

Variabilidad de la comunidad de poliquetos en un periodo de 24 años en la playa El Agallito, península de Azuero, Panamá

Variability of the polychaete community over a 24-year period at El Agallito beach, Azuero Peninsula, Panama

Cynthia Samaniego¹, Juan Antonio Gómez H.², Italo Goti³

¹ Fundación Pro Eco Azuero, Pedasí, Panamá; <https://orcid.org/0009-0008-1865-6266>; cinthiasamaniego2708@gmail.com

² Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá; <https://orcid.org/0000-0002-8548-3018>; juanay05@hotmail.com

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

Fecha de recepción: 12-09-2024

Fecha de aceptación: 10-11-2024

DOI <https://doi.org/10.48204/i.vian.v8n2.a6567>

Resumen: Los poliquetos como componentes básicos de la red trófica bentónica marina, ingenieros del ecosistema, indicadores de contaminación ambiental, además del generalizado uso en proyectos acuícolas animan al estudio de la variabilidad de estos grupos en el tiempo. Para determinar posibles cambios de la población de poliquetos en la playa El Agallito, Panamá, se realizó la comparación de la densidad, diversidad y estructura de la población entre los meses de marzo y julio de los años 1997, 1999 y 2021, mediante muestras tomadas en tres estaciones, con nucleador de 17 cm de diámetro, introducidos 15 cm en el sedimento. La curva de rarefacción fue mayor en 1997, la densidad fluctuó entre 1 423,02 ind/m² y 5 773,95 ind/m² durante el estudio. Las diferencias entre períodos no se relacionan con la granulometría, ni con la amplitud de la marea, sin embargo, se muestran variaciones ante los fenómenos de El Niño y La Niña y la intensidad de estos.

Palabras clave: macromareal, anélidos, diversidad, cambios temporales, ácidos grasos.

Abstract: Polychaetes as basic components of the marine benthic food web, ecosystem engineers, and indicators of environmental pollution, in addition to their widespread use in aquaculture projects, encourage the study of the variability of these groups over time. To determine possible changes in the polychaete population on El Agallito Beach, Panama, a comparison of the density, diversity, and structure of the population was carried out between March and July of the years 1997, 1999, and 2021, using samples taken in three stations, with a 17 cm diameter nucleator, introduced 15 cm into the sediment. The rarefaction curve was higher in 1997, and the density fluctuated between 1,423.02 ind/m² and 5,773.95 ind/m² during the study. The differences between periods are not related to the granulometry or the amplitude of the tide, however, variations are shown due to the El Niño and La Niña phenomena and their intensity.

Keywords: macrotidal, annelids, diversity, temporal changes, fatty acids.

1. Introducción

Los poliquetos, además de los crustáceos y moluscos son los taxones dominantes en la zona intermareal de playas arenosas (McLachlan y Defeo, 2018), según Veiga et al. (2014) la variación de la estructura de la macrofauna en la zona intermareal de playas arenosas y por ende de la jerarquía de estos tres grupos, depende de las características sedimentológicas de las playas y de la interacción de estas variables con la amplitud de la marea. Sibaja Cordero et al. (2019) mencionan que la macrofauna intermareal es altamente variable a nivel local, entre playas, debido a las particularidades físicas que singularizan cada una.

En la costa del Pacífico de Panamá, los estudios de poliquetos de fondo suave se pueden resumir a López et al. (2002) quienes describieron la comunidad de este grupo en planicies mareales asociadas a manglares de la Isla Coiba, Veraguas, en la cual indican haber recolectado 252 individuos pertenecientes a 26 familias. Villalaz et al. (2002) describieron 38 familias en la playa El Agallito, Grajales González y Vergara Chen (2004) en Playa Bique, encontraron 3 555 poliquetos incluidos en 19 familias. Sin embargo, los estudios han sido enfocados a la descripción taxonómica, luego del trabajo clásico de Fauchald (1977), donde se describen poliquetos de 35 familias, se destacan principalmente los estudios realizados en el Parque Nacional Coiba, de los cuales sobresalen: Capa et al. (2001) quienes hicieron una revisión de la familia Syllidae, Aguado y López (2003) ampliaron el conocimiento de la familia Paraonidae para Panamá con nuevos registros para la zona y la descripción de una nueva especie, Aguado y San Martín (2006) reevaluaron las especies de la familia Syllidae en Coiba, mientras que López et al. (2006) hicieron una actualización del conocimiento de la familia Orbiniidae en la misma zona.

Los poliquetos en la zona intermareal son considerados ingenieros del ecosistema (Volkenborn et al., 2007), componente básico de la trama trófica de vertebrados e invertebrados marinos (Scaps, 2003), utilizados como indicadores de contaminación (Dean, 2008) y de zonas vulnerables (Díaz-Díaz y Rozbaczylo, 2021a), además de la importancia que tienen para el desarrollo de la acuicultura (Olive, 1994; Costa et al., 2003); razones que destacan su relevancia para estudios a mediano y largo plazo. Por lo antes expuesto, el

objetivo de la presente investigación es determinar la variabilidad de la comunidad de poliquetos, en un período no continuo entre 1997 y 2021, auxiliados por herramientas como la suficiencia taxonómica (Warwick, 1988) y la taxonomía subrogada (Olsgard y Somerfield, 2000), para la clasificación sistemática de grupos mayores, sin llegar a especie (Oliveira et al., 2020) y utilizadas, bajo las condiciones adecuadas, para la evaluación de la calidad de playa (De la Osa-Carretero et al., 2012).

2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la playa El Agallito, Bahía de Parita, ubicada en el extremo oeste del Golfo de Panamá, a $8^{\circ} 00' N$ y $80^{\circ} 26' W$, provincia de Herrera, en la costa pacífica de Panamá (Fig. 1). Se caracteriza por presentar sedimento arenoso con una superficie de 1 000 ha, descubierta durante la marea baja hasta una distancia de 1,6 Km, rodeada por una franja costera con manglares (Delgado, 1980).

Figura 1

Estaciones del área de estudio, playa El Agallito, bahía de Parita.



Fuente: Google Earth. Image TerraMetrics Data SIO NOAA, Image 2024Airbus

Las muestras fueron tomadas en la zona mesolitoral de la playa El Agallito, en tres estaciones, se tomaron tres muestras por mes, con tres repeticiones, en marea de sicigia, durante el período de marzo a junio de los años 1997, 1999 y 2021, que comprende el final de la temporada seca e inicios de la lluviosa.

El material extraído se fijó con formalina al 10 % en agua de mar por 24 horas, luego se lavó a través de un tamiz de 500 μm de apertura de malla y se conservó en alcohol al 70 % y trasladadas al Centro Regional Universitario de Azuero, Universidad de Panamá. La identificación de los organismos colectados se realizó a nivel de Familia, mediante las claves de: Fauchald y Reimer (1975), Salazar-Vallejo et al. (1989) y Liñero-Arana (1997), Bartholomeu (2001), Díaz-Díaz y Rozbaczylo (2021b) y León-González et al. (2021). La abundancia de los grupos taxonómicos colectados se expresó en términos de densidad (número de individuos/ m^2).

En cada muestreo se tomó la temperatura del sedimento, con un termómetro de mercurio, con precisión de 0,5 °C. Además de las muestras de poliquetos, en cada punto, se recolectó sedimento, con la misma metodología para el análisis granulométrico, realizado mediante la técnica de tamizado en seco (Sugio, 1973), con los tamices número: 18, 35, 60, 120, 230 y fondo, que corresponden a las fracciones de arena muy gruesa, gruesa, media, fina, muy fina y limo + arcilla. El análisis estadístico granulométrico se realizó con las ecuaciones de (Folk y Ward, 1957).

Se utilizó el índice de Shannon-Wiener, mediante el logaritmo natural, para determinar la diversidad, la prueba de equidad de Pielou para evaluar la equitabilidad y la prueba t de Hutcheson para definir diferencias entre índices de diversidad. Para la evaluación de la dominancia de cada período se calculó el índice de Berger Parker (Moreno, 2001) y las curvas de rango abundancia (Whittaker, 1965) y K dominancia (Warwick et al., 2008). Se construyeron las curvas de rarefacción para confirmar la diversidad, debido a que estas no son sensibles al tamaño de la muestra ni a la dominancia. Se corrió la rutina ANOSIM y el análisis multidimensional no métrico, ambos para verificar posibles diferencias entre períodos de colectas, además, se realizó el análisis SIMPER para determinar las familias que en mayor proporción explican las diferencias entre períodos de muestreo (Clarke, 1973).

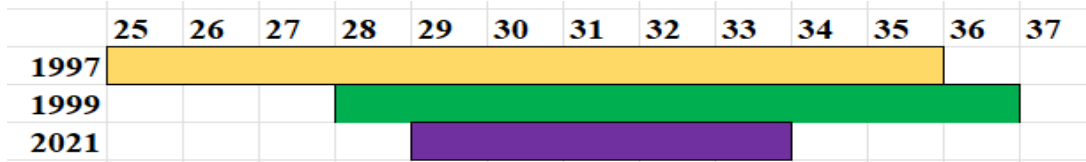
Se utilizaron los paquetes libres BioEstat 5.3 (Ayres et al., 2007) y PAST (Hammer et al., 2001) para realizar las pruebas antes mencionadas y BiodiversityPro (McAleece et al., 1997) para construir las curvas de abundancia y dominancia.

3. Resultados

La temperatura del sedimento en el período de muestreo 1997 fue de $31,61 \pm 2,74$ °C, mínimo de 25 °C y máximo 36 °C. Durante el segundo período, 1999, se registró $32,49 \pm 2,75$, mínimo de 28 °C y máximo 37 °C, mientras que, en el 2021, $32,25 \pm 2,36$ °C., mínimo 29 °C y máximo 34 °C (Figura 2).

Figura 2

Variación de la temperatura del sedimento durante los períodos de estudio.

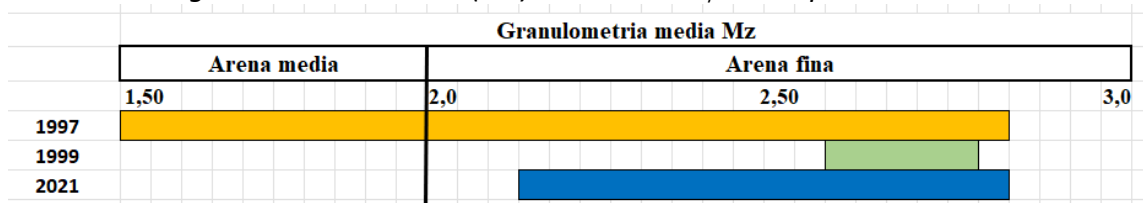


La proporción granulométrica en el sitio de estudio mostró valores de la fracción arena entre 79,23 % en el período de 1997 hasta 98,18 % en 2021, por otro lado, el limo+arcilla varió entre 0,16 % en 1997 hasta 18,33 % en 1999, sin embargo, el período de 2021 se dio en un ámbito entre 1,12 a 6,72 %.

La granulometría media (Mz) promedio durante el período 1997 fue de $2,18 \pm 0,61$ φ, con valores extremos entre 1,5 y 2,81 φ, en el período 1999 fue $2,68 \pm 0,09$ φ, mínimo 2,58 φ y máximo 2,76 φ. En las muestras de 2021 fue de $2,29 \pm 0,22$ φ, registro mínimo de 2,01 a 2,89 φ (Figura 3).

Figura 3

Variación de la granulometría media (Mz) en unidades φ de los períodos de estudio.



La selección granulométrica varió de 0,55 a 1,41 en el período 1997, lo cual describe un sedimento de moderadamente bien seleccionado a pobremente seleccionado, mientras que en 1999 varió de 0,01 a 0,26 que corresponde a granulometría muy bien seleccionada;

en 2021 la variación fue de 0,65 a 0,77 que implica sedimento moderadamente bien seleccionado a bien seleccionado.

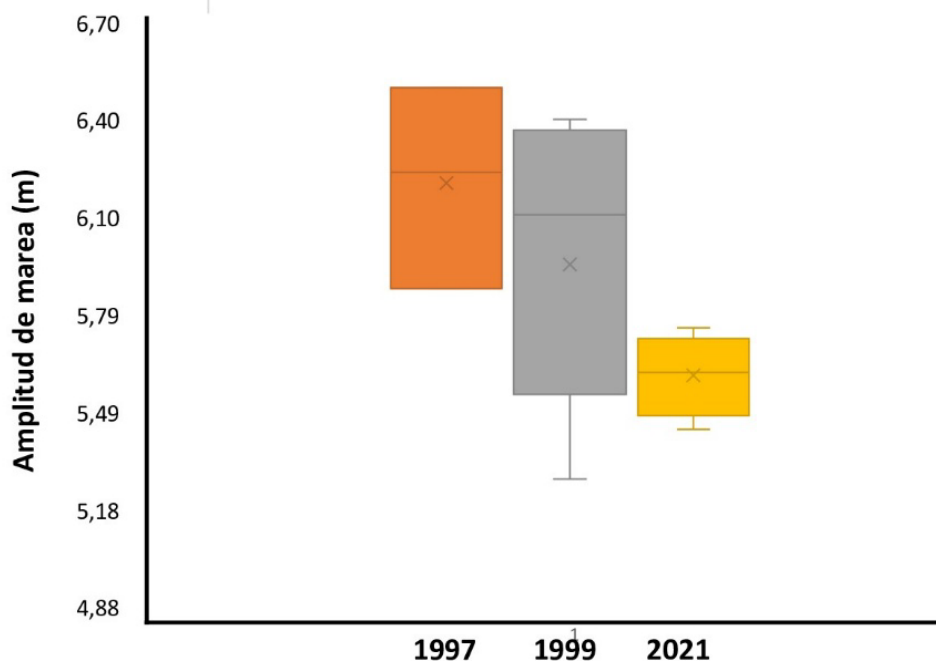
Durante los dos primeros períodos de muestreo la asimetría varió de 1,17 a 1,82 en 1997 y de 0,01 a 0,26 en 1999, variación que corresponde a curvas aproximadamente simétricas a asimetría positiva, sin embargo, en el período 2021 esta fue de -0,32 a 0,35 que representó asimetría negativa a muy positiva.

La curtosis en el período 1997 varió entre 0,61 a 0,64, curva muy platicúrtica, en 1999 fue de 1,16 a 1,82 leptocúrtica a muy leptocúrtica, mientras que en 2021 entre 0,84 a 1,50 que representó curvas platicúrticas a leptocúrticas.

La amplitud de la marea fue mayor durante el período de muestreo de 1997 con media de $6,10 \pm 0,29$ m, en 1999 presentó promedio de $5,85 \pm 0,40$ m, mientras que la amplitud más baja se observó en el período de recolecta 2021, con media de $5,54 \pm 0,12$ m (Figura 4).

Figura 4

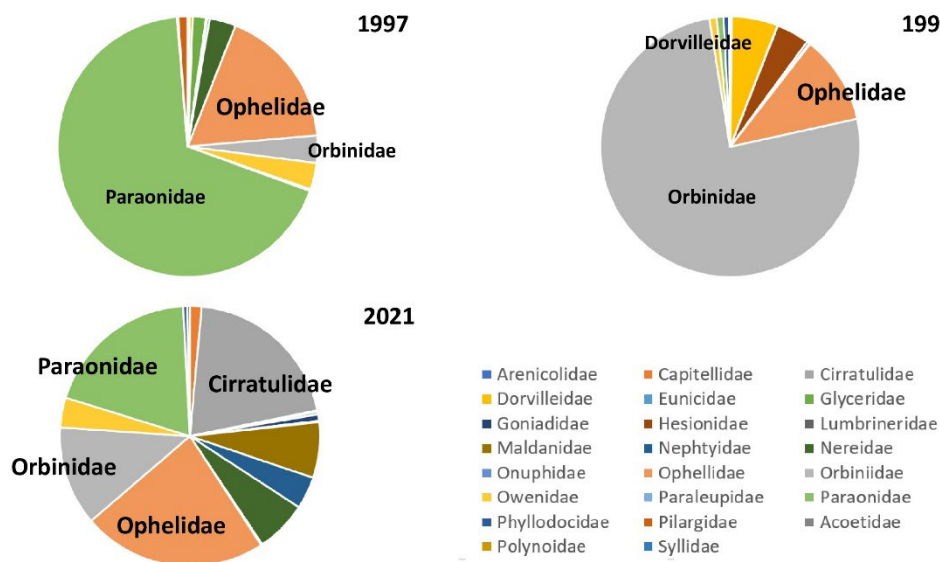
Variación de la amplitud de la marea (m) en el período de estudio, marzo a junio.



La abundancia de poliquetos durante el período 1997 se caracterizó por la preponderancia de la familia Paraonidae, seguida por Opheliidae y Orbiniidae que

representaron el 92,21 % del total de los organismos; en 1999 dominaron los Orbiniidae, seguido de Opheliidae y Dorvilleidae que sumaron el 90,74 %, mientras que en 2021 siete familias representaron el 89,58 % de la abundancia, con la presencia Opheliidae como la más abundantes (Figura 5); el gremio alimenticio de las familias dominantes y abundantes es del tipo depositívoro de superficie, a excepción de Dorvilleidae.

Figura 5
Densidad de poliquetos muestreados en los tres períodos de estudio.



La estructura de la población observada en 1997 presentó 14 familias con una densidad estimada en $5\,580,73 \text{ ind}/\text{m}^2$, diversidad de Shannon-Wiener de 1,09 y equitatividad de 0,41; en 1999 se obtuvieron 15 familias que representaron densidad de $5\,773,95 \text{ ind}/\text{m}^2$, diversidad de Shannon-Wiener de 0,92 y equitatividad de 0,37; mientras que en 2021 se registraron 17 familias, densidad de $1\,423,02 \text{ ind}/\text{m}^2$, diversidad de 2,06 y equitatividad de 0,75 (Figura 6). La prueba de Hutcheson indicó diferencias altamente significativas de la diversidad entre los períodos de colecta, entre 1997 y 1999 ($t = 5,9383 \text{ p} < 0,0001$), entre 1999 y 2021 ($t = -26,36 \text{ p} < 0,0001$), entre 1997 y 2021 ($t = -26,61 \text{ p} < 0,0001$). El índice de dominancia de Berger Parker presentó valores de 0,6814 en 1997, 0,7586 en 1999 y 0,2295 en 2021. Las curvas de rango abundancia y K dominancia (Figura 7)

confirmaron la predominancia de dos familias más abundantes y mayor diversidad en los períodos 1997 y 1999.

Figura 6

Estructura de la población de los tres períodos de estudio.

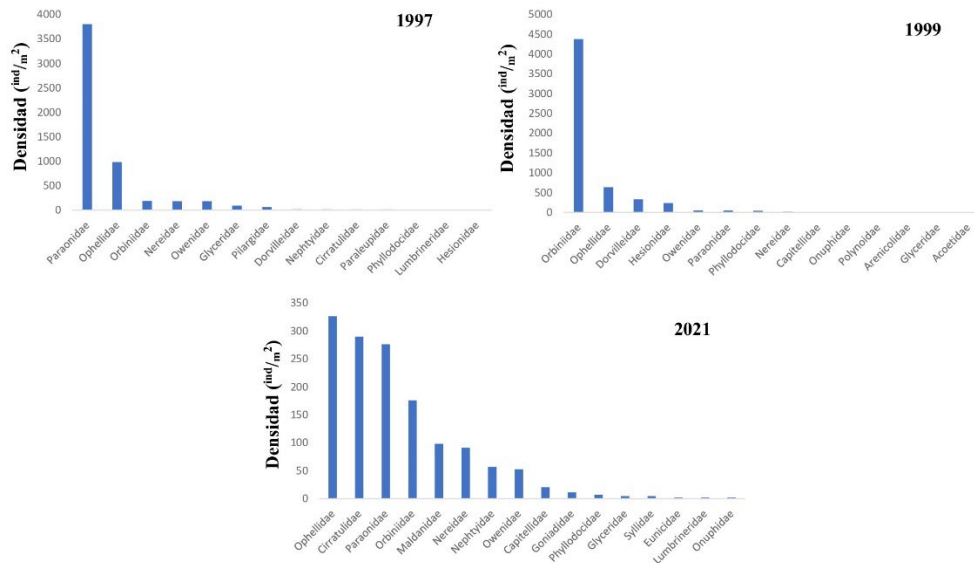
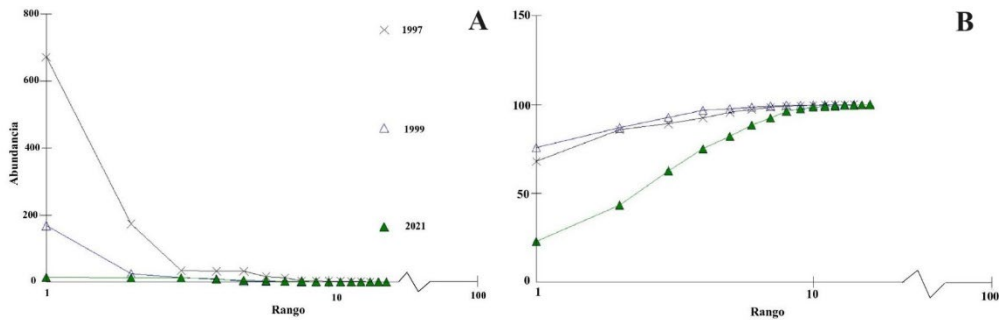


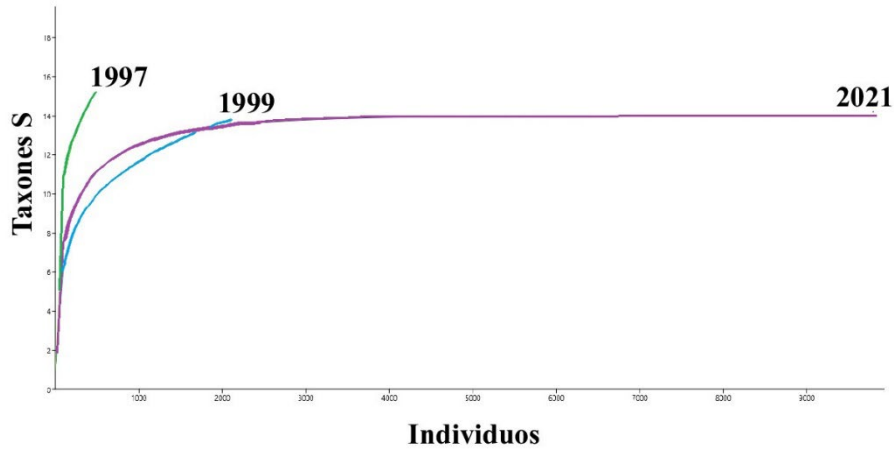
Figura 7

Curvas (A) Rango Abundancia y (B) K dominancia.



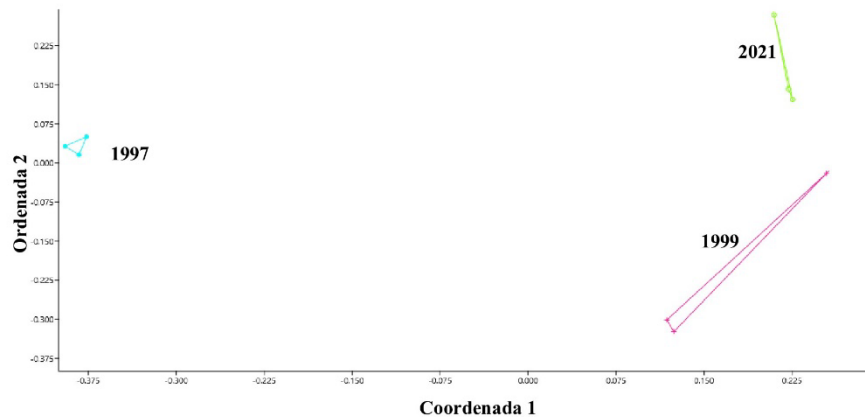
La curva de rarefacción por muestras indicó que la diversidad fue mayor en el período de colecta 1997, mientras que la mayor abundancia se obtuvo en 2021 (Figura 8). El ANOSIM mostró la total disimilaridad entre períodos de estudio ($R = 0,9259$ $p = 0,0035$).

Figura 8
Curvas de rarefacción de los años de muestreo.



El análisis multidimensional no métrico indicó que no existe semejanza entre los tres períodos de colecta (Figura 9), (Stress = 0,08748).

Figura 9
Análisis multidimensional no métrico de las comunidades de poliquetos en los períodos de estudio.



El análisis SIMPER señaló que las familias Paraonidae y Opheliidae definen el 76,54 % de la diferencia entre los periodos de muestreo 1997 - 1999 y 85,66 % entre 1997 – 2021, en tanto que, entre 1999 – 2021 la diferencia se le atribuyó a Orbiniidae y Dorvilleidae, con 75,56 %.

4. Discusión

La presente investigación, cobra importancia en el sentido que, durante los tres periodos comparados, las estaciones de muestreo se mantuvieron fijas, así como los meses de estudio, sin embargo, en el transcurso de 24 años, se observan variaciones térmicas del sedimento que se explican de la siguiente manera: la temperatura está relacionada con el período de insolación, durante el tiempo que la zona intermareal está descubierta en marea baja, a esto se suman cambios pueden vincularse con la hora en que se tomaron las muestras, el período de colecta en 1997 fue entre las 8:00 y las 10:00 h, mientras que las otras entre las 9:00 y las 12:00 h, la cual depende de la hora de la marea baja, razón que puede explicar esta variación entre los períodos muestreados.

Estudios realizados por Orlando et al. (2019) en períodos extensos de 27 años señala el efecto de factores tales como: la incidencia de las variaciones térmicas del mar, las alteraciones morfodinámicas debido a los procesos de erosión y acreción, el efecto del viento, proveniente del mar o del continente producen cambios anómalos en la zona intermareal de playas arenosas.

El uso de las herramientas para evaluación de calidad ambiental en zonas costeras basado en grupos taxonómicos mayores, denominadas, suficiencia taxonómica, desarrollada por Warwick (1988) y taxonomía subrogada de Olsgard y Somerfield (2000), ampliamente divulgada por Clarke (1993) es ampliamente conocida su aplicación, pero tienen sus detractores (Bacci, 2009), sin embargo, Giangrande et al. (2005) señalan que es una buena herramienta para ecosistemas mixohalinos, similares al área de este estudio, no así para otras zonas costeras o áreas marinas de mayor profundidad.

Barrio Froján et al. (2006) indican que existe una correlación inversa de la abundancia de poliquetos y la fracción arena en sedimentos intermareales, mientras que Tomiyama et al. (2008) señalan la existencia de relación directa de la distribución de poliquetos y el contenido de limo + arcilla en el sedimento de la zona intermareal, en la presente investigación no se observó correlación con estas fracciones granulométricas.

La asimetría positiva es común en zonas con poca energía, la cual no tiene la capacidad de seleccionar la granulometría, mientras que zonas leptocúrticas sugieren mayor

transporte de sedimento que de deposición (Ponçano, 1986). En asimetría negativa, la energía cinética afecta en torno a valores inferiores a lo esperado (Alcántara-Carrió et al., 2001).

Los autores arriba señalados indican que curvas leptocúrticas a muy leptocúrticas son el resultado del efecto permanente de la energía cinética en sedimentos bien escogidos, mientras que las platicúrticas representan zonas con oscilaciones de energía cinética que afecta a toda la gama granulométrica, desde granos gruesos a muy finos durante períodos de tiempo prolongado. El efecto de corrientes con fluctuaciones de velocidad baja sobre el sedimento en zonas intermareales se refleja sobre curvas leptocúrticas (Spalletti, 1979), propio de la característica morfodinámica disipativa que caracteriza a la playa de estudio.

La granulometría de la playa refleja el efecto de la energía de las olas, la pendiente y la morfodinámica (McLachlan y Brown, 2006), por lo que se constituye en el mecanismo de filtración en la estructura sedimentaria que define la distribución de los organismos de la infauna en playas arenosas (Dutertre et al., 2013), de tal forma que en sedimento grueso dominan los anfípodos, mientras que en los más finos abundan los moluscos y poliquetos (Pandey y Thiruchitrambalam, 2019).

La amplitud de la marea sobre el sustrato intermareal no solo ejerce un efecto físico sobre el fondo, sino que afecta procesos etológicos de la macrofauna como la búsqueda de alimento y el enterramiento en el sustrato (Diez y Sotelano, 2011). Deloffre et al. (2007) explican que la amplitud de la marea define el grosor de la capa de sedimento decantado en la zona, que afecta a la macrofauna, sin embargo, Speybroec et al. (2007) afirman que la relación de la amplitud de la marea con los poliquetos se restringe solo al período reproductivo de estos.

En el sur de Chile, Soto y Paterson (2010), mediante el uso de un nucleador de 20 cm de diámetro, introducido 30 cm en el sedimento, en la zona intermareal, obtuvieron 30 familias de poliquetos con dominancia de Nereidae, seguida de Nephtyidae, Orbiniidae y Polynoidae como abundantes. Prado-Navarro et al. (2016) al muestrear con draga Smith McIntyre, en zona submareal en el borde externo sur de la península de Baja California, México, describen la estructura de la comunidad de poliquetos de fondos suaves

conformada por 27 familias, constituida por Spionidae como dominante, Nephtyidae, Syllidae y Sabellidae como abundantes. Las zonas antes descritas están sometidas al efecto de corrientes marginales frías, la corriente de Humboldt en el primer caso y en el segundo, la corriente de California. En el caso de la playa El Agallito, esta no está sometida al efecto directo de corrientes marginales y si del período de afloramiento en temporada seca y caracterizada por ser una playa macromareal, de acuerdo a la clasificación de (Whitfield y Elliot, 2011).

En Costa Rica, Dean (2004) menciona que en el Golfo de Nicoya se registra la presencia de 50 familias de poliquetos e indica que aquellas que presentan más de 15 especies son: Spionidae, Cirratulidae, Nereidae, Lumbrineridae y Paraonidae, la primera no se reporta en la presente investigación, mientras que Cirratulidae y Lumbrineridae son poco abundantes, sin embargo, Paraonidae resultó ser la familia dominante en 1997 y abundante en 2021. Díaz-Díaz et al. (2013) reportaron, en la Bahía de Mochima, Venezuela, que esta familia, con tres especies, corresponde a la segunda en abundancia y representa el 48,12 % del total de organismos obtenidos; caracterizada por ser propia de fondos blandos y considerada como indicador ambiental en presencia de alto contenido de materia orgánica (Díaz-Díaz y Rozbaczylo, 2021b).

Londoño Mesa (2017), destaca que es poco conocida la composición de la fauna de poliquetos del Pacífico de Colombia, si comparado con el Caribe del mismo país y señala que en la costa del Departamento del Chocó, aledaño a Panamá, los escasos estudios en este sentido las torna casi desconocida. Menciona que las investigaciones de poliquetos en Colombia se han realizado en tres pulsos cronológicos, de los cuales en el último se torna relevante el trabajo Laverde-Castillo (1986) quien reporta 29 familias y señala que el número de especies es inferior a la encontrada en Panamá. Villalaz et al. (2002) indican que en la playa El Agallito se registran 38 familias y destacan la dominancia de Onuphidae, seguido de Serpulidae, familias que no estuvieron presentes en esta investigación, probablemente por la característica de la zona mesolitoral inferior e infralitoral, donde se tomaron las muestras.

Villamar (2005) en la costa ecuatoriana obtuvo en zona arenosa diversidad de 0,78 calculado con logaritmo base 10 que corresponde a 1,80. En Perú, Cabanillas et al. (2016), en zona intermareal del Parque Nacional Manglares de Tumbes, con nucleador cuadrado de 192 cm² enterrados 30 cm en el sedimento encontraron en la zona alta de la playa de 0 a 2,52, mientras que en la baja 0 a 1,41. Los valores presentados en los estudios anteriores están dentro del ámbito obtenido en la presente investigación.

Barrio Froján et al. (2006) en la provincia de Phang Nga, Tailandia, con nucleador de 30 cm de diámetro enterrado 40 cm, encontraron diversidad entre 3,2 a 6, calculado con logaritmo de base 10, que corresponde de 4,61 a 8,65, con logaritmo natural, valores superiores a los observados en la playa El Agallito. En Panamá, específicamente en la playa Bique, Grajales-González y Vergara-Chen (2004) reportan un valor del índice de Shannon Wiener promedio de 1,61, sin embargo, no indican con que logaritmo desarrollaron el cálculo, por lo cual no es comparable con los valores obtenidos en esta investigación.

Taheri y Foshtomi (2009) en la bahía de Chabahar, Golfo de Omán, Irán, con amplitud de marea entre -0,20 a 0,20 m, mediante el uso de nucleadores de 12 cm enterrados 20 cm en el sedimento encontraron 15 familias de poliquetos, con densidades entre 117,10 y 1 370,70 ind/m², obtuvieron dominancia de la familia Pilargidae con hábito alimentario carnívoro, seguido de Magelonidae, detritívoro de sub-superficie. La primera familia reportada en 1997 muestra valores poco abundantes en la playa de estudio, mientras que la segunda no se registra.

Aun cuando los períodos de 1999 y 2021, con efecto de la presencia del afloramiento costero, la estructura de la comunidad de poliquetos es diferente, lo que demuestra que no necesariamente esta zona depende la productividad primaria favorecida por este fenómeno, sino también, entre otros factores, como los nutrientes procedentes del manglar aledaño y de los aportes terrígenos arrastrados por el río La Villa hacia la zona costera.

La playa El Agallito, donde se realiza este estudio, fue creada de forma artificial, al devastar parte del manglar del mismo nombre (Tejada et al., 2023), por lo cual, a pesar de ser expuesta, es pequeña y bordeada lateralmente por bosques de mangle cubiertos

principalmente de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, tornándola no solo relativamente protegida, pero además, receptora de los detritos aportados por la descomposición de las hojas de este bosque inundable e irrigada por la pluma de dispersión de las desembocaduras de los ríos Parita y La Villa y aguas residuales provenientes de las fincas de cultivo de camarón, lo que explica la variabilidad de las distintas familias de poliquetos en el tiempo, además de recibir el impacto del efecto de fenómenos oceanográfico-meteorológicos que se dan en la zona.

Aunque los grupos dominantes no son de la misma familia, son resistentes a altas concentraciones de materia orgánica (Fernández-Rodríguez y Londoño-Mesa, 2015; Elias et al., 2021), por lo cual, el tipo de alimentación predominante de estos que es depositívoros de superficie (Sanchis et al., 2021), explica su abundancia en la posición de la estructura de la comunidad, lo que le da estabilidad ecológica al ecosistema, aun cuando está sometido al efecto de acumulación de material orgánico de origen continental (Sanchis et al., 2021).

Hay que resaltar que la importancia de los poliquetos no solamente se puede apreciar desde la perspectiva de la taxonomía (Ehklöf, 2010), la biodiversidad (Stewart, 2023) y su relación con los procesos geoquímicos en la degradación de la materia orgánica (Carregosa et al., 2014), las variaciones debido al cambio climático (David, 2021), si no también desde el uso que actualmente se le da, a nivel mundial, en el desarrollo de la acuicultura, como fuente alternativa alimentaria (Fidalgo e Costa et al., 2003).

En ese sentido, los poliquetos utilizados en actividades acuícolas se dirigen a distintas tareas de dicha industria, la importancia de estos organismos en procesos de remediación se destacan en la reducción de heces producidas en cultivos de salmón, por el hábito detritívoro de algunas especies de estos anélidos , ejemplo, a partir de la incorporación de desechos por *Capitella sp.* (Nederlof et al., 2020) y del uso de *Perinereis gualpensis* como biorremediador de fondos (Gómez et al., 2023); mientras que *Hedistes diversicolor* tiene la capacidad de extraer carbón, nitrógeno y fósforo de lodos provenientes de este cultivo (Anglade et al., 2023). El filtrador *Sabella spallanzanii*, es efectivo en la reducción bacteriana de aguas de cultivo, principalmente bacterias heterotróficas y vibrios (Stabili et al., 2010).

El uso de poliquetos como indicadores ambientales es ampliamente conocido (Omena et al., 2012), quienes indican la manera que estos grupos pueden evidenciar zonas contaminadas o estresadas por los efectos antrópicos o simplemente eutrofizados. La facilidad de la utilización de este grupo como modelos para evaluar la contaminación, se debe a que el estrés ambiental se refleja rápidamente en la población de estos invertebrados, organismos sensibles al efecto acumulativo de factores naturales y antrópicos, que los hace ideales para ser utilizados para esta tarea (Díaz-Castañeda y Reish, 2010; Elías et al., 2021). En zonas tropicales, Dean (2008) señaló la presencia de poliquetos potencialmente indicadores en el Golfo de Nicoya, Costa Rica; Kies et al. (2020) en Argelia, zona sub-tropical, utilizan este grupo con éxito para clasificar zonas de acuerdo a la diversa concentración de variables indicadoras, tales como: DBO, sólidos suspendidos, turbidez, fosfato, oxígeno disuelto y concentración de clorofila a, asociadas a ambientes eutrofizados.

5. Conclusiones

- La diversidad, densidad y estructura de la población mostró diferencias a través de los tres períodos de estudio, se resalta que hay mayor diversidad en el período 1997, a pesar que la densidad fue superior en 1999, mientras que la estructura de la comunidad fue más organizada en el 2021.
- Los gremios alimentarios, depositívoros de superficie y la afinidad por zonas de mayor concentración de materia orgánica, producto de la acumulación de material procedente de la zona continental, definen la dominancia y distribución temporal de las familias de poliquetos en los tres períodos de estudio.
- El conocimiento de la ecología de los poliquetos sirve para entender la importancia como fuente de alimento para aves migratorias, su uso en acuicultura para el mantenimiento del régimen alimentario de especies de cultivo, biorremediación de metabolitos secundarios de esta industria y la aplicación en la evaluación de la calidad ambiental de la zona costera.

Referencias Bibliográficas

- Aguado, M. T. y López, E. 2003. Paraonidae (Annelidae: Polychaeta) del Parque Nacional de Coiba (Pacífico, Panamá), con la descripción de una nueva especie de Aricidae Webster, 1879. *Revista Chilena de historia natural*, 76(3), 363-370. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v76n3/art02.pdf>
- Aguado, M.T. y San Martín, G. 2006. Sílidos (Syllidae: Polychaeta) del Parque Nacional de Coiba (Pacífico, Panamá). *Revista de Biología Tropical*, 54(3), 725-743. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v54n3/3860.pdf>
- Alcántara-Carrió, J., Cabrera, L., Alonso, L., Alejo, I., Rey, S. y Gago, L. 2001. Parámetros granulométricos: comparación entre el método gráfico y el método de los momentos. *Geotemas*, 3(1), 33-37. https://www.researchgate.net/profile/Javier-Alcantara-Carrio/publication/286456155_Parametros_granulometricos_comparacion_entre_el_metodo_grafico_y_el_metodo_de_los_momentos/links/566ae50908ae1a797e3960fd/Parametros-granulometricos-comparacion-entre-el-metodo-grafico-y-el-metodo-de-los-momentos.pdf
- Anglade, I., Kristensen, B.S.B., Dahl, T.H., Hagermann, A., Malzahn, A.M. y Reitan, K.I. 2023. Upcycling of carbon, nitrogen, and phosphorus from aquaculture sludge using the polychaete *Hedistes diversicolor* (OF Müller, 1776) (Annelida: Nereididae). *Front Sustain Food Syst*, 7. 1278586. <https://doi.org/10.3389/sufs.2023.1278586>
- Ayres, M., Ayres, M., Ayres, D. y Santos, A. 2007. *BioEstat- aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Instituto de Conservação Mamirauá.
- Bacci, T., Trabucco, B., Marzialetti, S., Marusso, V., Lomiri, S., Vani, D. y Lamberti, C.V. 2009. Taxonomic sufficiency in two case studies: Where does it work better? *Marine Ecology*, 30(Suppl. 1), 13-19. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2009.00324.x>
- Barrio-Froján, C.R.S. y Kendall, M.A., Paterson, G.L.J., Hawkins, L.E., Nimsantijaroen, S. y Aryuthaka, C. 2006. Patterns of polychaete diversity in selected tropical intertidal habitats. *Scientia Marina*, 70S3, 239-248. <https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70s3239>
- Bartholemeu, A. 2001. *Polychaete key for Chesapeake Bay and coastal Virginia*. Virginia Institute of Marine Science. WyM Scholar Works. . <https://doi.org/10.21220/V5Q319>
- Capa, M., San Martín, G. y López, E. 2001. Syllinae (Syllidae: Polychaeta) del Parque Nacional de Coiba, Panamá. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 103-115. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442001000100011&script=sci_arttext
- Cabanillas, R., Advincula, O. y Gutiérrez, C. 2016. Diversidad de polychaeta (Annelida) en el intermareal de los esteros del Santuario Nacional de Los Manglares de Tumbes, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 23(2), 117-126. <https://doi.org/10.15381/rpb.v23i2.12383>
- Carregosa, V. Vélez, C., Pires, A., Soares, A.M.V.M, Figueira, E. y Freitas, R. 2014. Physiological and biochemical responses of the polychaete *Dipatra neapolitana* to organic matter enrichment. *Aquatic Toxicology*, 155, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2014.05.029>

- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117-143. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50943099/Clarke_KR.._Non-parametric_multivariate_20161217-19496-jutpin-libre.pdf?1482033621=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DNon_parametric_multivariate_analyses_of.pdf&Expires=1732570333&Signature=W6vQv0GwSXESPiM-W6HVJiOmeZe3iRlocGM0VWRYM0Uum5X~MW8uRWt48Dul3TN8M5FXhi6JEbWjiLnh3x3jvyzbKus5tfrZtsQuYxx4fRzRg36Y4lrdrtSEOiFNidTcbTMFqROYEC969mIIUNtlpxO5earlT5fxlZnEZoQ7MOhYMBpiQrUm0L-h6adZgOkBSYDvIcZqIRX0JnF~Nin0na57MZJgDx0eMd0cplDe0nb~px9~2of~XlYoFsQxrtI3Eb~dhxoM26oZaUK-fJFY3FcsImetnU5~r67ApwFshWkgaxs22MeywmdotPQAZorNsXKX6REAltO-pgilXGTg &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Costa, P. F., Passos, A.M. y Fonseca, L.C.D. 2003. Polychaetes and their potential use in aquaculture. *World Aquaculture*, 34(3), 41-44. https://www.researchgate.net/publication/267626563_Polychaetes_and_their_potential_use_in_aquaculture
- David, A.A. 2021. Climate change and shell-boring polychaetes (Annelida: Spionidae): Current state of knowledge and the need for more experimental research. *Biological Bulletin*, 241, 4-15. <https://doi.org/10.1086/714989>
- Dean, H.K. 2004. Marine biodiversity of Costa Rica: Class Polychaeta (Annelidae). *Revista de Biología Tropical*, 52(Supl. 2), 131-181. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442004000600012&script=sci_arttext&tIng=en
- Dean, H.K. 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biología Tropical*, 56(Supl. 4), 11-38. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/27162>
- De la Osa-Carretero, J.A., Simboura, N., Del Pilar-Russo, Y, Panuccucci-Papadopoulou, M.A., Giménez-Casalduero, F. y Sánchez Lizaso, J.L. 2012. A methodology for applying taxonomic sufficiency and benthic biotic indices in two Mediterranean areas. *Ecological Indicators*, 23, 232-241. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.029>
- Delgado, F. 1980. *Datos sobre la analogía de las garzas panameñas, área pacífica*. En: Acta I: Reunión Iberoamericana de Zoología de Vertebrados, 807-813. https://books.google.com.pa/books/about/I_Reuni%C3%B3n_Iberoamericana_de_Zo%C3%B3logos_d.html?id=uP6ZzwEACAAJ&redir_esc=y
- Deloffre, J., Lafite, V.R., Lesueur, P., Leseurd, S. y Cundy, A.B. 2007. Sedimentation on intertidal mudflats in the lower part of macrotidal estuaries: Sedimentation rhythms and their preservation. *Marine Geology*, 241(1-4), 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2007.02.011>
- Díaz-Castañeda, V. y Reish, D. 2009. Polychaetes in environmental studies. *Annelids in Modern Biology*, 7, 203-227. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.08.003>
- Díaz-Díaz, O., Trócoli, L. y Díaz-Pérez, O. 2013. Estructura de la comunidad de poliqueto de fondos blandos en tres localidades de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Scientia*, 23(2), 65-88. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.196005>
- Díaz-Díaz, O. y Rozbaczylo, N. 2021a. Poliquetos bentónicos de Chile asociados a hábitats vulnerables. *Faunamar Ltda.*
- Díaz-Díaz, O. y Rozbaczylo, N. 2021b. Poliquetos bentónicos de Chile. Indicadores de estado ecológico. *Faunamar Ltda.*

- Díaz, M. y Sotelano, P. 2011. Viviendo entre mareas en el canal de Beagle. La Lupa. *Colección fueguina de divulgación científica*, 1, 22-27. <https://www.coleccionlalupa.com.ar/index.php/lalupa/article/view/290>
- Dutertre, M., Hamon, D., Chevalier, C. y Ehrhold, A. 2013. The use of the relationships between environmental factors and benthic macrofaunal distribution in the establishment of a baseline for coastal management. *Journal of Marine Science*, 740(2), 294-308. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss170>
- Ehklöf, J. 2010. *Taxonomy and phylogeny of polychaetes*. University of Gothenburg. https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/22179/gupea_2077_22179_4.pdf;jsessionid=5C05D2988C9BAE57991D6FFD16F593E1?sequence=4
- Elías, R., Méndez, N., Muniz, P., Cabanillas, R., Gutiérrez-Rojas, C., Rozbaczylo, N., Londoño-Mesa, M.H., Gárate Contreras, P.J., Cárdenas-Calle, M., Villamar, F., Laverde-Castillo, J.J.A., Brauko, K.M., Araki, Braga, M., Cunha Lana, P. y Díaz-Díaz, O. 2021. Los poliquetos como indicadores biológicos en Latinoamérica y el Caribe. *Marine Fisheries Science*, 34(1), 37-107. <https://doi.org/10.47193/imafis.3410021010301>
- Fauchald, K. 1977. *Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records*. Smithsonian Institution Press. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/5511/SCTz-0221-Lo_res.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fauchald, K. y Reimer, A.A. 1975. Clave de poliquetos panameños con la inclusión de una clave para todas las familias del mundo. *Boletín del Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente*, 14(1), 71-94. <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/3423/BIOUOFauchald1975.pdf>
- Fernández Rodríguez, V. & Londoño Mesa, M.H. 2015. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) como indicadores biológicos de contaminación marina: casos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 189-204. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169439782012.pdf>
- Fidalgo e Costa, P., Passos, A.M. y Cancela da Fonseca, L. 2003. Polychaetes and their potential use in aquaculture. *World Aquaculture*, 34(3), 41-44. https://www.researchgate.net/publication/267626563_Polychaetes_and_their_potential_use_in_aquaculture
- Folk, R.L. y Ward, W.C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-27. [https://www.aqqua.uqam.ca/articles/Folk_Ward_27\(1\)-3.pdf](https://www.aqqua.uqam.ca/articles/Folk_Ward_27(1)-3.pdf)
- Giangrande, A., Licciano, M. y Musco, L. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 1153-1162. <https://doi.org/doi:10.1016/j.marpolbul.2005.08.003>
- Gómez, S., Lara, G., Hurtado, C., Espinoza Alvarado, R., Gutiérrez, J., Huechucoy, J.C., Valenzuela-Olea, G. y Turner, A. 2023. Evaluating the bioremediation capacity of the polychaete *Perinereis gualpensis* (Jeldes, 1963) for Atlantic salmon aquaculture sludge. *Fishes*, 8, 417. <https://doi.org/10.3390/fishes8080417>
- Grajales González, 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://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/658>

- Hammer, Ø., Harper, D. y Ryan, P. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1), 4-9. https://doc.rero.ch/record/15326/files/PAL_E2660.pdf
- Kies, F., Kerfoul, A., Elegbede, I., Matemilola, S., De Los Ríos Escalante, P., Khorchani, A. y Savari, S. 2020. Assessment of the coastal and estuarine environment quality of western Algeria using the bioindicator polychaeta; the genus *Nereis*. *Journal of Materials and Environmental Science*, 11(9), 1472-1481. https://www.researchgate.net/publication/343399501_Assessment_of_the_coastal_and_estuarine_environment_quality_of_western_Algeria_using_the_bioindicator_Polychaeta_the_genus_Nereis
- Laverde-Castillo, J.A. 1986. Lista anotada de los poliquetos (Annelida) registrados para el Pacífico colombiano, con notas preliminares sobre su zoogeografía. *Acta Biológica*, 15(58): 123-130. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330103>
- León-González, J.A., Bastida-Zavala, J.R., Carrera-Parra, L.F., García-Garza, M.E., Salazar-Vallejo, S.I., Solís-Weiss, V. y Tovar-Hernández, M.A. 2021. *Anélidos marinos de México y América Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/22161/>
- Liñero Arana, I. 1997. *Poliquetos bénticos de Venezuela*. Instituto Oceanográfico de Venezuela.
- Londoño Mesa, M. 2017. Poliquetos de Colombia: *Un reto para la megadiversidad*. En Díaz, O., Bone, D., Rodríguez, C.T., Delgado-Blas, V.H. (eds.). Poliquetos de Sudamérica. *Boletín del Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente, (Vol. Esp.)*, 71-88. https://www.researchgate.net/publication/316106905_Poliquetos_de_Sudamerica_Libro
- López, E., Cladera, P., San Martín, G., Laborda, A. y Teresa, M. 2002. Polychaete assemblages inhabiting intertidal soft bottoms associated with mangrove systems in Coiba National Park (East Pacific, Panama). *Wetlands Ecology and Management*, 10, 233-242. <https://doi.org/10.1023/A:1020179830880>
- López, E., Cladera, P. y San Martín, G. 2006. Orbiniidae polychaete (Polychaeta: Scolecidae) from Coiba island, Eastern Pacific of Panama, with description of a new species. *Revista de Biología Tropical*, 54(4), 1307-1318. <https://www.redalyc.org/pdf/449/44954427.pdf>
- McAleece, N., Gage, J.D.G., Lambsehad, P.J.D. y Paterson, G.L.J. 1997. *Biodiversity Professional statistics analysis software*. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.
- McLachlan, A. y Brown, A.C. 2006. *The ecology of sandy shores*. Academic Press. 2nd ed.
- McLachlan, A. y Defeo, O. 2018. *The ecology of sandy shores*. Academic Press, 3rd ed. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809467-9.00005-9>
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para determinar la biodiversidad. *MyT Manuales y Tesis SEA*. https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad

- Nederlof, M.A.J., Fang, J., Dahlgren, T.G., Rastrick, S.P.S., Smaal, A.C., Strands, O., Sveier, H., Verdegem, M.C.J. y Jansen, H.M. 2020. Application of polychaetes in (de)coupled integrated aquaculture: an approach for fish waste bioremediation. *Aquatic Environmental Interaction*, 12, 385-399. <https://doi.org/10.3354/aei00371>
- Olive, P. 1994. *Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture-based production*. En Dauvin, J.C. L., Laubiern L y Reish, D.J. (eds.). Actes de la 4ème Conférence internationale des Polychètes. *Memoires du Muséum d'Histoire Naturelle*, 162: 603-610. https://www.researchgate.net/publication/285742382_Polychaeta_as_a_world_resource_A_review_of_patterns_of_exploitation_as_sea_angling_baits_and_the_potential_for_aquaculture_based_production
- Oliveira, S.A., Ortega, J.C, Santos Ribas, L.G., Lopes, V.G. y Bini, L.M. 2020. Higher taxa are sufficient to represent biodiversity patterns. *Ecological Indicators*, 111, 105994. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105994>
- Olsgard, F. y Somerfield, P.J. 2000. Surrogates in marine benthic investigations-which taxonomic unit to target? *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 7, 25-42. <https://doi.org/10.1023/A:1009967313147>
- Omena, E.P., Lavrado, H.P., Paranhos, R. y Silva, T.A. 2012. Spatial distribution of intertidal sandy beach polychaete along an estuarine and morphodynamic gradient in a eutrophic tropical bay. *Marine Pollution Bulletin*, 64(9), 1861-1873. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.06.009>
- Orlando, L., Ortega, L. y Defeo, O. 2019. Multi-decadal variability in sandy beach area and the role of climate forcing. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 218, 197-203. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.12.015>
- Pandey, V. y Thiruchitrambalam, G. 2019. Spatial and temporal variability of Sandy intertidal macrobenthic communities and their relationship with environmental factors in a tropical island. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 224, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.04.045>
- Ponçano, W.L. 1986. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(2), 157-170. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1986157170>
- Prado-Navarro, A., Días-Castañeda, V., Leija-Tristán, A. y De León-González. J.A. 2016. Composición y estructura de las comunidades de poliquetos (Annelidae) asociadas a fondos blandos de la costa occidental de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.015>
- Salazar Vallejos, S.I., León González, J.A.D. y Polanco, S. 1989. *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. http://ipttest.conabio.gob.mx/iptconabiotest/resource?r=SNIB-B057&v=1.0&request_locale=pt

- Sanchis, C., Soto, E.H. y Quiroga, E. 2021. The importance of a functional approach on benthic communities for aquaculture environmental assessment: Trophic groups – A polychaete view. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112309. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112309>
- Scaps, P. 2003. The exploitation and aquaculture of marine polychaetes. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 128, 21-33. <https://www.researchgate.net/publication/286049351> The exploitation and aquaculture of marine polychaetes
- Sibaja-Cordero, J.A., Camacho-García, Y.E., Azofeifa-Solano, J.A. y Alvarado-Arranz, B. 2019. Ecological patterns of macrofauna in sandy beaches of Costa Rica: A Pacific-Caribbean comparison. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 223(31), 94-104. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.04.032>
- Spalletti, L.A. 1979. Diferenciación textural de arenas de playa frontal, playa distal y médano de la provincia de Buenos Aires en base a análisis estadísticos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 34(2), 87-99. <https://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/entities/publication/319735b4-c473-4c2f-ba62-e029a0d13183/full>
- Soto, E.H. y Paterson, G.L.J. 2010. Poliquetos bentónicos intermareales y sublitorales de la región de Aisén, Chile. *Anales del Instituto Patagonia*, 38(2), 69-80. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2010000200007>
- Speybroec, J., Alsteens, L., Vincx, M. y Degraer, S. 2007. Understanding the life of a sandy beach polychaete of functional importance *Scolecopsis squamata* (Polychaeta: Spionidae) on Belgian sandy beaches (northern Atlantic, North Sea). *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 74, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.04.002>
- Stabili, L., Schirosi, R., Licciano, M., Mola, E. y Giangrande, A. 2010. Bioremediation of bacteria in aquaculture waste using the polychaete *Sabella spallanzani*. *New Biotechnology*, 27(6), 775-781. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2010.06.018>
- Stewart E.C.D., Bribiesca-Contreras, G., Taboada, S., Wiklund, H., Ravara, A., Pape, E., De Smet, B., Neal, L., Cunha, M.R., Jones, D.O.B., Smith, C.R., Glover, A.G. y Dahlgren, T.G. 2023. Biodiversity, biogeography, and connectivity of polychaetes in the world's largest marine minerals exploration frontier. *Diversity and Distribution*, 29, 727-747. <https://doi.org/10.1111/ddi13690>
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. Ed. Blücker/USP.
- Taheri, M. y Foshtomi, M.Y. 2009. Community structure and biodiversity of intertidal sandy beach polychaetes in Chabahar Bar, Oman Gulf, Iran, related to the monsoon period. *Marine Biodiversity Records*. 2, e137, 1-8. <https://doi.org/10.1017/S1755267209990546>
- Tejada, K., González, A., Carty, E. y Camarena, F. 2023. Abundancia y diversidad de aves playeras en la playa El Agallito, distrito de Chitré, provincia de Herrera. *Tecnociencia*, 25(1), 41-62. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/3432>
- Tomiyama, T., Komizumai, N., Shirase, T., Ito, K. y Omori, M. 2008. Spatial intertidal distribution of bivalves and polychaetes in relation to environmental conditions in the Natori River estuary, Japan. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 80, 243-250. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272771408003016>

- Villamar, F. 2005. Estudio taxonómico y distribución de los poliquetos bentónicos en la zona intermareal de las provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). *Acta Oceanográfica del Pacífico Sur*, 13(1), 169-197. <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas-oceanograficas/15-acta-oceanografica-del-pacifico-vol-13-n-1-2005-2006/194-estudio-taxonomico-y-distribucion-de-los-poliquetos-bentonicos-en-la-zona-intermareal-de-las-provincias-de-esmeraldas-y-manabi-ecuador?start=10>
- Veiga, P., Rubal, M., Cacabelos, E., Maldonado, C. y Souza-Pinto, I. 2014. Spatial variability of macrobenthic zonation on exposed sandy beaches. *Journal of Sea Research*, 90, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.02.009>
- Villalaz, J.R., Vega, C., Avila, Y. y Gómez, J.A. 2002. Análisis temporal de macroinvertebrados bentónicos en playa El Agallito, Chitré. *Tecnociencia*, 4(2), 111-126. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/533/443>
- Volkenborn, N., Hedtkamp, S.I.C., Van Beusekom. J.E.E. y Reise, K. 2007. Effects of bioturbation and bioirrigation by lugworms (*Arenicola marina*) on physical and chemical sediment properties and implications for intertidal habitat succession. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 74, 331-343. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.05.001>
- Warwick, R.M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin*, 19(6), 259-268. <https://www.vliz.be/imisdocs/publications/orcd/2791345.pdf>
- Warwick, R.M., Clark, K.R. y Somerfield, P.J. 2008. *K-dominance curve*. In Jorgensen, S.E. y B.D. Fath (Eds.) *Encyclopedia of ecology*. Oxford Academic Press, 2055-2057. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00114-2>
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. *Science*, 147(3655), 250-260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>
- Whitfield, A. y Elliot, M. 2011. *Ecosystem and biotic classification of estuaries and coasts*. En: Wolanski, E. y D.S. McLusky (eds.). *Treatise on estuarine and coastal science*, Wahlthaman, Academic Press. 1, 99-124. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374711-2.00108-X>