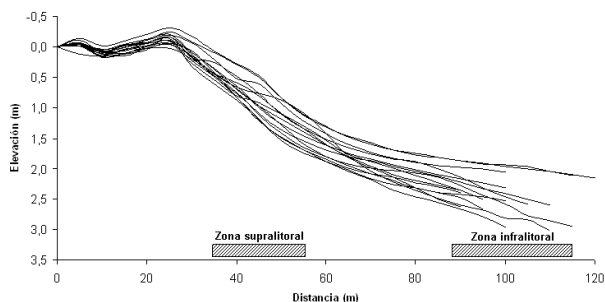


Figura 2. Perfil de playa San Pedro de Manglaralto (junio 2000 – julio 2001).

En función del parámetro de Dean (Ω), el sitio de estudio corresponde a una playa de tipo intermedia ($\Omega = 1.2$) pero muy cercana a las características reflexivas. Las fracciones de arena fina a medianas dominaron en el sedimento. El tamaño medio del grano de arena fue de 215 a 290 μm en la zona supralitoral y de 191 a 301 μm en la zona infralitoral. La TSM fue entre 21.4 y 27.5 $^{\circ}\text{C}$ y más alto en la estación lluviosa; la salinidad fue entre 32 a 34 PSU y era más bajo en la estación lluviosa; la pluviosidad fue principalmente restringida desde enero 2001 (151 mm) a marzo 2001 (114 mm).

3.2. Estructura de la Meiofauna

En la zona supralitoral, Nematoda fue el taxón dominante (61%) con un valor de densidad promedio de 587 ± 84 ind./10 cm^2 , seguido por Copepoda Harpacticoida (29%) con un valor de densidad promedio de 275 ± 86 ind./10 cm^2 .

En la zona infralitoral, la meiofauna también fue dominada por el taxón Nematoda (83%) con una densidad promedio de 783 ± 64 ind./10 cm^2 , seguido por Gastrotricha (9%) con 82 ± 11 ind./10 cm^2 y Turbellaria (6%) con una densidad promedio de 49 ± 8 ind./10 cm^2 . La Figura 3 muestra la composición por taxón en cada zona.

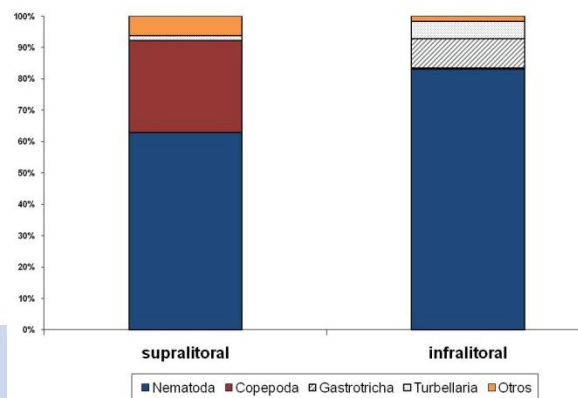


Figura 3. Estructura de la meiofauna en las dos zonas de la playa en San Pedro de Manglaralto, Ecuador.

La ordenación por MDS (Figura 4) y el análisis clúster, claramente revelan las diferencias en la estructura de “taxones” de meiofauna entre la zona supralitoral e infralitoral. Las réplicas en ambas zonas están claramente separadas a lo largo de todo el período de muestreo.

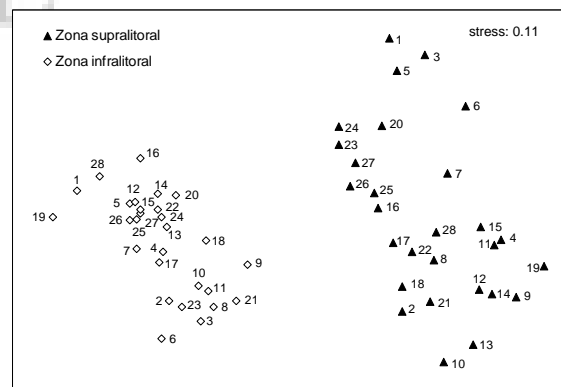


Figura 4. MDS basado en la abundancia de meiofauna (números indican el muestreo quincenal en orden cronológico junio 2000 - julio 2001).

Tabla 1. Análisis granulométrico según la escala de Wentworth.

Características sedimento	Zona Supralitoral		Zona Infralitoral	
	Prom \pm SE	Min - Max	Prom \pm SE	Min - Max
Median grain size (μm)	258 \pm 3	215 - 290	230 \pm 6	191 - 301
% silt and clay (<63 μm)	0,0 \pm 0,0	0,0 - 0,0	0,7 \pm 0,1	0,0 - 1,5
% very fine sand (63-125 μm)	1,7 \pm 0,2	0,0 - 4,8	8,7 \pm 0,8	1,0 - 18,9
% fine sand (125-250 μm)	45,6 \pm 1,1	34,3 - 61,9	46,3 \pm 1,1	33,7 - 57,1
% medium sand (250-500 μm)	46,9 \pm 1,0	31,4 - 54,1	28,7 \pm 1,3	14,7 - 42,6
% coarse sand (500-800 μm)	5,2 \pm 0,6	1,3 - 16,1	14,0 \pm 1,6	5,5 - 48,6
% gravel (>1000 μm)	0,5 \pm 0,1	0,0 - 3,6	2,5 \pm 0,3	0,0 - 6,4
Dean's parameter (Ω)	1,1 \pm 0,1	0,3 - 2,7	1,3 \pm 0,1	0,5 - 3,1

Los resultados de one-way ANOSIM confirmaron que la composición de la estructura de la meiofauna difiere significativamente entre las zonas en la playa ($R=0.78$, $p<0.001$). Siguiendo el análisis de SIMPER, las densidades de copépodos fueron más altas en la zona supralitoral, mientras que, en la zona infralitoral las densidades de nemátodos fueron las más altas (con casi ausencia de copépodos). Esto sugiere que la estructura de la composición de la meiofauna podría ser el resultado de un movimiento vertical, debido a las fluctuaciones de factores ambientales, que inciden en la migración de especies. Siendo la zona supralitoral, la zona capaz de tolerar los cambios osmóticos y resistir los efectos del estrés con más eficacia, que las especies de la zona infralitoral. Esto puede ser un factor importante para la supervivencia a largo plazo de las especies de nemátodos en hábitats intermareales.

3.3. Variación de la meiofauna

La densidad total de meiofauna fue de 186 ± 15 ind./10 cm^2 en octubre 2000 y 3907 ± 408 ind./10 cm^2 en junio 2000 en la zona supralitoral; mientras que en la zona infralitoral la densidad más baja fue de 417 ± 5 ind./10 cm^2 en abril 2001 y 1940 ± 166 ind./10 cm^2 en enero 2001. Las densidades de los nemátodos fueron de 148 ± 6 ind./10 cm^2 en octubre 2000 y 1673 ± 162 ind./10 cm^2 durante mayo 2001 en la zona supralitoral y de 298 ± 32 ind./10 cm^2 en septiembre 2000 a 1652 ± 73 ind./10 cm^2 en enero 2001 en la zona infralitoral (Figura 5). No se encontraron diferencias significativas respecto a densidad total de la meiofauna y densidad de nematodos entre las dos zonas (ANOVA, $p>0,05$).

En la zona supralitoral, la variación temporal de los copépodos se caracterizó por las densidades más altas en junio 2000 (2322 ± 250 ind./10 cm^2) y más bajo en octubre 2000 (20 ± 15 ind./10 cm^2), mientras que en zona infralitoral las densidades alcanzaron un máximo de 20 ± 2 ind./10 cm^2 en febrero 2001. Los turbelarios estaban presentes en ambas zonas y registraron las densidades más altas en febrero 2001 (33 ± 4 ind./10

cm^2) en la zona supralitoral y 160 ± 25 ind./10 cm^2 en julio 2001 en la zona infralitoral.

Diferencias significativas respecto a las densidades de algunos taxones fueron detectados entre las zonas supra e infralitoral: Copepoda ($Z=6.4$, $p<0.001$ ***); Turbellaria ($Z=-4.4$, $p<0.001$ * **), Isopoda ($Z=2.6$, $p<0.01$ **); Tardigrada ($Z=4.7$, $p<0.001$ ***); Bivalvia ($Z=-2.7$, $p<0.01$ **).

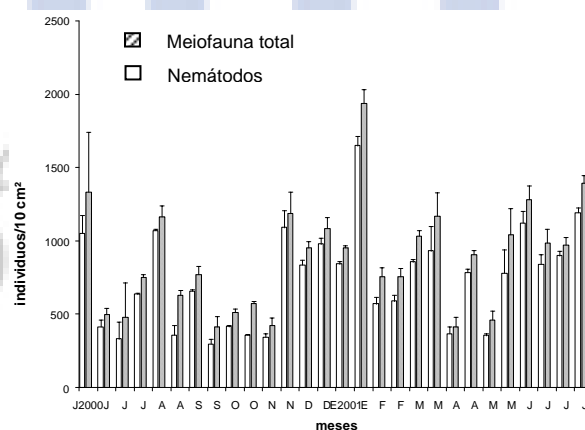


Figura 5. Densidades de meiofauna total y nemátodos (ind./10 cm^2) en la zona infralitoral, playa San Pedro de Manglaralto. (junio 2000 - julio 2001).

3.4. Densidad versus parámetros ambientales

Las líneas de la regresión obtenidas del análisis de densidades de meiofauna por taxón con SST, salinidad, pluviosidad, tamaño medio de grano de arena y distancia (en cada punto de muestreo), reveló que la zona supralitoral no mostró correlación con los parámetros medidos; mientras que en la zona infralitoral las densidades de meiofauna total y las densidades de nemátodos mostraron una correlación

significativa con la distancia: una densidad decreciente fue encontrada hacia la zona submareal (Figura 6). Los valores residuales de la regresión de pluviosidad indicaron que el valor de la desviación de densidades desde el promedio predicho fue positivamente correlacionada: a mayor pluviosidad, mayores densidades de meiofauna total y de nemátodos en la zona infralitoral.

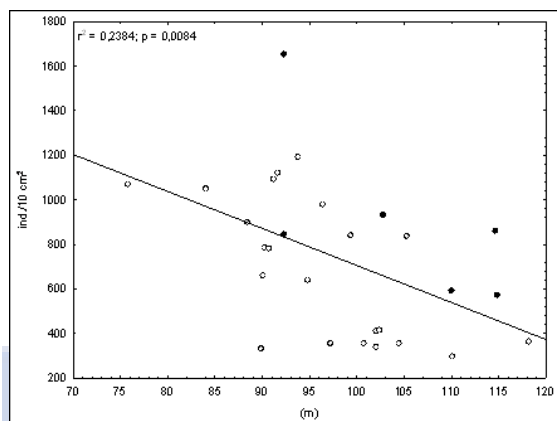


Figura 6. Relación entre gradiente playa (distancia) y la densidad total de meiofauna.

4. Conclusiones

La composición de la meiofauna de la playa arenosa de San Pedro de Manglaralto en la costa del Ecuador, mostró diferencias entre el nivel supralitoral, con la dominancia de copépodos; mientras que en la zona infralitoral los nemátodos fueron dominantes. Las densidades de meiofauna total y nemátodos aumentaron durante la estación lluviosa en esta zona de la playa.

Aunque no existieron diferencias significativas entre las dos zonas intermareales, respecto a la variación temporal, se pudo observar que la densidad promedio de la meiofauna fue alta en junio 2000 en la zona supralitoral (3907 ± 408 ind./10 cm²) y en enero 2001 en la infralitoral (1940 ± 166 ind./10 cm²).

Como resultado de ello, esta investigación, cuyo período de muestreo fue de un año (desde junio 2000 a julio 2001) y otras a corto plazo sobre estudios ecológicos de meiofauna marina, no reflejan los efectos de los cambios estacionales en la composición y estructura de la meiofauna. Este estudio proporciona información sobre la distribución de la meiofauna en la zona intermareal, y de los factores ambientales como es la pluviosidad, que inciden en la densidad total de la meiofauna y de manera específica sobre el taxón Nematoda. Este estudio proporciona una herramienta fundamental en la toma de decisiones para

el manejo ambiental del ecosistema marino-costero del Ecuador.

5. Discusiones

La mayoría de los estudios en la composición de meiofauna de playas arenosas se refieren a la variabilidad espacial [14-16] y no tanto a la variabilidad temporal [6]. En general, de los pocos estudios en la composición de meiofauna de playas arenosas en los trópicos [6], revelan resultados muy diferentes respecto a patrones de zonación y variabilidad temporal.

En Ecuador, los nemátodos dominaron las zonas supra e infralitoral pero con las densidades más altas en la zona infralitoral que va de 298 ± 32 ind./10 cm² a 1652 ± 73 ind./10 cm².

A lo largo de la costa belga, en una playa arenosa de tipo macromareal y disipativa [14], se reconocieron once taxones de meiofauna, Nematoda fue dominante (76-97%) seguido por Turbellaria. Las densidades de meiofauna aumentaron desde pleamar (56 ± 13 ind./10 cm²) hacia la bajamar (3518 ± 540 ind./10 cm²) como consecuencia de las pendientes de la exposición de la marea.

Otra investigación en dos playas macromareales a lo largo de la costa belga [15] mostró claras diferencias morfodinámicas: las altas densidades de meiofauna en una playa muy expuesta y reflexiva, decrece desde la zona media de la marea (1169 ind./10 cm²) hacia la bajamar (399 ind./10 cm²). En la playa poco expuesta y disipativa, la abundancia de meiofauna disminuyó desde el nivel de pleamar (2653 ind./10 cm²) hacia la zona media intermareal (748 ind./10 cm²) y luego aumentó en la zona infralitoral (3385 ind./10 cm²).

Los patrones en la abundancia de meiofauna [16] en las playas arenosas del sur de Chile se estudiaron en base a los tipos de playa. Los resultados mostraron que, dependiendo del tamaño de grano de sedimento, las densidades de meiofauna muestran las tendencias diferentes con el nivel de la marea: en la arena gruesa, la densidad de meiofauna de playa reflexiva es 4900 ind./10 cm² al nivel de pleamar, mientras que es 2500 ind./10 cm² al nivel bajamar; en playas arenosas intermedias, las densidades de meiofauna están entre 5500 ind./10 cm² (pleamar) y 900 ind./10 cm² (bajamar) y en playa arenosa disipativa, las densidades de meiofauna están entre 1300 ind./10 cm² (pleamar) y 2300 ind./10 cm² (bajamar).

Los resultados en las playas arenosas del mundo, demuestran que la distribución y composición de la meiofauna dependen de su gradiente de playa o morfodinámica.

Comparado con las playas arenosas alrededor del mundo, el estudio en Ecuador mostró que las densidades de meiofauna totales disminuyeron desde

pleamar hacia bajamar; no obstante los resultados no revelaron diferencias significativas en la variabilidad temporal, dado que el periodo de estudio para esta investigación fue de un año.

6. Agradecimientos

Al programa VLIR-ESPOL (1999-2008). Al personal de la Sección de Biología Marina de Gent University, por la ayuda en el análisis estadístico. Nosotros agradecemos a Nancy Fockedeey, Jan Wittoeck, Sonnia Guartatanga, Verónica Ruiz y Luis Domínguez por las campañas de muestreo.

7. Referencias

- [1] McLachlan, A. and Turner, I., "The interstitial environment of sandy beaches", *Marine Ecology* 15, 1994, pp. 177-211.
- [2] Menn, I., "Beach morphology and food web structure: comparison of an eroding and an accreting sandy shore in the North Sea". 2002, *Helgoland Marine Research* 56, pp. 177-189.
- [3] Calles, A., Vincx, M., Cornejo, P. & Calderón, J., "Patterns of meiofauna (especially nematodes) in physical disturbed Ecuadorian sandy beaches", 2005. *Meiofauna Marina* 14, pp. 121-129.
- [4] Heip, C., Vincx, M. And Vranken, G., "The ecology of marine nematodes", 1985, *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23, pp. 399-489.
- [5] Coull, B., "Ecology of the marine meiofauna". In R. Higgins & H. Thiel (eds), Introduction to the study of Meiofauna, 1988, Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 18-38
- [6] Goubault, N., Warwick, R.M., and Hellöuet, MN, "Spatial and temporal variability in the composition and structure of meiobenthic assemblages (especially nematodes) in tropical beaches" (Guadeloupe, FWI), 1988, *Cahiers de Biologie Marine* 39, pp. 29-39.
- [7] Fiedler, P. C., "Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability", 2002, *Marine Ecology Progress* 244: 256-283.
- [8] Higgins R. P., and Thiel, H. "Introduction to the study of meiofauna", 1988, Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.
- [9] Vincx, M., "Meiofauna in Marine and Freshwater Sediments". In: Hall, G. S. (ed.), Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments, 1996, CAB International, Wallingford, pp. 187-195.
- [10] Gibbs, R. J., Matthews, M.D., and Link, D.A., "The relationship between sphere size and settling velocity", 1971, *Journal of Sedimentary Petrology* 41, pp. 7-19.
- [11] Short, A. D., "Handbook of beach and Shoreface Morphodynamics", 1999. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, West Sussex, pp. 379.
- [12] Clarke, K. R., and Gorley, R.N., PRIMER v5: User manual/tutorial, 2001, PRIMER-E, Plymouth, UK.
- [13] StatSoft, Inc, STATISTICA (data analysis software system), version 6, 2001, Disponible en: www.statsoft.com.
- [14] Gheskiere, T., Hoste, E., Kotwicki, L., Degraer, S., Vanaverbeke, J., and Vincx, M., "The sandy beach meiofauna and free-living nematodes from De Panne (Belgium)", 2002, Bulletin de L'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, *Biologie* 72, pp. 43-49.
- [15] Kotwicki, L., De Troch, M., Urban-Malinga, B., Gheskiere, T and Weslawski, J.M., "Horizontal and vertical distribution of meiofauna on sandy beaches of the North Sea (The Netherlands, Belgium, France)", 2005, *Helgoland Marine Research* 59, pp. 255-264.
- [16] Rodríguez, J. G., López, J., and Jaramillo, E., "Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic sandy beach types in southern Chile", 2001, *Revista Chilena de Historia Natural* 74 no. 4, pp. 885-897.