

Alteración de la comunidad meiobentónica por efecto del pisoteo en la zona intermareal baja de playa arenosa

Meiobenthic community alteration due to trampling in the low intertidal zone of sandy beach

Euribiades Huertas¹, Nelva Villarreal², Italo Goti³, Juan A. Gómez H.⁴

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Panamá; ehuertasmadrid825@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-6521-2664>

²Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Panamá; nelva.villarreal@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0001-5091-9945>

³Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Panamá; italo.goti@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0001-5702-5389>

⁴Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Panamá; juanay05@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9320-1674>

Fecha de recepción: 5 de septiembre de 2023

Fecha de aceptación: 8 de noviembre de 2023

DOI <https://doi.org/10.48204/j.vian.v7n2.a4564>

Resumen: La importancia del conocimiento de la composición meiobentónica de los ecosistemas costeros ha sido potenciada para la evaluación de las relaciones tróficas, sobre todo, como indicadores de estrés y contaminación en las playas. El objetivo de la presente investigación fue determinar la abundancia y diversidad de la meiofauna en la zona intermareal de playa Venao y evaluar el efecto del pisoteo de los usuarios sobre estos organismos. Los individuos fueron colectados mediante el uso de nucleadores de pvc de 0,029 m de diámetro, enterrados a 0,05 m bajo el sedimento, en períodos de marea baja, en días con presencia y ausencia de personas, en un lapso de dos meses. Además, se evaluó las características granulométricas y se midió las variaciones del perfil de la playa. Se observó diferencias en composición de especies entre estos períodos, además, entre zonas de uso de la playa con presencia de usuarios, sin embargo, no hubo relación de la abundancia y riqueza, con las características ambientales evaluadas, por lo que se desprende que las características hidrodinámicas ejercen efecto sobre la distribución de los organismos.

Palabras clave: acción antropogénica, invertebrados bentónicos, playa arenosa, playa de bolsillo.

Abstract: The importance of knowing the meiobenthic composition of coastal ecosystems has been enhanced for the evaluation of trophic relationships, especially as indicators of stress and pollution on beaches. This research aimed to determine the abundance and diversity of the meiofauna in the intertidal zone of Venao Beach and evaluate the effect of trampling by users on these organisms. The individuals were collected by using 29.85 mm diameter PVC nucleators, buried 0.05 m under the sediment, during low tide periods, on days with the presence and absence of people, over two months. In addition, the granulometric characteristics were evaluated and the variations in the beach profile were measured. Differences in species composition were observed between these periods, in addition, between areas of beach use with the presence of users,

however, there was no relationship between abundance and richness, with the environmental characteristics evaluated, so it follows that the Hydrodynamic characteristics exert an effect on the distribution of organisms.

Key words: man- induce effects, benthic invertebrates, sandy beach, pocket beach.

1. Introducción

El meiobentos es un grupo de invertebrados translúcidos, de forma alargada, menores de 63 μm que vive en el líquido intersticial del sedimento marino (Bulnes et al., 2021), componente importante de la cadena trófica de especies detritívoras (Rombouts et al., 2013), utilizados como indicadores ambientales del ecosistema (Morad et al., 2017) e indicadores de acumulación de gases de hidrocarburos en el subsuelo (Yanko-Hombach et al., 2017).

La abundancia y diversidad del meiobentos ha sido estudiado en arrecife de coral (Guzmán et al., 1987), planicies mareales (Kim et al., 2000), playa arenosa (Kotwicki et al., 2005), zona intermareal (Hua et al., 2016), además del efecto rivereño sobre este grupo (Semprucci et al., 2015) y de la contaminación marina sobre la diversidad y abundancia de la meiofauna (Armenteros et al., 2009), por lo que, Bálsamo et al. (2010) recomiendan el uso de este grupo como buenos indicadores para la evaluación ambiental.

En Panamá los estudios de meiobentos son escasos, de los cuales destacan Leasi et al. (2018) que aplican el método de “metabarcoding” para la identificación de siete taxones meiobentónicos del sur de la península de Azuero, Alvarado y Goti (2019) quienes describen la variedad de foraminíferos de concha suave en cuatro playas arenosas del este de la península de Azuero: Los Guayaberos, El Rompío, La Yeguada y El Rincón. En estas mismas playas, Pinzón et al. (2019), destacan el uso de Oligochaeta, Gnathostomulida y Foraminifera de concha dura como indicadores alternativos de contaminación de origen fecal. Gómez et al. (2022) evaluaron el efecto de la disipación de la energía de las olas sobre la estructura del meiobentos en las playas Los Guayaberos y El Rompío. Sin embargo, no se ha estudiado el efecto de la presencia activa de usuarios de la playa sobre la estructura del meiobentos de zona intermareal de playas arenosas.

El objetivo de la presente investigación es determinar la abundancia y diversidad de la meiofauna en la zona intermareal de playa Venao, además de demostrar si existe efecto de la presencia de usuarios de la playa sobre estos organismos.

2. Materiales y métodos

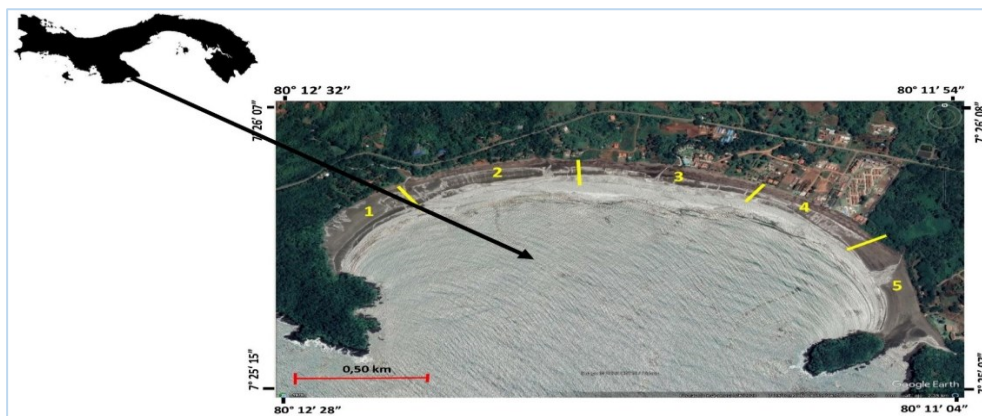
Las muestras fueron recolectadas en playa Venao, Los Santos, sur de la península de Azuero, Panamá, localizada a $7^{\circ} 25' 55.47''$ N $80^{\circ} 11' 37.14''$ W (Figura 1). El sitio de estudio se encuentra en el borde externo de la península de Azuero, aledaño a la Reserva de Vida Silvestre de Isla Cañas, asentado en un basamento ígneo, caracterizado por basaltos y lavas acojinadas (“pillow lavas”), situado en un depósito santoniano, al sur de la falla Río San Joaquín (Corral et al., 2013). El área es afectada por la precipitación de la temporada lluviosa principalmente entre agosto y noviembre, con vientos predominantes del suroeste, temperatura del agua sobre la plataforma continental de $29,5^{\circ}$ C y salinidad que fluctúa entre 28,64 a 33,40 ups en dicho período (González, 2009).

La playa Venao es del tipo bolsillo (“pocket beach”), de acuerdo a las características morfológicas medidas en campo, posee una distancia de línea de control, $R_o = 1\ 680$ m entre las puntas, la “profundidad” (geométrica) de la bahía, (“indentation”) es de 1 110 m, con un índice de sangría (“indentation index”) $a/R_o = 0,66$, clasificada como forma de bahía logarítmica media baja (Bowman et al., 2014), longitud de playa de 2,98 km, ancho intermareal de 93 m en la zona central, en marea de sicigia y orientación nor Noreste – sur Suroeste, con morfodinámica del tipo intermedia, con olas voluta o volteo y granulometría de arena media a arena gruesa.

La zona de estudio se dividió en cinco áreas a lo largo de la extensión de la playa; en el punto central de cada una se tomaron muestras mensuales, con sus respectivas repeticiones, entre agosto y octubre de 2019 durante los días que se utiliza la playa para actividades deportivas y recreativas (domingos) y los días que no hay actividad (jueves) en período de marea baja, entre las 8:00 y 10:00 h, para minimizar el efecto de la migración vertical diel (Walters, 1988) (Figura 1).

Figura 1

Foto área de la zona de estudio, playa Venao, Los Santos, Panamá, marcadas las cinco áreas de muestreo



Fuente: Google Earth, Imagen 2023 CNES/Airbus

Se calcularon perfiles de la zona intermareal en cada una de las zonas, a partir del supralitoral hasta el infralitoral, mediante el método de Emery (1961) y granulometría, mediante muestras superficiales en la zona intermareal con un nucleador de pvc de 29,85 mm de diámetro, introducidos a 0,05 m dentro del sedimento, secados hasta peso constante y tamizados en seco, de acuerdo a Suguio (1973), en una batería de tamices USSS: 5, 10, 18, 35, 60, 120, 230 y fondo, para determinar la composición granulométrica de guijarro, granulo, arena muy gruesa, gruesa, media, fina, muy fina y limo + arcilla respectivamente. Los análisis estadístico granulométricos fueron realizados con el programa Sysgran (Camargo, 2006).

La recolecta de las muestras se realizaron, en el mesolitoral inferior, con un nucleador de 0,029 m de diámetro interno, enterrado en el sedimento a 0,05 m, una vez obtenidas se fijaron con formalina al 5 % y teñidas con Rosa de Bengala, transferidas al Laboratorio de Biología del Centro Regional de Azuero, Universidad de Panamá y 24 horas después fueron lavadas con agua corriente, tamizadas con mallas entre 500 y 64 μm y preservadas en alcohol al 70 %.

Los organismos fueron identificados con un microscopio Leica, modelo D500, con un aumento de 40x. Para la identificación se utilizó la clave de Gier (2009), Schmidt-Rhaesa (2020) y Yousuf y Hossen (2020).

Se determinó la abundancia en términos porcentuales y la densidad en número de individuos en 10 cm². La diferencia de abundancia de los taxones del meiobentos recolectados se determinó con el análisis U de Mann-Whitney entre períodos con presencia y ausencia de usuarios en la playa, la prueba de comparación de proporciones de muestras independientes se utilizó para determinar diferencias de la proporción de los taxones más abundantes. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, basado en logaritmo de base 10 y la prueba t de Hutcheson para verificar diferencias del índice entre períodos; además la similaridad se calculó con los índices de Jaccard y Sorensen cualitativo.

Se construyó la curva de rarefacción de la abundancia de taxones en ambos períodos con el programa iNEXT (Chao et al, 2016). La diferencia entre períodos se determinó con prueba multidimensional no métrica y la rutina ANOSIM (Clarke, 1993); Las muestras del período con presencia de usuarios de la playa, entre zonas de colecta, se caracterizó con el análisis de conglomerados por el método de Ward y la distancia de Bray-Curtis, la prueba de diferencias por pares, para definir cuales zonas se asemejan estadísticamente, además, el análisis SIMPER para determinar cuáles taxones contribuyen en mayor medida en la disimilaridad entre zonas de muestreo (Clarke, 1993), corroborado con el análisis de componentes principales para determinar los grupos que definen la variabilidad. Los análisis estadísticos se realizaron en los programas BioEstat 5.3 (Ayres et al., 2007) y PAST 4.1 (Hammer et al, 2001).

3. Resultados

El perfil de la playa, representado por la Tangente de β , varió de 0,019768 en la zona 5 hasta 0,031682 en la zona 2, mientras que, en el ancho de la playa, este fue de 66 m en la zona 3 hasta 106 m en la zona 5 (Tabla 1, Figura 2).

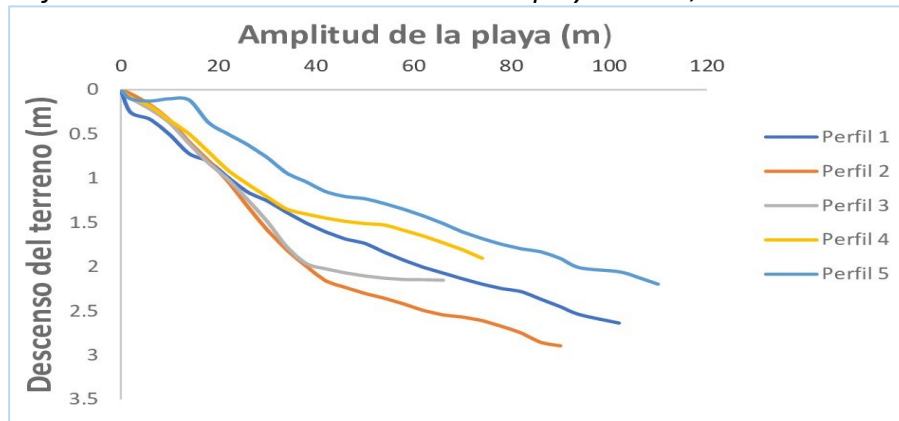
Tabla 1

Perfil y ancho de la zona intermareal de las cinco zonas evaluadas en playa Venao, Los Santos

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
Tan β	0,024318	0,031682	0,031189	0,024534	0,019768
Ancho de la playa (m)	98	90	66	74	106

Figura 2

Perfil de las cinco zonas estudiadas en la playa Venao, Lo Santos



La granulometría presentó mayor concentración de la fracción arena fina (120) en las zonas 1, 2 y 3, mientras que en las otras dos predominó la fracción arena muy fina (200) (Figura 3). La granulometría media, $M_z > 2$, indicó que las tres primeras zonas se caracterizan por arena fina, sin embargo, las otras dos se definen como arena media, $M_z < 2$. El sedimento es pobremente seleccionado, σ_i entre 1,04 a 1,87, con asimetría negativa, las dos primeras zonas $S_{KI} < -0,26$ y las otras tres, asimetría muy negativa, $S_{KI} > -0,46$, mientras que la curtosis varió entre muy platicúrtica, $K_G = 0,64$ en la zona 5 a muy leptocúrtica $K_G = 1,90$ en la zona 3. La playa se caracterizó por presentar energía cinética prolongada, tipo angulosa ($K_{q\alpha}$) y medianamente permeable (K) (Tabla 2).

Figura 3

Composición granulométrica, en porcentaje, de las cinco zonas estudiadas

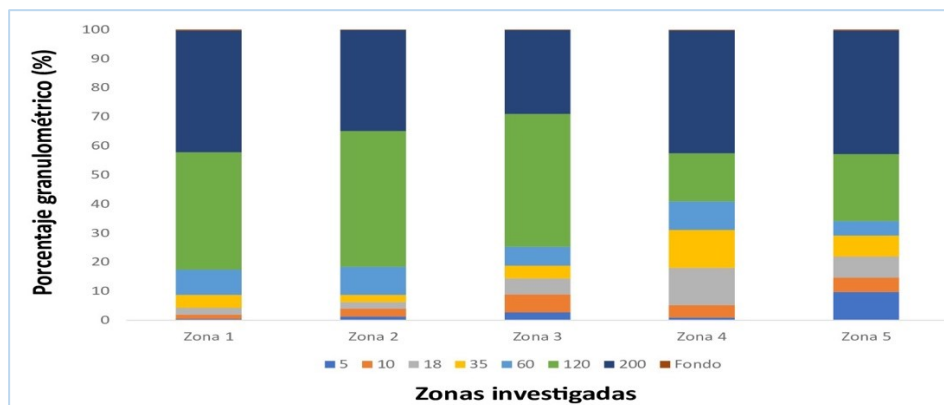


Tabla 2

Características granulométricas de las cinco zonas evaluadas en playa Venao, Los Santos

Playa Venado						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	
M_z	2.76	2.66	2.07	1.94	1.82	Φ
	Arena Fina	Arena Fina	Arena Fina	Arena Media	Arena Media	
σ_i	1.04	1.13	1.64	1.75	1.87	
	Pobrememente seleccionado	Pobrememente seleccionado	Pobrememente seleccionado	Pobrememente seleccionado	Pobrememente seleccionado	
S_{kl}	-0.27	-0.28	-0.48	-0.46	-0.55	Φ
	Asimetría negativa	Asimetría negativa	Asimetría muy negativa	Asimetría muy negativa	Asimetría muy negativa	
K_G	1.32	1.63	1.90	0.68	0.64	Φ
	Leptocúrtica	Muy Leptocúrtica	Muy Leptocúrtica	Platicúrtica	Muy Platicúrtica	
D_{50}	0.14	0.16	0.17	0.17	0.16	mm
S_{k_A}	-2.65	-2.51	-2.36	-2.13	-2.23	Φ
	Hipo-Energética	Hipo-Energética	Hipo-Energética	Hipo-Energética	Hipo-Energética	
K_{q_α}	0.19	0.20	0.05	0.21	0.10	
	E.C.M. Prolongada (Angulosa)	E.C.M. Prolongada (Angulosa)	E.C.M. Prolongada (Angulosa)	E.C.M. Prolongada (Angulosa)	E.C.M. Prolongada (Angulosa)	
$K =$	0.005167486	0.007470548	0.008783344	0.001020815	0.002181481	
	Medianamente permeable	Medianamente permeable	Medianamente permeable	Medianamente permeable	Medianamente permeable	

Se colectaron 3 633 organismo en la playa Venao, correspondientes a 11 taxones del meiobentos, con una densidad de 22,67 ind/10 cm², de los cuales 1 234 individuos se obtuvieron en períodos sin usuarios de la playa, que representaron 7,70 ind/10cm² y 2 399 durante los días en presencia de estos, con densidad de 14,94 ind/10cm².

Los taxones más abundantes, fueron los nemátodos durante el período de estudio, que representaron 91,33 % en ausencia de usuarios y 89,32 % en presencia de estos respectivamente, seguidos por poliquetos, con 2,92 % y 8,13 % y platelmintos, 1,22 % y 0,79 % (Tabla 3).

Tabla 3

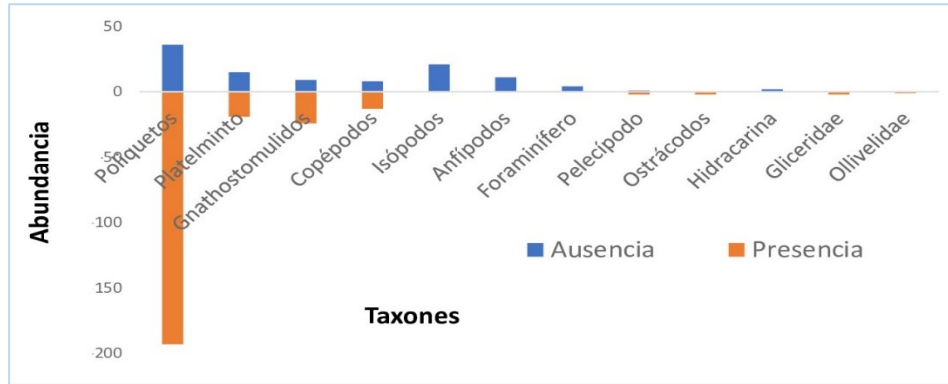
Porcentaje de abundancia y densidad de taxones de meiobentos en la playa Venao en días con presencia y ausencia de usuarios

Taxones	Ausencia		Presencia	
	% de abundancia	Densidad ind/10cm ²	% de abundancia	Densidad ind/10cm ²
Nematodos	91,33	7,03	89,33	13,37
Poliquetos	2,92	0,22	8,13	1,22
Platelmintos	1,22	0,09	0,79	0,12
Copépodos	0,65	0,05	0,54	0,08
Foraminíferos	0,32	0,02	0	0
Anfípodos	0,89	0,07	0	0
Pelecípodos	0,08	0,006	0,13	0,02
Gnathostomulidos	0,73	0,06	1,00	0,15
Ostrácodos	0	0	1,08	0,01
Isópodos	1,70	0,13	0	0
Hidracarina	0,16	0,01	0	0

Los grupos del meiobentos que desaparecen en presencia de usuarios, considerados como vulnerables, son Isópodos, Anfípodos, Foraminíferos e Hidracarina, el resto de los taxones aumentaron la abundancia en presencia de estos, por lo que pueden ser considerados resistentes. Por otro lado, aparecen, grupos como poliquetos de la familia, Glyceridae y el molusco Ollivelidae, que no fueron colectados en período de ausencia de usuarios (Figura 4), la razón de no aparecer los nemátodos en esta figura es debido a su gran abundancia que opaca la valoración visual de los grupos menos frecuentes.

Figura 4

Abundancia de taxones de meiobentos en ausencia y presencia de usuarios de la playa Venao, agosto a octubre de 2019

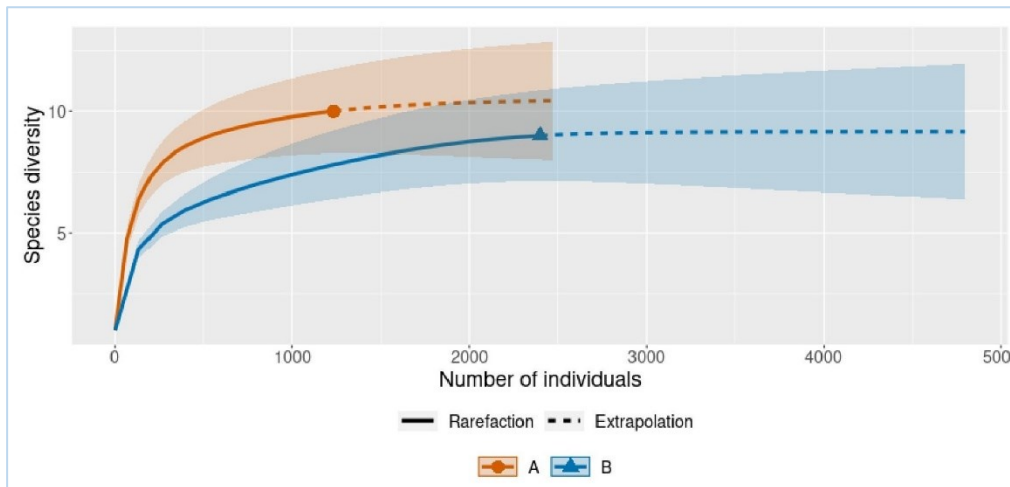


No existe diferencia significativa de la abundancia de taxones entre ambos períodos ($U = 78,0$ $p = 0,7389$), ni de la proporción de ninguno de los grupos encontrados ($z_{cal} < 1,69$). El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue muy bajo ($H'_{Ausencia} = 0,1973$ y $H'_{Presencia} = 0,1889$), el cual no muestra diferencias estadísticas entre estos ($t_{Hutcheson} = 0,4274$ $p = 0,6691$). Se presentó un índice de similitud de Jaccard bajo, $I_J = 0,46$ y de Sorensen cualitativo $I_S = 0,63$.

Las curvas de rarefacción indicaron mayor diversidad de taxones de meiobentos los días en ausencia de usuarios, pero mayor abundancia en días de presencia de estos (Figura 5).

Figura 5

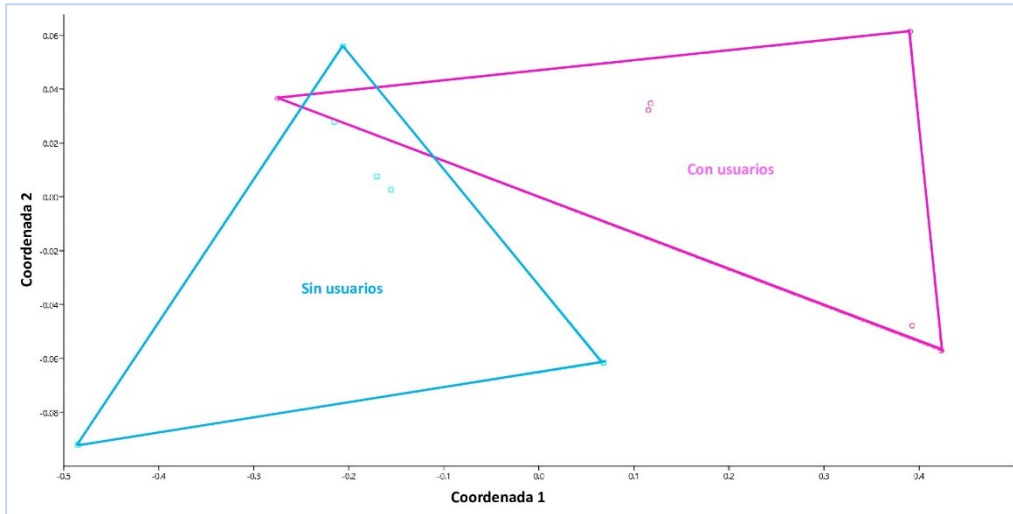
Curvas de rarefacción de los taxones del meiobentos de playa Venao, en períodos con ausencia (A) y presencia (B) de usuarios



De acuerdo a la rutina ANOSIM, existe diferencia significativa de los taxones de meiobentos en la playa entre períodos con ausencia y presencia de usuarios, con cierta similitud o traslape ($R = 0,4056$ $p = 0,0199$), que se destaca en el análisis multidimensional no métrico (Figura 6).

Figura 6

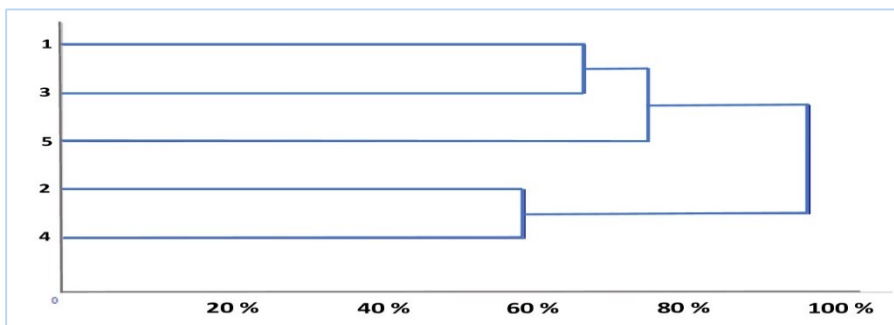
nMDS de la diversidad de meiobentos entre el período con presencia y ausencia de usuarios de la playa



En días con ausencia de usuarios la rutina ANOSIM indicó que no existe diferencia de la diversidad de taxones del meiobentos entre las cinco zonas de colecta ($R = 0,04986$ $p = 0,1653$). En días de presencia de usuarios se registró diferencias estadísticas entre estas ($R = 0,128$ $p = 0,0359$); el dendrograma entre zonas de recolecta en períodos de presencia de usuarios mostró que la 1, 3 y 5 presentan similitud entre sí, mientras que la 2 y 4 son semejantes entre ellas y diferentes de las anteriores (Figura 7).

Figura 7

Dendrograma de la similitud de taxones entre zonas de recolecta en la playa Venao en presencia de usuarios



El análisis de correlación confirmó la relación estadística significativa entre las zonas definidas como semejantes por el dendrograma (Tabla 4).

Tabla 4

p-valor de la prueba de diferencia por pares entre zonas de recolecta de meiobentos en la playa Venao en presencia de bañistas

	2	3	4	5
1	0,0244	0,1833	0,0094	0,8896
2		0,1750	0,3340	0,0410
3			0,2113	0,199
4				0,0454

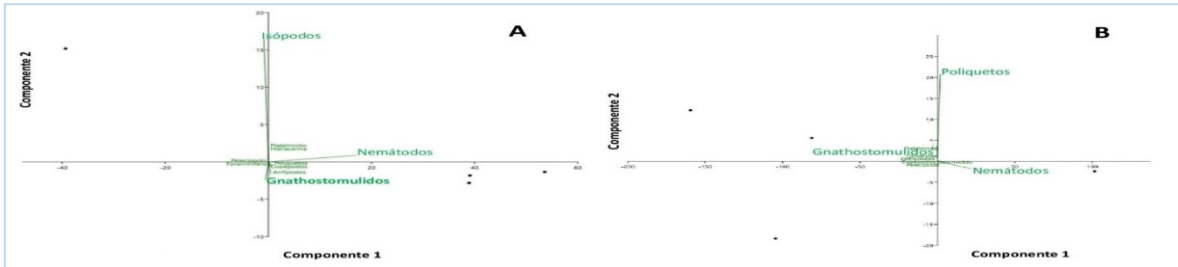
Nota: en negrita los valores estadísticamente significativos

El análisis SIMPER realizado con los datos de taxones presentes en las zonas de recolecta, que mostraron diferencias en el dendrograma y corroborado por la correlación, indicaron que entre todas las zonas los nemátodos y poliquetos ejercieron diferencia superior al 90 %, con excepción de las zonas 1 y 4 en las cuales estos grupos representan el 89 % mientras que los gnathostomulidos aportaron el 4,1 %.

El análisis de componentes principales confirma la importancia de nemátodos, poliquetos y gnathostomulidos como los responsables de la mayor variabilidad en las zonas de muestreo los días en ausencia de usuarios (Figura 8A), y de presencia de estos (Figura 8B), sin embargo, durante el período de ausencia los isópodos se presentaron como un taxón destacado que explica la variabilidad (Figura 8B).

Figura 8

Análisis PCA para determinar los taxones del meiobentos que explican la variabilidad de los datos en la playa Venao en días con ausencia (A) y presencia (B) de usuarios



4. Discusión

La riqueza y densidad de la meiofauna en la presente investigación es muy baja si la comparamos con estudios realizados en el Pacífico Oriental Tropical donde Cruz y Vargas (1987) muestran la presencia de 9 taxones en la playa lodosa de Punta Morales, Costa Rica, con densidades entre 1 171 a 4 250 ind./ 10 cm², dominada por nemátodos, foraminíferos y ostrácodos; Cruz (2002) reportó 19 taxones del meiobentos en el golfo de Guayaquil con dominancia de nemátodos, rotíferos y gastrotricos. Calles y Vincx (2011), en la playa de San Pedro de Manglaralto, Ecuador, destacan densidad de 587 ± 84 ind./10 cm², indican mayor abundancia de nemátodos, gastrotrichos y turbelarios; en la Bahía de Todos los Santos, México, Pereira et al. (2017), encontraron dominancia de cinco taxones, copepoda, oligochaeta, nematoda, amphipoda y polychaeta, con densidades que variaron entre 415 a 7 702 ind./10 cm².

En el Caribe, Liñero et al. (2013) encontraron 14 taxones en la playa arenosa San Luis, Cumaná, Venezuela, los taxones más abundantes fueron nematodos, ostrácodos y copépodos harpaticoides, con densidad de 263 ind./10cm². Pérez y López Cánovas (2006) reportan 13 taxones en el litoral norte de La Habana, Cuba, donde se destacan nemátodos, copépodos y poliquetos con densidades entre 892,12 ind./10cm² y 7 133,48 ind./10cm². La variación del número de taxones y jerarquía de estos difiere, en todos los casos y con respecto a la presente investigación debido a diferencias en la textura del sedimento, además de las características físicas relacionadas a esta (retención de humedad o

percolación del líquido intersticial, disponibilidad de materia orgánica, estabilidad térmica, etc), no obstante, por su plasticidad, los nemátodos son el grupo más abundante en todos los estudios, al igual que lo reportado en la presente investigación, la jerarquía y abundancia de los otros grupos está relacionada a las características físicas antes mencionadas que difieren entre playas.

La información de la relación de la presencia de usuarios de la playa sobre el meiobentos es escasa, sin embargo, hay estudios sobre este tema en macrobentos, por lo que asumimos que el comportamiento sobre los organismos de meiofauna es similar en ambos grupos. En el caso particular del pisoteo sobre la macrofauna, Jaramillo et al. (1996) indican, mediante un experimento de exclusión, que no hay consecuencia del movimiento de usuarios de la playa sobre el macrobentos, Vieira et al. (2012) en un estudio parecido en dos playas del sureste de Brasil, una con característica disipativa y otra intermedia, la primera mostró efecto negativo sobre: coleóptero *Bledius bonariensis*, almeja *Donax hanleyanus*, el poliqueto Ophellidae *Thoracophelia furcifera*, los isópodos *Excirrolana armata*, y *Tholozodium rhombofrontalis*, el anfípodo *Phoxocephalopsis* sp; la playa con morfodinámica tipo intermedia presentó afectación sobre el anfípodo *Atlantorchestoidea brasiliensis* y el isópodo *Excirrolana brasiliensis*, lo anterior indica que el resultado de la presencia humana sobre la macrofauna también depende de la morfodinámica de la playa, que define la riqueza y diversidad de macrobentos, comportamiento que podría ser comparado con el meiobentos del presente estudio.

El efecto del pisoteo sobre el meiobentos ha sido estudiado en manglares (Dye, 2006) y en ecosistemas de arrecife de coral (Sarmiento et al., 2011; Barroso et al., 2018). En playas arenosas, se investigó en la zona del mesolitoral superior (Santos et al., 2012) y en el área intermareal (Reis y Rizzo, 2019), donde se ha notado una reducción significativa de la comunidad de este grupo de invertebrados, e incluso el desaparecimiento de esta (Cavalcanti et al., 2023), por el efecto mecánico de las pisadas, entre otros.

Gheschiere et al. (2005) indican que el efecto de usuarios sobre el meiobentos no solo se restringe al pisoteo, sino a todas las actividades desarrolladas en ella y reportan que en playas del Mediterráneo sin visitantes, la densidad es de $1\ 999\ \text{ind.}/_{10\text{cm}^2}$, mientras que en

playas con visitantes la densidad se reduce a la mitad, $950 \text{ ind.}/_{10\text{cm}^2}$, estas últimas presentan un aumento importante del nemátodo *Epsilonema pustulatum*. género encontrado en estudios de playas del este de la península de Azuero, Panamá (Gómez et al., 2022), en playas del nordeste brasileño en iguales condiciones (Cavalcanti et al., 2023) y reportado por Raes et al. (2008) en arrecifes de coral degradados.

La presencia de usuarios sobre la meiofauna en dos playas del estado de Goa, India, una con alta frecuencia de visitantes y otra no, en período pre-monsónico, durante marea baja, registra disminución de la densidad, de $514 \text{ ind.}/_{10 \text{ cm}^2}$ en presencia de usuarios con respecto a $1\ 222 \text{ ind.}/_{10 \text{ cm}^2}$ en ausencia de estos y se destaca el descenso de nemátodos, con apareamiento de turbelarios y aumento de poliquetos y oligoquetos, en la primera playa (Parvez y Ansari, 2020). En los casos antes descritos a diferencia de la presente investigación, la densidad aumenta en períodos con ausencia de usuarios.

La semejanza de la composición meiobentónica, en presencia de usuarios de la playa, en las zonas 2 y 4 a diferencia de las zonas 1, 3 y 5, no se puede explicar por el desarrollo del perfil de la playa, ni por las características granulométricas, las cuales muestran semejanza entre ellas, sin embargo, se puede observar una pequeña corriente de retorno en las zonas 2 y 4.

La similitud encontrada entre estas dos últimas zonas, que se diferencia del resto, puede deberse a la hidrodinámica interna de la bahía, por la presencia de los promontorios en los extremos de esta, lo que crea en estas dos zonas una recirculación interna que se expresa por la formación de corrientes de retorno en estos dos puntos, sin embargo, Sammut et al. (2017) muestran que la granulometría está íntimamente relacionada a la forma de la costa en playas de bolsillo y en especial a las condiciones hidrodinámicas.

No se pudo establecer una relación entre la presencia del meiobentos y las características granulométricas a pesar que Vásquez-Suárez et al. (2006) y Pérez y López Canovas (2006) indican que la granulometría es una de las variables ambientales que definen las poblaciones de meiobentos en zonas intermareales. Hua et al. (2009), indican que la relación con la granulometría depende del contenido de clorofila a y de feopigmentos contenidos en el sedimento, mientras que Nascimento et al. (2019) indican que esta se debe

a la concentración de carbono y por la relación Carbono/Nitrógeno en el suelo, que está definido por la granulometría, variables no medidas en la presente investigación. Urban-Malinga (2014) afirma que existen lagunas para comprender el rol y comportamiento del meiobentos en diversos ambientes costeros.

La habilidad de los anfípodos de la macrofauna de enterrarse se debe a la evasión a la competencia intraespecífica (Vander Vorste et al., 2016) y depende del tamaño del organismo (Patel et al., 2021), no obstante, los anfípodos del meiobentos presentan una relación inversa con nemátodos, ostrácodos y directamente proporcional con turbelarios y copépodos (Olafsson, 2003) que acompañan la migración de estos grupos.

La presencia de poliquetos de la familia Glyceridae en períodos en ausencia de usuarios es contradictoria debido a que esta familia se concentra en la superficie del sedimento en períodos de hipoxia o anoxia lo que los torna vulnerables a la depredación (Nestlerode y Díaz, 1998), Aguado-Giménez et al. (2015) registran a esta familia como tolerante a ambientes aledaños a proyectos piscícolas, por el contrario, Dean (2008) señala que poliquetos de esta familia son indicadores de zonas no contaminadas.

La profundidad de la capa del potencial redox (RPD), zona de separación entre las condiciones oxidadas y reducidas del sedimento, depende de la granulometría y de la concentración de materia orgánica (Fenchel y Riedl, 1977), de la actividad de los invertebrados en su comportamiento enterrador (Rosenberg et al., 2001), en especial la mediación de estos sobre los ciclos del hierro y el manganeso, directamente vinculados a la descomposición de esta materia (Teal et al., 2009), pero también está relacionada al ciclo mareal, de tal forma que desciende y asciende de acuerdo al flujo y reflujo de la marea (Yodnarasri et al., 2006). Cuando esta capa no es valorada con base en mediciones de Eh se le denomina profundidad aparente de discontinuidad RedOx (aRPD) (Gerwing et al., 2015).

En el caso del meiobentos, este se concentra en los primeros 5 cm del sedimento y su distribución vertical está íntimamente ligada a la profundidad de esta capa y a la disponibilidad de oxígeno disuelto (Urban-Malinga, 2014), sin embargo, este patrón está unido a la sensibilidad de cada taxon a diversos factores abióticos (Kotwicki et al., 2005), bióticos o a la combinación de estos (Steyaert et al., 2001), a la disponibilidad de alimento

(Danovaro et al., 2000) y al hecho de que los organismos se concentran en la superficie para facilitar la dispersión debido a la hidrodinámica (Vieira y Fonseca, 2013).

Diferentes taxones del meioENTOS tienen la capacidad de migrar verticalmente en el sedimento, hacia los 10 cm, como los nematodos, poliquetos, oligoquetos, kinorhynchos, bivalvos y ostracodos (Pavlyuck et al., 2006), en el caso específico de los nemátodos, Long y Ross (1999) indican la habilidad de penetrar hasta 30 cm de profundidad, aun por debajo de la capa RPD, debido a la capacidad de resistencia a altas concentraciones de compuestos sulfurados (Brustolin et al., 2013), mientras que los isópodos migran verticalmente debido al efecto hidrodinámico de las olas (Warman et al., 1991).

La dinámica anteriormente descrita evidencia la complejidad de las relaciones ambientales con respecto a la abundancia, diversidad y distribución del meioENTOS, además del efecto que puedan sufrir estos organismos por el pisoteo humano.

5. Conclusiones

La abundancia, densidad y riqueza de taxones del meioENTOS en la playa Venao, Panamá mostró valores inferiores si comparado con otras playas arenosas tropicales.

En períodos de presencia de usuarios de la playa, se observó aumento de la abundancia del meioENTOS, no obstante, hubo sustitución de los principales taxones con respecto al período en ausencia de estos, a excepción de los nemátodos que se constituye en el grupo dominante en ambos períodos, por lo que se observó diferencias de diversidad entre ambos períodos.

No hubo relación del meioENTOS con la granulometría, ni con el perfil de la playa, sin embargo, la acción hidrodinámica parece tener un efecto diferente en las zonas contiguas a los extremos de la playa, en períodos de presencia de usuarios, por lo que se evidencia interacción entre estas características.

Referencias bibliográficas

- Aguado-Giménez, F., Gairín, J.I., Martínez-García, F., Fernández-González, V., Ballester-Moltó, M., Cerezo-Valverde, J. y Sánchez-Jeréz, P. (2015). Application of taxocene surrogation and taxonomic sufficiency concepts to fish farming environmental monitoring. Comparison of BOPA index versus polychaete assemblage structure. *Mar. Env. Res.*, 103, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.10.006>
- Alvarado, E. y Goti, I. (2019). Foraminíferos de concha suave en la zona intermareal de playas arenosas del sureste de Azuero, Panamá. *Visión Antataura*, 3(1), 24-38. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/499>
- Armenteros, M., Regadera, R., Vincx, M. y Decraemer, W. (2009). Effects of chronic and heavy pollution on macro- and meiobenthos of Havana Bay, Cuba. *Rev. Inv. Mar.*, 30, 203-214. https://www.researchgate.net/publication/228769361_Effects_of_chronic_and_heavy_pollution_on_macro-and_meiobenthos_of_Havana_Bay_Cuba
- Ayres, M., Ayres Jr., M., Ayres, D.L. y dos Santos, A.A.S. (2007). *BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Instituto de Desenvolvimento Mamirauá.
- Balsamo, M., Semprucci, F., Frontalini, F. y Coccioni, R. (2010). Meiofauna as a tool for marine ecosystem biomonitoring. *Marine Ecosystems, inTech*. 77-104. <https://doi.org/10.5772/34423>
- Barroso, M.S., da Silva, B.J. y Montes, M.J.F. (2018). Anthropogenic impacts on coral reef harpacticoid copepods. *Diversity*, (10)2, 32. <https://doi.org/10.3390/d10020032>
- Bowman, D., Rosas, V. y Pranzini, E. (2014). Pocket beaches of Elba Island (Italy) – Planview geometry, depth of closure and sediment dispersal. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 138, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.12.005>
- Brustoli, M.C., Thomas, M.C. y Lana, P.C. (2013). A functional and morphological approach to evaluate the vertical migration of estuarine intertidal nematodes during a tidal cycle. *Helgol. Mar. Res.*, 67, 83-96. <https://doi.org/10.1007/s10152-012-0306-3>
- Bulnes, V.N., Menechella, A.G., Rucci, K.A. y Sciberras, M. (2021). *The intertidal meiobenthos of the Bahía Blanca estuary*. En Fiore, S. y Pratalongo, P.D. (eds.). *The Bahía Blanca estuary, ecology and biodiversity*. Springer, 153-178. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66486-2_7
- Calles, A. y Vincx, D.M. (2011). Variación temporal de las comunidades de la meiofauna en una playa del Ecuador. *Rev. Tec. ESPOL*, 24, 27-32. <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/78/41>

- Camargo, M.G. (2006). Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Rev. Bras. Geoc.*, 36(2), 317-378. https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Camargo-2/publication/283550124_SysGran_um_sistema_de_codigo_aberto_para_analises_granulometricas_do_sedimento/links/645
- Cavalcanti, M.F., Chaddad, P.A.S., Santos, E. y Guilherme, B.C. (2023). Structure of meiofauna communities in an urban tropical Sandy beach in Pernambuco, Brazil. *Cienc. Mar.*, 47, e3294. <https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3294>
- Chao, A., Ma, K. y Hsieh, T.C. (2016). User's guide for iNEXT online: Software for interpolation and Extrapolation of species diversity." *Code 30043*, 1-14. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25777279200>
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austr. J. Ecol.*, 18, 173-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Corral I., Gómez-Gras, D., Griera, A., Corbella, M. y Cardellach, E. (2013). Sedimentation and volcanism in the Panamanian cretaceous intra-oceanic arc and fore-arc: new insights from the Azuero Peninsula (SW Panama). *Bull. Soc. Geol.*, 184:35-45. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.184.1-2.35>
- Cruz, M. (2002). Meiofauna del golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas, canal Cascajal y estero Salado), obtenida en abril de 1997. *Acta Oceanogr. Pacif.*, 11(1), 137-146. <http://hdl.handle.net/1834/2308>
- Cruz, E. y Vargas, J.A. (1987). Abundancia y distribución vertical de la meiofauna en la playa fangosa de Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 32(2): 363-367. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24192/24307>
- Danovaro, R., Tselepides, A., Otegui, A. y Della Croce, N. (2000). Dynamics of meiofaunal assemblages on the continental shelf and deep-sea sediments of the Cretan Sea (NE Mediterranean): relationships with seasonal changes in food supply. *Prog. Oceanogr.*, 46, 367-400. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00026-4](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00026-4)
- Dean, H.K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Rev. Biol. Trop.*, 56(Suppl.4), 11-38. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.27162>
- Dye, A.H. (2006). Persistent effects of physical disturbance on meiobenthos in mangrove sediments. *Mar. Env. Res.*, 62, 341-355. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2006.05.003>

- Emery, K.O. (1961). A simple method of measuring beach profiling. *Limnol. Oceanogr.* 6(1), 90-93. <https://doi.org/10.4319/lo.1961.6.1.0090>
- Fenchel, T.M. y Riedel, R.J. (1977). The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottoms. *Mar. Biol.*, 7, 255-268. <https://doi.org/10.1007/BF00367496>
- Gerwing, T.G., Allen Gerwing, A.M., Hamilton, D.J. y Barbeau, A.B. (2015). Apparent redox potential discontinuity (aRPD) depth as a relative measure of sediment oxygen content and habitat quality. *Int. J. Sed. Res.*, 30, 74-80. [https://doi.org/10.1016/S1001-6279\(15\)60008-7](https://doi.org/10.1016/S1001-6279(15)60008-7)
- Gheskiere, T., Vincx, M., Weslawski, J.M., Scapini, F y Degraer, S. (2005). Meiofauna as descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. *Mar. Env. Res.*, 60, 245-265. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2004.10.006>
- Gier, O. (2009). *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediment*. Springer.
- Gómez H., J.A., Baumar, M. y Goti, I. (2022). Características morfodinámicas y procesos erosivos en dos playas arenosas de Panamá y su relación con el meiobentos. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 61(1), 79-102. <https://www.researchgate.net/publication/366758978>
- González, L. (2009). *Descripción de la distribución de grupos zooplanctónicos en el sur de Azuero, República de Panamá*. [Tesis de maestría, Universidad de Panamá]. <https://core.ac.uk/download/pdf/228854425.pdf>
- Guzman, H.M., Obando, V.L. y Cortés, J. (1987). Meiofauna associated with a Pacific coral reef in Costa Rica. *Coral Reefs*, 6, 107-112. <https://doi.org/10.1007/BF00301379>
- Hammer, Ø, Harper, D.A.T., y Ryan, P.D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electrónica*, 4(1), 9pp. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hua, E., Zhang, Z. y Zhang, Y. (2009.) Environmental factors affecting nematode community structure in the Changjiang estuary and its adjacent waters. *J. mar. Biol. Assoc. U.K.*, 89(1), 109-117. <https://doi.org/10.1017/S0025315408002361>
- Hua, E., Zhang, Z., Zhou, H., Mu, F., Li, J. Zhang, T., Cong, B. y Liu, Xiaoshou. (2016). Meiofauna distribution in intertidal sandy beaches along China shoreline (18° - 40° N). *J. Ocean Univ. China.*, 15, 19-27. <https://doi.org/10.1007/s11802-016-2740-3>

- Jaramillo, E., Contreras, H. y Quijon, N.P. (1996). Macrofauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 69, 655-663. <https://www.semanticscholar.org/paper/Macroinfauna-and-human-disturbance-in-a-sandy-beach-Jaramillo-Contreras/f35febab52bdfeab6dbb6a76d9af98135a9ce9d7>
- Kim, D., Je, J.G. y Lee, J.H. (2000). The community structure and spatial distribution of meiobenthos in the Kanghwa tidal flat, west coast of Korea. *Ocean Research*, 22(1), 15-23. <https://koreascience.kr/article/JAKO200012242746898.page>
- Kotwicki, L., De Troch, M., Urban-Malinga, B., Gheskiere, T. y Weslawski, J.M. (2005). Horizontal and vertical distribution on sandy beaches of the North Sea (The Netherlands, Belgium, France). *Helgol. Mar. Res.*, 59, 255-264. <https://doi.org/10.1007/s10152-005-0001-8>
- Leasi, F., Sevigny, J.L., Laflamme, E.M., Artois, T., Curini-Galletti, M., Navarrete, A.J., Di Domenico, M., Goetz, F., Hall, J.A., Hochberg, R., Jörger, K.M, Jondelius, U., Todaro, M.A., Wirshing, H.H., Norenburg, J.L. y Thomas, W.K. (2018). Biodiversity estimates and ecological interpretations of meiofaunal communities are biased by the taxonomic approach. *Comm. Biol.*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0119-2>
- Liñero Arana, I., Ojeda, O. y Amaro, M.E. (2013). Variación espacio-temporal de la meiofauna submareal en una playa arenosa nororiental de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 61(1), 59-73. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44925650031>
- Long, S.M. y Ross, O.B.H. (1999). Vertical distribution of nematodes (Nematoda) and harpacticoid copepods (Copepoda: Harpacticoida) in muddy and sandy bottom of intertidal zone at Lok Sawi, Sabah, Malaysia. *The Raffles Bul. Zool.*, 47(2), 349-363. <https://www.researchgate.net/publication/280939764>
- Morad, T.Y., Dubinsky, Z. y Iluz, D. (2017.) Meiobenthos assemblages as bioindicators for coastal pollution assessment. *Open J. Mar. Sci.*, 7, 409-423. <https://doi.org/10.4236/ojms.2017.73028>
- Nascimento, F.J.A., Dahl, M., Deyanova, D., Lyimo, L.D., Bik, H.M., Shuelke, T., Pereira, T.J., Bjork, M, Cree, S. y Gullstrom, M. (2019). Above-below Surface interacciones mediate effects of seagrass disturbance on meiobenthic diversity, nematode and polychaete trophic structure. *Communications Biology*, 2:362. <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0610-4>
- Nestlerode, J.A. y Díaz, R.J. (1998). Effects of periodic environmental hypoxia on predation of a tethered polychaete, *Glycera americana*: implications for trophic dynamics. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 172, 185-195. <https://core.ac.uk/download/pdf/235398909.pdf>

- Olafsson, E. (2003). Do macrofauna structure meiofauna assemblages in marine soft-bottoms? *Vie Millieu*, 54(3), 249-265. <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03205296v1/preview/534-11-olafsson.pdf>
- Parvez Al-U, S.M. y Ansari Z.A. 2020. Meiofaunal Adaptation to Environmental Variability and Human Trampling of Tropical Sandy Beaches at Goa, India. *Oceanogr Fish Open Access J.*, 13(1): 555851. <https://doi.org/10.19080/OFOAJ.2020.13.555851>
- Patel, C., Vadher, A.N., Mathers, K.L., Dwyer, C. y Wood, P.J. (2021). Body size affects the vertical movement of benthic amphipods through subsurface sediments in response to drying. *Hydrobiologia*, 848, 1015-1025. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04500-x>
- Pavlyuk, O.N. y Trebukhova, J.A., (2006). Meiobenthos in Nha Trang bay of the South China Sea (Vietnam). *Ocean Sci. J.*, 41(23), 139-148. <https://doi.org/10.1007/BF03022419>
- Pereira, T.J., Gingold, R., Morelos Villegas, A.D. y Rocha-Olivares, A. (2017). Patterns of spatial variation of meiofauna in sandy beaches of Northwestern Mexico with contrasting levels of disturbance. *Thalassas, Int. J. Mar. Sci.*, 34, 53-63. <https://doi.org/10.1007/s41208-017-0038-x>
- Pérez, H.A. y López Cánovas, C. (2006). Distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en cuatro playas del Litoral Norte de la Habana. *Rev. Biol. Trop.*, 54(3), 985-995. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i3.14078>
- Pinzón, A.Y., Trejos, M.M., Carrera, M., Frías, E.A. y Goti, I. (2019). Meiobentos como indicador alternativo de contaminación de playas. *Revista JIC*, 5(1), 65-69. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2372>
- Raes, M., Decraemer, W. y Vanreusel, A. (2008). Walking with worms. coral-associated epifaunal nematodes. *J. Biogeogr.*, 35, 2207-2222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01945.x>
- Rombouts, I., Beaugrand, G., Atigas, L.F., Dauvin, J.C., Gevaert, F., Goberville, E., Kopp, D., Lefebvre, S., Luczack, C., Spilmont, N., Travers-Trolet, M., Villanueva, M.C. y Kirby, R.R. (2013). Evaluating marine ecosystem health: case studies of indicators using direct observations and modelling methods. *Ecol. Ind.*, 24, 353-365. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.001>
- Reis, R.S. y Rizzo, A.E. (2019). Human trampling effect on benthic of sandy beaches with different intensities of use in Rio de Janeiro, Brazil. *Oec. Aust.*, 23(1), 28-38. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2301.03>

- Rosenberg, R., Nilsson, H.C. y Díaz, R.J. (2001). Response of benthic fauna and changing sediment redox profiles over a hypoxic gradient. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 53, 343-350. <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0810>
- Sammut, S., Gauci, r., Drago, A., Gauci, A. y Azzopardi, J. (2017). Pocket beach sediment : A field investigation of the geodynamic processes of coarse-clastic beaches on the Maltese Islands (Central Mediterranean). *Mar. Geol.*, 387, 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2017.02.011>
- Santos, T.M.T., Petracco, M. y Venekey, V. (2021). Recreational activities trigger changes in meiofaunal and free-living nematodes on Amazonian macrotidal sandy beaches. *Mar. Env. Res.*, 167, 105289. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105289>
- Sarmiento, V.C., Barreto, A.F.S y Santos, P.J.P. (2011). The response of meiofauna to human trampling on coral reefs. *Scientia Marina*, 75(3), 559-570. <https://doi.org/10.3989/scimar.2011.75n3559>
- Schmidt-Rhaesa, A. (2020). *Guide to the identification of marine meiofauna*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Semprucci, F., Frontalini, F., Sbrocca, C., Arminot du Châtelet, E., Bout-Boymazeilles, V., Coccioni, R. y Balsamo, M. (2015). Meiobenthos and free-living nematodes as tools for biomonitoring environments affected by riverine impact. *Environ. Monit. Assess.*, 187(5), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4493-7>
- Steyaert, M., Herman, P.M.J., Moens, T., Widdows, J. y Vincx, M. (2001). Tidal migration of nematodes on an estuarine tidal flat (the Melonplaat, Schelde estuary, SW Netherlands). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 224, 299-304. <https://doi.org/10.3354/meps224299>
- Sugio, K. (1973). *Introdução à Sedimentologia*. Ed. Blücher/Ed.USP.
- Teal L., Parker R., Fones G., y Solan M. (2009). Simultaneous determination of in situ vertical transitions of color, pore-water metals, and visualization of infaunal activity in marine sediments. *Limnology and Oceanography*, 54(5), 1801–1810. <https://doi.org/10.4319/lo.2009.54.5.1801>
- Urban-Malinga, B. (2014). *Meiobenthos in marine coastal sediments*. En Martini, I.P. y Wanless, H.R. (eds). *Sedimentary Coastal Zones from High to Low Latitudes: Similarities and Differences*. *Geological Society, London, Special Publications*, 388, 59–78. <https://doi.org/10.1144/sp388.9>

- Vander Vorste, R., Mermillod-blondin, F, Hervant, R, Mons, R. y Datry, T. (2016). *Gammarus pulex* (Crustacea: Amphipoda) avoids increasing water temperature and intraspecific competition through vertical migration into the hyporheic zone: a mesocosm experiment. *Aquat. Sci.*, 79, 45-55. <https://doi.org/10.1007/s00027-016-0478-z>
- Vásquez-Suárez, A., González, M., Díaz, O. y Liñero Arana, I. (2006). Variación temporal de la meiofauna en sedimentos del sistema lagunar “Laguna de Raya”, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Interciencia*, 35(2), 144-150. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33913150012.pdf>
- Vieira. J.V., Borzone, C.A., Lorenzi, L. y Carvalho, F.G. (2012). Human impact on benthic macrofauna of two beach environments with different morphometric characteristics in southern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.*, 60, 135-148. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592012000200004>
- Vieira, D.C. y Fonseca, G. (2013). The importance of vertical and horizontal dimensions of the sediment matrix in structuring nematodes across spatial scales. *PLoS ONE* 8(10): e77704, 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077704>
- Walters, K. (1988). Diel vertical migration of sediment-associated meiofauna in subtropical sand and seagrass habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 117, 169-186. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(88\)90224-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(88)90224-9)
- Warman, C.G., O’Hare, T.J. y Naylor, E. (1991). Vertical swimming in wave-induced currents as a control mechanism of intertidal migration by a sand-beach isopod. *Mar. Biol.*, 111, 49-54. <https://doi.org/10.1007/BF01986345>
- Yanko-Hombach, V., Kadurin, S.V., Kravchuk, A.O. y Kulakova, I.I. (2017). *Meiobenthos as an indicator of gaseous hydrocarbon reservoirs under floor of the black sea*. Joint Plenary Conference and Field Trip of IGPC 610 AND INQUA IFG POCAS, 224-229. <https://doi.org/10.15407/gpimo2017.02.026>
- Yodnarasri, S., Tada, K. y Montani, S. (2006). Temporal of the environmental conditions of the sediment and abundance of the nematode community in the subtidal sediment near a river mouth with tidal flats. *Plank. Bent. Res.*, 1(2), 109-116. <https://doi.org/10.3800/pbr.1.109>
- Yousuf, A.H.M. y Hossen, I. (2020). Identification of major taxa of meiobenthos in Hatiya coast of the Bay of Bengal: spatio-temporal abundance. *J. Oceanogr. Mar. Env. Syst.*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.5829/idosi.jomes.2020.01.13>