

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Incrustaciones biológicas en
sustratos artificiales para la puesta de
sepia en fondos arenosos: estructura
de la biocenosis.”**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Mar Giménez Delcamp

Tutor/a:

Miguel Rodilla Alamá

GANDIA, 2021

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

Resumen

Los cefalópodos son organismos de gran importancia pesquera, por lo que es importante sustentar estos organismos. Para ello la Cofradía de Pescadores de Gandía ha sumergido unas líneas para la puesta de huevos de *Sepia officinalis* frente la playa de Guardamar a las cuales han denominado sepieras. Estas se encuentran fondeadas en un área de 7500 m² sobre un fondo arenoso, el cual predomina ampliamente sobre los sustratos duros en el medio marino. Debido a la escasez de este tipo de sustratos artificiales, estos son rápidamente colonizados por los organismos adaptados a vivir en fondos duros que deben competir fuertemente entre sí para obtener un espacio donde fijarse y prosperar. Este trabajo tiene como objetivo averiguar la composición y la estructura de los organismos que colonizan las estructuras artificiales, y analizar como avanza esta colonización en el tiempo estudiando dos sepieras fondeadas en distintos periodos de tiempo. Se han observado un total de 39 especies en las dos muestras obtenidas, con una gran diferencia entre las dos sepieras tanto en numero de especies, de individuos y de biomasa. Entre los organismos observados destacan los anfípodos de la especie *Apocorophium acutum*, el cual se ha encontrado en grandes cantidades y se considera la base alimenticia de muchos organismos, así como las ascidias e hidozoos que son responsables de la complejidad estructural en el sustrato que permite albergar a muchas especies.

Palabras clave: Incrustación; sustratos artificiales; especies

Summary

Cephalopods are organisms of great fishing importance, so it is important to sustain these organisms. For this, the Gandía Fishermen's Association has submerged some lines for the laying of *Sepia officinalis* eggs in front of the Guardamar beach, which they have called sepieras. These are anchored in an area of 7,500 m² on a sandy bottom, which largely predominates over hard substrates in the marine environment. Due to the scarcity of this type of artificial substrates, they are quickly colonized by organisms adapted to live in hard bottoms that must compete strongly with each other to obtain a space to fix themselves and thrive. The objective of this work is to find out the composition and structure of the organisms that colonize artificial structures, and to analyze how this colonization progresses over time by studying two cuttlefish anchored in different periods of time. A total of 39 species have been observed in the two samples obtained, with a great difference between the two seperas both in number of species, individuals and biomass. Among the organisms observed, the amphipods of the species *Apocorophium acutum* stand out, which has been found in large quantities and is considered the food base of many organisms, as well as the sea squirts and hydrozoa that are responsible for the structural complexity in the substrate that allows them to host to many species.

Key words: Fouling; artificial substrates; species

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
3.1 Zona de estudio	7
3.2 Metodología de muestreo	8
3.3 Procesado muestras	9
3.4 Determinación taxonómica	10
4. RESULTADOS	11
5. DISCUSIÓN	20
6. CONCLUSIONES	34
7. BIBLIOGRAFÍA	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Proceso de biofouling	6
Figura 3.1 Localización de la zona de estudio	8
Figura 3.2 Colonización de los organismos en la sepiera	9
Figura 3.3 Cabo de la sepiera limpio	9
Figura 3.4 Poliquetos secados en la estufa	10
Figura 4.1 Variedad de especies por filo en cada réplica	12
Figura 4.2 Biomasa obtenida en cada réplica	14
Figura 5.1 <i>Pennaria disticha</i> en el medio marino	20
Figura 5.2 Cantidad de <i>Pennaria disticha</i> obtenida en cada una de las réplicas	21
Figura 5.3 <i>Hiatella arctica</i>	22
Figura 5.4 <i>Mytillus galloprovincialis</i>	22
Figura 5.5 <i>Musculus costulatus</i>	22
Figura 5.6 <i>Ostrea stentina</i> en la sepiera	22
Figura 5.7 <i>Mimachlamys varia</i>	23
Figura 5.8 <i>Parvicardium scriptum</i>	23
Figura 5.9 <i>Tenelia adspersa</i>	23
Figura 5.10 <i>Doto rosea</i>	23
Figura 5.11 <i>Dicata odhneri</i>	24
Figura 5.12 <i>Leptoplana mediterranea</i>	24
Figura 5.13 Puesta de huevos de <i>Sepia officinalis</i>	25
Figura 5.14 <i>Sepia officinalis</i>	25
Figura 5.15 <i>Syllido</i>	26
Figura 5.16 <i>Serpulido</i>	26
Figura 5.17 <i>Sabella</i>	27
Figura 5.18 <i>Sabella pavonina</i>	27
Figura 5.19 <i>Eumida sanguínea</i>	27
Figura 5.20 <i>Harmothoe</i>	27
Figura 5.21 <i>Pseudomystides limbata</i>	27
Figura 5.22 <i>Paraonido</i>	27
Figura 5.23 <i>Neanthes acuminata</i>	28
Figura 5.24 <i>Macropodia longirostris</i>	29
Figura 5.25 <i>Megalopa de brachyura</i>	29
Figura 5.26 <i>Eualus cranchii</i>	29
Figura 5.27 <i>Pilumnus hirtellus</i>	29
Figura 5.28 <i>Synalpheus gambarelloides</i>	29
Figura 5.29 <i>Pisidia</i>	29
Figura 5.30 <i>Processa sp.</i>	30
Figura 5.31 <i>Apocorophium acutum</i>	20
Figura 5.32 <i>Erichthonius brasiliensis</i>	20
Figura 5.33 <i>Phallusia mammilata</i>	31
Figura 5.34 <i>Hippocampus guttulatus</i>	32
Figura 5.35 <i>Schizobrachiella sanguínea</i>	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Fecha de obtención de las muestras	8
Tabla 4.1 Número de especies identificadas en todo el estudio	11
Tabla 4.2 Biomasa total de cada filo en gramos y valor relativo	13
Tabla 4.3 Especies identificadas en la SEP1-R1	14
Tabla 4.4 Especies identificadas en SEP1-R2	16
Tabla 4.5 Especies identificadas en SEP2-R1	18
Tabla 4.6 Especies identificadas en SEP2-R2	19

1. INTRODUCCIÓN

Los cefalópodos son actualmente un recurso pesquero muy importante debido a su abundancia, su rápido crecimiento y la calidad de su carne (Almonacid, 2006) y también son componentes clave del ecosistema del océano mundial (de la Chesnais et al. 2019), ya que dentro del ecosistema actúan tanto como presas, depredadores o vectores de parásitos (Guerra et al., 2013). Aunque las poblaciones han incrementado de forma rápida durante estos últimos años debido al calentamiento global y la sobreexplotación de la pesca de peces (Doubleday et al., 2016), en las zonas de explotaciones pesqueras como la Comunidad Valenciana sería necesario garantizar la sostenibilidad de la pesca, para ello se han desarrollado e instalado una serie de estructuras artificiales que se han desarrollado a partir del trabajo realizado por Feliu (2016).

Para la pesca de cefalópodos en el sur de Europa predominan las técnicas artesanales, en este tipo de pesca se utilizan redes de enmalle, trasmallos y otros métodos más selectivos como son, como trampas, señuelos, jigs y lanzas (Pierce et al., 2010). Los cefalópodos para reproducirse migran de las aguas más profundas a la costa, donde encuentran aguas someras en las que reproducirse y desovar, esta época se aprovecha para pescarlos (Bloor et al., 2013). Esta técnica puede tener un gran impacto en la reproducción de esta especie ya que se captura a hembras maduras que se disponen a poner los huevos (Blanc y Daguzan, 1998) y hay que tener en cuenta que estos organismos son semelparos, es decir, se reproducen solamente una vez en su ciclo vital y desovan una vez solo.

La sepia común se reproduce en las estaciones de primavera y verano, cuando las aguas son más cálidas. Mientras que el periodo de puesta es más amplio, abarcando todo el año, aunque es más frecuente en febrero y septiembre (Guerra, 1992). Para la puesta de huevos estas especies realizan puestas dispersas en soportes semirrígidos, independientemente de que estén resguardados o no, estos individuos depositan las puestas y luego las abandonan (Tirado et al., 2003). Los juveniles de *Sepia officinalis* nacen en forma de paralarva, siendo idénticos a los adultos, pero en fase planctónica y tienen la capacidad de fijarse a sustratos duros evitando ser arrastrados por la corriente (Almonacid, 2006). Por ello estas estructuras fondeadas servirán como sustrato al que sujetan los huevos (Feliu, 2016) y también un buen hábitat de soporte para los juveniles. Además, también sirve para la colonización de muchos otros organismos, ya que muchos organismos marinos que viven arrastrados por las corrientes en su fase larvaria, necesitan encontrar una superficie sólida para poder completar su ciclo de vida. Los sustratos duros no son muy comunes en el medio marino, sólo un 10% de los fondos marinos naturales son un sustrato de este tipo. Por ello cualquier superficie dura que sea introducida en el medio marino será rápidamente colonizada por organismos, puesto que es un hábitat limitado por el que competir (Levinton, 1995). La competencia se expresa como sobrecrecimiento, subvaloración, secreción de venenos etc. (Levinton, 1995). Debido a este tipo de colonizaciones con el tiempo es necesario limpiar las estructuras para mantenerlas.

Esta colonización del sustrato es conocido como fouling, el cual tiene varias definiciones una de ellas es la dada por Wahl (1989): El fouling es el proceso de colonización de cualquier superficie sólida, viva o muerta.

Otros autores como Flemming (1991), diferencian el fouling en cuatro tipos diferentes según como sea colonizada la superficie:

- Fouling por precipitación: depósito de materia inorgánica precipitada.
- Fouling orgánico: deposición de sustancias orgánicas.
- Fouling particulado: deposición de partículas.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Biofouling: adhesión de microorganismos a superficies y desarrollo de biopelículas.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores podemos decir que en el caso de nuestro estudio nos centramos en el biofouling. Una mejor definición para el concepto de biofouling es la dada por Evans y Hoagland (1986), los cuales dicen que la acción y crecimiento de micro y macroorganismos sobre cualquier sustrato sumergido natural o construido por el hombre.

Este proceso empieza a los pocos segundos de la inmersión, empezando por acumular materia orgánica disuelta como proteínas, fragmentos de proteínas y polisacáridos (Kristensen et al., 2008) formando una capa que puede ser fácilmente colonizada por bacterias (Ralston y Swain 2009). En la segunda fase empieza la colonización por bacterias, levaduras, algas unicelulares (especialmente diatomeas) y protozoos. Estos organismos tienen la capacidad de producir sustancias que les permiten adherirse al sustrato artificial formando un biofilm, el cual será la base para las siguientes fases de colonización (Meseguer, 2017). Después de 1 o 2 horas, se ha producido la primera etapa del biofilm que consiste en atraer a las bacterias cerca de la superficie, la siguiente etapa es la adhesión de estas bacterias debida a efectos bioquímicos como la secreción de polímeros, finalmente, la tercera y cuarta fase consisten en agregación celular de microcolonias y la maduración de estas (Fux et al., 2005).

La tercera etapa del biofouling (figura 1.1) empieza una vez el biofilm está completamente formado. En esta etapa aparecen los colonizadores secundarios, que son esporas de macroalgas y protozoos, además debido a los polímeros y la rugosidad que hay en el sustrato por las colonias microbianas se atrapan fácilmente otras partículas y organismos que son atraídos por estímulos sensoriales. De este modo se realiza el cambio de una comunidad compuesta por bacterias a una un poco más compleja la cual incluye productores primarios multicelulares, herbívoros y descomponedores (Meseguer, 2017).

El biofilm está formado alrededor de toda la superficie una vez han transcurrido dos horas desde la inmersión. La composición química del biofilm no se sabe exactamente cual es, algunos autores como Baier (1972) defiende que este film está formado por glicoproteínas, mientras que otros autores afirman que es un conjunto de ácidos grasos y lípidos (Wangersky, 1976) o por sustancias húmicas macromoleculares (Loeb y Neihof, 1975). Lo que sí sabemos es que el biofilm produce compuestos químicos que inducen al asentamiento de macroorganismos, como son algas, moluscos o cnidarios (Pawlik 1992).

La cuarta y última etapa corresponde a la colonización terciaria, que empieza a las 2 o 3 semanas y consiste en la aparición de macroorganismos. Este asentamiento de macroorganismos se llama macrofouling. Los macroorganismos que producen el macrofouling principalmente son organismos sésiles que viven en zonas someras a lo largo de la costa (WHOI, 1952). También puede haber organismos de vida libre, ya que es un lugar que les proporciona alimento y refugio de modo que viven en simbiosis con las otras especies compartiendo sustrato (Hincapié-Cárdenas, 2007).

Se conocen unas 4000 especies marinas que viven sobre estructuras artificiales, esto solamente representa una pequeña parte de todas las especies de fauna y flora marinas conocidas. Para poder vivir adheridos al sustrato los organismos deben tener ciertas características, como la facilidad de adherirse fuertemente y rechazar las fuerzas que los repelen, además de ser resistentes a variaciones de condiciones ambientales para predominar sobre otros más sensibles y poder colonizar el espacio. Normalmente este tipo de sustrato está compuesto por organismos que segregan tubos de calcio o

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

contienen algún tipo de concha o esqueleto (Bivalvos, poliquetos tubícolas, briozoos...) junto otros de estructura blanda (algas, hidrozooos, ascidias...)

En este caso los parámetros ambientales tienen una gran importancia como pueden ser la temperatura del agua, iluminación, hidrodinamismo y profundidad. Maloney et al. (1958) afirman que en lugares fríos con grandes cambios de temperatura solamente vive una generación de los organismos colonizadores durante el periodo en que las aguas de la zona están templadas. Otros estudios como el de Kashin et al. (2003), realizado en Hawaii donde no hay grandes cambios de temperatura en las diferentes estaciones, se observó que los organismos crecían a lo largo de todo el año sin interrupción. La radiación solar es un factor importante, que afecta porque produce variaciones en la temperatura y salinidad del agua y además también es importante en el crecimiento de los organismos fotosintéticos que viven adheridos al sustrato (Rajagopal, 1997).

Una vez el sustrato artificial ha sido colonizado la mayoría de los procesos se ven modificados, debido a que los organismos compiten entre ellos por los nutrientes, intercambio de oxígeno, luz e intentan evitar la colonización de otros organismos competidores (Pawlik, 1992).

En la figura 1.1 podemos observar gráficamente el proceso de fouling:

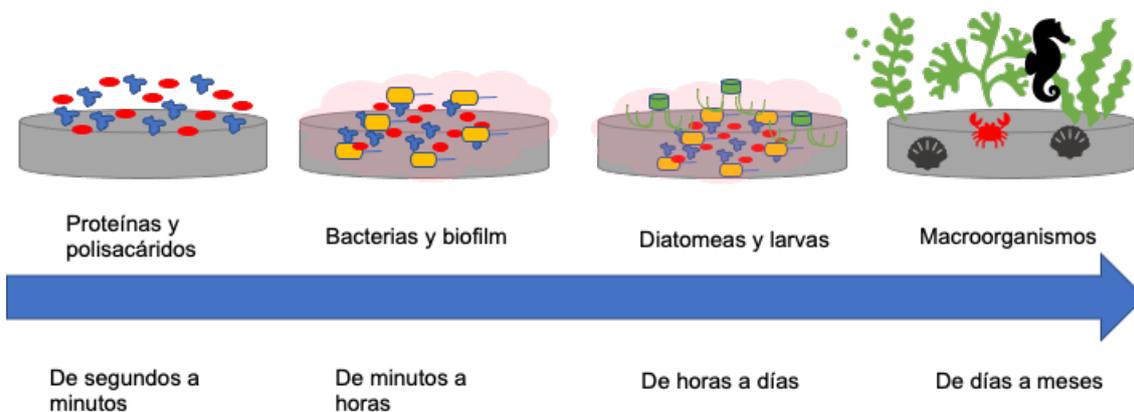


Figura 1.1: Proceso de biofouling.

La colonización de estos sustratos se puede ver modificada por distintos factores, que pueden ser tanto bióticos como abióticos. Los factores abióticos más importantes según Ros et al. (1989) son los siguientes:

- La iluminación determina el desarrollo de unos organismos u otros y también determina la temperatura del agua.
- La presión hidrostática, afecta a la solubilidad de carbonatos, por lo que es importante para aquellos organismos que tienen esqueletos o conchas.
- Composición del sustrato.
- Composición y características fisicoquímicas del agua.
- Hidrodinamismo el cual condiciona la comunidad bentónica.

Ros et al. (1989) también definieron los factores bióticos más importantes en la colonización de un sustrato artificial:

- Alteración del sustrato, esto es porque una comunidad puede modificar un sustrato artificial de su forma inicial.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- La creación de microclimas facilita el asentamiento de algunas especies, pero también dificulta el de muchas otras.
- Competencia entre especies, esto imposibilita la adhesión al sustrato de especies más débiles que no pueden superar los mecanismos inhibidores de las especies más fuertes.
- Depredación, la cual determina la abundancia y la distribución de las especies que son presas por las especies depredadoras.
- Ciclos estacionales y migraciones, producen cambios en la estructura de la comunidad a largo plazo.

Por tanto, conocer que organismos se desarrollan sobre un sustrato artificial como interaccionan entre si y que papel juegan en la consecución de los fines para los que se ha sumergido un sustrato artificial son fundamentales para poder comprender las interacciones entre especies y poder mejorar el funcionamiento de los sustratos artificiales que pretenden favorecer o ayudar a mejorar la gestión pesquera.

2. OBJETIVOS

Se han planteado los siguientes objetivos:

- Realizar un análisis taxonómico de las distintas especies que se pueden encontrar en un sustrato artificial en la playa de Guardamar.
- Comparar los organismos que viven en sepieras instaladas en distintos periodos de tiempo.
- Analizar la estructura de la biocenosis de las sepieras.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

El estudio se realizó en un sustrato artificial sumergido por la Cofradía de pescadores de Gandía para favorecer la puesta de huevos de sepia. Estas estructuras han sido denominadas sepieras por la comunidad de pescadores, y consisten en un cabo base de aproximadamente 300 metros que cuenta con un cabo de 50 cm y una pequeña boya cada metro de longitud. El cabo vertical un cabo se mantiene erguido por el empuje del flotador y sujetas al cabo se sitúan tres bridas de unos 10 cm de longitud que quedan perpendiculares al cabo y orientadas en tres direcciones distintas (figura 3.3).

Las sepieras encuentran fondeadas en la zona costera de la localidad de Guardamar, al sur del puerto de Gandía (mar Mediterráneo Occidental) (figura 3.1). A una distancia de 1,24 km de la costa y a una profundidad de 9 m sobre un fondo blando y móvil, como son las arenas finas infralitorales.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 3.1: Localización de la zona de estudio.

3.2 Metodología de muestreo

Para la obtención de muestras se llegó hasta la zona donde se encuentran las sepieras con una embarcación neumática de 7,5m de eslora. Una vez allí fue necesaria la ayuda de dos buceadores con escafandra autónoma que se sumergieron para poder obtener las muestras.

El método en el que se obtuvieron las muestras fue usando bolsas de plástico, con las que rodearon los cabos de la sepiera ya colonizados (Figura 3.2) para obtener tanto los organismos que hay adheridos a esta como los que se encuentran en el medio marino alrededor, una vez dentro la bolsa se anuda y se lleva a la superficie donde se guardan las bolsas dentro de cubos de plástico.

Se obtuvieron muestras de dos sepieras, las cuales se colocaron en diferentes periodos de tiempo. De cada una de las sepieras se escogieron aleatoriamente dos cabos, de modo que hay dos réplicas de cada una. En la siguiente tabla se especifica más las fechas en que se pusieron y en las que se quitaron las sepieras.

Tabla 3.1: Fecha de obtención de muestras.

	Fecha instalación	Fecha muestreo
Sepiera 1	Agosto-2020	13/05/2021
Sepiera 2	Marzo-2021	4/06/2021

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



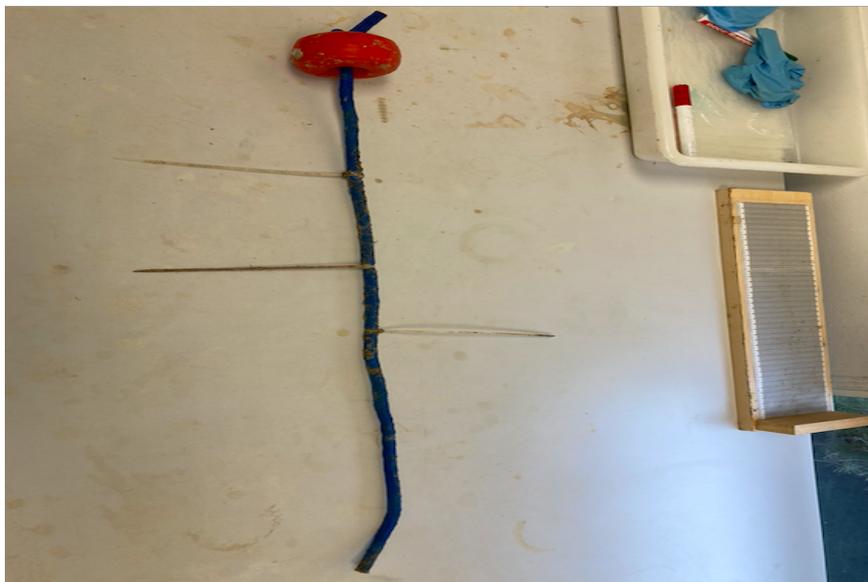
Figura 3.2: Colonización de organismos en las sepieras.

3.3 Procesado muestras

Las muestras obtenidas se llevan al laboratorio cada una en su bolsa de plástico y una vez allí empieza su procesado antes de poder analizarlas. El primer paso es realizar un tamizado de cada réplica con una malla para separar los organismos del agua de mar que se encuentra dentro de la bolsa utilizada en el muestreo, además, también se separan los organismos adheridos al cabo de la sepiera.

Una vez se han separado los organismos del cabo, el cual podemos ver limpio en la figura 3.3, y del agua de mar se introducen en formol al 10% para que estos se fijen. Debido a que la penetración del formol en tejido es de 1 mm/hora se dejaron durante 42 horas para asegurarse de que estaban bien fijados todos los organismos, ya que en general la mayoría de los organismos eran de tamaño muy pequeño, pero había algunos de más volumen.

Pasadas las 48 horas, cada réplica se introduce en un bote, el cual se etiqueta y dentro de este se pone una mezcla de alcoholes (1-2-propilenglicol al 5% y 2-fenoxietanol al 0,5%) que actúan como conservante.



Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

Figura 3.3: Cabo de la sepiera limpio.

Seguidamente se realiza la determinación taxonómica de todos los organismos obtenidos de los cabos, y se realiza un conteo de todos los individuos de cada especie obtenidos en cada réplica. No se puede obtener el número de individuos de todos los organismos, ya que algunos son coloniales, por lo que de estos solo podremos obtener la biomasa que hay en la muestra, mientras que los organismos unitarios si que pueden contarse.

Una vez se ha finalizado la determinación se procede al cálculo de la biomasa en peso seco, para ello se han hecho recipientes de aluminio (figura 3.4), los cuales se pesan y posteriormente se ponen todos los organismos de la misma especie de una réplica, luego estos se ponen en la estufa a 100°C hasta alcanzar un peso constante. Una vez el peso es constante se anotan los resultados y para obtener la biomasa se resta el peso de la bandeja al peso final obtenido.



Figura 3.4: Poliquetos secados en la estufa.

3.4 Determinación taxonómica

La determinación taxonómica se realizó en 2 partes, primero se separaron todos los organismos en grupos generales y se guardaron en distintos botes, también correctamente etiquetados. Una vez tenemos todos los organismos separados en grandes grupos se intenta llegar al taxón más bajo posible de cada uno, la mayoría de los casos se ha llegado hasta la determinación de la especie, pero en algunos casos no se ha podido determinar con exactitud ya que los organismos podían estar fragmentados

En esta parte se utilizaron varios libros, que son los siguientes:

Determinación crustáceos:

- Zariquey (1968).
- Barrientos (2004).

Determinación moluscos:

- Trainito & Doneddu, 2014).
- Gofas et al (2011).
- Poppe & Goto (1991).

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Giannuzzi-Savelli (1999).

Determinación amphipodos:

- Castellani & Edwards (2017).
- Bellan-Santini et al. (1993).
- Chevreux & Fage (1970).

Determinación poliquetos:

- Viéitez et al. (2004).
- San Martín (2003).
- Campoy (1982).

Determinación de varias especies de distintos filos:

- Riedl (1983).

4. RESULTADOS

Tras el análisis de los 4 cabos de sepiera analizadas se han identificado un total de 41 especies pertenecientes a 7 filos: Arthropoda (Malacostraca, Thecostraca); Annelida (Polychaeta); Mollusca (Bivalva, Gastropoda, Cephalopoda); Chordata (Ascidiacea); Bryozoa; Cnidaria (Hydrozoa) y Rhodophyta.

En los resultados obtenidos hay que tener en cuenta que, en el caso de los briozoos, hidrozooos y algas rojas ha sido imposible determinar el número de individuos ya que estaban fragmentados. Además, en el caso de los caballitos de mar (*Hippocampus guttulatus*) no se ha determinado la biomasa ya que fueron capturados y liberados in situ debido a que es una especie protegida según el Real Decreto 139/2011, del 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Tabla 4.1: Número de especies identificadas en todo el estudio.

FILO	RIQUEZA	VALOR RELATIVO
ANNELIDA	13	31,7 %
MOLLUSCA	12	29,3 %
ARTHROPODA	11	26,8 %
CHORDATA	2	4,9 %
BRYOZOA	1	2,4 %
CNIDARIA	1	2,4 %
RHODOPHYTA	1	2,4 %
SUMA	41	100%

Analizando conjuntamente todas las muestras obtenidas podemos observar en la tabla 3.1 que los filos más abundantes que viven en las sepieras son annelida, mollusca y arthropoda, ya que contienen el 31,7 %, 19,3% y 26,8% de las especies identificadas respectivamente. Los demás filos son mucho menos representativos, ya que solo predominan 2 especies en filo chordata y del resto de filos solo podemos encontrar una especie en las líneas de sepia.

En el siguiente gráfico podemos observar la variedad de especies de cada filo en cada una de las muestras tomadas:

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

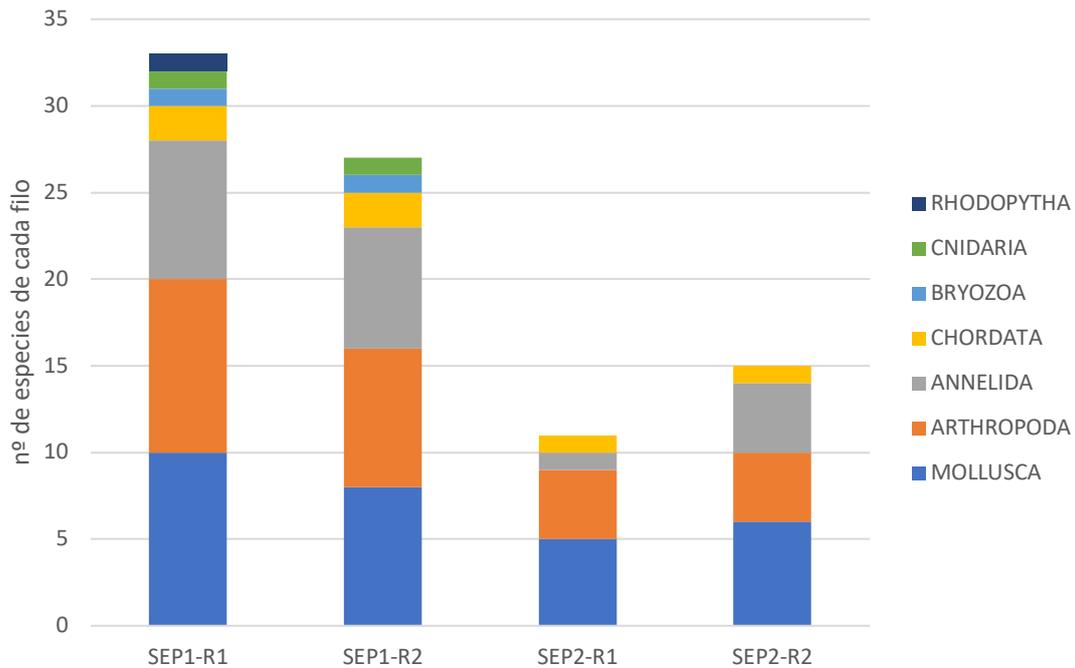


Figura 4.1: Variedad de especies por filo en cada réplica.

En el gráfico de la figura 4.1 podemos observar que en la sepiera 1, hay una mayor diversidad de especies debido a que ha estado más tiempo sumergido en el agua por lo que ha habido más tiempo para la colonización de esta. Por lo contrario, en la sepiera dos hay poca diversidad de especies, pudiéndose apreciar claramente la diferencia en el gráfico.

Entre la réplica 1 y 2 de cada una de las sepieras hay ligeras diferencias, aunque no se consideran significativas.

Las especies encontradas en cada filo son las siguientes:

- Crustaceos:
 - Psidia sp.
 - Macropodia longirostris (Fabricius, 1775).
 - Megalopa de Brachyura.
 - Eualus cranchii (Leach, 1817).
 - Processa sp.
 - Pilumnus hirtellus (Linnaeus, 1761).
 - Amphibalanus amphitrites (Darwin, 1854).
 - Synalpheus gambarelloides (Nardo, 1847)
- Anfípodos:
 - Apocorophium acutum (Chevreux, 1908)
 - Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853)
- Poliquetos:
 - Syllidae sp.
 - Eumida sanguinea (Örsted, 1843).
 - Serpulidae sp.
 - Harmothoe Kinberg, 1856
 - Pseudomystides limbata (Saint-Joseph, 1888).
 - Paraonidae Cerruti, 1909 ,
 - Neanthes acuminata (Ehlers, 1868)
 - Terebellidae H. Adams & A. Adams, 1854 .

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- *Eulalia Savigny*, 1822 .
- *Sabella Linnaeus*, 1767
- *Mysta picta* (Quatrefages, 1866)
- *Pectinaria Lamarck*, 1818 .

- Moluscos:
 - *Doto rosea* Trinchese, 1881.
 - *Leptoplana mediterranea* Bock, 1913
 - Nudibranchio Cuvier, 1817.
 - *Dicata odhneri* Schmekel, 1967.
 - *Tenellia adspersa* (Nordmann, 1845).
 - *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758.
 - *Musculus costulatus* (Risso, 1826).
 - *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819.
 - *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767).
 - *Ostrea stentina* Payraudeau, 1826.
 - *Parvicardium scriptum* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1892).
 - *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758).

- Bryozoo
 - *Schizobrachiella sanguinea* (Norman, 1868).

- Rhodophyta:
 - *Halopithys incurva* (Hudson) Batters, 1902.

- Cnidaria:
 - *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820.

- Chordata:
 - *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829.
 - *Phallusia mammillata* (Cuvier, 1815).

En la siguiente tabla se ha sumado la biomasa total de cada filo, es decir, se han tenido en cuenta las muestras obtenidas en las dos sepieras.

Tabla 4.2: Biomasa total de cada filo en gramos y valor relativo.

FILO	SEP1-R1	SEP1-R2	SEP2-R1	SEP2-R2	TOTAL
RHODOPHYTA	18,512 (42%)	0,078 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	18,590
MOLLUSCA	12,461 (29%)	41,356 (65 %)	0,535 (49 %)	0,4255 (43 %)	54,777
CNIDARIA	6,509 (15 %)	10,776 (17 %)	0,272 (25 %)	0,1779 (18 %)	17,735
ARTHROPODA	2,942 (7%)	3,692 (6 %)	0,249 (23%)	0,3604 (36 %)	7,244
CHORDATA	1,486 (3 %)	7,544 (12 %)	0 (0%)	0	9,030
BRYOZOA	1,404 (3 %)	0 (0%)	0 (0%)	0	1,404
ANNELIDA	0,279 (1 %)	0,570 (1 %)	0,0307 (3 %)	0,0268 (3 %)	0,907
SUMA	43,593	64,016	1,087	0,991	109,686

En la tabla 4.2 podemos observar que en el total de biomasa el filo Mollusca es el que tiene un mayor porcentaje, destacando especialmente en la réplica 2 de la sepiera 1, en la réplica 1 de esta sepiera la biomasa de moluscos disminuye notablemente respecto a la otra réplica, pero sigue siendo bastante elevada respecto a las dos réplicas de la sepiera 2.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

En la sepiera 2 réplica 1 el filo Rhodophyta es el que tiene un porcentaje de biomasa muy elevado, aunque también podemos observar que este solo se acumula casi por completo en esta réplica y una parte muy pequeña de esta biomasa en la sepiera 1 réplica 2.

El filo Anélida, a pesar de ser el que más biodiversidad de especies presenta en las diferentes sepieras, su biomasa es mucho menor ya que son organismos pequeños y con poca biomasa, ocupando solamente un 1 % de la biomasa total.

En el siguiente gráfico podemos ver una comparación de la biomasa total de cada filo en las 4 réplicas.

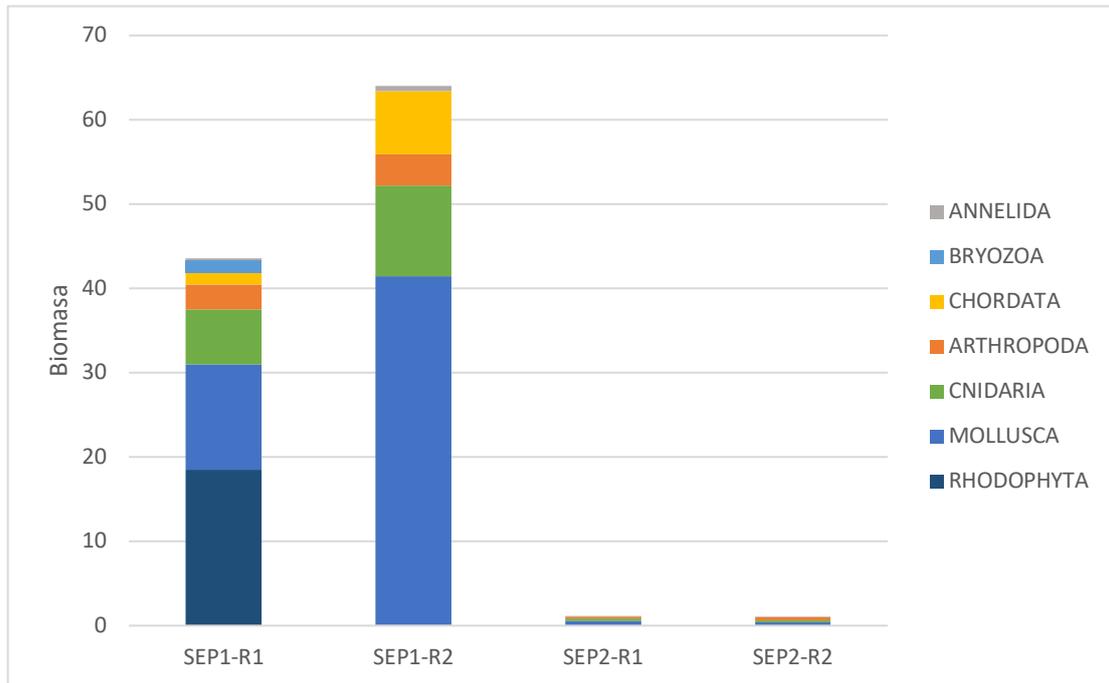


Figura 4.2: Biomasa obtenida en cada réplica.

El gráfico de la figura 4.2 muestra de forma clara como la biomasa de los organismos en las sepieras aumenta con el paso del tiempo, esto ocurre debido a el número de individuos de cada especie que es mayor, así como la aparición de algunos filos como los moluscos que son organismos capaces de colonizar un sustrato rápidamente en grandes cantidades y organismos como rhodophyta en la sepiera 1 réplica 1 que es un organismo bastante más grande que los demás y ocupa una gran proporción de la biomasa.

Fijándonos solo en la primera réplica de la sepiera 1 (SEP1-R1), tenemos tabla 4.3 en la que vemos todos los datos obtenidos en el laboratorio. En ella podemos encontrar todas las especies que se han encontrado en esta réplica además del número de individuos, y biomasa de cada especie.

Tabla 4.3: Especies identificadas en la SEP1-R1.

SEPIERA 1 RÉPLICA 1				
ARTHROPODA				
CRUSTACEOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pisidia sp.</i>	2	0,222	0,259	0,037
<i>Macropodia longirostris</i>	1	0,244	0,274	0,029

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

<i>Megalopa de Brachyura</i>	49	0,265	0,379	0,114
<i>Eualus cranchii</i>	15	0,231	0,379	0,148
<i>Processa sp.</i>	1	0,225	0,252	0,027
<i>Pilumnus hirtellus</i>	2	0,357	0,433	0,076
<i>Amphibalanus amphitrites</i>	5	6,059	8,099	2,039

AMPHIPODOS

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Apoorophium acutum</i>	4633	0,221	0,337	0,337
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	817	0,228	0,323	0,135

ANNELIDA

POLIUQUETOS

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Syllidae</i>	1	0,088	0,105	0,017
<i>Eumida sanguinea</i>	1	0,075	0,077	0,002
<i>Serpulidae</i>	11	0,089	0,108	0,019
<i>Harmothoe</i>	1	0,091	0,094	0,003
<i>Pseudomystides limbata</i>	1	0,079	0,081	0,002
<i>Paraonidos</i>	35	0,087	0,103	0,016
<i>Neanthes acuminata</i>	13	0,183	0,307	0,124
<i>Terebellidos</i>	17	0,215	0,260	0,044
<i>Fragmentos</i>		0,183	0,235	0,052

MOLLUSCA

GASTROPODA

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Doto rosea</i>	2	0,143	0,147	0,004
<i>Dicata odhneri</i>	1	0,151	0,152	0,001
<i>Tenelia adspersa</i>	9	0,171	0,250	0,079
<i>Nudibranquio</i>	1	0,152	0,154	0,002

CEPHALOPODA

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
Huevos de <i>Sepia officinalis</i>	10	6,116	6,770	0,655

LEPOTOPLANA

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Leptoplana mediterranea</i>	5	0,148	0,196	0,0479

BIVALVIA

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Musculus costulatus</i>	14	0,2780	0,4089	0,131
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	101	0,436	1,027	0,804
<i>Hiatella arctica</i>	42	0,221	0,443	0,221
<i>Ostrea stentina</i>	11	6,050	16,564	10,514

BRYOZOA

ESPECIE	N ^a INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>		2,935	4,339	1,404

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

RHODOPHYTA				
FLORIDOPHYCEAE				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Halopithys incurva</i>		6,118	24,630	18,512
CNIDARIA				
HIDROZOA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pennaria disticha</i>		6,159	12,668	6,509
CHORDATA				
ASCIDIACEA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Phallusia mammillata</i>	3	6,118	7,604	1,486
ACTINOPTERYGII				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Hippocampus guttulatus</i>	1			

En esta réplica, fijándonos en la tabla 4.3, podemos observar claramente como los anfípodos son los organismos que se encuentran en una cantidad de individuos mucho mas elevada que las demás especies. Especialmente el *Apocorophium acutum*, del cual han sido contados 4633 individuos, seguido de la otra especie de anfípodo, *Erichthonius brasiliensis*, del cual se han contado 817 individuos.

El siguiente organismo que cuenta con más individuos en la sepiera es el molusco *Mytillus galloprovinciales*, los 101 individuos contados de esta especie también destacan sobre el número de individuos de los demás organismos.

En cuanto a la biomasa, los anfípodos a pesar de estar en grandes cantidades de individuos son de tamaño muy pequeño y apenas se ha obtenido un valor de 0,337 g para *Apocorophium acutum* y 0,135 g para *Erichthonius brasiliensis*.

En este caso donde se ha encontrado la mayor proporción de biomasa ha sido en el organismo colonial *Halopithys incurva* el cual tiene una biomasa de 18,5 gramos, seguido de la *Ostrea stentina* la cual a pesar de contar con únicamente 11 individuos su biomasa es de 10,5 g

Los datos obtenidos para la segunda réplica de la sepiera 1 se encuentran en la tabla 4.4:

Tabla 4.4: Especies identificadas en SEP1-R2

ARTHROPODA				
CRUSTACEOS				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pisidia</i>	7	0,380	0,409	0,0276
<i>Macropodia longirostris</i>	6	0,323	0,330	0,0075
<i>Eualus cranchii</i>	10	0,553	0,651	0,0987
<i>Pilumnus hirtellus</i>	1	0,468	0,816	0,3479
<i>Synalpheus gamberiloides</i>	1	0,237	0,261	0,0238
<i>Amphibalanus amphitrites</i>	4	6,076	8,655	2,5788
AMPHIPODOS				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

<i>Apoorophium acutum</i>	5798	0,248	0,477	0,2296
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	1188	0,233	0,352	0,1195
ANNELIDA				
POLIQUETOS				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Eulalia</i>	1	0,133	0,136	0,003
<i>Serpulidos</i>	26	0,198	0,364	0,166
<i>Paraonidae</i>	30	0,117	0,160	0,043
<i>Neanthes acuminata</i>	18	0,171	0,312	0,140
<i>Terebellidos</i>	4	0,149	0,208	0,059
<i>Sabellidos</i>	5	0,116	0,186	0,070
<i>Sabella pavonina</i>	3	0,232	0,264	0,031
<i>Mysta picta</i>	1	0,1278	0,1297	0,001
<i>Fragmentos</i>		0,1174	0,1723	0,055
MOLLUSCA				
GASTROPODA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Doto rosea</i>	3	0,154	0,161	0,008
<i>Dicata odhneri</i>	6	0,201	0,214	0,012
LEPTOPLANA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Leptoplana mediterranea</i>	12	0,120	0,179	0,070
BIVALVIA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Musculus costulatus</i>	33	0,279	0,641	0,363
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	86	0,241	1,471	1,229
<i>Hiatella arctica</i>	40	0,276	0,499	0,222
<i>Ostrea stentina</i>	36	6,114	45,563	39,448
RHODOPHYTA				
FLORIDOPHYCEAE				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Halopithys incurva</i>		0,340	0,417	0,078
CNIDARIA				
HYDROZOA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pennaria disticha</i>		6,132	16,908	10,776
CHORDATA				
ASCIDIACEA				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Phallusia mammillata</i>	5	6,153	13,698	7,544
ACTINOPTERYGII				
ESPECIE	Nª INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Hippocampus guttulatus</i>	1			

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

Como en la réplica anterior los anfípodos, especialmente *Apocorophium acutum*, son los que tienen un número mucho más alto de individuos que las demás especies. Seguidos también por *Mytilus galloprovincialis* el cual cuenta con 86 individuos. En este caso podemos decir que en el número de individuos sigue un patrón similar al de la réplica anterior. También podemos destacar algunos anélidos que se encuentran en mayor cantidad como son los paraonidos y los serpulidos.

En esta réplica se pueden observar más diferencias en cuanto a la biomasa respecto a la réplica 1 de la sepiera 1, ya que solo había una pequeña proporción de *Halopithys incurva* cuya biomasa es de 0,0778 g. En cambio, hay un aumento notable en la biomasa *Ostrea stentina*, la cual contiene la mayor biomasa encontrada en todo el estudio con 39,450 g. La biomasa de *Pennaria disticha* también aumenta hasta los 10,7755 g y de *Phallusia mammillata* que aumenta a 7,5442 g, en este caso a parte de haber más individuos también eran de mayor tamaño.

Pasamos a observar la segunda sepiera, la cual lleva menos tiempo sumergida. Empezando por la primera réplica de esta (SEP2-R1), que corresponde a los datos de la tabla 4.5:

Tabla 4.5: Especies identificadas en SEP2-R1

ARTHROPODA				
CRUSTACEOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Eualus cranchi</i>	5	0,343	0,387	0,042
<i>Megalopa de brachyura</i>	25	0,208	0,264	0,056
AMPHIPODOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Apocorophium acutum</i>	504	0,152	0,170	0,018
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	337	0,162	0,177	0,015
ANNELIDA				
POLIQUETOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Serpulidae</i>	20	0,113	0,144	0,030
MOLLUSCA				
GASTROPODA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Tenelia adspersa</i>	1	0,168	0,170	0,003
BIVALVIA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Hiatella arctica</i>	8	0,214	0,231	0,018
<i>Musculus costulatus</i>	17	0,215	0,241	0,026
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	22	0,215	0,666	0,451
<i>Parvicardium scriptum</i>	1	0,141	0,178	0,036
CNIDARIA				
HYDROZOA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pennaria disticha</i>		6,159	6,431	0,272

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

En la sepiera 2 se aprecia claramente una disminución de la variedad de especies y del número de individuos en cada una de estas. Aún así, igual que en los casos anteriores los anfípodos son los que se pueden encontrar en mayor cantidad con un total de 841 aunque también el número se reduce considerablemente respecto a las réplicas de la sepiera 1. Las megalopas de *brachyura* también se encuentran en mayor cantidad respecto a los otros organismos.

Ha habido una importante disminución en los bivalvos, como *Mytilus galloprovincialis* y especialmente *Hiatella arctica*. Además, la biomasa también se ve muy disminuida en todas las especies, siendo *Mytilus galloprovincialis* el que acumula una mayor cantidad en esta muestra con 0,4511 g seguido de *Pennaria disticha* con 0,272 g en la muestra.

Por último, tenemos los resultados de la réplica 2 de la sepiera 2 (SEP2-R2) en la tabla 4.6:

Tabla 4.6: Especies identificadas en SEP2-R2.

ARTHROPODA				
CRUSTACEOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Pisidia</i>	1	0,2118	0,4441	0,2323
<i>Megalopa</i>	9	0,1776	0,182	0,0044
AMPHIPODOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Apoorophium acutum</i>	1044	0,1665	0,2016	0,0351
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	336	0,1307	0,1495	0,0188
ANNELIDA				
POLIQUETOS				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Syllidae</i>	2	0,1414	0,1431	0,0017
<i>Serpulidae</i>	18	0,1237	0,1437	0,02
<i>Sabellidos</i>	1	0,136	0,1397	0,0037
<i>Pectinariidae</i>	1	0,1458	0,1472	0,0014
MOLLUSCA				
GASTROPODA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Tenelia adspersa</i>	1	0,1385	0,1389	0,0004
BIVALVIA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)
<i>Hiatella arctica</i>	3	0,1582	0,1649	0,0067
<i>Musculus costulatus</i>	23	0,2228	0,2598	0,037
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	15	0,2156	0,523	0,3074
<i>Parvicardium scriptum</i>	5	0,1557	0,1719	0,0162
<i>Mimachlamys varia</i>	6	0,1605	0,2183	0,0578
CNIDARIA				
HYDROZOA				
ESPECIE	Nº INDIVIDUOS	PESO 1	PESO 2	BIOMASA (g)

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

Pennaria disticha 6,0092 6,1871 0,1779
Igual que en la primera réplica hay una menor colonización debido a que ha estado menos tiempo en el agua. Siendo igual que en todas las réplicas analizadas los anfípodos se encuentran en un gran número de individuos respecto a las otras especies. Las otras dos especies más abundantes en este caso son los bivalvos *Mytilus galloprovincialis* y *Musculus costulatus*.

Respecto a la biomasa también hay una disminución importante en la mayoría de los organismos, siendo en todos los casos bastante baja, ya que la cantidad de biomasa más elevada la podemos encontrar en el bivalvo *Mytilus galloprovincialis* con únicamente 0,307 gramos.

5. DISCUSIÓN

En el filo hidrozoos la única especie encontrada es *Pennaria disticha* (figura 5.1), la cual puede encontrarse en aguas someras a poca profundidad en zonas rocosas donde hay cierta acción de las olas, su distribución es circunmglobal en aguas tropicales y templadas cálidas (Schuchert, 2009). Forma grandes colonias sobre sustratos duros y es una gran competidora en este tipo de sustratos (Knapp et al. 2011), en el mediterráneo las colonias se encuentran activas desde primavera hasta otoño debido a la temperatura de las aguas e hibernan como estolones (Brinckmann-Voss, 1970). No sería normal encontrar estos organismos en fondos arenosos a no ser que existieran estructuras duras como es el caso de las sepieras. Aunque en la figura 5.2 podemos observar que la sepiera 1 tiene mucha más biomasa, en proporción a la biomasa total de las sepieras podemos decir que la biomasa de *Pennaria disticha* es equivalente en las dos sepieras.



Figura 5.1: *Pennaria disticha* en el medio marino.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.2: Cantidad *Pennaria disticha* obtenida en cada una de las réplicas.

En cuanto a los bivalvos tenemos 6 especies. *Hiatella artica* (figura 5.3) es una de ellas, esta especie está extendida a lo largo de todo el planeta, debido a la introducción en nuevos hábitats por la acción humana y se ha ido adaptando a nuevas condiciones (Coan and Valentich-Scott 2007). Vive en fondos rocosos donde aprovecha cavidades y grietas de otros organismos que puede ensanchar con su concha o perfora por medios mecánicos o, como en este caso, también vive en grupos de mejillones o grupos de algas en superficies duras, siempre preferiblemente en superficies cubiertas o entre otros organismos (Khalaman, 2005). Otra especie encontrada es *Mytilus galloprovincialis* (figura 5.4), la cual puede encontrarse en sustratos duros hasta una profundidad máxima de 40 m en fondos rocosos, puertos y estuarios. Es una especie nativa del mediterraneo, y su temperatura óptima se encuentra entre los 13 y 25°C (Barsotti and Meluzzi, 1968). Además, esta especie es pionera en sustratos artificiales (Gofas et al, 2011), por eso ha sido encontrada en cantidades bastante elevadas tanto en la sepiera 1 como la sepiera 2, ya que coloniza rápidamente estos sustratos. Otras especies encontradas son *Musculus costulatus* (figura 5.5), la cual vive en fondos rocosos, se alimenta de partículas en suspensión y vive entre algas ramificadas (Chemello & Milazzo, 2002) y *Ostrea stentina* (figura 5.6) el hábitat de esta especie son roquedos litorales, frecuentemente a menos de un metro de profundidad en escolleras, aunque se sujeta a cualquier sustrato sólido (Gofas et al, 2011), esta especie solo se ha encontrado en la sepiera 1, porque no tiene una colonización tan rápida como las otras especies..

En la sepiera 2 se han encontrado algunas especies que no están en la 1 como *Parvicardium scriptum* (figura 5.7), el hábitat de esta especie son sustratos duros a los que se adhiere con su biso, aunque también vive en algas fotófilas o praderas de fanerógamas marinas del piso infralitoral (Gofas et al, 2011). La profundidad a la que vive esta especie es entre los 0 y 10 m (Ocean Biodiversity Information System, 2018). La otra especie encontrada únicamente en la sepiera 2 es *Mimachlamys varia* (figura 5.8), la cual se encuentra en lechos cubiertos por hidrozoos y briozoos, también entre ascidias, en zonas en que las corrientes de marea son leves. El rango de profundidad es muy amplio ya que se puede vivir entre los 5 y 30 m de profundidad (Tillin and Tyler Walters, 2018). Las sepieras serían un hábitat perfectamente adaptado para estas dos especies, pero no están en grandes cantidades, este fenómeno puede ser debido a que algunas especies de moluscos ocupan todo el espacio impidiendo el crecimiento de otras. Se ha demostrado por Chapman *et al.* (2005) o que en el puerto de Sídney, los

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

cinturones formados *Mytilus galloprovincialis* presentan una menor diversidad de especies que las que se dan en los cinturones naturales de algas coralinas.



Figura 5.3: *Hiatella arctica*.



Figura 5.4: *Mytilus galloprovincialis*.



Figura 5.5: *Musculus costulatus*.



Figura 5.6: *Ostrea Stentina* en la sepiera.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.7: *Mimachlamys varia*.



Figura 5.8: *Parvicardium scriptum*.

En las sepieras también hemos podido encontrar moluscos gasterópodos como *Tenelia adspersa* (figura 5.9) la cual vive sobre hidozoos y briozoos en fondos rocosos infralitorales. También pueden encontrarse en puertos y lagunas costeras (Trainito & Doneddu, 2014). Este es el gasterópodo que tiene una colonización más rápida ya que es el único que se ha encontrado en la sepiera 2.

En la sepiera 1 se ha encontrado *Doto rosea* (figura 5.10), sus condiciones más favorables son climas subtropicales en la zona intermareal (Goddard, 1989) en sustratos duros cubiertos por algas e hidozoos ya que vive entre ellos (Lemche, 1976). Otra especie encontrada que vive en sustratos artificiales duros es *Dicata odhneri* (figura 5.11) (Trainito & Doneddu, 2014).

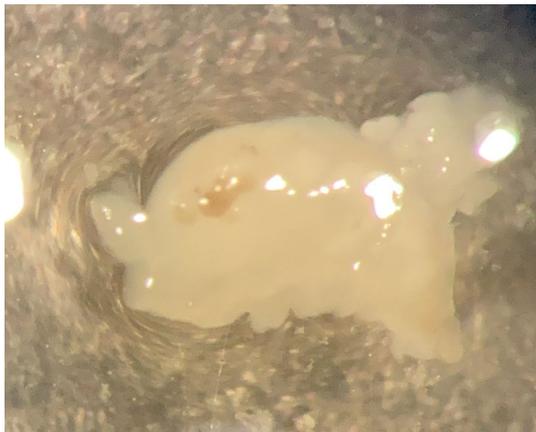


Figura 5.9: *Tenelia adspersa*.



Figura 5.10: *Doto rosea*.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.11: *Dicata odhneri*.

Según Gammoudi & Tekaya, (2017) la especie *Leptoplana mediterranea* ha sido encontrada entre tunicados, como puede ser phallusia mammilata y cnidarios, que en nuestro caso serían los hidozoos y por ello podemos encontrarla únicamente en la sepiera 1 que es la que tiene más desarrollados este tipo de organismos que le proporcionan refugio.



Figura 5.12: *Leptoplana mediterranea*.

El cefalópodo *Sepia officinalis* (figura 5.14) también ha sido encontrado en las sepieras. La presencia de sepias es mayor cuando estas tienen guaridas o lugares para el desove (figura 5.13) y la presencia de huevos es mayor en las estaciones de primavera-verano (Cabanellas-Reboredo et al., 2015) y pueden encontrarse ya que este sustrato, ha sido específicamente diseñado para su puesta de huevos por Feliu (2016).

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.13: Puesta de huevos de *Sepia officinalis*.



Figura 5.14: *Sepia officinalis*

Los poliquetos desarrollan un papel muy importante en las comunidades bentónicas, estos utilizan la materia orgánica de los sedimentos y al mismo tiempo sirven de alimento para gran variedad de especies. En las sepieras podemos encontrar tanto poliquetos errantes que son de vida sésil y pueden ser tantos herbívoros como carnívoros, como poliquetos sedentarios que viven adheridos al sustrato y son organismos filtradores (Del Pilar et al., 2014).

De la familia poliquetos se han encontrado una gran variedad de especies, especialmente en la sepiera 1. Esto puede deberse a que, dentro de este tipo de sustratos artificiales en el medio marino, según Bayle-Sempere (2020), el número de especies de poliquetos suele incrementar con el paso del tiempo durante los 3 o 4 primeros años, por lo que en estos momentos aun pueden aparecer muchas más especies de esta familia.

Entre ellos encontramos los *Syllidos* (figura 5.15) que son poliquetos de tamaño pequeño, alimentación generalista y de vida libre normalmente. Han sido encontrados en gran variedad de sustratos duros, blandos y epibiontes en zonas costeras (Sánchez, 2006). Estos se han encontrado tanto en la sepiera 1 como en la sepiera 2, ya que se adaptan a gran variedad de sustratos y su alimentación facilita que estén en diferentes lugares. El género *Serpulidae* (figura 5.16) es el que ha podido encontrarse en todas las réplicas analizadas debido a que los poliquetos de esta familia viven adheridos a sustratos duros como rocas, corales o conchas de bivalvos. Se caracterizan por la formación de tubos de calcio en los que se introducen (Laverde-Castillo, 1988). Estos también son una especie importante en las bioincrustaciones (fouling), la cual llega a competir con otras especies (Bastida-Zavala et al., 1999).

Los *Sabelidos* (figura 5.17) se encuentran en la mayoría de los mares del mundo tanto en zonas intermareales como a grandes profundidades. Algunos son esclerobiontes y se asocian a sustratos duros, otros son endobiontes asociados a organismos como moluscos o ascidias y abundan también en sustratos blandos donde son muy importantes en la cadena trófica. Son poliquetos tubícolas que forman tubos blandos y flexibles (Tovar-Hernández, 2009). En el caso de esta familia de poliquetos se han encontrado varios, pero se ha podido determinar la especie exacta de la *Sabella pavorina* (figura 5.18). La familia de poliquetos *Pectinariidae* viven en fondos arenosos y utilizan las partículas de arena para crear sus tubos, se encuentran normalmente a

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

poca profundidad cerca de los fondos para poder obtener las partículas de arena. (Londoño-Mesa, 1866).

Se ha podido determinar la especie *Eumida sanguinea* (figura 5.19) la cual es un poliqueto depredador (Rabaut et al., 2008), por lo que en las sepieras tiene una gran cantidad de organismos como pueden ser los anfípodos para alimentarse, además es un buen hábitat ya que esta especie se encuentra en todo tipo de ambiente con algún tipo de sedimento fino entre 0 y 175 m de profundidad, es decir, tiene una gran distribución (Salazar-Vallejo, 1996). Los *Harmothoe* (figura 5.20) se pueden encontrar desde la zona intermareal hasta las profundidades marinas (Naeini & Rahimian 2009), este tipo de poliqueto puede vivir en las sepieras ya que vive asociado a otros invertebrados, corales, equinodermos, moluscos o incluso otros tipos de poliquetos (Martin & Britayev, 1998). Otra especie que hemos determinado es *Pseudomystides limbata* (figura 5.21) la cual puede encontrarse entre arena, algas, piedras o conchas en la zona intermareal hasta 50 metros de profundidad (Marine Species Identification Portal, s.f.), en las sepieras vive entre las conchas de bivalvos adheridas. Otros poliquetos encontrados los cuales viven asociados a conchas son los *Paraonidos* (figura 5.33), *Neanthes acuminata* (figura 5.23), *Terebelidos* y *Mystica picta* (Taylor, 1984; Soto & Paterson, 2010; Menéndez & Fernández, s.f.)



Figura 5.15: Syllido.



Figura 5.16: Serpulido.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.17: *Sabella*.



Figura 5.18: *Sabella pavonina*.



Figura 5.19: *Eumida sanguínea*.



Figura 5.20: *Harmothoe*.



Figura 5.21: *Pseudomystides limbata*.



Figura 5.22: *Paraonido*.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.23: *Neanthes acuminata*.

De crustáceos también hemos encontrado una gran variedad, entre ellos encontramos artrópodos como *Macropodia longicornis* (figura 5.21) el cual se distribuye por todo el mediterráneo, vive en colonias de algas desde los 4 a 100 m de profundidad (Riedl, 1983). Se han encontrado en bastante cantidad megalopas de *Brachyura* (figura 5.25), las megalopas estas son la última fase larval de los crustáceos, y deben encontrar un ambiente adecuado para pasar de fase pelágica a bentónica (Spivak et al., 2016). Entre hidrozoos y organismos con conchas es un buen sitio ya que les dan refugio de posibles depredadores, por ello las sepieras crean un refugio perfecto en el que pueden crecer y desarrollarse. Una especie bastante abundante en el sustrato ha sido *Eualus cranchii* (figura 5.26), se desarrolla en este sustrato ya que normalmente se encuentra en grandes cantidades en sustratos rocosos (Pallas Lozano et al., 2005) entre 1 y 40 m de profundidad (Zariquiey, 1968). La especie *Pilumnus hirtellus* (figura 5.27), según Zariquiey (1968), es muy común a escasa profundidad entre algas que cubren rocas y escolleras o entre mejillones el cual es el hábitat que se ha creado con el sustrato artificial estudiado, igual que también se es un buen hábitat para *Synalpheus gamberiloides* (figura 5.28), la cual es abundante en fondos de vegetación y arenosos, entre 4 y 60 m de profundidad (Riedl, 1983).

Una especie que solo se ha encontrado en la sepiera 1 es *Amphibalanus amphitrite*, esta especie es muy común en el fouling tanto en sustratos artificiales, puertos e incluso sobre conchas de otros organismos como pueden ser los mejillones (Cohen & Andrew, 2011), pero al ser un organismo más grande y complejo necesita más tiempo para desarrollarse. También se han encontrado una *Pisidia* sp. (figura 5.29), y *Processa* sp. (figura 5.30) pero al no saber la especie exacta no se ha podido encontrar información.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.24: *Macropodia longicornis*.



Figura 5.25: *Megalopa de brachyura*.



Figura 5.26: *Eualus cranchii*.



Figura 5.27: *Pilumnus hirtellus*



Figura 5.28: *Synalpheus gamberiloides*.



Figura 5.29: *Pisidia*.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.30: *Processa* sp.

Respecto a los crustáceos anfípodos se han encontrado únicamente dos especies con una gran abundancia de individuos. La especie con mayor abundancia es *Apocorophium acutum* (figura 5.31) la cual especie se encuentra en la zona infralitoral entre organismos como algas, esponjas y ascidias o en zonas antropizadas como puede ser los puertos (Bellan-Santini et al., 1982). La otra especie encontrada es *Erichthonius brasiliensis* (figura 5.32) la cual vive en el infralitoral en zonas donde pueden encontrarse algas y fanerógamas marinas, también entre hidrozoos, plancton, tunicados y comunidades incrustantes (Ortíz et al., 2007).

Los anfípodos sirven de alimento para muchas especies, la presencia de las dos especies encontradas en el sustrato es contradictoria, ya que Conradi et al (2001) considera a *Apocorophium acutum* como una especie típica de aguas con bajo hidrodinamismo y alta sedimentación como puertos, mientras que *Erichthonius brasiliensis* se encuentra en lugares con mayor hidrodinamismo y baja sedimentación. En este caso podemos considerar una zona que tiene cierto hidrodinamismo, por lo que podía parecer extraña la especie *Apocorophium acutum*, aunque otros autores como Giangrande et al 2020 cita la presencia de *A. acutum* en el fouling de jaulas flotantes de piscicultura. Estos organismos se encuentran en gran abundancia es estos sustratos ya que soportan grandes tasas de depredación por peces u otro tipo de fauna agregada a estos sustratos.



Figura 5.31: *Apocorophium acutum*.



Figura 5.32: *Erichthonius brasiliensis*.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

El alga roja *Halopithys incurva* ha sido el único ejemplar que se ha encontrado, a demás que solo se ha encontrado en la sepiera 1, en la réplica 1 tiene una gran cantidad de biomasa mientras que en la réplica 2 la cantidad de biomasa es mucho menor. Esta alga roja es epilítica y característica del piso infralitoral (Rodríguez-Prieto et al., 2013). La presencia de un sustrato artificial sobre un fondo de arena a poca profundidad puede favorecer su desarrollo, ya que Rodríguez-Prieto et al. (2013) afirman que se desarrolla fundamentalmente sobre rocas recubiertas de arena.

La ascidia *Phallusia mammillata* (figura 5.33) es una especie de vida sésil que vive en sustratos duros, preferiblemente rugosos (Ares et al., 2020). Esta como en al caso anterior de *Halopithys incurva* también se trata de un organismo complejo que necesita tiempo, por ello también se encuentra solo en la sepiera 1.



Figura 5.33: *Phallusia mammillata*.

La especie *Hippocampus guttulatus* (figura 5.34) también ha sido encontrado en la sepiera 1 donde tiene más sitios para su refugio además de una gran cantidad de anfípodos para su alimentación. Esta especie habita en zonas poco profundas, los sustratos artificiales son los más favorables para esta especie (Gristina et al., 2015).

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.



Figura 5.34: *Hippocampus guttulatus*.

El briozoo queilostomato *Schizobrachiella sanguinea* (figura 5.35) está ampliamente distribuido en el mar Mediterráneo (Hayward y McKinney 2002), colonizando hábitats muy diversos del infralitoral (Zabala, 1986), principalmente ambientes esciafilos entre 5 y 50 m de profundidad (Zabala, 1986; Nicoletti y Chimenz-Gusso, 1995). En nuestro estudio solo se ha encontrado en la sepiera 1 réplica 1, que es la que está más desarrollada y presenta mayor complejidad de organismos. Probablemente sea esa complejidad la que permite un desarrollo que no encontramos en el resto de muestras. Muchos briozoos de crecimiento rápido colonizan sustratos bentónicos al sobrecrecer especies longevas. En el mar Mediterráneo, *S. sanguinea* parece preferir ambientes esciáfilos como grietas, comunidades coralígenas y cuevas semi-oscuras, así como talos de algas de larga vida y rizomas de fanerógamas marinas (Zabala 1986). La colonización de estos ambientes podría deberse a la mortalidad posterior al reclutamiento más que a la elección del hábitat de las larvas. De hecho, Mariani et al. (2005) afirma que ni el comportamiento de las larvas ni el reclutamiento temprano indican una preferencia por los hábitats esciáfilos



Figura 5.35: *Schizobrachiella sanguinea*.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

En los resultados se puede observar claramente que los grupos más numerosos de zoobentos que colonizan los arrecifes artificiales suelen ser los moluscos, poliquetos y briozoos (Badalamenti et al, 2000). La evolución del sustrato desde la sepiera 2, en la cual la cantidad de biomasa es muy pequeña y podemos observar que la primera colonización la realizan mayormente organismos móviles y algunos sésiles, pero fundamentalmente son moluscos, poliquetos y crustáceos. Con el tiempo el sistema se complica más y van apareciendo organismos como algas, briozoos y cordados. La cantidad de cnidarios es proporcional a la biomasa que tenemos en la sepiera 1 y la sepiera 2, ya que cuando han aparecido colonizan todo el sustrato y son los que sirven de soporte para los crustáceos. La evolución de estas sepieras puede llevar a un aumento en el número de especies causado por la diversidad de microhábitats que se crean en un mismo sustrato, actuando indirectamente a través de las respuestas de comportamiento, la competencia y las relaciones tróficas dentro de una comunidad (Kostylev et al., 2005).

La colonización en estos sustratos se produce por etapas, hay un dominio de organismos como *Mytilus galloprovincialis* y con el tiempo se van dando asentamientos de otros grupos como pueden ser los poliquetos serpúlidos, hidrozooos y briozoos que puede que no resistan debido a los depredadores y la poca protección que hay al principio. Finalmente obtenemos unas comunidades simplificadas y que pueden ser muy variables (Bayle-Sempere, 2020).

Los organismos encontrados en las sepieras están relacionados la mayoría de ellos, ya que unos dependen de otros.

Como es el caso de las ascidias (*Phallusia mammillata*) en la cual viven una gran cantidad de organismos epibiontes, es decir, aquellos que viven fijos sobre otros organismos. En *Phallusia mammillata* pueden vivir adheridos cirrípedos (*Amphibalanus amphitrites*), hidrozooos (*Pennaria dischita*), briozoos o moluscos bivalvos (*Mytilus galloprovincialis*, *Musculus costulatus*...). Además, estas tienen un papel de depuradoras del agua debido a que son grandes filtradores de metales pesados. (Ares et al., 2020).

La colonización de epifauna como el alga roja (*Halopithys incurva*), las ascidias o los hidrozooos sobre sustratos artificiales, como es el caso de las sepieras, sirve como refugio y camuflaje para muchos organismos. Esto sostiene las poblaciones de presas potenciales muy abundantes y al mismo tiempo aumenta la protección contra los depredadores (Wennhage y Pihl, 2007).

Esta estructura tiene una complejidad estructural que se ve aumentada debido a la adhesión de bivalvos, debido a ello se mantiene una elevada abundancia de crustáceos como los anfípodos los cuales son la base del alimento para los caballitos de mar (*Hippocampus guttulatus*) y otros organismos depredadores (Kitsos et al., 2008). Los moluscos bivalvos y los pequeños crustáceos sirven como alimentos para la *Sepia officinalis*, que los atrapan con sus tentáculos (Feliu, 2016), por lo que también se crea un hábitat que facilita la alimentación de los organismos de esta especie además de que les proporciona lugares donde camuflarse.

Los crustáceos decápodos pueden encontrarse en gran parte del bentos, muchas especies muestran una relación entre la abundancia y el hábitat en que se encuentran. Estos viven en sustratos artificiales, cuando los encuentran son utilizados como hábitat para su desarrollo y como refugio para huir de los depredadores (Abele, 1974). La cantidad de espacio y microhábitats disponible para los organismos bentónicos es proporcional a la complejidad de la superficie, lo que puede causar un aumento en el número de especies y animales más pequeños (Maestre, 2016)

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

Estos tipos de sustratos nunca llegan a alcanzar debido a se limpian antes de que alcancen esta comunidad, aunque esto es favorable para las especies incrustantes (Fernandez-Gonzalez & Sánchez-Jerez, 2017). En este caso todavía no se ha limpiado, por lo que teniendo en cuenta que se fondearon un total de 12 líneas de para la puesta de huevos de sepia, con un total de 300 cabos como los que se han recogido en el muestreo cada una, si cogemos un promedio de 50 gramos de biomasa teniendo en cuenta las dos sepieras que llevan mas tiempo fondeadas se calcula que hay un total de 180 kg de biofouling y fauna asociada en esta estructura en un área de 7500 m². Esto, como puede demostrar el que se haya podido estimar un total de 1000 caballitos de mar en este sustrato.

6. CONCLUSIONES

En el análisis taxonómico realizado se han encontrado 41 especies pertenecientes a 7 filos diferentes. Siendo los filos Annelida y Mollusca los que mayor variedad de especies han presentado teniendo en cuenta todas las réplicas analizadas.

A medida que pasa el tiempo se nota un incremento en el número de especies, en la sepiera 2 solamente hay el 44% de especies que hay en la sepiera 1. La biomasa se aprecia un gran incremento con el tiempo habiendo obtenido un total de 107,6 gramos en la sepiera 1 y solamente 2,1 gramos en la sepiera 2.

El incremento de biomasa puede llegar a ser de hasta 180 kg, lo que supone una capacidad de albergar fauna increíble pudiendo llegar a mantener una población estable de una especie protegidas como el caballito de mar.

Podemos decir que la estructura de la biocenosis en las sepieras se compone tanto de especies filtradoras como son las ascidias, bivalvos, algunos poliquetos, hidrozoos y otras depredadoras entre las cuales tenemos los caballitos de mar, poliquetos, crustáceos...

Se cuenta con una gran cantidad de anfípodos que en este caso puede ser la base alimenticia de la mayoría de los organismos depredadores y debido a los bivalvos, hidrozoos y briozoos se forma una estructura que da refugio a una gran variedad de especies e individuos que hemos encontrado en el sustrato, fundamentalmente anfípodos y crustáceos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abele, L. G. (1974). Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology*, 55(1), 156-161.
- Almonacid Rioseco, E. I. (2006). *Contribución a la ecología de Sepia officinalis (Cephalopoda: Sepiidea) en Gran Canaria*(Doctoral dissertation).
- Ares, I. A., Santalices, A. R., & Mallo, A. G. (2020). Estudio del perifiton y otros organismos epibiontes de la ascidia phallusia mammillata y su influencia en posibles epizootias. *consejo asesor*, 23, 39-46.
- Badalamenti, F., D'Anna, G., & Riggio, S. (2000). Artificial reefs in the gulf of Castellammare (North-west Sicily): a case study. In *Artificial reefs in European seas* (pp. 75-96). Springer, Dordrecht.
- Baier, R. (1972). Proc. 3rd. International Congr. Marine Corrosion and Fouling. National Bureau of Standard, Gaiththersburg, 633-639.
- Barsotti, G., & Meluzzi, C. (1968). Osservazioni su Mytilus edulis L. e Mytilus galloprovincialis Lamarck. *Conchiglie*, 4, 50-58.
- Bastida-Zavala, J. R., Vallejo, S., Sergio, I., & González, L. (1999). *Serpúlidos (Polychaeta) del litoral oriental mexicano y análisis filogenético de la familia* (No. TE/595.147 B3).
- Bayle-Sempere, J. T. (2020). Fundamentos de ordenación y conservación de recursos vivos marinos. *Objetivos e Instrumentos de Política Pesquera*.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., Myers, A., Ruffo, S., & Schiecke, U. (1982). The amphipoda of the Mediterranean. En S. Ruffo, Part 1 (págs. 1-364). Mónaco: Mémoires de l'Institut océanographique, Mónaco, no13.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., & Ruffo, S. (1993). *The amphipoda of the mediterranean. Part 3: Gammaridea (melphidippidae to talitridae), ingolfiellidea, caprellidea*
- Blanc, A., & Daguzan, J. (1998). Artificial surfaces for cuttlefish eggs (Sepia officinalis L.) in Morbihan Bay, France. *Fisheries research*, 38(3), 225-231.
- Bloor, I. S., Attrill, M. J., & Jackson, E. L. (2013). A review of the factors influencing spawning, early life stage survival and recruitment variability in the common cuttlefish (Sepia officinalis). *Advances in marine biology*, 65, 1-65.
- Brinckmann-Voss, A. (1970). Anthomedusae. *Athecatae (Hydrozoa, Cnidaria) of the Mediter.*
- Bayle-Sempere, J. T. (2020). Fundamentos de ordenación y conservación de recursos vivos marinos. *Objetivos e Instrumentos de Política Pesquera*.
- Cabanellas-Reboredo, Miguel, et al. (2015) *Identificación y caracterización de hábitats esenciales para tres especies de cefalópodos en los parques nacionales de las islas atlánticas de galicia y cabrera*.
- Castellani, C., & Edwards, M. (Eds.). (2017). *Marine Plankton: A practical guide to ecology, methodology, and taxonomy*. Oxford University Press.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Chapman, M. G., People, J., & Blockley, D. (2005). Intertidal assemblages associated with natural corallina turf and invasive mussel beds. *Biodiversity & Conservation*, 14(7), 1761-1776.
- Chemello, R., & Milazzo, M. (2002). Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Marine biology*, 140(5), 981-990.
- Chevreaux, E., & FAGE, L. (1970). Faune de France (Vol. 9). Kraus reprint.
- Coan, E. V., and P. Valentich-Scott (2007) Bivalvia, p. 807-859. In: The Light and Smith manual: intertidal invertebrates from central California to Oregon. J. T. Carlton (ed.). University of California Press, Berkeley, CA.
- Cohen, Andrew N (2011) The Exotics Guide: Non-native Marine Species of the North American Pacific Coast. Center for Research on Aquatic Bioinvasions, Richmond, CA, and San Francisco Estuary Institute, Oakland, CA. Revised September 2011. <http://www.exoticsguide.org>
- Conradi Barrena, M., & López González, P. J. (2001). Relationships between environmental variables and the abundance of peracarid fauna in Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Ciencias Marinas*, 27 (4), 481-500.
- de la Chesnais, T., Fulton, E. A., Tracey, S. R., & Pecl, G. T. (2019). The ecological role of cephalopods and their representation in ecosystem models. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29(2), 313-334.
- Del Estado, B. O. (2011). Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. BOE, 46, 20912-20951.
- del Pilar Ruso, Y., Casalduero, M. F. G., de la Ossa Carretero, J. A., Lizaso, J. L. S., & Esplá, A. Á. R. (2014). *Guía práctica para la identificación de familias de poliquetos*. Editorial Club Universitario.
- Doubleday, Z. A., Prowse, T. A., Arkhipkin, A., Pierce, G. J., Semmens, J., Steer, M., ... & Gillanders, B. M. (2016). Global proliferation of cephalopods. *Current Biology*, 26(10), R406-R407.
- Evans, L., Hoagland, K. (eds.) (1986). *Algal biofouling. Studies in Environmental Science* 28, Elsevier, VII-IX.
- Feliu Tena, B. (2016). *Estudio de la efectividad de sustratos artificiales como lugares de puesta de sepia y calamar* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Flemming, H. C. (1991). Biofouling in water treatment. In *Biofouling and Biocorrosion in Industrial Water Systems* (pp. 47-80). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fernandez-Gonzalez, V., & Sanchez-Jerez, P. (2017). Fouling assemblages associated with off-coast aquaculture facilities: an overall assessment of the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 18(1), 87-96.
- Fux, C. A., Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Stoodley, P. (2005). Survival strategies of infectious biofilms. *Trends in microbiology*, 13(1), 34-40.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Gammoudi, M., & Tekaya, S. (2017). Suborders Acotylea and Cotylea (Polycladida): Study on morphological, ecological and reproductive features of some representative species from Tunisian coasts (Mediterranean). *Ecologica Montenegrina*, 10, 58-70.
- Giangrande, A., Lezzi, M., Del Pasqua, M., Pierri, C., Longo, C., & Gravina, M. F. (2020). Two cases study of fouling colonization patterns in the Mediterranean Sea in the perspective of integrated aquaculture systems. *Aquaculture Reports*, 18, 100455.
- Giannuzzi-Savelli, R. (1999). Atlante delle conchiglie marine del mediterraneo (Vol. 3). Envolver.
- Gofas, S., Salas, C., & Moreno, D. (2011). *Moluscos marinos de Andalucía* (Vol. 2). Málaga: Universidad de Málaga, Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico.
- Goddard, J. (1989). Nudibranchs of Southern Africa: a guide to opisthobranch molluscs of southern Africa by Terrence Gosliner. *Journal of Coastal Research*, 5(3).
- Gristina, M., Cardone, F., Carlucci, R., Castellano, L., Passarelli, S., & Corriero, G. (2015). Abundance, distribution and habitat preference of *Hippocampus guttulatus* and *Hippocampus hippocampus* in a semi-enclosed central Mediterranean marine area. *Marine Ecology*, 36(1), 57-66.
- Guerra, A. (1992). Mollusca, Cephalopoda. En Á. Guerra Sierra, Fauna Ibérica (págs. vol. 1. RAMOS, M. A. et al. (Eds.)). Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid.
- Guerra, A., Garci, M., Hernández-Urcera, J., & González, A. (2013). Hábitats para la puesta de cefalópodos en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia. Vigo: Instituto de Investigaciones Marinas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- Hayward, P. J., & McKinney, F. K. (2002). Northern Adriatic bryozoa from the vicinity of Rovinj, Croatia. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2002 (270), 1-139.
- Hincapié-Cárdenas, C. (2007). *Macrobiofouling on open-ocean submerged aquaculture cages in Puerto Rico* (Doctoral dissertation).
- Kashin, I. A., Bagaveeva, E. V., & Chaplygina, S. F. (2003). Fouling communities of hydrotechnical constructions in Nakhodka Bay (Sea of Japan). *Russian Journal of Marine Biology*, 29(5), 267-283.
- Khalaman, V. V. (2005). Testing the hypothesis of tolerance strategies in *Hiattella arctica* L. (Mollusca: Bivalvia). *Helgoland Marine Research*, 59(3), 187-195.
- Kitsos, M. S., Tzomos, T. H., Anagnostopoulou, L., & Koukouras, A. (2008). Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 and *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology*, 72(6), 1259-1267.
- Knapp, I. S., Godwin, L. S., Smith, J. E., Williams, C. J., & Bell, J. J. (2011). Records of non-indigenous marine species at Palmyra Atoll in the US Line Islands. *Marine Biodiversity Records*, 4.
- Kostylev, V. E., Erlandsson, J., Ming, M. Y., & Williams, G. A. (2005). The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: fractal application on rocky shores. *Ecological Complexity*, 2(3), 272-286.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Kristensen, J. B., Meyer, R. L., Laursen, B. S., Shipovskov, S., Besenbacher, F., & Poulsen, C. H. (2008). Antifouling enzymes and the biochemistry of marine settlement. *Biotechnology advances*, 26(5), 471-481.
- Laverde-Castillo, J. J. (1988). Notas sobre algunos serpúlidos (Annelida, Polychaeta) de Bahía Málaga, Pacífico Colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 18, 83-93
- Lemche, H. (1976). New British species of *Doto* Oken, 1815 (Mollusca: Opisthobranchia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 56(3), 691-706.
- Levinton, J. S., & Levinton, J. S. (1995). *Marine biology: function, biodiversity, ecology* (Vol. 420). New York: Oxford University Press.
- Londoño-Mesa, M. (1866) H. 35. Pectinariidae de Quatrefages,.
- Loeb, G. and Neihof, R. (1975). *Applied Chemistry at Protein Interfaces*. (Baier, R., ed.). Adv.in Chem. Series, 145, Amer Chem. Soc., Washington, 1-25.
- Maestre Delgado, M. J. (2016). Análisis de las perturbaciones antropogénicas sobre las biocenosis marinas de sustrato duro.
- Maloney, W. E. (1958). *A Study of the Types, Seasons of Attachment, and Growth of Fouling Organisms in the Approaches to Norfolk, Virginia*. US Navy Hydrographic Office.
- Mariani, S., Alcoverro, T., Uriz, M. J., & Turon, X. (2005). Early life histories in the bryozoan *Schizobrachiella sanguinea*: a case study. *Marine biology*, 147(3), 735-745.
- Marine Species Identification Portal : Pseudomystides limbata*. (s. f.). Marine Species Identification Portal. Recuperado 1 de septiembre de 2021, de http://species-identification.org/species.php?species_group=macrobenthos_polychaeta&id=886
- Martin, D. & Britayev, T. A. 1998. *Symbiotic polychaetes: review of known species*. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 36: 217-340.
- Menéndez Valderrey, Juan Luis & Fernández Iglesias, Marcos "*Mysta picta* (Quatrefages, 1865)". *Asturnatura.com* [en línea]. Num. 402, [consultado el: 1/09/2021]. Disponible en <<https://www.asturnatura.com/especie/mysta-picta.html>>
- Meseguer Hernández, E. (2017). *ESTUDIO DEL BIOFOULING ASOCIADO A CULTIVOS MARINOS" OFFSHORE" EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Naeini, A. B., & Rahimian, H. (2009). Intertidal scale worms (Polychaeta, Polynoidae and Sigalionidae) from the northern coasts of the Persian Gulf and Gulf of Oman. *ZooKeys*, 31, 53.
- Nicoletti, L., & Chimenz Gusso, C. (1995). Bryozoan assemblages and relation with environmental factors: an example from the Latium coast (Italy). *Oebalia*, 21, 93-102.
- Ocean Biodiversity Information System (2018) *Parvicardium scriptum* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1892=). <https://obis.org/taxon/156326>

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Ortíz, M., Martín, A., & Díaz, Y. J. (2007). Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*, 55(2), 479-498.
- Pallas Lozano, A., García Calvo, B., Corgos López-Prado, A., Bernárdez Martí, C., & Freire, J. (2005). Inter-specific comparative analysis of distribution and habitat use patterns of benthic decapod crustaceans in shallow waters.
- Pawlik, J. R. (1992). Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates. *Oceanography and marine biology: an annual review*.
- Pierce, G. J., Allcock, L., Bruno, I., Bustamante, P., González, Á., Guerra, Á., ... & Villanueva, R. (2010). Cephalopod biology and fisheries in Europe (No. 303). *ICES Cooperative Research Report No, Denmark*, 175.
- Poppe, G. T., & Goto, Y. O. S. H. I. H. I. R. O. (1991). European seashells, vol. I. *Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden*, 352.
- Rabaut, M., Braeckman, U., Hendrickx, F., Vincx, M., & Degraer, S. (2008). Experimental beam-trawling in *Lanice conchilega* reefs: Impact on the associated fauna. *Fisheries Research*, 90(1-3), 209-216.
- Rajagopal, S., Nair, K. V. K., Van der Velde, G., & Jenner, H. A. (1997). Seasonal settlement and succession of fouling communities in Kalpakkam, east coast of India. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 30(4), 309-325.
- Ralston, E., & Swain, G. (2009). Bioinspiration—the solution for biofouling control?. *Bioinspiration & biomimetics*, 4(1), 015007.
- Riedl, R. (1983). Fauna y flora del Mar Mediterráneo: Una Guía Sistemática para Biólogos y Naturalistas: Ediciones Omega. SA, *Barcelona*.
- Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F. Afonso-Carrillo, J. (2013). *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental*. Omega. 656 p.
- Ros, J., Romero, J., Ballesteros, E., & Gili, J. M. (1989). Buceando en las aguas azules. El bentos. *El Mediterraneo Occidental*. Omega, *Barcelona*, 235-297.
- Salazar-Vallejo, S. I. (1996). Filodócidos (Polychaeta: Phyllodocidae) del Caribe Mexicano con claves para identificar las especies del Gran Caribe. *Revista de Biología Tropical*, 107-122.
- Sánchez Riascos, N. E. (2006). *Influencia de la heterogeneidad espacial en el ensamblaje de poliquetos (Annelida) asociados a raíces sumergidas de Rhizophora mangle y análisis de su capacidad bioindicadora en Playa Pianguita. Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano* (Master's thesis, Maestría en Ciencias Biológicas).
- Soto, E. H., & Paterson, G. L. (2010). Poliquetos bentónicos intermareales y sublitorales de la región de Aisén, Chile. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 38, No. 2, pp. 69-80). Universidad de Magallanes.
- Trainito, E., & Doneddu, M. (2014). *Nudibranchi del Mediterraneo*. Il castello.

Incrustaciones biológicas en sustratos artificiales para la puesta de sepia en fondos arenosos: estructura de la biocenosis.

- Tirado C, Rodríguez de la Rúa A, Bruzón MA, López JI, Salas C, Márquez I (2003). *La reproducción del pulpo (Octopus vulgaris) y el choco (Sepia officinalis) en la costa andaluza*. Junta de Andalucía, Cons Agricult Pesca, 159 p.
- Taylor, J.L. Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals. Management Service, Contract 14-12-001-29091. Chapter 1. Orbiniidae; Chapter 31 Nereidae; Chapter 35 Nephtyidae. In: J.M. Uebelacker and P. G. Jolinson (Eds.). Barry A. Vittor and Associates, Inc. Mobile, Alabama. 1984.
- Tovar-Hernández, M. A. (2009). 42. Sabellidae Latreille, 1825.
- Schuchert, P. (2009). The European athecate hydroids and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera part 5. *Rev Suisse Zool*, 116(3–4), 441-507.
- Spivak, E. D., Luppi, T. A., & Bas, C. C. (2016). Los cangrejos (Decapoda: Brachyura): ecofisiología y ontogenia de los cangrejos de marismas y estuarios.
- Tillin, H. M., & Tyler-Walters, H. (2018). Modiolus modiolus beds with Mimachlamys varia, sponges, hydroids and bryozoans on slightly tide-swept very sheltered circalittoral mixed substrata.
- Wahl, M. (1989). Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine ecology progress series*, 58, 175-189.
- Wangersky, P. J. (1976). The surface film as a physical environment. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 7(1), 161-176.
- Wennhage, H., & Pihl, L. (2007). From flatfish to sticklebacks: assemblage structure of epibenthic fauna in relation to macroalgal blooms. *Marine Ecology Progress Series*, 335, 187-198.
- Wood Hole Oceanographic Institution (WHOI) (1052). *Marine fouling and its prevention*. United States Naval Institute, Annapolis. MD. 388 pp. (Contribution no. 580)
- Zabala, M. (1986). *Fauna dels briozous dels Països Catalans* (Vol. 84). Institut d'Estudis Catalans.
- Zariquiey Alvarez, R. (1968). *Crustáceos decápodos ibéricos*.