

## **ESTRUCTURA DEL MACROBENTOS EN LA PLAYA URBANA DE PANAMÁ VIEJO.**

MACROBENTHOS STRUCTURE ON PANAMA VIEJO BEACH,  
PANAMA.

**María Stephany Sánchez**

Universidad de Panamá. Panamá.

[teffy21\\_91@hotmail.com](mailto:teffy21_91@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0008-8814-440X>

**Maholy Moreno**

Universidad de Panamá. Panamá.

[morenomaholy@gmail.com](mailto:morenomaholy@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-1790-0387>

**Ediniel Trejos**

Universidad de Panamá. Panamá.

[trejos.biologo@gmail.com](mailto:trejos.biologo@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-2931-4866>

**Janzel Villalaz**

Universidad de Panamá. Panamá.

[janzel.villalaz@yahoo.com](mailto:janzel.villalaz@yahoo.com)

<https://orcid.org/0000-0001-8914-3216>

**Juan Antonio Gómez H.**

Universidad de Panamá. Panamá.

[juanay05@hotmail.com](mailto:juanay05@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-9320-1674>

**Italo Goti**

Universidad de Panamá. Panamá.

[italo.goti@up.ac.pa](mailto:italo.goti@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0001-5702-5389>

**Recepción**  
30-08-2023

**Aprobación**  
14-mes-2023

DOI <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v34n1.a4577>

## Resumen

La macrofauna de playas arenosas urbanas ha sido poco estudiada en el país, a pesar de la importancia ecológica como componente de la estructura trófica del ecosistema costero en particular de playas que reciben bandadas de aves migratorias en cierta época del año, y aportes de aguas servidas y superficiales provenientes de los ríos ciudadanos. Se determinó la abundancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos de la playa de Panamá Viejo, en tres estaciones, evaluadas durante cuatro meses de la temporada lluviosa. Se observaron variaciones del oxígeno disuelto del líquido intersticial entre 7,16 a 9,09 mg/l, sólidos disueltos, promedio de  $0,21 \pm 0,18$  mg/L, temperatura del sedimento entre 27 y 37 °C, salinidad promedio de  $28,83 \pm 1,10$  ups y materia orgánica de  $2,25 \pm 1,36$  %. La granulometría estuvo representada por arena muy gruesa y gruesa, lo cual separó las muestras en cuatro grupos de acuerdo con el grano medio Mz, que representan las tres zonas de estudio. Se recolectaron 640 organismos de 19 taxones, la jerarquía estuvo representada por poliquetos > moluscos > crustáceos. El grupo dominante fue *Psamotreta grandis*, seguido por poliquetos Capitellidae. La diversidad de Shannon Wiener varió entre 1,16 y 2,34 nats/ind. La estación Playa resultó ser más diversa y mejor estructurada, y la de Museo más abundante. Los grupos tróficos dominantes fueron los detritívoros de sub-superficie y superficie, lo cual indica una zona estresada. El índice trófico de la infauna (ITI) fue de 30,29 lo que indica un ambiente limítrofe entre contaminado y degradado.

**Palabras clave:** Diversidad de especies, invertebrados marinos, polución, sedimentos, zona intermareal.

## Summary

The macrofauna of urban sandy beaches has been little studied in the country, despite the ecological importance as a component of the trophic structure of the coastal ecosystem of beaches that receive flocks of migratory birds at a specific time of year, and sewage and surface water from the urban rivers. The abundance and diversity of benthic macroinvertebrates of Panama Viejo beach was determined in three seasons and evaluated during four months of the rainy season. Variations in dissolved oxygen of the interstitial fluid were observed between 7.16 and 9.09 mg/l, dissolved solids, average  $0.21 \pm 0.18$  mg/L, sediment temperature between 27 and 37°C, mean salinity of  $28.83 \pm 1.10$  and organic matter of  $2.25 \pm 1.36$  %. The particle size was represented by very coarse and coarse sand, separating the samples into four groups according to the mean Mz, representing the three study areas. 640 organisms were collected from 19 taxa, the hierarchy was represented by polychaetes > mollusks > crustaceans. The dominant group was *Psamotreta grandis*, followed by polychaetes Capitellidae. Shannon Wiener's diversity varied between 1.16 and 2.34 nats/ind. The Playa station was more diverse and better structured, and the Museum station was more abundant. The dominant trophic groups were sub-surface and surface detritivores, indicating a stressed zone. The trophic index of infancy (ITI) was 30.29 which indicates a bordering environment between contaminated and degraded.

**Keywords:** Pollution, sediments, marine invertebrates, intertidal zone, species diversity

## Introducción

La estructuración de la comunidad de macrofauna intermareal de playas arenosas está físicamente controlada o biológicamente acomodada, de acuerdo a las características del ecosistema (Sanders, 1968) por lo que variables hidrodinámicas, morfodinámicas y sedimentológicas, tienen un efecto importante sobre la riqueza de especies de estas zonas (Rodil y Lastra, 2022), además de estos factores, en las playas urbanas hay influencia importante de las actividades generadas por los visitantes y factores físicos imperantes en la zona como lo es el efecto de las luces de la ciudad (Orlando et al., 2020), las cuales pueden incidir sobre los estadios larvales de algunas especies (Tidau et al., 2023), igualmente, se dan variaciones relacionadas con la distribución espacial y temporal de los organismos (Bhadja et al., 2014). El efecto de la presión humana sobre los organismos bentónicos trastoca la transferencia de energía entre los diferentes componentes del ecosistema costero (Di Camillo et al., 2022).

La composición estructural de la comunidad macrobentónica es el reflejo de los agentes estresores sobre la playa, tanto naturales como antropogénicos, por lo tanto, se constituye en un indicador del bienestar del ecosistema (Nasser, 2022), que no ha sido suficientemente estudiado en Panamá, donde se destacan los trabajos de Gómez et al. (2001) quienes evalúan la infauna macrobentónica de la playa El Salado, Villalaz et al. (2002) que estudian de la variación temporal de la macrofauna en la playa El Agallito, Grajales y Vergara (2004) que determinan los cambios temporales de poliquetos en playa Bique y Luque et al. (2019) informan sobre la afinidad de cangrejos violinistas comparado con fósiles del Pacífico tropical. En ecosistema de manglar, López et al. (2002) indagan sobre el ensamblaje de poliquetos en manglares del Parque Nacional Coiba y Villalaz et al. (2022) verifican la comunidad de moluscos y crustáceos en La Honda y Che Paulito.

Por las razones arriba señaladas y la escasa información de la infauna bentónica de playas urbanas de Panamá, es importante investigar la composición de la comunidad macrobentónica intermareal de la playa de Panamá Viejo y estimar el efecto humano y natural sobre la playa, como indicadores de la calidad ambiental.

### **Material y Métodos**

La zona de estudio se localiza en la planicie arenosa de la playa Panamá Viejo, con características macromareales. Las estaciones de colecta fueron: Manglar localizada a 9° 0' 17.92" N, 79° 29' 27.84" O, situada en el borde externo del manglar; la estación Playa a 9° 0' 16.02" N 79° 29' 33.01" O, a 183,18 m de la estación Manglar y a 222 m de la estación Museo, esta última a 9° 0' 9.24" N 79° 29' 35.45" O, en la planicie arenosa a una distancia de 66 m del borde de la playa, protegida de la acción directa del oleaje por un promontorio rocoso y tres pequeños islotes conformados por árboles de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (Pérez et al., 2020) (Figura 1).

**Figura 1.**  
*Sitio de estudio, playa de Panamá Viejo*



**Fuente:** *Google Earth, imagen Maxar Technologies*

Se determinaron las variables físico-químicas: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, con una sonda multiparamétrica marca YSI y los sólidos totales mediante la evaporación de 100 ml de líquido intersticial, en horno a 100 °C hasta la sequedad, llevados al desecador y pesados hasta peso constante. La materia orgánica se evaluó a través de 10 gramos de muestra secada en horno a 60 °C por 24 horas, de lo cual se extrajo 1 gramo y se calcinó en mufla a 500 °C por una hora.

Las muestras se recolectaron cada 14 días, una por estación, con su respectiva repetición, de septiembre a noviembre, durante la mañana, en marea baja, con amplitud entre -0,27 m a 0,58 m.

Las tomas de muestras biológica y granulométrica fueron extraídas de cuadratas con área de 1 m<sup>2</sup>, hasta una profundidad de 15 cm, por estación. El material biológico previamente lavado y separado entre tamices con apertura de malla de 1,0 y 0,5 mm, fue preservados en alcohol al 70 % e identificado posteriormente con las claves para moluscos (Keen, 1971), poliquetos (Fauchald y Reimer, 1975; Fauchald, 1977 y Liñero, 1997) y crustáceos (D’Croz, 1982).

El sedimento, para el análisis granulométrico fue secado en horno hasta peso constante, y seleccionadas las fracciones en tamices “US Standard Sieve Mesh”: 10, 18, 35, 125, 200, 230 y Fondo, para determinar el contenido de grava, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina, arena muy fina y limo + arcilla, respectivamente, a través del método de tamizado en seco (Suguio, 1973). Los cálculos estadístico-granulométricos se realizaron mediante las ecuaciones de Folk y Ward (1957) en el programa Sysgran (Camargo, 2006).

Se determinó el índice trófico de la infauna (ITI), según Word (1980),

$$ITI = 100 - \frac{100}{3} * \frac{0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4}{(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)}$$

Donde;

ITI = índice trófico de la infauna

$n_1$  = suspensívoros

$n_2$  = carnívoro + omnívoros

$n_3$  = depositívoros de superficie

$n_4$  = depositívoros de sub-superficie

Los análisis estadístico se basaron en las siguientes pruebas: análisis de componentes principales para determinar los parámetros físico-químicos que aportan a la variabilidad de los datos, análisis multidimensional no métrico para discriminar entre sitios, basado en los datos fisio-químicos y granulométricos entre estaciones, análisis de conglomerados, de acuerdo al método de Ward, mediante la distancia de Bray Curtis para evaluar la similaridad entre muestras, correlación de Spearman para definir relaciones entre las variables físico-químicas y los diversos grupos de la macrofauna, una vez evaluada la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y la homocedasticidad (Levene)

el índice de Shannon-Wiener, basado en el logaritmo natural, para precisar la diversidad entre zonas de muestreo, la prueba t de Hutcheson para diferencias entre estos, el índice de Pielou para verificar la equitatividad, el índice de Simpson para evaluar la similaridad de la macrofauna y las curvas de rarefacción basadas en individuos, por área. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software PAST 4.1 (Hammer et al., 2001) y la curva de rango abundancia, con el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al., 1997).



## Resultados

Los promedios de los parámetros físico-químicos dieron como resultado: oxígeno disuelto del líquido intersticial  $8,36 \pm 0,72$  mg/L, sólidos totales disueltos  $0,21 \pm 0,18$  mg/L, la temperatura del sedimento,  $30,72 \pm 2,42$  °C, temperatura del agua  $29,28 \pm 0,42$  °C, salinidad  $28,83 \pm 1,10$  ups y el contenido de materia orgánica en el sedimento,  $2,25 \pm 1,36$  % (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Características físico-químicas del sitio de estudio, playa de Panamá Viejo*

Parámetro	Oxígeno Disuelto	Sólidos Totales Disueltos	Temperatura sedimento	Temperatura agua	Salinidad	Materia orgánica
Unidad	mg/L	mg/L	°C	°C	ups	%
$\bar{x}$	8,36	0,21	30,72	29,28	28,83	2,25
D.E.	0,72	0,18	2,42	0,42	1,10	1,36
Min	7,16	0,03	27	28,5	26,5	0,4
Máx	9,09	0,6	37	29,7	29,5	5,4
n	18	18	18	18	18	18

La materia orgánica promedio en la zona de Manglar fue de  $2,63 \pm 1,42$  %, en la Playa,  $1,53 \pm 0,82$  % y en el Museo  $2,58 \pm 1,63$  %. La temperatura del sedimento fue de  $30,33 \pm 1,21$  °C en el Manglar,  $30,50 \pm 1,76$  °C en la Playa y  $31,33 \pm 3,83$  °C en el Museo.

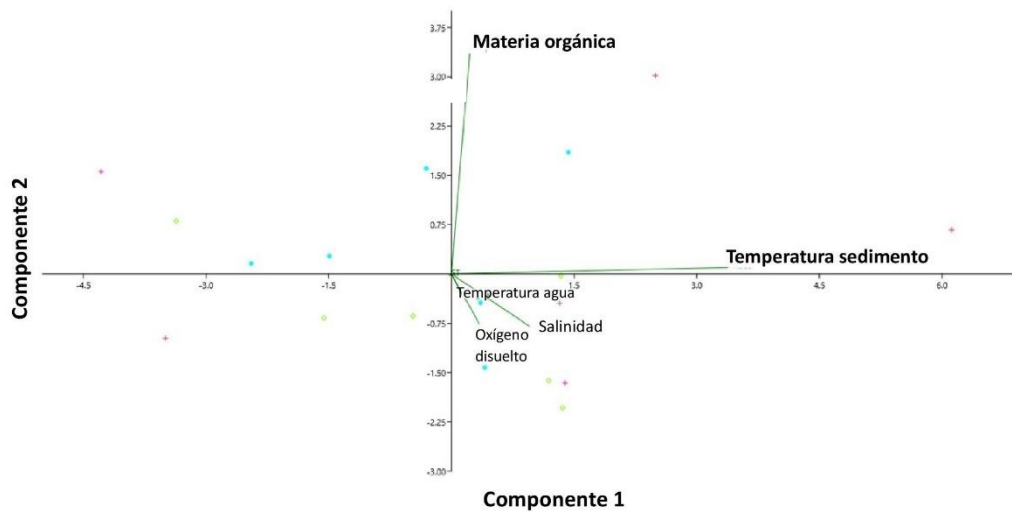
Se encontró correlación directa entre oxígeno disuelto y salinidad ( $r_s = 0,5235$   $p = 0,0257$ ) y con la temperatura del agua ( $r_s = 0,5235$   $p = 0,0257$ ), temperatura del sedimento con materia orgánica ( $r_s = 0,5349$   $p = 0,0221$ ) y la salinidad ( $r_s = 0,5349$   $p = 0,0221$ ), temperatura del agua vs salinidad ( $r_s = 0,4919$   $p = 0,0381$ ) y materia orgánica ( $r_s = 0,4919$   $p = 0,0381$ ) y correlación inversa entre sólidos totales y salinidad ( $r_s = - 0,5372$   $p = 0,0215$ ) y temperatura del agua ( $r_s = - 0,5372$   $p = 0,021577$ ).



Los parámetros que describieron mejor la variabilidad del sistema fueron la temperatura del sedimento y la materia orgánica (Figura 2)

**Figura 2.**

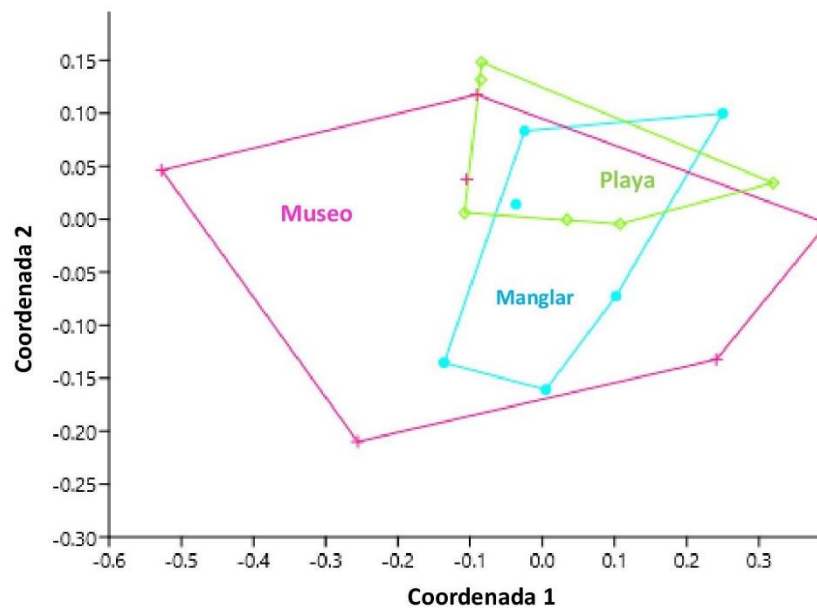
*Análisis de componentes principales de las características físico-químicas de la playa Panamá Viejo.*



El análisis multidimensional no métrico de las variables físico-químicas mostró similitud entre los sitios de muestreo (Figura 3).

**Figura 3.**

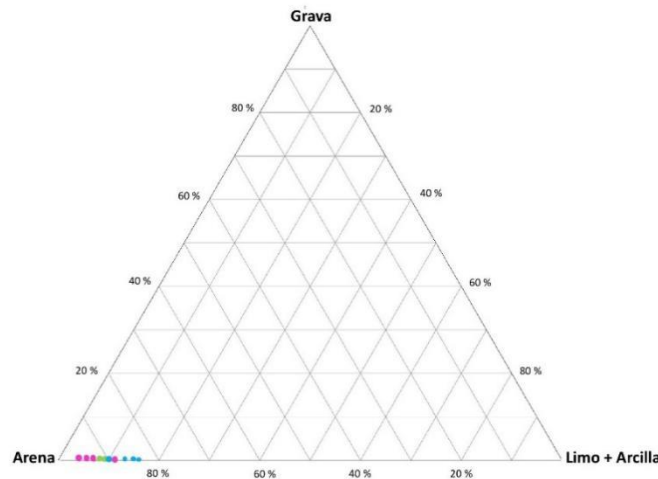
*Análisis multidimensional no métrico de los tres sitios de muestreo en la playa Panamá Viejo.*



La granulometría de las estaciones de estudio se caracterizó por sedimento netamente arenoso (84,21 % de arena en Manglar, 89,02 % Playa, 90,68 % Museo) (Figura 4).

**Figura 4.**

*Diagrama ternario de Sheppard del sedimento de playa Panamá Viejo.*

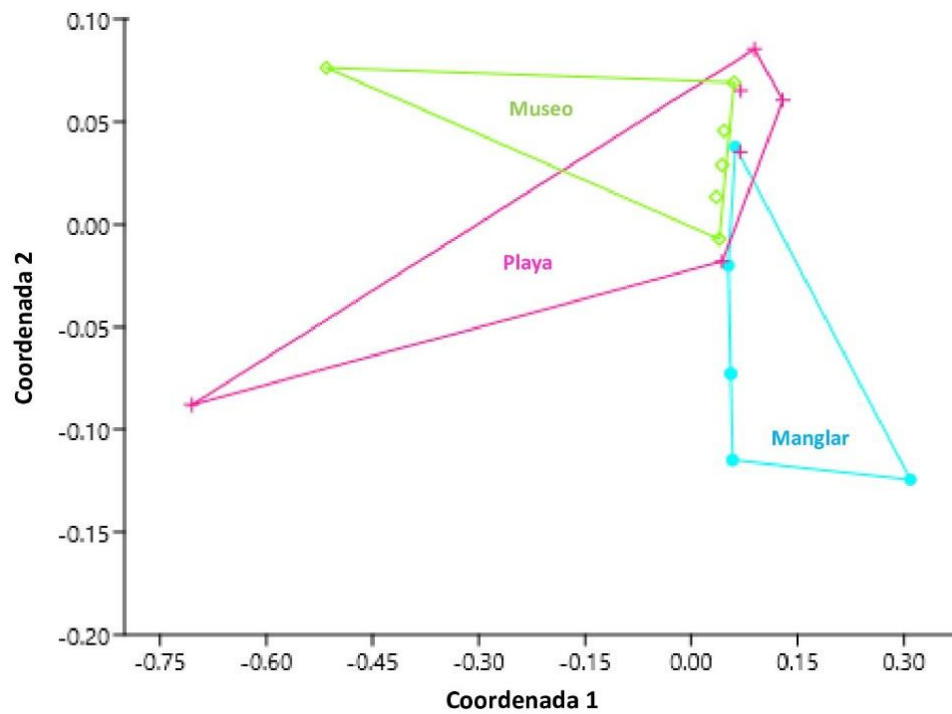


La estación Manglar se caracterizó por granulometría media ( $M_z$ ) entre 1,12 y 1,63  $\phi$ , pobremente seleccionada ( $\sigma_1 = 1,82$ ), aproximadamente simétrica ( $S_{K1} = 0,07$ ), excepto las muestras de noviembre con asimetría positiva ( $S_{K1} = 0,2$ ), y muy platicúrticas ( $K_G = 0,66$ ). En la Playa la granulometría media ( $M_z$ ) varió entre arena media (1,06) y arena gruesa (0,96), pobremente seleccionada ( $\sigma_1 = 1,64$ ), asimetría positiva ( $S_{K1} = 0,23$ ), muy platicúrtica ( $K_G = 0,68$ ). La estación Museo se presentó entre arena media 1,33  $\phi$  a arena gruesa 0,15  $\phi$ , pobremente seleccionada, con promedio de 1,71, la asimetría varió entre muy negativa -0,83 en septiembre, a muy positiva 0,37 en noviembre.

La estructura granulométrica estuvo representada principalmente por arena muy gruesa y gruesa; el análisis multidimensional no métrico mostró diferencias entre los sitios de muestreo, sin embargo, se observó puntos muy próximos en el diagrama (Figura 5). El dendrograma de estos valores mostró la agrupación de cuatro grupos, representados por las muestras de manglar 1, 2, 4 y 3 que se caracterizaron por granulometría media promedio de 1,73  $\phi$ , el segundo grupo, constituido por muestras de manglar, playa y museo, con granulometría de 1,22  $\phi$ , el tercer grupo conformado con los datos de playa 2, 5, 4 y museo 6, presentaron grano medio de 0,95. El cuarto grupo, formado por playa 1 y museo 1 se separó del resto por la concentración de oxígeno disuelto (>9,02 mg/L), temperatura del sedimento (>32 °C) y materia orgánica (< 0,80 %) (Figura 6), confirmado por el análisis multidimensional no métrico, en el cual se observan los puntos separados de estas dos muestras (Figura 7).

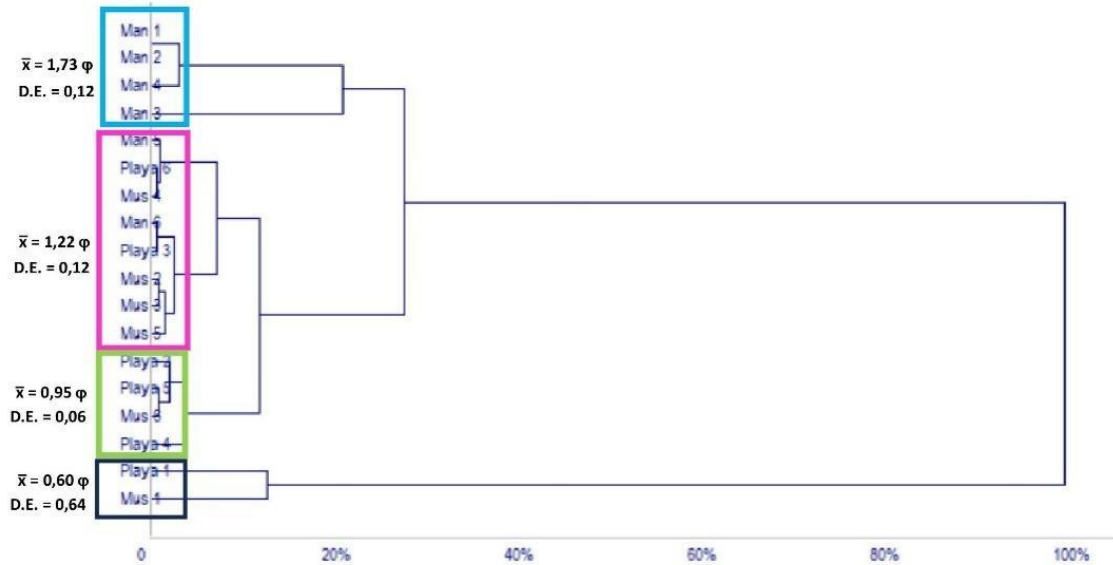
**Figura 5.**

*Análisis multidimensional no métrico de los datos granulométricos de los tres sitios de muestreo de la playa Panamá Viejo.*



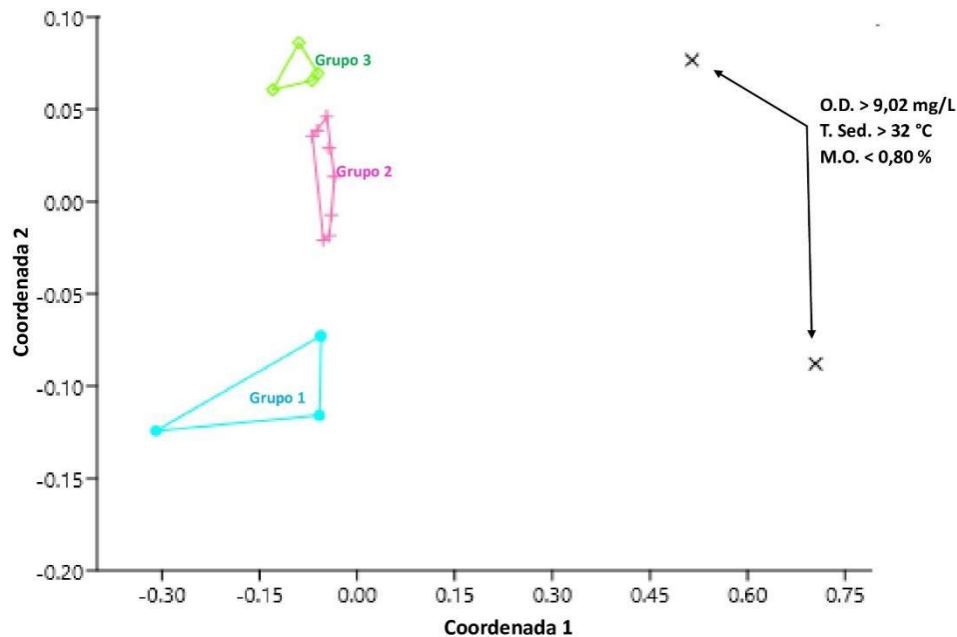
**Figura 6.**

*Dendrograma de similaridad de las características granulométricas y físico-químicas de los muestreos*



**Figura 7.**

*Análisis multidimensional no métrico de los datos granulométricos y físico-químicos de los sitios de muestreo de acuerdo a la separación de los grupos del dendrograma de similitud de las muestras de la playa de Panamá Viejo.*

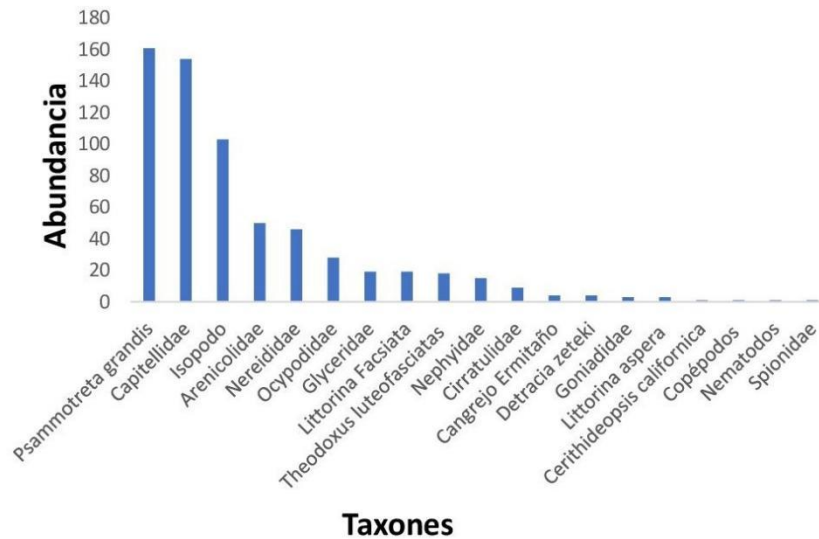


Se recolectaron 640 organismos, incluidos en 19 taxones, de los cuales ocho reúnen el 90 % de la abundancia; la jerarquía estuvo representada por poliquetos con el 46,40 %, seguido por moluscos con 32,28 % y los crustáceos 21,25 %. Los taxones dominantes, fueron el bivalvo *Psamotreta grandis* con 25,16 %, y los poliquetos Capitellidae con 24,06 %, los grupos abundantes fueron representados por isópodos, y los poliquetos Arenicolidae y Nereidae (Figura 8).



**Figura 8.**

*Estructura de la comunidad de macroinvertebrados de la playa de Panamá Viejo*

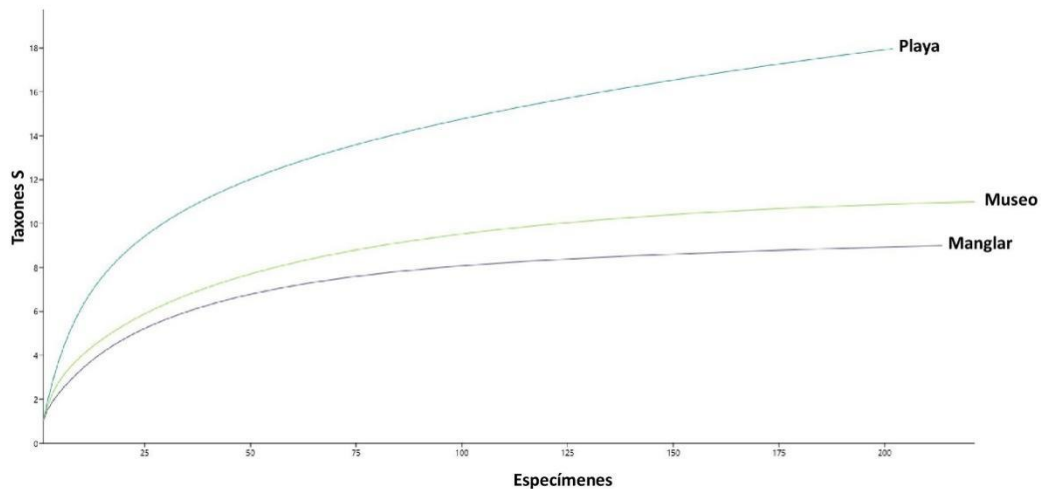


El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de 1,16 nats/ind en la zona de manglar, con equidad de Pielou 0,53, en la playa 2,34 nats/ind y 0,81 respectivamente y en el museo 1,52 nats/ind y 0,63. Existe diferencia altamente significativa del índice de diversidad de Shannon-Wiener entre el manglar y la playa ( $t = -10,786$   $p = 6,81 \times 10^{-24}$ ), entre playa y museo ( $t = 8,1839$   $p = 3,31 \times 10^{-15}$ ) y diferencia significativa entre manglar y playa ( $t = -3,1063$   $p = 0.0020$ ).

La similaridad de Simpson entre el manglar y la zona de playa fue de  $I_P = 0,50$ , igual valor se observó entre manglar y museo, mientras que entre playa y museo fue de 0,13. La curva de rarefacción mostró mayor diversidad en la zona de playa y mayor abundancia en el museo (Figura 9).

**Figura 9.**

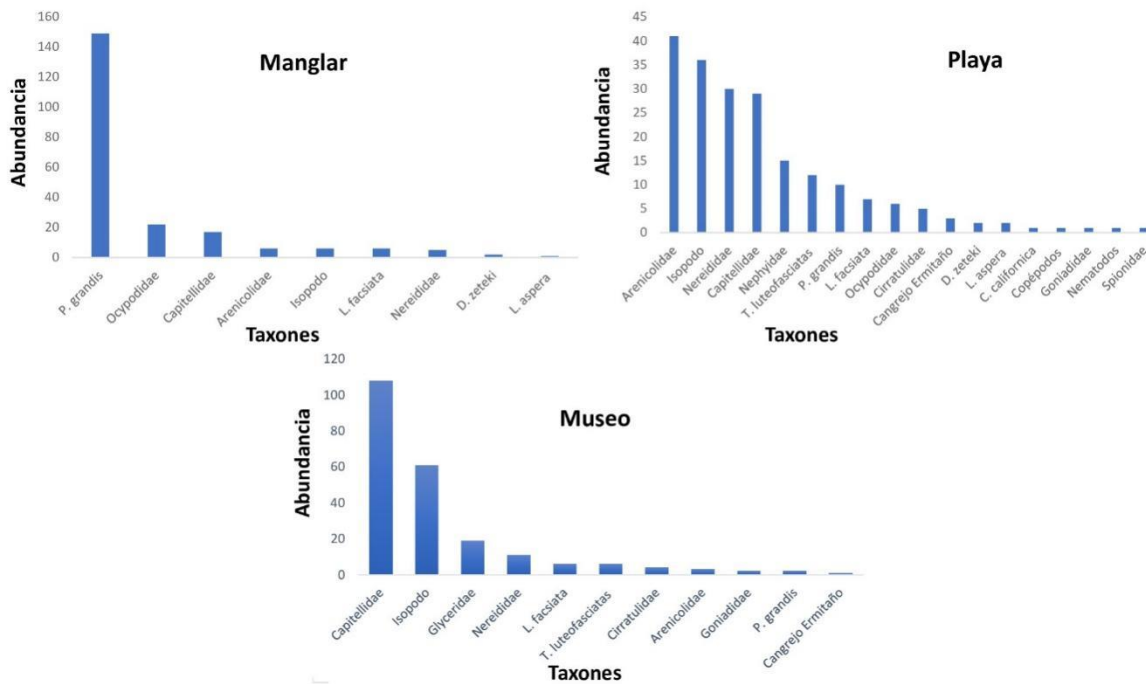
*Curva de rarefacción de los tres sitios de muestreo de la playa de Panamá Viejo.*



La estructura de la población de los tres sitios de muestreo indicó que la zona de Manglar estuvo dominada por *P. grandis*, la zona de la Playa por Arenicolidae, que resultó ser la mejor estructurada por la presencia de estos organismos como dominantes, abundantes como isópodos, Nereidae y Capitellidae, comunes y raros y finalmente el Museo por Capitellidae (Figura 10). Las curvas de rango abundancia corroboran la mejor estructuración de la estación Playa, a diferencia del detrimento encontrado en las zonas de Manglar y Museo, donde se observó una fuerte dominancia de los grupos ya indicados y una pobre estructuración de la comunidad (Figura 11).

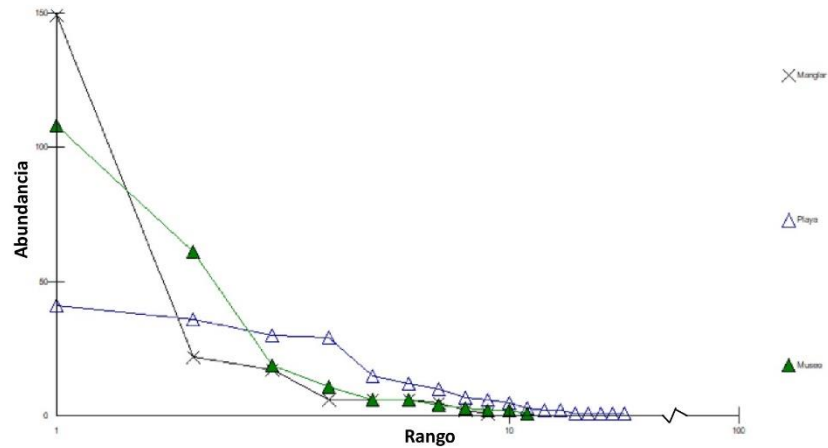
**Figura 10.**

*Estructura de la población de los sitios de muestreo*



**Figura 11.**

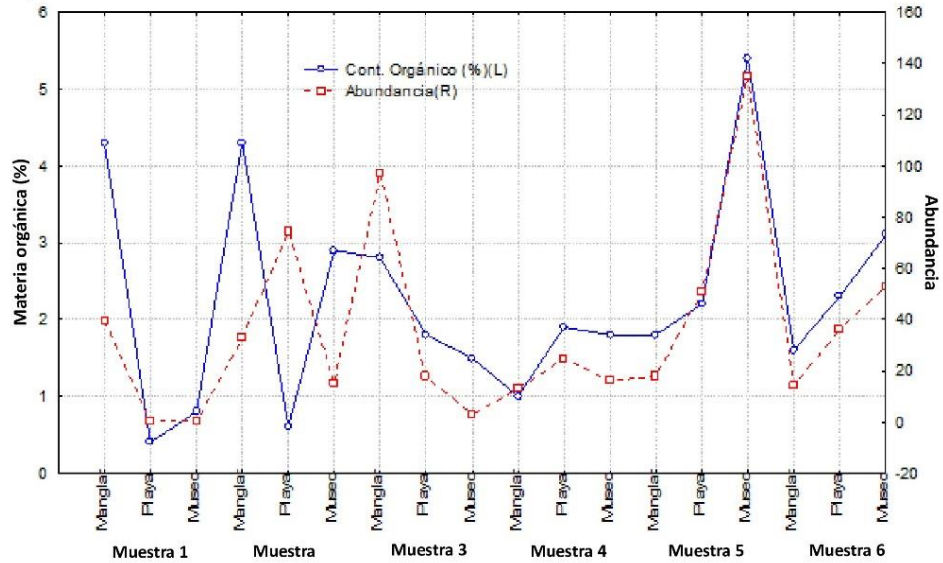
*Curvas de rango abundancia de la macrofauna de las tres zonas de muestreo en Panamá Viejo.*



La concentración de materia orgánica del sedimento mostró correlación moderada y altamente significativa con la abundancia de la macrofauna en la zona de estudio ( $r_s = 0,6637$   $p = 0,0027$ ) (Figura 12)

**Figura 12.**

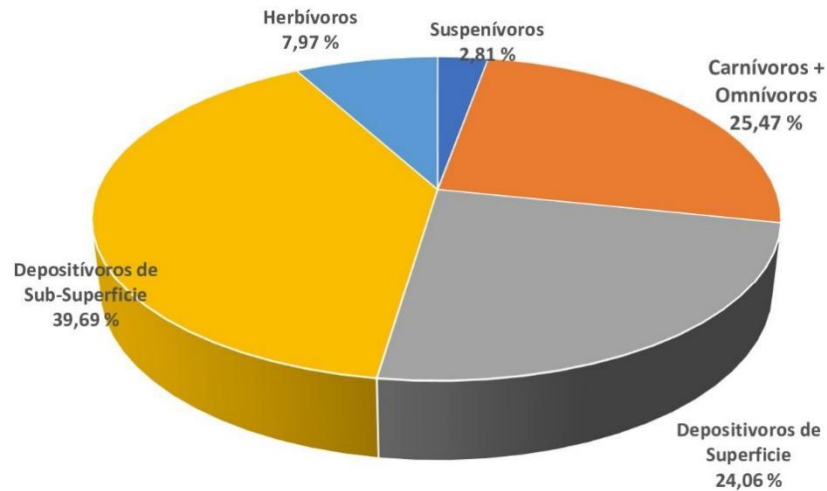
*Variación del contenido de materia orgánica y la abundancia de la macrofauna de la Playa de Panamá Viejo de septiembre a noviembre.*



La característica trófica que define a la macrofauna de la playa de Panamá Viejo está representada, principalmente por individuos depositívoros de sub-superficie que representan 39,69 % de los organismos recolectados, carnívoros+ omnívoros con 25,47 % y depositívoros de superficie que contribuyen con 24,06 %; los suspensívoros solo representan el 2,81 % de los individuos del área de estudio (Figura 13). El índice trófico de la infauna mostró un valor de 30,29.

**Figura 13.**

*Grupos tróficos de la macrofauna de la playa de Panamá Viejo*



## Discusión

La temperatura del sedimento en zona intermareal reportada en Panamá es de 27 y 33 °C en la playa El Salado (Gómez et al., 2001) y en El Agallito, de 25 °C a 35 °C (Villalaz et al., 2002), de 29 a 39 °C en playa Bique (Grajales y Vergara, 2004), mientras que en Nicaragua entre 28,2 y 29,5 °C, que está dentro del intervalo encontrado en esta investigación, además de los valores de oxígeno disuelto de 0,2 y 2,9 mg/L reportado por Ibarra y Rocha (2018), que resultan ser inferior a los indicados en estudio.

La salinidad en Panamá muestra una variación de 25 ups a 38 ups en El Salado (Gómez et al., 2001), entre 15 ups y 30 ups en El Agallito (Villalaz et al., 2002), intervalo que incluye los valores reportados en esta investigación, sin embargo, más bajos a los encontrados en playa Bique 38 a 46 (Grajales y Vergara (2004), y en Nicaragua, que oscila entre 33 y 36 ups (Ibarra y Rocha, 2018). La concentración

de materia orgánica en las tres zonas de muestreo es inferior a la reportada en las playas de El Salado, con promedio de 2,92 % (Gómez et al., 2001), de El Agallito, de 3,17 % (Villalaz et al., 2002) y Bique, 3,36 % (Grajales y Vergara, 2004).

La granulometría reportada en el presente estudio varía entre las fracciones arena muy gruesa y arena gruesa, a diferencia del sedimento de la playa El Salado que se caracteriza por poseer mayor proporción de arena muy fina (31,41 %) y arena media (28,64 %) (Gómez et al., 2001) y predominio de arena fina en las playas El Agallito, 73,97 % (Villalaz et al., 2002) y Bique con 47,6 % (Grajales y Vergara, 2004). El grano medio que caracteriza el sedimento de la playa El Salado es de 0,64  $\phi$  (Gómez et al., 2001) y 0,95  $\phi$  en Bique (Grajales y Vergara 2004), más gruesa que las muestras de Manglar y de Playas del presente estudio, pero dentro del intervalo de la estación Museo.

En ambientes estresados la jerarquía de grupos taxonómicos está dado por poliquetos > moluscos > crustáceos (Amaral et al., 2003), sin embargo, Villalaz et al. (2002) en la playa El Agallito, Panamá e Ibarra y Rocha (2018) en Nicaragua comunican moluscos > poliquetos > crustáceos > equinodermos; en la playa El Salado, Panamá, Gómez et al. (2001) indican una secuencia de moluscos > poliquetos > cefalocordados > crustáceos. En zonas de manglar, en India, se notifica crustáceo > moluscos > poliquetos (Thivakaran y Sawala, 2016), ninguna de las secuencias coincide con lo reportado en esta investigación.

La variedad de taxones encontrados en esta investigación contrasta con lo reportado por Corrales-Ugalde y Sibaja-Cordero (2015), quienes en las playas arenosas del pacífico de Costa Rica encuentran de cinco a 13 taxones, estudio realizado en 20 playas, en transeptos perpendiculares a la línea de agua en marea baja, lo que representa una mayor área de cobertura, debido a la metodología utilizada en dicho estudio y el número de sitios muestreados.



En el estudio antes señalado, los isópodos resultaron ser dominantes, a diferencia de la presente investigación, en la cual representan el tercer grupo en importancia, sin embargo, Capitellidae, segundo grupo en abundancia aquí fue escaso en el estudio de Costa Rica. Las familias de poliquetos Nereidae, considerado abundante y Spionidae, común, en ambas investigaciones, contrastan con el estudio de Conde et al. (2013) en una zona de altos cambios de salinidad en Portugal, donde se presentan como los grupos que más aporte producen a la variabilidad de los datos biológicos, a diferencia del presente estudio, los cuales son más frecuentes en la zona de Playa, retirada de la influencia directa de la desembocadura del Río Abajo.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, reportado por Corrales y Sibaja (2015) en Costa Rica, presenta una variación entre valores menores a 0,0001 y 1,615, ámbito menor al indicado en este estudio, sin embargo, dichos autores no indican el tipo de logaritmo utilizado para el análisis de la diversidad, lo que hace difícil ser comparado con el estudio de Ibarra y Rocha (2018) quienes reportan en la zona intermareal de la playa Pochomil, Nicaragua, afectada por la desembocadura del río, valores de diversidad entre 2,22 bits/ind y 2,72 bits/ind, en temporada lluviosa, que se encuentran en el intervalo de los valores reportados en la presente investigación, por lo que la información presentada para Costa Rica no es comparable.

La variación del índice de equidad en Costa Rica, según Corrales y Sibaja (2015) de 0,001 y 0,921 y en Nicaragua, de 0,35 a 0,90 (Ibarra y Rocha, 2018), es superior a lo reportado en la presente investigación.

Las variaciones oceanográficas, ligadas a factores como las características granulométricas del sedimento y el hidrodinamismo, relacionadas con el largo y ancho de la playa, definen la variación de la diversidad de la macrofauna, al igual que la longitud geográfica (Rodil y Lastra, 2022), por lo cual se esperaría que la diversidad entre puntos de muestreo no cambie sensiblemente, lo que indica que

factores locales de los microambientes estudiados ejercen una influencia importante en la abundancia de las especies, la composición de la comunidad y la estructura de estas.

Se observa mayor abundancia y diversidad en áreas con sedimento pobremente seleccionado, compuesto principalmente por arena fina y bajas concentraciones de limo, con alto contenido de materia orgánica y sin variaciones en la concentración de salinidad del líquido intersticial (Amaral et al., 2003), a pesar que en la presente investigación no se observó relación de la salinidad con la presencia de macroinvertebrados, es importante resaltar que Orlando et al. (2020) indican que existe una correlación directa entre la riqueza de especies y la salinidad media, pero al verificar la amplitud de esta variable la correlación se torna inversamente proporcional, lo cual no se pudo evidenciar aquí debido a que esta variable no presentó diferencias entre zonas de colecta.

La cobertura vegetal es otro de los factores que propician una mayor diversidad en la zona intermareal (Orlando et al., 2020), en esta investigación no se observó efecto de la presencia vegetal sobre los organismos, en especial, el área de manglar que presentó menor abundancia y riqueza que las otras estaciones.

Las playas urbanas están sometidas al pisoteo humano, que produce un efecto adverso en la macrofauna (Reyes et al., 2015), playas con condiciones físicas semejantes a las este estudio, disminuyen la diversidad debido a la influencia humana (Bhadja et al., 2014), caso que no se da en esta playa por el acceso es restringido; a pesar de estar ubicada en un área populosa, no se registra el ingreso, lo que elimina este factor de estrés sobre los organismos, uno de los más importantes destacados por Whomersley et al. (2010).

La zona de estudio está sometida al efecto de las descargas del Río Abajo, el intercambio de masa de agua dulce y la elevación de la marea, resuspende el fondo

convirtiéndose, este proceso, en uno de los agentes que más afecta a la macrofauna de la zona, además de los posibles aportes de contaminantes del río, sumado al efecto negativo producido por el ruido (Moriyasu et al. (2004) y la luminosidad nocturna (Orlando et al., 2020) lo cual reduce la población de organismos.

La materia orgánica, generada en las cuencas hidrográficas, en concentraciones no elevadas, al llegar a la zona costera impulsa la estructuración de las comunidades macrobentónicas (Pardo et al., 2023), en ese sentido, varios organismos macrobentónicos indicadores muestran el efecto del contenido de la materia orgánica, aunque esto no define las especies presentes (Amaral et al., 2003).

Dugan (2006) señala que, en playas disipativas, la presencia abundante de aves limícolas, que es el caso de la playa de Panamá Viejo, existe una relación inversamente proporcional entre la clasificación granulométrica y la riqueza de especies del macrobentos, por lo que se espera que la playa en estudio presente una baja diversidad de organismos bentónicos, que son predados por las aves. Van del Wal et al. (2004) muestran que existe correlación directamente proporcional de la densidad macrobentónica y el porcentaje de arcilla de la playa, la baja abundancia de organismos y mínima concentración de esta fracción granulométrica en la playa investigada es de esperar que se registre una densidad sea baja.

La composición estructural de una comunidad es el reflejo de los agentes estresores en la playa, tanto naturales como antropogénicos, por lo tanto, se constituye en un indicador del bienestar del ecosistema (Nasser, 2022). La mejor estructuración comunitaria de la zona de Playa se refleja en mayor distribución de grupos tróficos, además, existe la tendencia a disminuir la acumulación de sustancias lábiles que aumentan la hipoxia en el sustrato, por la función metabólica producida por los grupos tróficos que componen el ecosistema, originándose una mayor distribución de contaminantes a través de la red trófica (Rhoads y Germano, 1986). Las otras dos áreas de muestreo están conformadas, principalmente, por organismos

depositívoros de sub-superficie y detritívoros en general; la presencia de una amplia variedad de depositívoros de sub-superficie facilita la redistribución de la materia orgánica (Dauwe et al., 1998).

Es reconocida la menor densidad de algunos grupos macrobentónicos, como los poliquetos, en áreas de manglar, si lo comparamos con zonas arenosas adyacentes, la riqueza de especies no varía; se ha encontrado que la estructura de la comunidad en dichas áreas muestra cambios que se reflejan con la disminución de la densidad, en vez de al cambio de especies, lo que no afecta la composición de los grupos tróficos (Checon et al., 2017).

En zonas estuarinas dominan los depositívoros de superficie, mientras que, en la plataforma adyacente, más profunda, aumenta la proporción de filtradores (Gaudêncio y Cabral, 2007). El aumento de Capitellidae, identificados como depositívoro, en zonas con influencia de agua dulce y mayor concentración de materia orgánica, permite utilizar a esta especie como indicador ambiental (Rahman et al., 2022).

De acuerdo con la clasificación, el valor del índice ITI encontrado, está en el límite de ambientes que se caracterizan por estar contaminados o degradados (Maurer, 1999), en los cuales dominan los depositívoros de sub-superficie (Cooper, 2008), probablemente contaminado por acción humana y relacionado con concentraciones altas de DBO (Salas et al., 2006). Pinto et al. (2008) indican que este índice es difícil valorarlo debido a la dificultad de estudiar el contenido gástrico de los invertebrados involucrados en el cálculo y se basa en información descrita en la literatura y que, a pesar, de no haber sido suficientemente evaluado (Maurer, 1999), se continúa usando como herramienta para procesos de manejo costero, como lo destacan

Borja et al. (2009) quienes lo utilizan juntamente con el índice biótico marino (AMBI) de uso común en el instituto de investigación AZTI, del país vasco, para evaluaciones ambientales no solo en Europa, si no, en otras zonas geográficas.

La información obtenida en la presente investigación, donde se describe la importancia de la presencia de los diferentes grupos tróficos como indicadores ambientales, aunado al índice ITI, nos permite afirmar que la playa urbana de Panamá Viejo se encuentra en condiciones degradada.

### **Conclusión**

Por las razones arriba señaladas y la escasa información de la infauna bentónica de playas urbanas de Panamá, es importante investigar la composición de la comunidad macrobentónica intermareal de la playa de Panamá Viejo y estimar el efecto humano y natural sobre la playa, como indicadores de la calidad ambiental.

La jerarquía de los grupos taxonómicos es distinta a otras playas arenosas, con estructura de la comunidad completa en solo una de las estaciones estudiada, y dominancia de organismos depositívoros de sub-superficie, superficie y detritívoros, lo que constituye un indicador de las condiciones estresantes a la que están sometidos dichos organismos de la zona intermareal de la playa urbana de Panamá Viejo.

## Agradecimientos

Deseamos agradecer la gentileza al Patronato Panamá Viejo por permitir este estudio, así como al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, quien facilitó las instalaciones para el cernido, separación e identificación de los especímenes de este trabajo.

## Referencias Bibliográficas

Amaral, A.C.Z., Denadai, M.R., Turra, A. y Rizzo, A.E. (2003). Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical tide-dominated sandy beaches. *J. Coast. Res.* 35, 446-455.

<https://www.jstor.org/stable/40928794>

Bhadja, P., Poriya, P., Kundu, R. (2014). Community structure and distribution pattern of intertidal invertebrate macrofauna at some anthropogenically influenced coasts of Kathiawar peninsula (India). *Adv. Ecol.*, ID 547395, 1-11.

<https://doi.org/10.1155/2014/547395>

Borja, A., Germán Rodríguez, J., Black, K., Bodoy, A., Emblow, C., Fernandes, T.F., Forte, J., Karakassis, I., Mixika, I., Nickell, T.D., Papageorgiou, N., Pranovi, F., Sevastou, K. Tomassetti, P. y Angel, D. (2009). Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. *Aquaculture*, 293, 231-240.

<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.037>

Camargo, M.G. (2006). Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Rev. Bras. Geocienc.*, 36(2), 371-378.

<https://papegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9346/11141>

Checon, H.H., Corte, G.N., Silva, C.F., Shaeffer-Novelli, Y. y Amaral, A.C.Z. (2017). Mangrove vegetation decreases density but does not affect species richness and trophic structure of intertidal polychaete assemblages. *Hidrobiologia*, 795, 169-179.

<https://doi.org/10.1007/s10705-017-3128-0>

Conde, A., Novais, J.M. y Domínguez, J. (2013). Intertidal macrofauna and environmental stress at a riverine – marine boundary. *Mar. Environm. Res.*, 92, 1-9.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Intertidal-macrofauna-and-environmental-stress-at-a-Conde-Novais/871fc6e07e6795331c3ff7bccf910d34231bed6a>

- Cooper, K.M., Frojan, C., Defew, E., Curtis, M., Fleddum, A., Brooks, L., Paterson, D.M., (2008). Assessment of ecosystem function following marine aggregate dredging. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 366, 82–91.  
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.011>
- Corrales-Ugalde, M. y Sibaja-Cordero, J.A. (2015). Macrofauna bentónica de las playas de arena del área de conservación Osa, Puntarenas, Pacífico sur de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 63(Suppl. 1), 273-285.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/23107>
- Dauwe, B., Herman, P.M.J. y Heip, C.H.R. (1998). Community structure and bioturbation potential of macrofauna at four North Sea stations with contrasting food supply. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 173, 67-83.  
<https://doi.org/10.3354/meps173067>
- D’Croz L. (1982). Guía taxonómica y morfológica para los crustáceos decápodos panameños. Universidad de Panamá, 92 p.
- Di Camillo, C.G., Luzi, G., Danial, A., Di Florio, L., Calcinai, B., Lo Brutto, S., Oliveira, J.L.S.M., Fumanti, A. y Cerrano, C. (2022). Characterization of intertidal macrofaunal communities of two sandy beaches under different anthropogenic pressures. *J. Mar. Sci. Eng., J. Mar. Sci.*, 10, 1976.  
<https://doi.org/10.3390/jmse10121976>
- Dugan, J. (2006). Utilization of Sandy beaches by shorebirds: Relationships to population characteristics of macrofauna prey species and beach morphodynamics. Coastal marine Institute, Univ. California, Final Technical Summary, 34 p.  
<https://www.coastalresearchcenter.ucsb.edu/cmi/files/1999-069.pdf>
- Fauchald, K. (1977). Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. *Smithsonian Contribution on Zoology*, 221, 81 p.  
<http://dx.doi.org/10.5479/si.00810282.221>
- Fauchald, K. y Reimer, A.A. (1975). Clave de poliquetos panameños con la inclusión de una clave para todas las familias del mundo. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 14, 71-94.



- Folk, R.L. y Ward, W.C. (1957). Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27, 3-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Gaudêncio, M.J. and H.N. Cabral (2007) Trophic structure of macrobenthos in the Tagus estuary and adjacent coastal shelf. *Hydrobiologia* 587(1), 241-251. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0686-6>
- Gómez H., J.A., Herrera, R., Ríos, V. y Villalaz, J. (2001). Análisis del sedimento y organismos de la infauna de playa El Salado – Aguadulce. *Tecnociencia*, 3(1), 81-94. <http://up-rid.up.ac.pa/900/1/Texto%20del%20articulo.pdf>
- Grajales González, G.G. y Vergara Chen, C. (2004). Cambios temporales en la abundancia y diversidad de poliquetos en un área de la zona entre mareas de playa Bique (Pacífico de Panamá). *Tecnociencia*, 6(2), 7-21. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/81113/Investig.Poliquetos%20Bique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1):1-9. [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf)
- Ibarra-Arana, M.J. y Rocha, L. (2018). Efectos de la calidad del agua y del sustrato blando sobre la macrofauna bentónica de la zona intermareal en la playa Pochimil, San Rafael del Sur. *Torreón Universitario*, 7(20), 43-61. <https://doi.org/10.5377/torreon.v7i20.8567>
- Keen, A.M. (1971). *Seashells of tropical west America*. Stanford University Press, 1064 p.
- Liñero, I. (1997). *Poliquetos béticos de Venezuela*. Instituto Oceanográfico de Venezuela. 147 p.
- López, E., Cladera, P., San Martín, G., Laborda, A. y Aguado, M.T. (2002). Polychaete assemblages inhabiting intertidal soft bottoms associated with mangrove systems in Coiba National Park (East Pacific, Panama). *Wetlands Ecol. Man.*, 10, 233-242. <https://doi.org/10.1023/A:1020179830880>

- Luque, J., Christy, J.A., Hendy, A.J.W., Rosenberg, M.S., Portell, R.W., Kerr, K.A. y Palmer, A.R. (2019). Quaternary intertidal and supratidal crabs (Decapoda, Brachyyura) from tropical America and the systematic affinities of fossil fiddler crabs. *J. Syst. Palaento.*, 16(12), 1037-1055.  
<https://doi.org/10.1080/14772019.2017.1362599>
- Maurer, D., Nguyen, H., Robertson, HG. & Gerlinger, T. (1999). The infaunal trophic index (ITI)\_ its suitability for marine environmental monitoring. *Ecol. Appl.*, 9(2), 699-713. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1999\)009\[0699:TITIII\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1999)009[0699:TITIII]2.0.CO;2)
- McAleece, N., Gage, J.D.G., Lamshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. (1997). BioDiversity Professional statistics analysis software. Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.  
<http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>.
- Moriyasu, M, Allain, R., Benhalima, K. y Claytor, R. (2004). Effects of seismic and marine noise on invertebrates: A literature review. Canadian Science Advisory Secretariat. Department of Fisheries and Oceans. Research document 2004/126, 54 p.  
[https://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/systemworks/dcpp/moriyasu\\_et\\_al\\_2004\\_effects\\_of\\_seismic\\_and\\_marine\\_noise\\_on\\_invertebrates\\_a\\_literature\\_review.pdf](https://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/systemworks/dcpp/moriyasu_et_al_2004_effects_of_seismic_and_marine_noise_on_invertebrates_a_literature_review.pdf)
- Naser, H.A. (2022). Community structures of benthic macrofauna in reclaimed and natural intertidal areas in Bahrain, Arabian Gulf. *J. Mar. Sci. Eng.*, 10, 945.  
<https://doi.org/10.3390/jmse10070945>
- Orlando L., Ortega, L. y Defeo, O. (2020). Urbanization effects on Sandy beach macrofauna along an estuarine gradient. *Ecol. Ind.*, 111, 106036.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106036>
- Pardo, J.C.F., Poste, A.E., Frigstad, H., Quintana, C.O. y Tranum, H.C. (2023). The interplay between terrestrial organic matter and benthic macrofauna: framwork, synthesis, and perspectives. *Ecosphere*, 14(5), e4492.  
<https://doi.org/10.1002/ecs2.4492>
- Pérez, R., Tejera, V., Jiménez, A.M. (2020). Aporte a la historia natural de *Nyctanassa violacea* (Linnaeus, 1758) en la zona costera de Panamá Viejo, ciudad de Panamá. *Rev. Nic. Biodiv.*, 60, 3-12.  
<http://www.bio-nica.info/RevNicaBiodiv/60-Nyctanassa-Panama.pdf>

- Pinto, R., Patricio, J., Baeta, A., Fath, B.D., Neto, J.M., Marques, J.C. (2008). Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. *Ecol. Indic.*, 9, 1-25.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.01.005>
- Rahman, M.K., Hossain, M.B., Majumdar, P.R., Mustafa, M.G., Noman, M.A., Albeshr, M.F., Bhat, E.A. y Arai, T. (2022). Macrobenthic assemblages, distribution and functional guilds from a freshwater-dominated tropical estuary. *Diversity*, 14, 473.  
<https://doi.org/10.3390/d14060473>
- Reyes-Martínez, J.J., Ruíz-Delgado, M.C. Sánchez-Moyano, J.E. y García-García, F.J. (2015). Response of intertidal Sandy-beach macrofauna to human trampling: an urban vs. natural beach system approach. *Mar. Environm. Res.*, 103, 36-45.  
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.11.005>
- Rhoads, D.C. y Germano, J.D. (1986). Interpreting long-term changes in benthic community structure: a new protocol. *Hydrobiologia*, 142, 291-308.  
<https://semspub.epa.gov/work/01/508447.pdf>
- Rodil, I.F. y Lastra, M. (2022). Beyond physical control: macrofauna community diversity across sandy beaches and its relationship with secondary production. *Est. Coastl Shelf Sci.*, 277, 108083  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108083>
- Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patricio, J., Pérez-Ruzafa, A. y Marques, J.C. (2006). User-friendly guide for using benthic ecological indicators in coastal and marine quality assessment. *Ocean Coast. Manag.*, 49, 308-331.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.03.001>
- Sanders, H.L. (1968). Marine benthic diversity: A comparative study. *Am. Nat.*, 102(925), 243-282.
- Suguio, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. Ed. Blucher/Ed. Univ. São Paulo, 317 p.

Tidau, S., Brough, F.T., Gimenez, L., Jenkins, S.R. y Davies, T.W. (2023). Impacts of artificial light at night on the early life history of two ecosystem engineers. *Phil. Trans. Roy. Soc. B: Biol. Sci.*, 378(1886) en prensa.

[https://research.bangor.ac.uk/portal/files/60781108/Tidau\\_etal\\_2023\\_PhilTrans\\_accepted.pdf](https://research.bangor.ac.uk/portal/files/60781108/Tidau_etal_2023_PhilTrans_accepted.pdf)

Thivakaran, G.A. y Sawala, A.K. (2016). Mangrove macrofaunal diversity and community structure in Mundra and Kharo, Kachchh, Gujarat. *Indian J. Geo Mar. Sci.*, 45(11), 1584-1592.

<https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/38600/1/IJMS%2045%2811%29%201584-1592.pdf>

Van del Wall, D., Herman, P.M.J. y Ysebaert, T. (2004). Space-borne synthetic aperture radar of intertidal flat surfaces as a basis for predicting benthic macrofauna distribution. *EARSeL eProceedings*, 3(1), 69-80.

[http://e proceedings.uni-oldenburg.de/website/vol03\\_1/03\\_1\\_vanderwal1.pdf](http://e proceedings.uni-oldenburg.de/website/vol03_1/03_1_vanderwal1.pdf)

Villalaz, J., Vega, C., Ávila, Y. y Gómez H. J.A. (2002). Análisis temporal de macroinvertebrados bentónicos en la playa El Agallito, Chitré. *Tecnociencia*, 4(2), 111-126.

<http://up-rid.up.ac.pa/897/>

Villalaz, V., Villarreal, N., Gómez H., J.A. y Goti, I. (2022). Estudio comparativo de la comunidad de moluscos y crustáceos epifaunales en los manglares La Honda y Che Paulito, Los Santos, Panamá, 2019 – 2020. *Visión Antataura*, 6(2), 7-27.

<https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/3378>

Whomersley, P., Huxham, M., Bolam, S., Shcratzberger, M., Augley, J. y Ridland, D. (2010). Response of intertidal macrofauna to multiple disturbance types and intensities – An experimental approach. *Mar. Env. Res.*, 69, 297-308. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2009.12.001>

Word, J.Q. (1980). The infaunal trophic index. The (1980) Annual Report, Southern California Coastal Research Project. Long Beach, CA, 19-39. <https://doi.org/10.2307/2641156>