

## Diversidad de la meiofauna submareal en un enclave de la costa este de Tenerife: influencia en sus poblaciones por la presencia de emisarios submarinos

The diversity of the subtidal meiofauna in an enclave on the east  
coast of Tenerife: influence on its populations due to the  
presence of submarine emissaries



Trabajo de Fin de Grado

**Eulàlia Busquets i Fulquet**

Tutorizado por Dr. Jorge Antonio Núñez Fraga

Grado en Biología, julio de 2018

# Índice

1. Resumen/Abstract .....	1
2. Introducción .....	2
3. Objetivos.....	6
4. Material y métodos .....	7
4.1. Situación de las estaciones de muestreo y sus características.....	8
4.2. Recolección del material .....	9
4.3. Metodología de laboratorio .....	10
4.4. Factores abióticos del sedimento .....	12
4.5. Análisis de datos.....	14
5. Resultados y discusión.....	16
5.1. Análisis faunístico.....	16
Bocacangrejo.....	16
Radazul .....	17
Tabaiba.....	18
5.2. Análisis abiótico.....	21
Granulometría .....	21
Materia orgánica .....	21
6. Conclusiones / Conclusions .....	27
7. Bibliografía.....	28

## **1. Resumen/Abstract**

Se estudia la diversidad meiofaunal en tres estaciones de la costa este de Tenerife, situadas en Tabaiba, Radazul y Bocacangrejo, y se relaciona con los factores abióticos granulométricos y cantidad de materia orgánica en el sedimento. Los objetivos principales van encaminados en comprobar si existen diferencias significativas en la diversidad y estructuras poblacionales de la meiofauna como bioindicadora, al existir en las inmediaciones de las estaciones la presencia de emisarios submarinos, en concreto, en la localidad de Tabaiba. Los resultados indican que existe en el área un porcentaje en materia orgánica mayor del esperado, si se compara con otros resultados existentes sobre arenas submareales de Tenerife, lo que provoca cambios en las comunidades con la aparición de poblaciones de oligoquetos, crustáceos tanaidáceos y ostrácodos, que marcan con su presencia o ausencia cambios comunitarios en estos enclaves debido también al aporte antropogénico a que está sometida esta zona costera de la isla de Tenerife.

The meiofaunal diversity is studied in three stations of the east coast of Tenerife, located in Tabaiba, Radazul and Bocacangrejo, and is related to the abiotic granulometric factors and the amount of organic matter in the sediment. The main objectives are aimed at verifying if there are significant differences in the diversity and population structures of the meiofauna as a bioindicator, since there are submarine outfalls in the vicinity of the stations, specifically on the Tabaiba coast. The results indicate that there is a higher percentage of organic matter than expected in the area, compared to other results on Tenerife subtidal sands, which causes changes in the communities with the emergence of populations of oligochaetes, tanaidaceous crustaceans or ostracods, that mark with their presence or absence community changes in these enclaves due also to the anthropogenic contribution to which this coastal area of the island of Tenerife is subject.

## 2. Introducción

Los organismos zoobentónicos son aquellos que conforman las comunidades y poblaciones de animales que viven en los fondos marinos (zoobentos), y que son clasificados en cuatro grupos según su tamaño corporal: bacterias y microfauna (<45  $\mu\text{m}$ ), meiofauna (45-500  $\mu\text{m}$ ), macrofauna (500-4000  $\mu\text{m}$ ) y megafauna (> 4000  $\mu\text{m}$ ). En 1942 Molly F. Mare (Mare, 1942) definió el término “meiobentos”, que deriva del griego “μειος” que significa “más pequeño”, refiriéndose a un diverso conjunto de metazoos y algunos protozoos, de tamaño intermedio entre la microfauna y la macrofauna. Los límites de tamaño de la meiofauna, término que se utiliza como sinónimo del meiobentos, están basados en la utilización de tamices con mallas de luz entre 500 y 1000  $\mu\text{m}$  como límite superior, y entre 42 y 63  $\mu\text{m}$  como límite inferior; toda la fauna que pasa a través del tamiz de la malla gruesa, pero es retenida por el tamiz de la malla más fina, se considera meiofauna.

En realidad, la meiofauna y la macrofauna forman por separado dos niveles de comunidades distintas, con peculiaridades y adaptaciones propias; siendo también diferenciadas según el tipo de sustrato que habitan, ya que pueden desarrollarse en fondos blandos o duros. En nuestro caso, el estudio se reduce a los fondos blandos arenosos y arenoso fangosos, en donde dominan las comunidades meiofaunales y las macroinfaunales. La fracción de fauna que ocupa los espacios entre los granos de sedimento, forman las poblaciones meiofaunales, que habitan tanto en ecosistemas continentales como marinos, desde la zona supralitoral hasta los sedimentos más profundos de mares, océanos, ríos y lagos.

La meiofauna, también a veces denominada “fauna intersticial”, tiene capacidad para habitar sedimentos de todo tipo, desde los lodos más finos hasta las gravas más gruesas, con diferentes grados de oxigenación y exposición en el medio. No obstante, uno de los factores físicos que más condiciona a estas comunidades es la naturaleza y el tamaño del grano del sedimento, ya que este determina la cantidad de espacio disponible para habitar y, por lo tanto, limita el tamaño máximo de los organismos. Además de este factor, también hay que tener en cuenta la presencia y disponibilidad de oxígeno, contenido orgánico, ph, potencial redox, luz y, particularmente, en la franja intermareal, la temperatura y la exposición al oleaje.

Volviendo al término “fauna intersticial”, se puede considerar como una definición muy apropiada para referirse a la meiofauna, lo estableció Moniot en 1965 (Besteiro, 1986), en función de su biología. Un animal tiene un modo de vida intersticial cuando su tamaño le permite alojarse en un intersticio, cuando se alimenta de partículas en suspensión en el agua o fijas en la superficie de los granos, vivas o no; cuando todo su ciclo biológico se produce en el sedimento y sus desplazamientos y movimientos no ocasionan modificaciones en la disposición de las partículas arenosas.

Las comunidades meiofaunales se caracterizan por tener gran diversidad de especies, con alta densidad de ejemplares y multitud de formas (Platt, 1988). Prácticamente todos los grupos de invertebrados están representados en la fauna intersticial o meiofaunal, llegando a comprender unos 24 filos, de los cuales cuatro son exclusivos (endémicos) de este medio: Gnatostomúlidos, Gastrotricos, Quinorrincos y Loricíferos. Aunque también se podrían llegar a considerar algún grupo más como los Placozoos y otros pequeños grupos que se separaron de los Platelminetos, como por ejemplo los Xenoturbélidos.

Aunque la mayoría de los organismos meiofaunales realizan todo su ciclo biológico en los sedimentos, siendo una adaptación de estas comunidades, también existen organismos temporales, que solo forman parte de la meiofauna durante sus estadios juveniles.

Cuando hablamos de la abundancia de los diferentes grupos que componen la meiofauna, tenemos que destacar a los nematodos (Phylum Nematoda), ya que supone un 90 % de los ejemplares totales, otros grupos con abundancias importantes en la meiofauna marina son los crustáceos y anélidos, (Danovaro *et al.*, 2004; Riera-Elena, 2004).

Las funciones ecológicas de la meiofauna son varias, contribuye significativamente al procesamiento del carbono en las comunidades bentónicas (Tita *et al.*, 1999), intervienen indirectamente en el proceso de biomineralización, al potenciar la regeneración de nutrientes, mediante la ingestión y excreción de partículas de detritus, favorecen la fijación y el metabolismo bacteriano a través de la secreción de

mucus (Coull, 1999), comprenden un importante eslabón en la cadena trófica entre el detritus orgánico y los animales más grandes (Suderman & Thistle, 2003).

Desde los estudios de Coull y Chandler en 1992 (Coull & Chandler, 1992), la meiofauna ha empezado a ganar un interés como indicador potencial de las perturbaciones antropogénicas en los ecosistemas acuáticos, ya que presenta ciertas ventajas frente a la macrofauna. Entre ellas podemos encontrar el pequeño tamaño y la elevada densidad, que facilitan su estudio; de esta forma, con una muestra más reducida se puede obtener mayor número de ejemplares y una mayor diversidad. Otra ventaja la encontramos en la carencia, en general, de fases planctónicas en su ciclo de vida, lo que nos permite obtener una respuesta rápida a los cambios ambientales, resultante de una alta sensibilidad a la contaminación (Heip *et al.*, 1988, Warwick, 1993).

Por último, cabe remarcar el papel esencial que tienen en la pirámide ecológica, al estar en la base de la cadena trófica, si sufriera alguna alteración las consecuencias para los eslabones superiores serían imprevisibles.

Como ya se ha mencionado anteriormente, estos animales están directamente relacionados al medio en el que viven, por esta razón la mayoría de las especies presentan unas adaptaciones morfológicas peculiares, para poder habitar en estos espacios limitados. Las principales adaptaciones que trataremos están relacionadas con el espacio, la movilidad y la oscuridad.

La meiofauna al habitar en los reducidos espacios del sustrato arenoso, forzosamente tienen que presentar tamaños corporales de acuerdo con estos espacios, lo que conlleva a una simplificación del cuerpo, con pérdida de sistemas y órganos. La adaptación al medio intersticial suele producir cuerpos estrechos y alargados, siendo los filiformes los mejor adaptados. Esta modificación de la morfología produce a una reorganización de los órganos internos, que puede llegar a producir nuevos apéndices con funciones de anclaje, como la aparición en diferentes grupos zoológicos de un apéndice caudal en el extremo del cuerpo, que dependiendo del grupo funciona como un órgano de desplazamiento por anclaje y, en otras ocasiones, se interpreta como órgano táctil. Al vivir en un medio con escasa luz, la mayoría de los animales presentan una reducción de la pigmentación, siendo blancos o casi transparentes, produciéndose

también una reducción en los órganos de la visión, que a veces puede llegar a la ausencia de ojos.

Uno de los objetivos de este trabajo es determinar la influencia de los emisarios en estas comunidades, ya que realizan un aporte de materia orgánica y contaminantes al mar; analizando comparativamente estas comunidades y detectar los posibles cambios en las estructuras poblacionales de la meiofauna.

Los emisarios submarinos son infraestructuras que permiten la conducción de las aguas residuales o industriales, después de un tratamiento primario, a través de una tubería hasta enterrarlas en el lecho marino, garantizando una buena dilución de manera que la mezcla de aguas residuales y agua de mar no altere de forma alguna el aspecto natural y sea inocua para el ecosistema marino, para el litoral y para los seres humanos. Cuando se instala un emisario hay un objetivo principal, conseguir una adecuada dilución primaria y secundaria.

La dilución primaria es la obtenida cuando el flujo en la profundidad marina va ascendiendo hasta la superficie debido a las diferencias de densidad. Por su parte, la dilución secundaria es la creada por las corrientes que el viento genera en las capas superficiales del agua.

### **3.Objetivos**

- Determinar si hay diferencias faunísticas entre las tres estaciones estudiadas.
- Determinar la influencia del emisario frente la diversidad de la meiofauna.
- Determinar la influencia de los distintos tipos de sedimentos frente a la diversidad.
- Conocer la diversidad de grupos taxonómicos más importantes en el litoral de Canarias.
- Estudiar los parámetros abióticos sedimentarios de las tres estaciones estudiadas (granulometría y materia orgánica).
- Determinar si hay alguna especie o grupos de especies, que puedan utilizarse como bioindicadores.



## 4. Material y métodos

Para la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se llevaron a cabo nueve tomas de muestras en tres estaciones litorales de la costa este de Tenerife: Radazul, Tabaiba y Bocacangrejo (Fig. 1). Las muestras se recolectaron durante los meses de febrero y marzo de 2017, eligiendo aquellas fechas en que las condiciones del mar permitiesen la realización de las inmersiones en las tres estaciones designadas. En cada una de las estaciones, todas ellas submareales, se tomó una muestra de sedimento, compuesta por tres réplicas. Se obtuvieron un total de 744 ejemplares, además se tomaron dos réplicas más, una para el estudio granulométrico y otra para la determinación de la materia orgánica.



Figura 1. Mapa con la localización de las tres estaciones estudiadas.

#### **4.1.Situación de las estaciones de muestreo y sus características**

Las tres estaciones están próximas entre sí y se encuentran localizadas en la costa este de Tenerife.

**Tabaiba:** la zona se escogió por la presencia de varios emisarios, que vierten aguas residuales urbanas con un caudal de 10,39 m<sup>3</sup>/h según los datos del Gobierno de Canarias. En esta estación no hay ninguna desembocadura de barrancos que afecten directamente a la zona. Las muestras se recolectaron a 15 m de profundidad, en las coordenadas de latitud 28°24'4,16"N y longitud 16°19'51,84"O, todas las muestras se recolectaron en horas diurnas y durante la bajamar, siendo la temperatura del agua de 19°C.

**Radazul:** en esta localidad se encuentra un pequeño puerto, con tránsito continuo de pequeñas embarcaciones, que le ofrece a la zona la protección frente a corrientes dominantes. En esta estación no hay ninguna desembocadura de barrancos que afecten directamente a la zona, y el emisario más próximo es el de Tabaiba. Las muestras se recolectaron a 15 m de profundidad, con latitud 28°24'2,59"N y longitud 16°19'27,54"O. La recolección fue diurna y durante la pleamar, siendo la temperatura del agua de 19°C.

**Bocacangrejo:** se trata de una zona costera con fuerte exposición a la dinámica marina, que a diferencia de las otras dos estaciones, no tiene ningún espigón artificial edificación humana que afecte a la dinámica marina. Además, en esta estación al igual que en las anteriores, no hay desembocaduras de barrancos que afecten directamente a la zona, y el emisario más próximo es también el de Tabaiba. Las muestras se recolectaron a 15 m de profundidad, con latitud 28°24'2,59"N y longitud 16°19'27,54"O. La recolección fue diurna y durante la bajamar, siendo 19°C la temperatura del agua.

#### 4.2.Recolección del material

La toma de muestras en las tres estaciones se realizó directamente, a mano, con la ayuda de un equipo de buceo autónomo. Se utilizaron cuatro cilindros (cores) de PVC, ocho tapas herméticas, un bote hermético, un martillo, una placa de plástico duro y un saco de red para transportar todo el material (Fig. 2). Cada uno de los cilindros de PVC tiene un diámetro interno de 3,5 cm y una altura de 30 cm, por lo que puede contener un volumen máximo aproximado de unos 300 cm<sup>3</sup>.



Figura 2. Material usado para la recolección.

Para llevar a cabo la extracción del sedimento, se clavó el cilindro en una superficie arenosa con la ayuda de un martillo y una placa de plástico; se introdujo hasta unos 20 centímetros, para tener 10 cm de agarre y, de esta forma, poder retirar el cilindro de la arena. Una vez clavado en su totalidad, se cierra la boca superior con la ayuda de una tapa de plástico hermética, se retira de la arena y rápidamente se tapa la boca inferior para evitar la pérdida de sedimento (Fig. 3).



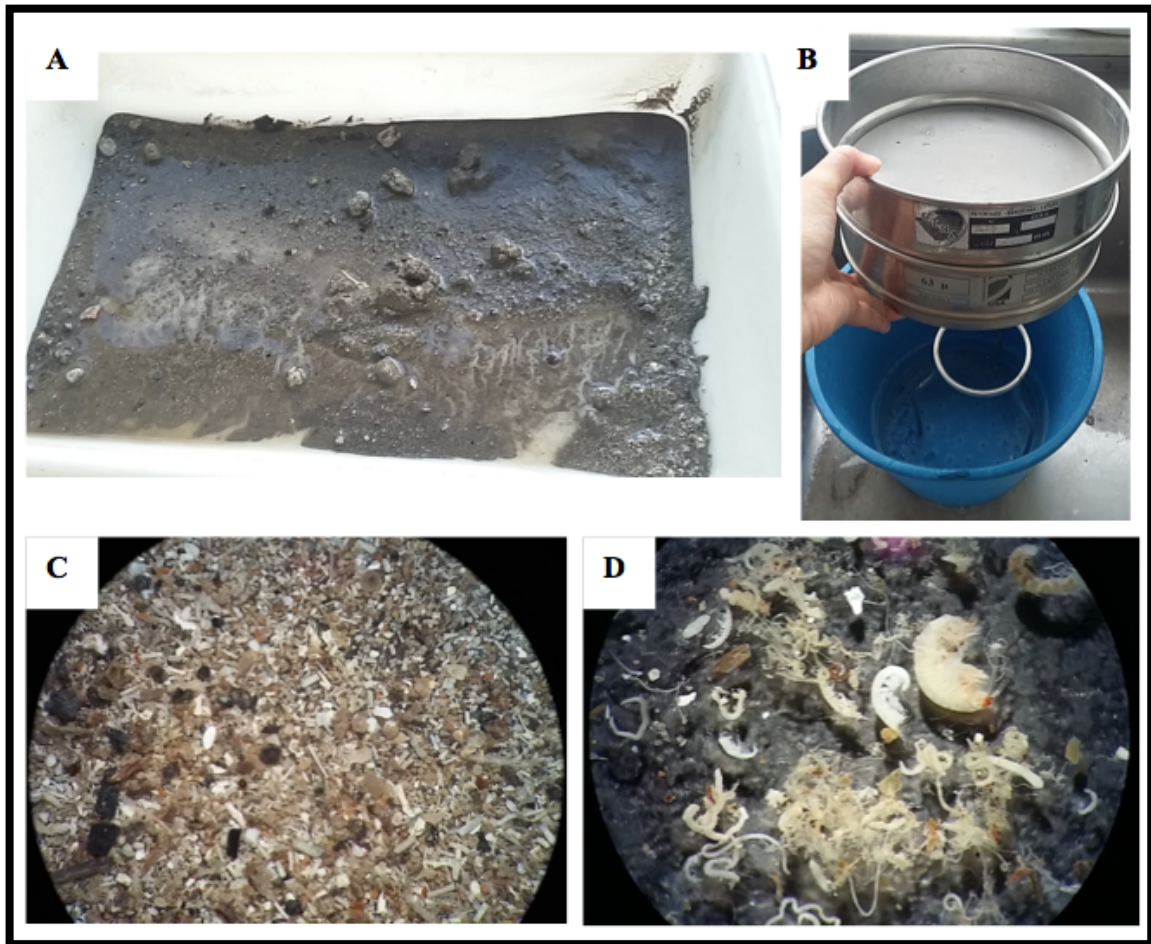
**Figura 3.** Buceadora realizando la recolección de muestras, clavado en el sedimento de los cilindros de PVC (cores).

Además de las muestras extraídas con los cilindros, se recolectó una muestra del sedimento superficial en cada estación, para lo cual se utilizó un frasco de plástico hermético para la determinación de la materia orgánica.

Una vez en tierra, se realizó el vaciado de los cilindros, el contenido se depositó en pequeñas bolsas de plástico, las muestras destinadas al estudio faunístico se fijaron con formol al 4% neutralizado con agua de mar. Cada bolsa fue etiquetada indicando la estación, fecha de recolecta, número de réplica y su tipo de análisis (faunístico, granulométrico o determinación de materia orgánica).

#### 4.3. Metodología de laboratorio

Los pasos de la metodología de laboratorio fueron los siguientes: lavado por decantación (Fig. 3A), tamizado (Fig. 3B), extracción (Fig. 3C), fijación, conservación, identificación y cuantificación de la fauna (Fig. 3D).



**Figura 4.** Metodología de laboratorio. A. Lavado por decantación, B. Tamizado, C. Extracción, D. Fijación, conservación, identificación y cuantificación de la fauna.

El primer paso consiste en realizar el lavado de las muestras, para ello se dispuso el sedimento en una cubeta de plástico de amplia base (Fig. 4A). Sobre la muestra fijada en formol se vertió agua hasta cubrir unos centímetros la muestra y, a continuación, se agitó para facilitar la flotación de las partículas más ligeras y la fauna presente en la muestra de sedimento. El agua de la cubeta se filtró a través de dos tamices, uno de 100µm y otro de 63µm de luz de malla (Fig. 4B), teniendo especial cuidado para que los elementos más grandes como arena y grava no cayeran en los tamices. Este proceso de lavado se repitió como mínimo cinco veces por muestra.

El contenido de cada tamiz fue trasladado a unos pequeños frascos, donde se añadió alcohol etílico al 70 % para su preservación, se etiquetó y almacenó para su posterior identificación y cuantificación.

Para la identificación de los diferentes grupos taxonómicos y especies, se realizó una primera separación con la ayuda de una lupa binocular, pinzas y una placa de Petri (Fig. 4C), de forma que se obtiene la totalidad de ejemplares separados de las partículas arenosas y otros restos del sedimento (Fig. 4D). Una vez separada la meiofauna se lleva a cabo la identificación y cuantificación de los diferentes grupos faunísticos. Muchos de los ejemplares fueron determinados bajo la lupa binocular, pero en algunos casos fue necesaria una mayor resolución, realizándose preparaciones microscópicas transitorias, para su observación en un microscopio óptico dotado con contraste de Nomarski. Además, en caso de encontrar alguna especie particularmente notable, se realizaron preparaciones permanentes con gel de glicerina.

En general, la mayor parte de la fauna se identificó en sus diferentes grupos taxonómicos, llegándose a taxón de clase o familia, en el caso concreto de los anélidos poliquetos, que es uno de los grupos más abundante y diverso, se llegó a la identificación del género o especie.

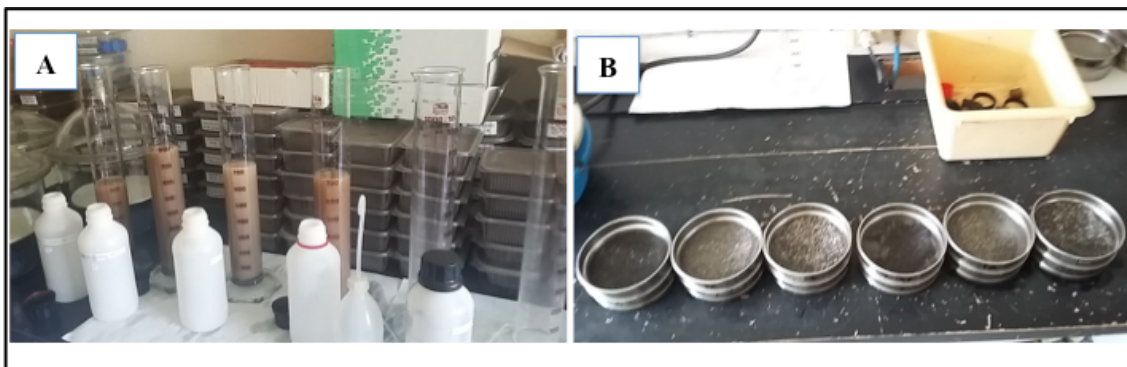
#### **4.4. Factores abióticos del sedimento**

Como se explicó en la introducción, la meiofauna tiene una relación directa y muy condicionada con el medio en el que habita. Es por eso, que para poder determinar las diferencias entre las estaciones, tendremos que analizar otros factores abióticos que tienen una gran importancia en la distribución espacial de la fauna intersticial, como el contenido en materia orgánica y la granulometría del sedimento.

**Granulometría:** Para la determinación del análisis granulométrico se secaron a temperatura ambiente las muestras tomadas en cada estación, una vez ya secas se realizó un tamizado con la ayuda de un tamiz de 2 mm. De la muestra resultante, se tomaron 40 gr que se mezclaron con 50 ml de dispersante y 200 ml de agua destilada y se dispusieron en un agitador durante un día. Transcurrido este período se colocó el contenido en una probeta de 1l enrasando el contenido con agua destilada. Una vez dispuestas todas las muestras se añadió una más, el blanco, que contenía 50 ml de dispersante y 950 ml de agua destilada (Fig. 5A).

Con las muestras así dispuestas se realiza el cálculo de la densidad, tras uno, tres y diez minutos de la primera agitación, tras 7 horas y tras 16 horas. Además también se analiza la temperatura de cada una de las probetas.

Al tener ya calculada la densidad, se traslada el contenido de las probetas en dos tamices, 200 y 50  $\mu\text{m}$  (Fig. 5B) que son colocados en una estufa durante dos días. Transcurrido este período se pesa el contenido de los tamices y se compara con el peso inicial, de esta forma se obtiene la humedad relativa.



**Figura 5.** Metodología seguida para realizar la granulometría. A. Muestras colocadas en una probeta de 1l, para su posterior agitación. B. Muestras colocadas en tamices de 200 y 50  $\mu\text{m}$ .

**Humedad relativa:** En la determinación de la humedad relativa se cogieron 10 gr. de la muestra que se colocaron en un plato de aluminio previamente pesado. Estas muestras se dispusieron en la estufa durante dos días, pasado este período se retiraron de la estufa y se colocaron en un recipiente deshumidificador y se dejaron enfriar durante 5 minutos, al pasar este tiempo se volvió a pesar la muestra. Al calcular la diferencia de pesos se obtiene la humedad relativa.

**Materia orgánica:** Se utilizó el método de Walkley y Blanck (WB) para el análisis del carbono orgánico en sólidos y sedimentos; este se basa en la oxidación de la materia orgánica gracias a una mezcla de ácido sulfúrico con dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ). El calor desprendido durante la incorporación del ácido sulfúrico, es el que permite la oxidación parcial del C. En este proceso se produce una reducción del dicromato, equivalente al contenido de C que es oxidado. Las muestras recogidas previamente fueron secadas a temperatura ambiente, para posteriormente, ser tamizadas con un

tamiz de 2 mm, el sedimento resultante fue pasado por un mortero hasta conseguir un polvo homogéneo. Aproximadamente unos 20-50 mg del sedimento se trató con 5ml de una solución de dicromato de potasio a 0,4 N, al que se le añadió 10 ml de ácido sulfúrico. La solución fue suavemente agitada y se dejó reposar debajo de una campana de humos entre 16-18 horas, transcurrido este tiempo se añadió 100 ml de agua destilada. El exceso de dicromato fue titulado con sal ferrosa 0,2 N.

La titulación en blanco del dicromato ácido con solución de sulfato de amonio ferroso se realizó utilizando el mismo procedimiento sin añadir roca sedimentaria. De forma que se añadió 1 ml de 0,2 N sulfato amónico ferroso equivalente a 0,009807 gr de  $K_2Cr_2O_7$  o 0,0006 gr de carbón. El contenido de carbono orgánico en la muestra se calculó como:

$$\text{Carbón orgánico (\%)} = (B - S) \times 0,0006 / m * 100$$

Donde B es el volumen de solución ferrosa utilizado en la titulación en blanco, S es el volumen de solución ferrosa utilizada en la valoración de la muestra y m es la masa de la muestra en gr utilizado en el análisis. No se aplicó ningún factor de corrección al cálculo del contenido de CO.

#### **4.5. Análisis de datos**

Una vez obtenidos todos los valores tanto bióticos como abióticos, se pasaron los datos a hojas de cálculo del programa EXCEL para el posterior análisis estadístico. Estos valores fueron analizados con el programa Primer 7 + PERMANOVA para estadística no paramétrica para determinar la heterogeneidad de las muestras.

Se tomaron las variables ambientales por un lado y las biológicas por otro, comparándolas al final.

Se usaron las siguientes variables ambientales: Temperatura, Porcentaje de materia orgánica (% MO) y Granulometría. Como variables biológicas se utilizó la Abundancia de ejemplares.

Con estas variables se realizaron distintos estudios estadísticos para determinar las similitudes y diferencias existentes entre las estaciones.



Para las variables ambientales se realizó un análisis de componentes principales (PCA) basado en la disimilitud entre las muestras, cuyo objetivo era conocer los factores abióticos que más intervienen en generar la variabilidad de las muestras. De esta forma se observa el grado de variabilidad entre estaciones atendiendo a la granulometría, la temperatura y el porcentaje de materia orgánica. La importancia que cada factor tiene en la ordenación viene dada por un coeficiente en valor absoluto, siendo los coeficientes mayores los que más intervienen en la diferenciación de las muestras.

Como las variables ambientales estaban en unidades distintas, fueron normalizadas mediante  $\log(x+1)$  (Clarke, 2014). Con estos valores se calculó una matriz *resemblance* mediante la distancia euclídea al tratarse de variables ambientales.

El objetivo es encontrar una ordenación significativa con el menor número de ejes principales. Con las variables en las que trabajamos, con dos CP (Principal component) se explica el 100% del comportamiento, siendo los eigenvectors resultantes:

$$PC1 = 0T - 0.352MO + 0.419 AG + 0.419 AF - 0.419 LL - 0.419 L - 0.419 P$$

Y

$$PC2 = 0T - 0.936 MO - 0.157 AG - 0.157 AF + 0.157 LL + 0.157 L + 0.157 P.$$

Por su parte, las variables biológicas fueron transformadas previamente mediante la raíz cuarta, calculándose luego la matriz *resemblance* mediante la distancia de Bray-curtis (Clarke, 2014). Una vez obtenidos estos resultados se realizó un análisis cluster jerárquico aglomerativo cuyo objetivo es agrupar, mediante diagramas de árbol, las muestras en clusters según sus similitudes, de forma que, cuanto más próximas se encuentren, compartirán una mayor similitud entre ellas.

Para estas variables también se realiza un non-metric Multi-Dimensional Scaling (nMDS), se trata de una técnica usada para la representación espacial, que permite visualizar sobre un mapa un conjunto de variables cuyo posicionamiento se desee analizar. Es decir, la proximidad entre los dos objetos será reflejante de su similitud.

Finalmente se realizó un último nMDS para relacionar las variables ambientales con las biológicas.

## 5.Resultados y discusión

### 5.1.Análisis faunístico

En las tablas 1-3 se muestran los resultados del análisis faunístico en las tres estaciones objeto del presente estudio; en cada tabla se expone el número de ejemplares por réplica de cada taxon, así como el total de ejemplares capturados en cada estación, tanto a nivel de especie (si se llegó a su identificación) como la abundancia total de ejemplares. Además, se aporta un análisis estadístico de Cluster jerárquico basado en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis y Non-metric Multi-Dimensional Scaling (nMDS).

#### Bocacangrejo

Orden/Familia	Especies	B1	B2	B3	Total
Dorvilleidae	<i>Paraougia albomaculata</i>	0	1	0	1
Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha sp.</i>	1	0	0	1
Enchytraeidae	<i>Enchy-sp1</i>	0	1	0	1
Hesionidae	<i>Microphthalmus pseudoaberrans</i>	0	0	5	5
Orbiniidae	<i>Scoloplos (Leodamas) rubra</i>	0	0	1	1
Onuphidae	<i>Aponuphis ornata</i>	0	5	1	6
Paraonidae	<i>Paradoneis perdidoensis</i>	21	41	82	144
Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	0	1	1
Poecilochaetidae	<i>Poecilochaetus serpens</i>	1	0	2	3
Spionidae	<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	1	1
Syllidae	<i>Exogone breviantennata</i>	1	0	1	2
Syllidae	<i>Exogone mediterranea</i>	1	8	8	17
Syllidae	<i>Parapionosyllis elegans</i>	0	5	8	13
Syllidae	<i>Parapionosyllis macaronesiensis</i>	0	4	2	6
Syllidae	<i>Salvatoria limbata</i>	0	0	4	4
Syllidae	<i>Syllides japonicus</i>	0	2	0	2
Syllidae	<i>Sphaerosyllis austriaca</i>	1	0	0	1
Syllidae	<i>Streptosyllis bidentata</i>	1	4	5	10
Syllidae	<i>Streptosyllis websteri</i>	0	1	0	1
Syllidae	<i>Brania arminii</i>	2	0	0	2
Tubicificidae	<i>Tubi-sp1</i>	1	0	1	2
Harpacticoidea/Cyclopoidea	<i>Harpac-ssp</i>	0	4	4	8
Tanaidacea	<i>Tana-sp1</i>	7	0	1	8
Gammaridae	<i>Gamm-ssp</i>	4	2	4	10
Decapoda	<i>Paguridae</i>	0	0	1	1
	<i>Nema-ssp.</i>	19	29	50	98
	<i>Turbe-sp1</i>	0	9	3	12
	<i>Turbe-sp2</i>	9	0	0	9
	<i>Demo-sp1</i>	0	1	0	1
Hoplonemertea	<i>Hoplo-sp1</i>	0	0	1	1
	<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>117</b>	<b>186</b>	<b>372</b>

Tabla 1. Abundancia de ejemplares en la estación Bocacangrejo. Se representa el total de cada especie y el total por muestra.

En la estación de Bocacangrejo se obtuvieron un total de 372 ejemplares, pertenecientes a 30 taxones, de los cuáles destacamos por su gran abundancia la especie de poliqueto *Paradoneis perdidoensis*, siendo también abundantes los nematodos y los anélidos de la familia Syllidae.

Al observar los resultados de las tres réplicas (B1-B3) podemos destacar que la réplica B2 y B3 son bastante parecidas entre ellas, a diferencia de la B1, que difiere de las otras en cuanto a cantidad de ejemplares y diversidad, siendo la B3 la más abundante y diversa.

### Radazul

Orden/Familia	Especies	R1	R2	R3	TOTAL
Capitellidae	<i>Notomastus sp.</i>	0	0	3	3
Orbiniidae	<i>Questa caudicirra</i>	0	0	2	2
Paraonidae	<i>Aricidea (Acmira) laubieri</i>	2	2	4	8
Paraonidae	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	1	0	1	2
Paraonidae	<i>Paradoneis perdidoensis</i>	3	1	2	6
Sabellidae	<i>Chone duneri</i>	1	0	0	1
Spionidae	<i>Spio filicornis</i>	0	1	0	1
Syllidae	<i>Exogone breviantennata</i>	1	0	0	1
Syllidae	<i>Erinaceusyllis cryptica</i>	3	2	0	5
Syllidae	<i>Streptosyllis bidentata</i>	6	1	6	13
Tubicificidae	<i>Tubi-sp1</i>	4	3	6	13
Harpacticoidea/Cyclopoidea	<i>Harpac-ssp</i>	2	1	0	3
	<i>Ostrac-ssp</i>	8	7	11	26
Tanaidacea	<i>Tana-sp1</i>	9	1	12	22
Gammaridae	<i>Gamm-ssp</i>	7	5	3	15
Caprelida	<i>Capre-ssp</i>	4	1	0	5
Isopoda	<i>Isop-sp1</i>	1	0	0	1
	<i>Nema-ssp.</i>	12	9	5	26
	<i>Turbe-sp1</i>	1	0	1	2
	<i>Oph-sp1</i>	2	1	0	3
<b>TOTAL</b>		<b>67</b>	<b>35</b>	<b>56</b>	<b>158</b>

**Tabla 2.** Abundancia de ejemplares en la estación Tabaiba. Se representa el total de cada especie y el total por muestra.

En la estación de Radazul se obtuvieron un total de 158 ejemplares de los cuales podemos destacar por su abundancia los ostrácodos y nematodos.

Al comparar las réplicas podemos observar que R1 es la más diversa y con mayor abundancia; mientras que, al comparar R2 y R3 destaca la mayor diversidad obtenida en R2 aunque, esta presenta una menor abundancia.

### Tabaiba

Orden/Familia	Especies	T1	T2	T3	TOTAL
Capitellidae	<i>Capitomastus minimus</i>	1	0	0	1
Capitellidae	<i>Notomastus sp.</i>	2	0	0	2
Cossuridae	<i>Cossura sp.</i>	1	0	0	1
Fabriciidae	<i>Fabricia sp.</i>	1	0	0	1
Glyceridae	<i>Glycera tessellata</i>	0	3	1	4
Hesionidae	<i>Podarkeopsis sp.</i>	1	0	0	1
Orbiniidae	<i>Questa caudicirra</i>	12	8	1	21
Paraonidae	<i>Aricidea (Acmira) laubieri</i>	1	1	0	2
Paraonidae	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	3	4	0	7
Paraonidae	<i>Paradoneis perdidoensis</i>	14	13	4	31
Poecilochaetidae	<i>Poecilochaetus serpens</i>	1	0	0	1
Sabellariidae	<i>Lygdamis wirtzi</i>	0	0	1	1
Spionidae	<i>Spio filicornis</i>	1	0	0	1
Spionidae	<i>Aonides oxycephala</i>	0	1	1	2
Syllidae	<i>Erinaceusyllis belizensis</i>	0	3	4	7
Syllidae	<i>Exogone brevi antennata</i>	1	0	3	4
Syllidae	<i>Exogone mediterranea</i>	0	1	0	1
Syllidae	<i>Anoplosyllis edentula</i>	0	0	3	3
Syllidae	<i>Syllides japonicus</i>	3	0	0	3
Syllidae	<i>Streptosyllis bidentata</i>	1	1	0	2
Syllidae	<i>Streptosyllis websteri</i>	2	0	0	2
Tubicificidae	<i>Tubi-sp1</i>	1	0	2	3
Halammohydridae	<i>Halam-sp1</i>	2	3	4	9
Harpacticoidea/Cyclopoidea	<i>Harpac-ssp</i>	6	0	1	7
	<i>Ostrac-ssp</i>	4	1	0	5
Tanaidacea	<i>Tana-sp1</i>	3	32	1	36
Gammaridae	<i>Gamm-ssp</i>	11	3	5	19
Caprellida	<i>Capre-ssp</i>	0	3	0	3
Decapoda	<i>Processa sp.</i>	0	0	1	1
	<i>Nema-ssp.</i>	6	17	2	25
	<i>Turbe-sp1</i>	1	0	0	1
	<i>Turbe-sp2</i>	0	0	2	2
Hoplonemertea	<i>Hoplo-sp1</i>	1	1	0	2
	<i>Oph-sp1</i>	1	0	0	1
Tubiluchidae	<i>Tubiluchus lemburgi</i>	0	1	1	2
	<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>96</b>	<b>37</b>	<b>214</b>

Tabla 3. Abundancia de ejemplares en la estación Tabaiba. Se representa el total de cada especie y el total por muestra.

En la estación de Tabaiba se obtuvieron un total de 214 individuos, de los cuales cabe destacar por su abundancia los tanaidáceos, nematodos y la especie *Paradoneis perdidoensis*.

Al observar las réplicas T2 y T3, aunque difieren bastante en la abundancia de ejemplares, presentan una diversidad similar, mientras que T1 destaca por ser la réplica que posee mayor abundancia y diversidad.

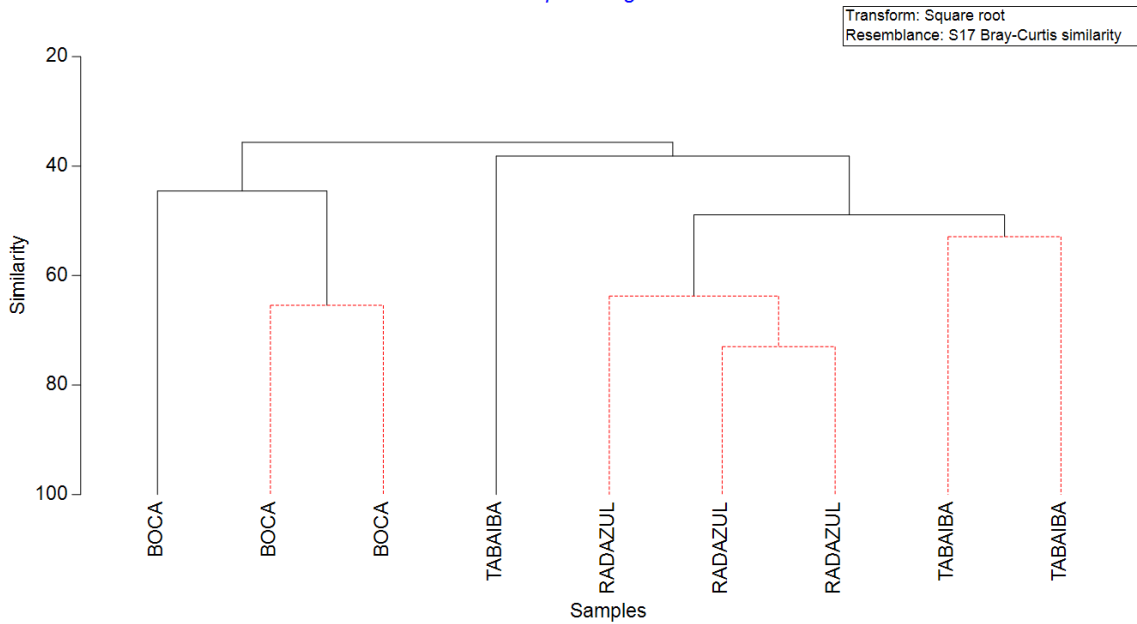


Figura 6. Cluster jerárquico basado en el coeficiente de similitud de Bray-Curtis.

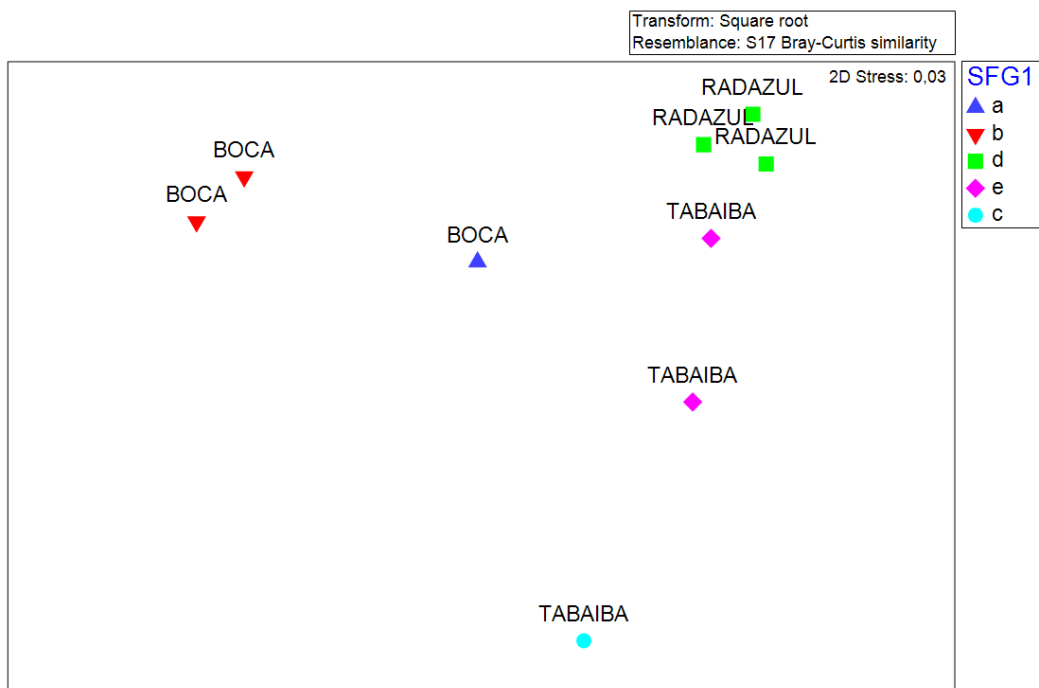


Figura 7. Non-metric Multi-Dimensional Scaling (nMDS)

Average similarity: 66,81

Species	Av. Abund	Av. Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum. %
Ostracoda	2,93	10,94	10,62	16,38	16,38
Nematoda	2,90	10,07	5,30	15,07	31,45
Gammaridae	2,20	7,68	5,86	11,50	42,94
Tubicificidae	2,06	7,34	13,38	10,99	53,93
Tanaidacea	2,49	6,46	1,70	9,67	63,61
<i>Streptosyllis bidentata</i>	1,97	5,80	2,17	8,68	72,29

Figura 8. Especies/Grupos que contribuyen en la separación en el nMDS

Tras realizar los análisis estadísticos y comparar las tres estaciones, obtenemos los mismos resultados tanto del análisis jerárquico como del nMDS. Las estaciones de Radazul y Tabaiba son más similares entre ellas en cuanto a abundancia, y se encuentran separadas de la de Bocacangrejo.

Bocacangrejo presenta un total de 372 ejemplares, Tabaiba 214 y Radazul 158, sabiendo estos resultados junto con los estadísticos justificamos la separación que sufren.

El nMDS por su parte, revela cuales son los taxones que contribuyen a la separación de estas tres estaciones, siendo ostrácodos, nematodos, gammáridos y tubificidos llegan a contribuir en casi el 54 %. La especie de sílido, *Streptosyllis bidentata*, es la que menos aporta con el 8,68 %, se trata de una especie frecuente en arenales del presebadal y sebadal de Canarias (Brito-Castro, 1999).

Los ostrácodos destacan por su ausencia en la estación de Bocacangrejo, frente a los 26 ejemplares de Radazul y los 5 de Tabaiba. Estos resultados indican que las condiciones ambientales en la estación de Radazul, debido a la acción del muelle, provoca un fondo aplacerado (bajo hidrodinamismo) en la zona, que contribuye a la sedimentación y depósito de elementos finos, junto con la materia orgánica, que propician la instalación de poblaciones de estos crustáceos que habitan normalmente en las capas superficiales del sedimento. La presencia más o menos abundante de ostrácodos, puede estar relacionada con la actividad antropogénica, ya que Radazul es una zona muy frecuentada por bañistas, submarinistas y todo tipo de actividades acuáticas.

También cabe destacar la presencia de varias especies de paraónidos, siendo la especie *Paradoneis perdidoensis* muy abundante, sobre todo en la estación de Bocacangrejo con 144 ejemplares, y el menor registro en Radazul con 6 ejemplares. Los paraónidos suelen ser abundantes en zonas portuarias, aunque la especie que nos ocupa, *P. perdidoensis*, se trata de una especie cuyas poblaciones son más abundantes en zonas más expuestas de presebadales y sebadales en buen estado de conservación (Brito-Castro, 199), razón por la cual muestra una mayor abundancia en la estación de Bocacangrejo, siendo mucho menor en Radazul.

## 5.2. Análisis abiótico

En las tablas 4 y 5 se muestran los resultados de los análisis granulométricos y de materia orgánica, de cada una de las tres estaciones; realizándose un análisis de componentes principales (PCA).

### Granulometría

MUESTRA	%Arena Gruesa	%Arena Fina	%Limo Grueso	%Limo Fino	%Arcilla
Boca Cangrejo	81,24	9,71	0,50	2,51	7,30
Tabaiba	53,02	34,58	2,07	5,20	5,13
Radazul	48,30	26,70	3,16	7,93	13,93

**Tabla 4.** Representación de los porcentajes de arena, limo y arcilla en las tres estaciones muestreadas.

Los resultados obtenidos nos permitieron caracterizar cinco tipos de sedimentos en cada una de las estaciones estudiadas: arena gruesa, arena fina, limo grueso, limo fino y arcilla. Destaca sobre las demás estaciones la dominancia del porcentaje de arena gruesa (81,24 %) en Bocacangrejo, mientras que los elementos finos son más abundantes en Radazul con porcentajes en arcillas y limo fino, superior a las otras dos estaciones, acumulando entre los tres tipos de sedimento alrededor del 25 %.

### Materia orgánica

Estaciones	
Radazul	8'03
Tabaiba	6'07
Bocacangrejo	3'68

**Tabla 5.** Materia orgánica obtenida en cada una de las estaciones.

En general, los valores de materia orgánica en los sedimentos los podemos considerar bastante altos, si los comparamos con los resultados obtenidos por Brito-Castro (1999), en donde los valores más altos registrados fueron en una estación de Lanzarote (Playa Quemada) con un 1,5 %, registrando en la mayoría de arenales (presebadal y sebadal) por debajo del 1 %.

Los resultados obtenidos en porcentaje de MO nos permiten destacar la estación de Radazul con el 8,03 % y con menor porcentaje el de Bocacangrejo con el 3,68 %. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Brito-Castro (1999) para la estación de la ensenada de los Abades, en donde se registraron 0,025 % de MO, siendo una zona despoblada y libre de emisarios.

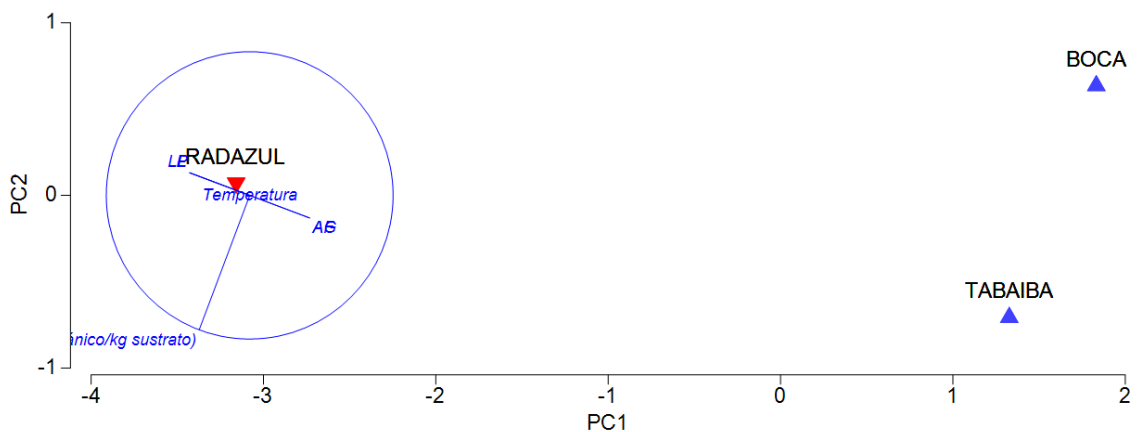


Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA)

En el análisis de componentes principales (PCA) se aprecia una evidente separación de las tres estaciones muestreadas con sus réplicas: Bocacangrejo, Radazul y Tabaiiba. Las variables ambientales que provocan esta separación son la granulometría y el % MO. La temperatura por su parte no influye en la diferenciación puesto que es la misma para todas las estaciones.

Al analizar los resultados estadísticos observamos una clara separación de la estación de Radazul, en función de una granulometría que se caracteriza por tener un alto contenido en limos y arcillas, concretamente del 51,2% y mayor contenido en MO, 8,03. Le sigue Tabaiiba, con menor cantidad de MO, 6,07, y una granulometría caracterizada por poseer un 53,02 % de arena gruesa.



Finalmente encontramos la estación de Bocacangrejo, con mucha menor cantidad de MO 3,68 comparado a las otras dos estaciones, y una granulometría caracterizada por un alto contenido de arena gruesa 81,24%.

Existe una relación directa entre la MO y la presencia de elementos finos en el sedimento. Estos elementos actúan como enriquecedores de MO dada su gran capacidad de absorción. Es por ello que las aguas con poco hidrodinamismo facilitan la sedimentación de MO, dando lugar a un sedimento de textura fina y alto contenido orgánico (Tait, 1987). No obstante, si el movimiento del agua es demasiado bajo, las capas situadas debajo del sustrato pierden el oxígeno, resultando en unas concentraciones de sulfídrico demasiado altas que no permiten la existencia de animales (capas anóxicas del sustrato). En Canarias, sobre todo en estos ambientes de arenales, tanto de presebadales como sebadales, no se llega a formar ese estrato anóxico, pudiendo llegar a habitar poblaciones meiofaunales por debajo de los 30 cm en el sedimento (Brito-Castro, 1999).

Por tanto, el incremento de MO está relacionado con el descenso del hidrodinamismo, característica que puede ser producto de la propia orografía de la zona, o puede ser resultado de construcciones artificiales que alteran el litoral como muelles, diques.

Los resultados obtenidos en la estación de Radazul se podría entonces, justificar por la presencia de un muelle que alteraría el hidrodinamismo de la zona, favoreciendo la sedimentación de la MO. A su vez, la poca cantidad de MO que posee la estación de Bocacangrejo estaría relacionada con el alto contenido de arena gruesa y su pobreza de elementos finos, a la vez que el alto hidrodinamismo de la zona que no permite la sedimentación de la MO, aunque los valores siguen siendo altos a diferencia de los resultados de la ensenada de los Abades. Bocacangrejo es una zona habitada en donde la actividad antropogénica es alta, teniendo en cuenta que los caseríos de la zona no disponen de alcantarillado, siendo normal la construcción de pozos negros para la evacuación de aguas negras.

Al comparar los resultados de Tabaiba en cuanto a MO, difieren bastante de la otra zona abierta de Bocacangrejo. Tabaiba posee una granulometría caracterizada por poseer el 50-50% de arena fina y gruesa, pero aún así un porcentaje bastante elevado

de MO, que llega a ser casi el doble que en Bocacangrejo. Estas características pueden ser propiciadas por su orientación, algo más a sotavento que Bocacangrejo, por ser una zona muy urbanizada y por la presencia del emisario submarino, todo esto conlleva a un aumento de los porcentajes de MO. Para poder confirmar esta hipótesis habría que seguir estudiando y comparando estaciones afectadas por emisarios con otras que no los posean y con tipos sedimentarios similares.

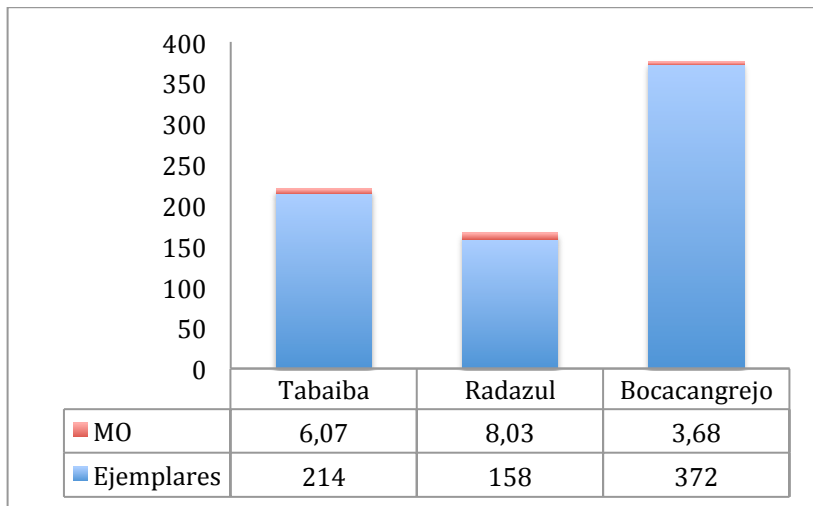


Figura 10. Diagrama de barras representa el porcentaje de MO frente a la abundancia de ejemplares.

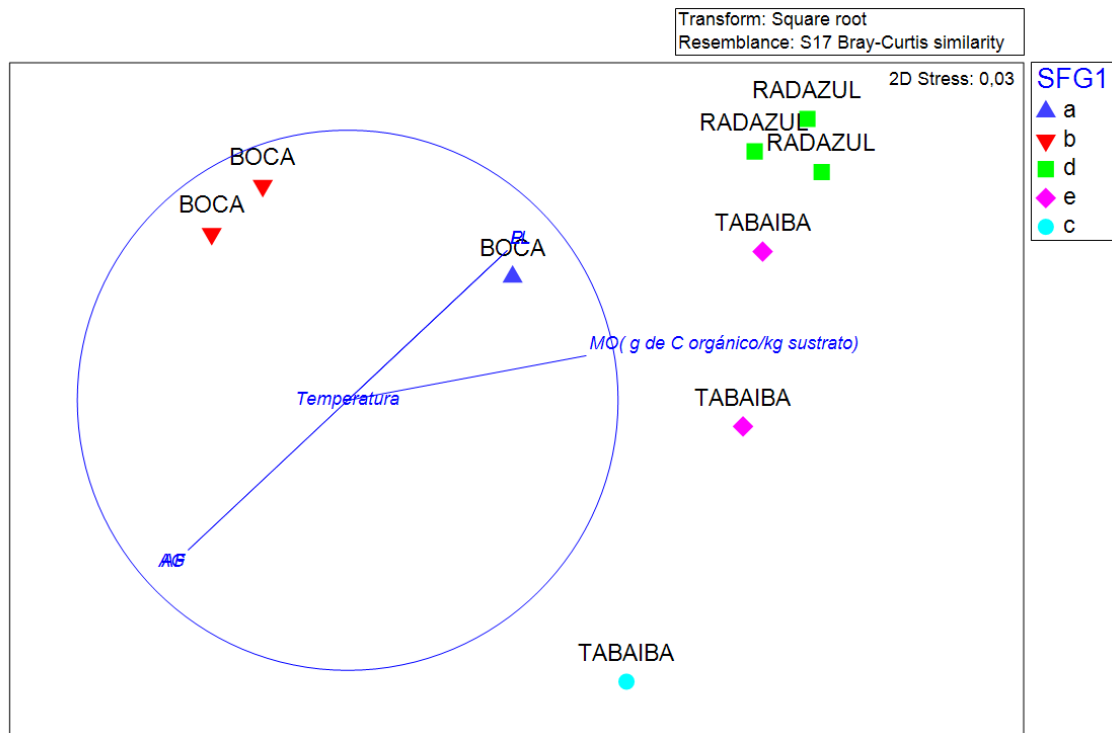


Figura 11. nMDS con el PCA ambiental en el que se relacionan las variables ambientales con las biológicas.

Comparando los resultados obtenidos entre estaciones, Radazul es la más alterada tanto por las construcciones marítimas como por la actividad antrópica que se produce en las inmediaciones del pequeño puerto deportivo, con mayores índices de MO en los sedimentos submareales, pero con una mayor uniformidad ambiental que propicia una menor diversidad faunística, el ambiente más aplacerado produce una mayor uniformidad en las réplicas como se puede observar en el nMDS (Fig.11). La estación de Radazul al tener más del 50% del sedimento compuesto por limo y arcilla carece de espacios en el que puedan habitar la mayoría de especies de la meiofauna motivo por el cual la diversidad es menor en esta estación.

Por otra parte, tenemos la estación de Bocacangrejo, que presenta la menor tasa de MO, pero sin embargo la mayor diversidad, debido a que el sedimento aquí encontrado posee un alto porcentaje de arena gruesa (81 %). Finalmente, la estación de Tabaiba aparece como intermedia entre las otras dos estaciones, aunque la estructura comunitaria se parece mucho más a Bocacangrejo que a la de Radazul.

Comparando los grupos taxonómicos entre las tres estaciones, existe una tendencia que puede utilizarse como elementos bioindicadores. La presencia o ausencia de anélidos oligoquetos de la familia Tubificidae y las especies de crustáceos de los grupos de ostrácodos y tanaidáceos, pueden indicar por su presencia un grado de alteración del ecosistema, en general por un mayor aporte de MO y alteración física del hábitat.

Así los oligoquetos serían un indicador del alto contenido de MO y finos en el sedimento submareal de Radazul, derivado de las condiciones de los fondos aplacerados del muelle y de la actividad antropogénica que allí se produce. Estas condiciones también provocan el aumento de los ostrácodos y de los tanaidáceos, que serán los grupos que marcan más el incremento de MO. Esto se justifica al observar que hay una mayor abundancia de estos taxones en las estaciones de Tabaiba y Radazul que los que encontramos en Bocacangrejo.

Los tanaidáceos son más abundantes en Tabaiba seguida de Radazul y finalmente en menor cantidad en Bocacangrejo. Son poblaciones detritívoras que abundan en sedimentos con altos contenidos en materia orgánica, como son las estaciones de

Tabaiba y Radazul, influenciadas por la presencia del emisario y gran presión antrópica, ya que son zonas muy urbanizadas, a diferencia de Bocacangrejo, más alejada del emisario y menos urbanizada.

En relación a la diversidad de anélidos, ha sido superior en Tabaiba y Bocacangrejo, ya que carecen de la influencia del muelle, mientras que la diversidad se reduce notablemente en Radazul, donde el alto contenido en arena fina y limos dificultaría la existencia de ciertas especies de anélidos meiofaunales. Cabe destacar que en la estación de Tabaiba se encuentran más especies detritívoras que en Bocacangrejo, donde aparecen más pautas tróficas con especies de alimentación omnívora y depredadora. La presencia de los detritívoros en Tabaiba podría estar indicado por el aporte de la materia orgánica por parte del emisario y otros tipos de antropogenización de la zona.

En relación a ostrácodos y tubificidos, ejercen un papel bioindicador de la presencia de fondos aplacerados y porcentajes altos de MO en los sedimentos de fondos someros de Radazul.

## 6. Conclusiones / Conclusions

- Los altos porcentajes de MO en los sedimentos submareales someros de las estaciones estudiadas, bastante superiores al registrado en otros enclaves que carecen de emisarios en la isla de Tenerife, son indicios de la influencia antropogénica y la del emisario en esta zona, sobre todo en Tabaiba y Radazul.

- Se identifican bioindicadores por la presencia de la MO ligada al tipo granulométrico de los sedimentos, siendo las poblaciones de tanaidáceos, ostrácodos y oligoquetos los que con su presencia determinan un alto porcentaje de MO.

- La mayor diversidad meiofaunal en número de especies se produce en Bocacangrejo y Tabaiba, mientras que la menor se obtiene en Radazul, influenciada por el muelle deportivo.

- Comparando los grupos tróficos en Bocacangrejo y Tabaiba, se observa un mayor número de detritívoros en Tabaiba, con grupos tróficos más variados en Bocacangrejo, menos detritívoros y más onmívoros y depredadores.

- The high percentages of organic matter in the shallow subtidal sediments of the studied stations, which is considerably higher than that recorded in other enclaves that lack emissaries on the island of Tenerife, are indications of anthropogenic and emissary influence in this area, especially in Tabaiba and Radazul.

- Bioindicators are identified by the presence of the organic matter linked to the granulometric type of the sediments, being the populations of tanaidaceos, ostracods and oligochaetes those that with their presence determine a high percentage of organic matter.

- The greatest meiofaunal diversity in number of species occurs in Bocacangrejo and Tabaiba, while the smallest is obtained in Radazul, influenced by the sports dock.

- Comparing the trophic groups in Bocacangrejo and Tabaiba, a greater number of detritivores is observed in Tabaiba, with more varied trophic groups in Bocacangrejo, less detritivores and more omnivores and predators.

## 7. Bibliografía

- Albuquerque, E.F., A.P. Brandão Pinto, A. d'Alcântara De Queiroz & V. Gomes.** 2007. Spatial and temporal Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 61 (1): 59-73, March 2013 71 changes in interstitial meiofauna on a sandy ocean beach of South America. Braz. J. Oceanogr. 55: 121-131.
- Armenteros, M., G. González-Sansón & R. Lalana.** 2003. Composición y abundancia del meiobentos en un sector sublitoral de ciudad de La Habana, Cuba. Rev. Inv. Mar. 24:3-10.
- Bouyoucos, G.J.** 1962. "Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils," Agronomy Journal, Vol. 54, No. 5, pp. 464-465.
- Brito-Castro, M.C.** 1999. Estudio de las comunidades intersticiales del sebadal (*Cymodocea nodosa*) en Canarias con especial referencia a los anélidos poliquetos.
- Buchanan, J.B.** 1984. Sediment analysis, pp 41-65 in Holme, N.A. & A.D. McIntyre (eds.). Methods for the study of marine benthos. Blackwell, Oxford.
- Clarke, K.R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., Warwick, R. M.** 2014. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 3<sup>rd</sup> edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Coull, B.C.** 1999. "Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats." Australian Journal of Ecology 24: 327-343.
- Cruz, M.** 1996. Estudio del meiobentos en el Golfo de Guayaquil, (Río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico, 9(1). p. 177-185
- Danovaro, R. & M. C. Gambi,** 2004. Chapter 3. Meiofauna. Mediterranean marine benthos: a manual of methods for sampling and study. M. C. Gambi and M. Dappiano. Genova, Societa Italiana Di Biologia Marina. 11: 55-97.
- Decho, A.W., W.D. Hummon & J.W. Fleeger.** 1985. Meiofauna-sediment interactions around subtropical seagrass sediments using factor analysis. J. Mar. Res. 43: 237-255.
- Dragesco, J.** 1960. Cilie's me'sopsammiques littoraux. Systématique, morphologie, e'cologie. Trav Stn Biol Roscoff 12, 1-356.
- Gelman F., R. Binstock & L. Haliez .** 2011. Application of the Walkley-Black titration for organic carbón quantification in organic rich sedimentary rocks.
- Giere, O.** 2008. *Meiobenthology : the microscopic motile fauna of aquatic sediments*. Berlin London: Springer.
- Heip, C., M. Vincx & G. Vranken** 1985. "The ecology of marine nematodes." Oceanography and Marine Biology. An Annual Review 23: 399-489.

- López-Cánovas, C.I. & R. Lalana.** 2001. Benthic meiofauna distribution at three coral reefs from SW of Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 22: 199-204.
- Mare, M.F.,** 1942. A Study of the Marine Benthic Community with Special Reference to the Microorganisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 25: 517-554.
- Monniot, F.,** 1962. Recherches sur les graviers à Amphioxus de la region de Banyulssur-Mer. *Vie Milieu*, 13: 232-322.
- Nishi, E. & J. Núñez** 1999. A new species of shallow water Sabellariidae (Annelida: Polychaeta) from Madeira Island, Portugal, and Canary Islands, Spain. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 17A: 37-42. Ponta Delgada. ISSN 0873-4704.
- Platt, H.M, y Warwick, R.M.,** 1988. Freelifving Marine Nematodes. *British Chromadorids. Part II. The Linnean Society of London and The Estuarine and BrackishWater Sciences Association*, nº 38: 1-502.
- Riera-Elena, R., J. Núñez-Fraga, M.C. Brito-Castro,** 2006. "Biodiversidad meiofaunal de las playas de Los Abrigos del Porís y de Los Cristianos en la isla de Tenerife: estructura y dinámica de sus comunidades". *Ecosistemas*. Vol. 15, n. 3. ISSN 1697-2473, pp. 117-124
- Ruiz-Abierno, A.** 2013. Diversidad y distribución de la macro – y meiofauna (especialmente nematodos) en el ecosistema arrecifal de Punta Francés, Cuba.
- Sandulli, R. & S. De Zio Grimaldi.** 2000. Status of intertidal meiofauna along an Albanian coastline exposed to the possible influence of Durres sewer. *Biol. Mar. Medit.* 7: 731-733.
- Suderman, K. & D. Thistle** 2003. "A microcosm system for the study of pollution effects in shallow, sandy, subtidal communities." *Environmental Toxicology and Chemistry* 22(5): 1093-1099.
- Tait, R.V.,** 1987. *Elementos de Ecología Marina*. Editorial Acribia, S:A:, 446 pp.
- Tita, G., G. Desrosiers, M. Vincx, J.-P. Gagné & J. Locat** 1999. "Size spectra, body width and morphotypes of intertidal nematodes: an ecological interpretation." *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1007-1015.
- Vásquez-Suárez, A., M. González, O. Díaz & I. Liñero-Arana.** 2010. Variación temporal de la meiofauna en sedimentos del sistema lagunar "Laguna de Raya", Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Interciencia* 35: 1-7.
- Veiga-Sánchez, M.P.** 2008. La meiofauna intermareal de sustratos blandos de la ría de O Barqueiro (Galiza). Tesis Doctoral.