



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Análisis comparativo de las comunidades epífitas en función del patrón arquitectónico de diferentes algas macrófitas

Ana Menéndez Muntaner

Grau de Biologia

Any acadèmic 2016-17

Treball tutelat per Guillem Mateu Vicens
Departament de Biologia

| | | | | |
|---|-------|----|-------|----|
| S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació | Autor | | Tutor | |
| | Sí | No | Sí | No |
| | X | | X | |

Paraules clau del treball:

Epífitos, Macrófitas, Mesolitoral, Patrón Arquitectónico, Complejidad estructural

ÍNDICE

| | |
|------------------------|----|
| RESUMEN Y ABSTRACT | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| HIPÓTESIS Y OBJETIVOS | 7 |
| ÁREA DE ESTUDIO | 8 |
| METODOLOGÍA | 11 |
| RESULTADOS | 13 |
| A. Macrófitas | |
| B. Fauna | |
| • Análisis descriptivo | |
| • Análisis estadístico | |
| DISCUSIÓN | 24 |
| CONCLUSIÓN | 26 |
| ANEXOS | 27 |
| REFERENCIAS | 31 |

RESUMEN

Las macroalgas constituyen el hábitat de multitud de organismos, albergando desde algas epífitas hasta fauna invertebrada. La fauna epífitas presenta adaptaciones morfológicas en función del sustrato que habitan, por lo que variaciones en la complejidad estructural del alga, se reflejan en diferencias de abundancia y diversidad de especies epífitas. En este estudio, se comparan las comunidades epífitas de diferentes muestras de algas, esperando encontrar diferencias únicamente en función de la arquitectura del alga. Se recolectaron sobre la plataforma de abrasión de Son Verí, Cala Llamp y Port des Canonge macrofitas que se clasificaron como Brocha (B), Laminar(L), Filamentosa(F) o Arborescente (A) según su estructura morfológica. Sin embargo, los resultados evidenciaron una mayor similitud entre las muestras debido a la localidad, dejando en segundo plano el patrón arquitectónico al que pertenecen.

ABSTRACT

Macroalgae constitute the habitat for a large scale of organisms, harbouring from epiphytic algae to invertebrate fauna. Epiphytic fauna presents morphological adaptations in terms of the substrate they inhabit. Therefore, structural complexity algae variations are reflected in the abundance and richness differences of fauna. In this study, epiphyte communities of several algae samples are compared, hoping to find differences only in terms of algae architecture. Over the abrasive platform of Son Verí, Cala Llamp and Port des Canonge, macrophytes were sampled and classified as Brush (B), Laminar (L), Filamentous (F) or Arborescent (A) according to their morphological structure. However, the results showed a higher similarity between the samples due to the locality, leaving the architectural factor in the background.

INTRODUCCIÓN

Las macroalgas bentónicas marinas, son grandes productoras primarias que han sido objeto de estudio dentro de su contexto ecológico desde la década de los 60 (Pérès & Picard, 1964). Actúan como hábitat, albergando un amplio número de organismos invertebrados, así como diversas algas epífitas (Rodríguez et al., 2009). Independientemente de su clasificación taxonómica, existen una variedad de tipos morfológicos. Por ejemplo, *Griffithsia phyllamphora* y *Cladophora sericea* son estructuras filamentosas pese a que pertenecen al Filo Rhodophyta y Chlorophyta respectivamente.

Diferencias en características de tamaño, arquitectura y longevidad, afectan a su valor como hábitat. Por lo general, se observa una mayor abundancia y riqueza de fauna en los hábitats de mayor complejidad (Christie et al., 2009; Torres et al., 2015), debido a que la vegetación reduce la depredación (e.g Martin-Smith 1993), mitiga perturbaciones físicas (e.g Gregg and Rose, 1982) incrementa la disponibilidad de alimentos (e.g. Orav-Kotta and Kotta, 2004) y el número de nichos (e.g. Willis et al., 2005). Sin embargo, no siempre se encuentra una relación positiva (e.g Russo, 1990) y los mecanismos responsables de esta relación directa aún no se han comprendido por completo.

Los organismos no sólo se ven afectados por la cantidad disponible de hábitat, sino también por la estructura arquitectónica del mismo (e.g Hauser et al., 2006; Torres et al., 2015). El término "arquitectura del hábitat" se define por el número, tamaño, forma y disposición de los espacios habitables para un organismo dado (Hacker & Steneck, 1990). McGuinness, (2000) y Johnson et al. (2003), señalaron que es difícil separar los efectos de la arquitectura de aquellos de la complejidad que proporciona el hábitat. Por este motivo, a menudo se recurre al uso de las medidas fractales. Este método resulta bastante útil cuando se trabaja sobre estructuras ramificadas (eg Michael Gee & Warwick, 1994; Torres et al., 2015; Veiga, Rubal, & Sousa-Pinto, 2014). Sin embargo, a pesar de proporcionar una expresión numérica fácil de calcular, las macroalgas no son realmente objetos fractales y los resultados sobreestiman la abundancia de los animales más pequeños (Gee & Warwick, 1994; Torres et al., 2015).

En cuanto a los estudios que tratan sobre la identificación de la fauna asociada a macroalgas (en su mayor parte crustáceos, moluscos y anélidos - e.g Taylor & Cole, 1994; Guerra-García et al., 2010), son muy escasos, probablemente debido al considerable tiempo y esfuerzo que requieren para clasificar e identificar todo el material (Guerra-García et al., 2010). Sin embargo, la información obtenida a través de este tipo de estudios es esencial, no sólo como base para estudios ecológicos y biogeográficos, sino también como una herramienta de gestión en programas de monitoreo marino (Guerra-García & García-Gomez, 2001; Sánchez-Moyano & García-Gómez, 1998; Vaquer-Talavera, 2015). En general, los estudios sobre el papel de las macrófitas como hábitats, solo se centran en la fauna asociada a unas especies concretas (e.g Alos, 1990; Díaz-García, 2016; Guerra-García et al., 2010) o están restringidos a lugares específicos (e.g Castellanos et al., 2003). Fucales y Kelps, son el foco de abundantes estudios por albergar una gran variedad de hábitats, debido a la destacada longitud de sus facies (Hauser et al., 2006; Christie et al., 2007).

Más en detalle, los estudios sobre comunidades del mesolitoral en las costas de la Península Ibérica, se han centrado en su mayoría en el Nordeste Mediterráneo (Alos, 1990; Gili & Ros, 1982; Martin, 1987; Ros et al., 1984; Rull-Lluch & Gomez-Garreta, 1990) y sobre el Estrecho de Gibraltar (e.g Guerra-García & García-Gomez, 2001; Sánchez-Moyano & García-Gómez, 1998). Sobre Mallorca concretamente, son escasos o están centrados en taxones determinados (e.g Rodríguez et al., 2009). Por este motivo, son bastante útiles los estudios que consideran los patrones de abundancia faunística a lo largo de toda la

costa de la Península Ibérica (e.g Guerra-García et al., 2010).

Por otro lado, los foraminíferos constituyen uno de los grupos más abundantes en las comunidades marinas bentónicas (Langer, 1993). Tienen ciclos de vida relativamente cortos y responden con rapidez a cambios ambientales a escala global y local (Frontallini et al., 2009), lo que permite evaluar las variaciones del medio a lo largo del tiempo.

HIPÓTESIS

Las diferencias arquitectónicas entre las comunidades macrófitas pueden afectar a la composición de especies epífitas. Por otro lado, la complejidad del hábitat no está correlacionada con la riqueza taxonómica de los invertebrados, sino que únicamente afecta a su abundancia (Hacker and Steneck, 1990; Christie et al. 2007; Hansen et al., 2010). Teniendo esto en cuenta, cabe esperar que entre diferentes estructuras arquitectónicas de macroalgas, se encontrarán diferencias en las proporciones faunísticas para unos taxones dados.

OBJETIVO

- Determinar los diferentes patrones arquitectónicos más representativos y clasificar las especies de macroalgas según a cuál pertenezcan.
- Cuantificar y clasificar la fauna epífita presente en cada especie de macroalga con el fin de realizar un análisis comparativo entre las comunidades epífitas en función del patrón arquitectónico de las diferentes algas macrófitas.

ÁREA DE ESTUDIO

El muestreo se llevó a cabo sobre tres zonas del litoral rocoso Mallorquín, España, en las localidades de Son Verí (39°29'46.2"N 2°44'39.0"E), Cala Llamp (39°32'01.5"N 2°23'18.3"E) y Port des Canonge (39°42'00.7"N 2°33'16.3"E) (Figura 1). La climatología, dirección de vientos e hidrodinamismo son factores ambientales que han sido considerados en cada zona (Figuras 2, 3 y 4). Se han tenido en cuenta por separado ya que cada área de muestreo presenta un relieve costero con múltiples accidentes geográficos que modifican la acción de los factores ambientales.



Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo; (1) Son Verí, (2) Cala Llamp, (3) Port des Canonge. (Google (s.f.) 2017).

El litoral de Son Verí, formado por areniscas cuaternarias con un gran componente bioclástico, muestra una línea de costa bastante rectilínea, y está orientado hacia el NW. La distribución media anual de la dirección del viento indica una predominancia de los vientos del tercer cuadrante o SW por lo que, a pesar de ser una zona amplia y abierta, raramente hay un impacto directo de las olas sobre el litoral. Por otro lado, la litología de Cala Llamp se compone de brechas calcáreas, calizas, dolomías mesozoicas y su orientación solar coincide con la dirección de los vientos, también SW. Sin embargo, esta estación ofrece una línea costera más sinuosa que permite la existencia de ensenadas donde la acción hidrodinámica es menor. La tercera estación de muestreo, Port des Canonge, se trata de un puerto de la Sierra de Tramuntana compuesto por areniscas y lutitas rojas del triásico que se caracteriza por estar dirigido y expuesto por completo a los vientos del primer, segundo y tercer cuadrante (WNW, NE y ESE respectivamente).

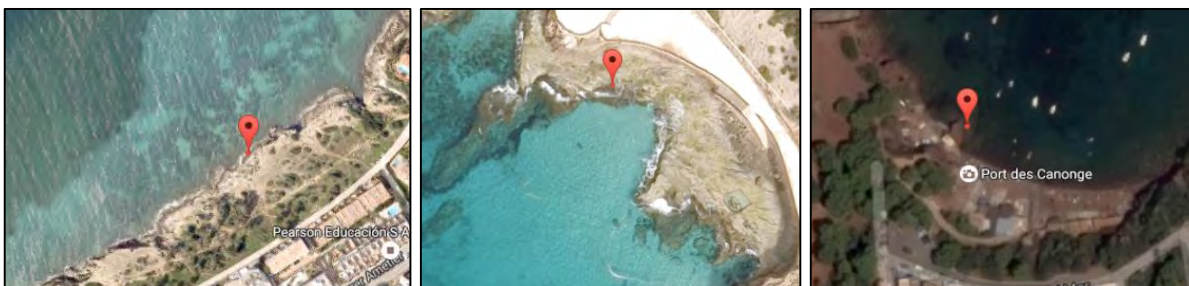


Figura 2. Perfil de línea costera y orientación solar en detalle de Son Verí (primera imagen), Cala Llamp (segunda imagen) y Port des Canonge (tercera imagen). La figura roja indica la ubicación exacta donde se muestreó. (Google (s.f.) 2017).

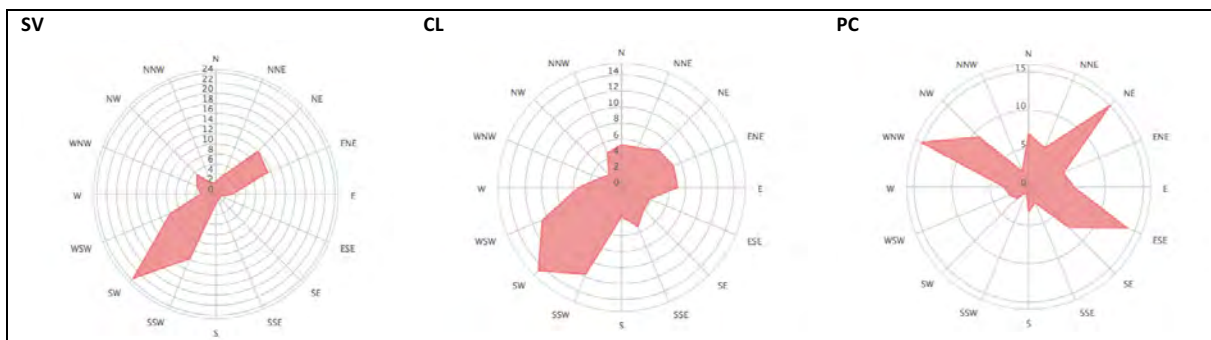


Figura 3. Distribución de la dirección del viento en (%) para la estación de Son Verí (SV), Cala Llamp (CL) y Port des Canonge (PC). Estas estadísticas del viento se generaron a partir de las observaciones del viento en las estaciones meteorológicas más cercanas en Palma de Mallorca Aeropuerto, Peguera y Port de Valldemossa. Pueden no cumplir necesariamente las condiciones en Son Verí, Cala Llamp y Port des Canonge respectivamente (Windfinder 2017).

En cuanto a las características climatológicas, las tres estaciones presentan en los meses de invierno las mayores precipitaciones y menores temperaturas, mientras que en los meses de verano se registran las menores precipitaciones y mayores temperaturas (Figura 4). Los valores exactos del climograma quedan reflejados en la Tabla 1. Pese a que encontramos un patrón bastante similar de temperatura y precipitación en las tres estaciones, Son Verí y Cala Llamp se clasifican como un clima de estepa local o BSk según Köppen y Geiger, mientras que Port des Canonge se clasifica como cálido y templado o Csa por el sistema Köppen y Geiger.

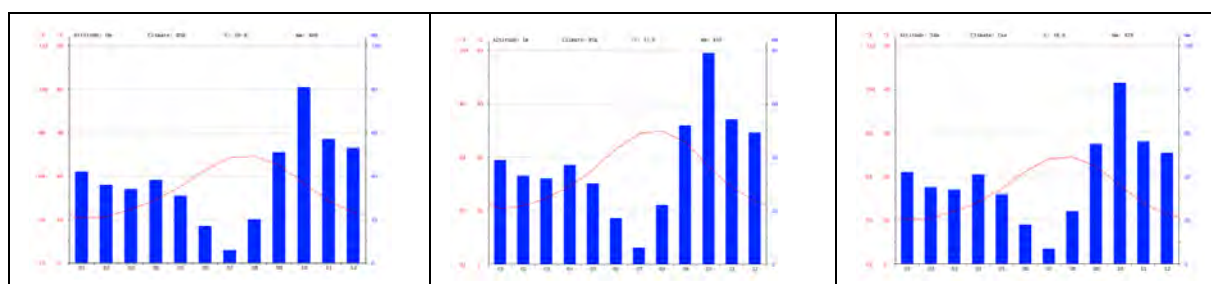


Figura 4. Climogramas de Son Verí, Cala Llamp y Port des Canonge respectivamente (Climate-Data.org 2017).

Tabla 1. Valores de temperatura media (T_m), temperatura media máxima ($T_{m,max}$), temperatura media mínima ($T_{m,min}$), precipitación media máxima ($P_{pm,max}$) y precipitación media mínima ($P_{pm,min}$) para cada localidad.

| Localidad | Temperatura (°C) | | | Precipitación (mm) | | |
|------------------|------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| | T_m | $T_{m,max}$ | $T_{m,min}$ | Ppt | $P_{pm,max}$ | $P_{pm,min}$ |
| Son Verí | 16.8 | 24.5 | 10.3 | 466 | 81 | 6 |
| Cala Llamp | 17.0 | 24.9 | 10.4 | 450 | 79 | 6 |
| Port des Canonge | 16.6 | 24.5 | 10.1 | 478 | 83 | 7 |

Otro aspecto a destacar sobre la ubicación en estas localidades es la práctica ausencia de núcleos urbanos potencialmente contaminantes, que junto con los anteriores factores (viento, hidrodinamismo y orientación solar) condicionan el establecimiento de biocenosis sumamente ricas (Alos, 1990). Entendemos, por tanto, que son enclaves bien conservados que eliminan, en la medida de lo posible, el factor antrópico y donde podemos observar una abundancia y distribución naturales (Guerra-García et al., 2010).

El requisito principal de las estaciones de muestreo fue presentar una plataforma de abrasión o “tenassa” como biotopo para las comunidades del mesolitoral (Figura 5). Este medio físico permite que los talos de ciertas macroalgas se fijen al sustrato y la confluencia de los mismos de lugar a la bioconstrucción de trottoirs (Sanchis Solera, 1991). La formación de un trottoir aparece especialmente en lugares batidos de la zona mesolitoral (Ros et al., 1984) y presenta tres niveles; superior (iluminado y emergido), frontal (batido) e inferior (sombrio y sumergido), por lo que observamos una gran complejidad estructural e intensa diversificación de hábitats (Sanchis Solera, 1991).

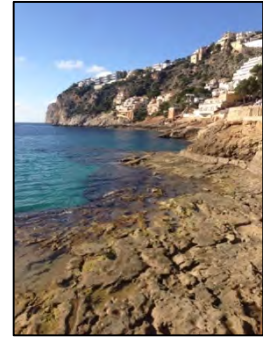


Figura 5. Plataforma de abrasión en Cala Llamp.

METODOLOGÍA

La toma de muestras se realizó entre octubre de 2015 y enero de 2016, es decir, durante la estación de otoño en la que ha cesado la precedente temporada alta de turismo costero (junio-septiembre). Esto es importante ya que, como se demuestra en el estudio de Milazzo et al. (2004) sobre rocas costeras superficiales en el área del Mediterráneo, la composición y estructura de las comunidades de algas se ve afectada por diferentes actividades humanas. Principalmente las pisadas causan alteraciones morfológicas que reflejan cambios evidentes en la fauna invertebrada asociada, viéndose directamente perjudicada. Sin embargo, una vez se elimina el estrés asociado a las pisadas, las macroalgas son capaces de recuperarse rápidamente en cuestión de pocos meses.

En cada estación de muestreo, las especies estudiadas se recolectaron de forma manual a pocos centímetros (ca 20cm) de profundidad, separando la base de las mismas con un cuchillo de buceo para así poder separarlas íntegramente del sustrato rocoso sin provocar movimientos bruscos que pudieran sacudir los talos, eliminando parte de la fauna asociada (Alos, 1990). Así pues, la situación superficial ha permitido que todas las muestras hayan sido obtenidas directamente y no fue necesario recurrir al método de la escafandra autónoma. En cada zona de estudio, fueron depositados un mínimo de dos individuos de cada especie en bolsas herméticas hasta alcanzar un volumen aproximado de 200ml. El plan de muestreo consistió en la recolección de forma aleatoria sobre la plataforma de abrasión, resaltando únicamente la importancia de la estructura algal. Por tanto, con este método no se pretende tomar una superficie normalizada como área de muestreo tal y como indica Bellan-Santini (1962) en estudios faunísticos previos, sino que el muestreo concluye cuando se han recolectado un mínimo de dos individuos de todas las especies de algas comprendidas en los niveles superior y frontal de la plataforma de abrasión.

La colección de muestras fue trasladada al laboratorio y preservada a -20°C. Con el fin de separar el alga y la fauna epífita asociada a ésta, se tamizaron las muestras de forma individual utilizando papel de filtro y haciendo pasar al alga por la propia agua de mar contenida en la bolsa.

Por un lado, se separó la fauna atrapada en el papel de filtro con alcohol 70º y se depositó en botes individuales para cada muestra de alga. Se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo, anotando la diversidad y número de organismos. En algunos casos, debido al elevado número de individuos encontrados no se analizó el 100% de la muestra sino solo una parte de la misma. Sin embargo, las proporciones con las que aparecen los individuos seguirán siendo las mismas. El método por el cual se analizaron las muestras consistió en separar con un pequeño pincel los organismos de forma individual y recolocarlos en diferentes tubos de Eppendorf según taxones de aparición mayoritaria. Las descripciones de cada taxon, así como su identificación, se han basado en Armengol et al. (1986), Altaba et al. (1991), Riedl (2011), Calvín Calvo (2000) y Ferrero-Vicente et al. (2016). Ballesteros & Llobet (2015), Ortiz & Jimeno (2001), Thiel & Hinojosa (2009) y Gómez Cabrera (2000). Los foraminíferos, siguen las clasificaciones por morfotipos propuestas por Langer (1993) y Mateu-Vicens et al. (2014). Los criterios de nomenclatura para toda la fauna siguen el catálogo World Register of Marine Species (WORMS), base de datos mundial de taxonomía (Mora et al., 2011).

Por otro lado, se separó el alga con unas pinzas y se revisó bajo la lupa (modelo Leica MZ 16) posible fauna atrapada. Se realizaron fotografías de cada muestra tanto a tamaño real como en detalle (estas últimas con la cámara Leica DFC 295). Se procedió a la identificación, tanto de macroalgas como de algas

epífitas, hasta nivel de especie basándose en Rodríguez-Prieto et al. (2013), Ballesteros & Llobet (2015) y Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2017) y Rodríguez-Prieto et al. (2013). Los criterios de nomenclatura también siguen el catálogo WoRMS Editorial Board (2017). Posteriormente, las especies de algas se catalogaron y agruparon en función su apariencia y estructura general. Se designaron las siguientes formas o patrones de arquitectura del hábitat: Brocha (B), Laminar (L), Filamentosa (F) y Arborescente (A), representados en la Figura 6.

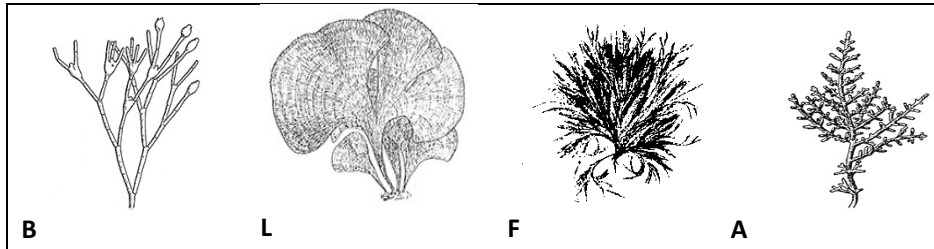


Figura 6. Morfologías tipo Brocha (B), Laminar (L), Filamentosa (F) y Arborescente (A). Blue ecosystems 2017.

Los ejemplares se clasifican en base a las siguientes características:

- **B**, presentan talos con un único disco basal del que parten varios ejes rígidos, erectos, articulados, y parcialmente calcificados con ramificación di- o tricotómica generalmente en un solo plano.
- **L**, incluye algas con talos constituidos por láminas planas, enteras o lobuladas en forma de abanico y débilmente calcificadas.
- **F**, presentan un talo decumbente con forma filiforme y ramificación radial, generalmente formando una maraña filamentosa.
- **A**, talos formando un amplio disco basal del que parte un único caulóide erguido que se ramifica en todas direcciones, dando un aspecto arborescente.

RESULTADOS

A) MACRÓFITAS

Las muestras no se corresponden a una única especie de alga. Diferenciaremos entre especie principal o dominante, especies que aparecen en menor proporción junto a la principal y especies epífitas de la especie principal (incrustantes). Sin embargo, es la macroalga principal o dominante la que se entiende como arquitectura del hábitat para invertebrados bentónicos que no superan los 2cm de longitud (Chemello & Milazzo, 2002). Todas las especies se clasificaron y quedan reflejadas en el Anexo 1, donde se especifica el rango de cada una. No todas las algas principales que aparecen en el anexo fueron analizadas, el criterio de selección corresponde a un mínimo de tres algas por localidad. Las fotografías de cada muestra se exponen en la Lámina 1. El motivo por el que la estructura inicialmente laminar pasa a considerarse Laminar+Brocha (LB), es que únicamente se encontró la especie *Padina pavonica* como laminar y aparece co-dominando con especies del género *Jania*, por lo que no se puede aislar como forma exclusivamente laminar. Las especies estudiadas son las siguientes y se muestran de forma resumida en la Tabla 2.

BROCHA (B)

Filo Rhodophyta; Clase Florideophyceae; Orden Crallinales; Familia Corallinaceae; Género *Ellisolandia*; Especie ***Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders, 2013.**

Descripción: Conocida más bien como *Corallina elongata*, alga de hasta 12 cm, de color rosado con las puntas blancas. Del talo parten varios ejes rígidos con ramificación tricotómica en un solo plano (pinnada). Especie abundante durante todo el año sobre fondos rocosos, umbríos o no, de moderado a fuerte hidrodinamismo tanto en aguas limpias como polucionadas. Presente sobre el infralitoral y mediolitoral inferior. Distribuida por todas las costas de climas cálidos y templados.

Resultados: Especie hallada en Cala Llamp y Son Verí, acompañada del género *Jania* y *Laurencia*. Clasificada como brocha (B). Se muestra en las imágenes núm. 1 y núm. 2, Lámina 1.

Filo Rhodophyta; Clase Florideophyceae; Orden Crallinales; Familia Corallinaceae; Género *Jania*; Especie ***Jania Adhaerens* J.V. Lamouroux, 1816.**

Descripción: Talos de hasta 30mm constituidos por ejes erectos, rígidos aunque frágiles, parcialmente calcificados, con ángulos de ramificación muy abiertos, y de color rosa blanquecino. Relativamente común, epifitando numerosas algas en ambientes bien iluminados sobre el medio e infralitoral. Repartida por todos los océanos con regiones templado-cálidas.

Resultados: Especie hallada sin algas asociadas en Port des Canonge y clasificada como forma de brocha (B). Además, presente en el resto de las estaciones de muestreo epifitando otras algas principales (Anexo 1). Se muestra en la imagen núm. 3, Lámina 1.

Filo Rhodophyta; Clase Florideophyceae; Orden Crallinales; Familia Corallinaceae; Género *Jania*; Especie ***Jania rubens* J.V. Lamouroux, 1816.**

Descripción: Visualmente bastante parecida a *Ellisolandia elongata*. Alga rosada, de unos 5cm de alto, con talos articulados, parcialmente calcificados y ramificación dicotómica. Presente en todas las costas del mundo, es habitual encontrarla en la zona intertidal epifitando a otras macrófitas.

Resultados: Se observa en la muestra perteneciente a Cala Llamp como especie principal y acompañada de *Sphacelaria plumula*. Se observa también la presencia de esta especie en las demás localidades (Anexo 1). Se muestra en la imagen núm. 4, Lámina 1.

LAMINAR+BROCHA (LB)

Filo Ochrophyta; Clase Phaeophyceae; Orden Dictyotales; Familia Dictyotaceae; Género *Padina*; Especie ***Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960.**

Descripción: Alga laminar en forma de abanico, de hasta 20 cm de alto y de color pardo-blanquecinos. Especie muy común, propia del infralitoral superior y mediolitoral sobre fondos rocosos bien iluminados y de bajo hidrodinamismo. Presente durante todo el año y distribuida por todos los océanos de climas cálidos y tropicales.

Resultados: Hallada en las tres localidades, siempre acompañada del género *Jania* con la que generalmente co-domina. Clasificada dentro del grupo Laminar+Brocha (LB) por no aparecer como alga dominante. Se muestra en las imágenes núm. 5, núm. 6 y núm. 7, Lámina 1.

FILAMENTOSA (F)

Filo Chlorophyta; Clase Ulvophyceae; Orden Cladophorales; Familia Cladophoraceae; Género *Cladophora*; Especie ***Cladophora coelothrix* Kützinger, 1843.**

Descripción: Talos filamentosos que forman almohadillas compactas de hasta 3cm de alto, de color verde oscuro. Epilítica o epífita en la zona infralitoral superior de moderado hidrodinamismo. Distribución subcosmopolita en todos los océanos.

Resultados: Hallada únicamente en Son Verí junto a pequeñas porciones de algas asociadas: *Jania adhaerens*, *Laurencia obtusa*, *Herposiphonia secunda* y *Ceramium echionotum*. Clasificada como forma filamentosas (F). Se muestra en la imagen núm. 8, Lámina 1.

Filo Chlorophyta; Clase Ulvophyceae; Orden Cladophorales; Familia Cladophoraceae; Género *Cladophora*; Especie ***Cladophora dalmática* Kützinger, 1843.**

Descripción: Talos erectos, filamentosos, muy ramificados subdicotómicamente, de hasta 20cm de alto y de color verde. Especie oportunista, casi inexistente en verano, abundante en el nivel mesolitoral inferior e infralitoral superior, tanto en zonas expuestas como resguardadas. Epífita ocasional de otras fanerógamas. Distribuida de forma casi cosmopolita por todas las costas de aguas templadas y cálidas.

Resultados: Presente únicamente en Cala Llamp junto a *Jania adhaerens*. Clasificada como forma filamentosas (F). Se muestra en la imagen núm. 9, Lámina 1.

Filo Chlorophyta; Clase Ulvophyceae; Orden Cladophorales; Familia Cladophoraceae; Género ***Cladophora* Kützinger, 1843.**

Descripción: La familia Cladophoraceae incluye algas filamentosas multicelulares ramificadas o filamentosas uniseriadas no ramificadas con células plurinucleadas y bien diferenciadas por tabiques divisorios. Generalmente se distribuyen en aguas tropicales sobre sustratos bien iluminados del piso mediolitoral o infralitoral.

Resultados: No se pudo llegar a nivel de especie para esta muestra, sin embargo, su aspecto morfológico nos indica que pertenece al género de las *Cladophoras*. Este ejemplar se recolectó en Cala Llamp y junto a él aparecen: *Blidingia minima*, *Chaetomorpha aerea* y *Ceramium echionotum*. Se clasifica como filamentosas (F). Se muestra en la imagen núm. 10, Lámina 1.

Filo Rhodophyta; Clase Florideophyceae; Orden Ceramiales; Familia Wrangeliaceae; Género *Griffithsia*; Especie ***Griffithsia phyllamphora* J. Agardh, 1842.**

Descripción: Alga con talos filamentosos y enmarañados de hasta 4cm de alto de color rosa brillante. Localizada en ambientes superficiales del piso infralitoral y distribuida por el Mediterráneo y Atlántico oriental (Marruecos, Azores, Madeira y Canarias). Las algas del orden Ceramiales, ecológicamente actúan como especies oportunistas con gran resistencia al cambio de condiciones ambientales.

Resultados: La especie es localizada en Cala Llamp y junto a ésta, aparece asociada *Jania adhaerens*. Se clasifica dentro del grupo de filamentosas (F). Se muestra en la imagen núm. 11, Lámina 1.

Filo Rhodophyta; Clase Florideophyceae; Orden Ceramiales; Familia Rhodomelaceae; Género *Neosiphonia*; Especie ***Neosiphonia sertularioides* (Grateloup) K.W.Nam & P.J.Kang, 2012.**

Descripción: Anteriormente conocida como *Polysiphonia sertularioides*, esta especie presenta talos decumbentes, filiformes, cilíndricos, de hasta 5 cm de alto y de color marrón rojizo. Se ramifica radialmente con ramas progresivamente más delgadas hacia el ápice. Es bastante común y está presente durante todo el año sobre ambientes expuestos del mediolitoral. Se distribuye sobre aguas templadas del Mediterráneo, Atlántico oriental y occidental (desde Carolina del Norte a Venezuela), Sudáfrica y Pacífico.

Resultados: Aparece en las localidades de Cala Llamp y Son Verí (Anexo 1) aunque únicamente se tomará como objeto de estudio la presente en Cala Llamp. Este ejemplar aparece sin algas asociadas y se clasifica como forma filamentosa (F). Se muestra en la imagen núm. 12, Lámina 1.

ARBORESCENTE (A)

Filo Ochrophyta; Clase Phaeophyceae; Orden Fucales; Familia Sargassaceae; Género *Cystoseira*; Especie ***Cystoseira mediterranea* Sauvageau, 1912.**

Descripción: Alga erguida de aspecto arborescente, de hasta 40cm de altura y de color pardo verdoso. De la base parte un único cauloide cilíndrico, portando ramas que primarias que se ramifican abundantemente hasta el cuarto orden. Especie bastante común, epilítica y exclusiva de zonas superficiales y bien iluminadas (0-1m de profundidad). Constituye poblaciones densas (trottoirs) sobre zonas con alto hidrodinamismo que indican una alta calidad de las aguas. Es un endemismo mediterráneo presente durante todo el año.

Resultados: Encontrada únicamente en Cala Llamp. En la base del talo, aparece de forma insignificante *Jania adhaerens*. La muestra se clasifica como forma arborescente (A). Se muestra en la imagen núm. 13, Lámina 1.

Tabla 2: Especies macrófitas estudiadas, clasificadas según arquitectura (B, LB, F, A). Se indican las especies macrófitas asociadas, si las hay, y la localidad (SV, Son Verí; CL, Cala Llamp; PC, Port des Canonge).

| Forma | Especie principal | Especies asociadas | Localidad |
|-------|-----------------------------------|--|-----------|
| B | <i>Ellisolandia elongata</i> | <i>Jania adhaerens</i> | SV |
| | <i>Ellisolandia elongata</i> | <i>Jania adhaerens</i> y <i>Laurencia obtusa</i> | CL |
| | <i>Jania adhaerens</i> | - | PC |
| | <i>Jania rubens</i> | <i>Sphacelaria plumula</i> | CL |
| LB | <i>Jania adhaerens</i> | <i>Padina pavonica</i> | CL |
| | <i>Padina pavonica</i> | co-domina junto a <i>Jania adhaerens</i> | SV |
| | <i>Padina pavonica</i> | <i>Jania rubens</i> y <i>Feldmannophycus</i> | PC |
| F | <i>Cladophora coelothrix</i> | <i>Jania adhaerens</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Herposiphonia secunda</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | SV |
| | <i>Cladophora dalmatica</i> | <i>Jania adhaerens</i> | CL |
| | <i>Cladophora sp</i> | <i>Blidingia minima</i> , <i>Chaetomorpha aerea</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | CL |
| | <i>Griffithsia phyllamphora</i> | <i>Jania adhaerens</i> | PC |
| | <i>Neosiphonia sertularioides</i> | - | CL |
| A | <i>Cystoseira mediterranea</i> | <i>Jania adhaerens</i> | CL |

B) FAUNA

Los resultados de la fauna asociada a las macrófitas estudiadas se dividen en cuantitativos para aquellos grupos de mayor abundancia y semi-cuantitativos indicando la presencia/ausencia para los grupos que aparecen de forma esporádica y para los foraminíferos (Tabla 3). Toda la fauna fue separada del alga e identificada en los siguientes grupos o taxones: anfípodos gammarideos, anfípodos caprelídidos, tanaidáceos, copépodos harpacticoides, poliquetos, bivalvos, poliplacóforos, gasterópodos, ostrácodos, braquiuros, isópodos, ácaros, pignogónidos, briozoos (*Patinella radiata*), ofiuras y sipuncúlidos. Las fotografías de cada grupo animal, se muestran en la Lámina 2. Los foraminíferos se determinaron a nivel de especie y aparecen agrupados por morfotipos (A, B, C, D, SB). La lista de especies totales de foraminíferos aparece en el Anexo 2. En la Lámina 3 se muestran algunos ejemplos de morfotipos observados.

RESULTADOS CUANTITATIVOS

Se cuantificaron un total de 894 individuos que se incluyen en los grupos que se explican a continuación. Las proporciones (en %) con las que aparecen cada muestra, aparecen en el gráfico de la Figura 7. Por otro lado, las proporciones medias con las que aparecen en cada arquitectura (B, LB, F, A), quedan reflejadas en la Figura 8. El análisis estadístico posterior se muestra en la Figura 9.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Malacostraca; Subclase Eumalacostraca; Superorden Peracarida; Orden Amphipoda; **Suborden Gammaridea Latreille, 1802.**

Descripción: Grupo bastante diversificado de anfípodos (unas 4700 sp.) de 3-12mm de largo y con el cuerpo deprimido lateralmente. Abundantes en aguas continentales y epicontinentales, principalmente bentónicos con alimentación herbívora o detritívora.

Resultados: Se cuantificaron un total de 167 individuos. De media, representan el 22.99% de la fauna en algas tipo B, 20.39% en LB, 8.45% en F y 25.76% en A. La mayor proporción de gammarideos la encontramos en la especie *Ellisolandia elongata* (28.85%) y la menor en *Cladophora dalmatica* (0%). Imágenes núm. 1 y 2, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Malacostraca; Subclase Eumalacostraca; Superorden Peracarida; Orden Amphipoda; Suborden Senticaudata; Infraorden Corophiida; Parvorden Caprellidira; Superfamilia Caprelloidea; **Familia Caprellidae Leach, 1814.**

Descripción: Muy fácilmente reconocibles por mostrar un cuerpo delgado y cilíndrico (de 10-20mm) con pocos apéndices torácicos, modificados en forma de gancho. Son organismos de vida libre, aunque muchos habitan algas del litoral. Se alimentan de poliquetos, gammarideos y diatomeas. Además, es un grupo bioindicador (Guerra-García & García-Gomez, 2001).

Resultados: se cuantificaron un total de 56 individuos. De media, representan el 6.78% de la fauna sobre las estructuras tipo B, 0.51% en LB, 4.61% en F y 3.03% en A. La mayor proporción de caprellidos se encuentra sobre el alga *Cladophora coelothrix* (22%) y la menor representa el 0% en varias especies (*Ellisolandia elongata*, *Jania adhaerens*, *P. pavonica*+*J. adhaerens*, *P. pavonica*+*J. rubens*, *Griffithsia phyllamphora*, *Cladophora dalmatica* y *Neosiphonia sertularioides*). Imágenes núm. 3 y 4, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Malacostraca; Subclase Eumalacostraca; Superorden Peracarida; **Orden Tanaidacea Dana, 1849**

Descripción: Los tanaidáceos son un grupo de crustáceos bentónicos principalmente de aguas marinas y que miden de 1-20mm de largo. Se encuentran desde zonas superficiales hasta los 8200m de profundidad. Las especies más comunes del mediolitoral Mediterráneo son *Tanais dulongii* (Audouin, 1826) y *Chondrochelia savignyi* (Kroyer, 1842).

Resultados: Se cuantificaron un total de 42 individuos. Representan, de forma media, el 13.06% de la fauna en algas tipo B, 8.57% en LB, 7.49% en F y 1.52% en A. La mayor proporción de tanaidáceos se encuentra en la especie *Ellisolandia elongata* (44%) y la menor representa el 0% en varias especies (*Jania adhaerens*, *Cladophora coelothrix*, *P. pavonica*+*J. rubens*, *Griffithsia phyllamphora* y *Neosiphonia sertularioides*). Imágenes núm. 5 y 6, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Hexanauplia; Subclase Copepoda; Infraclase Neocopepoda; Superorden Podoplea; **Orden Harpacticoidea Sars M., 1903**

Descripción: Los copépodos son organismos muy pequeños (0.5-2mm) que habitan prácticamente todos los ambientes acuáticos. Existen organismos de vida libre, bentónicos y parásitos. Los harpacticoideos representan de manera casi exclusiva las especies bentónicas en las zonas de litoral rocoso.

Resultados: Se cuantificaron un total de 377 individuos, siendo el grupo epifaunístico que aparece con mayor índice sobre las macroalgas estudiadas. De media, representan el 40.14% de la fauna en algas con estructura tipo B, 52.44% en LB, 36.77% en F y 43.18% en A. La mayor proporción de Harpacticoideos la encontramos sobre el alga *Jania adhaerens* (77.27%) y la menor sobre *Ellisolandia elongata* (12%). Imágenes núm. 7 y 8, Lámina 2.

Filo Annelida; **Clase Polychaeta Grube, 1850**

Descripción: Los poliquetos se encuentran representados en todos los mares y océanos del mundo, especialmente en la franja litoral. Aunque existen especies planctónicas, la mayoría son bentónicas sobre todo tipo de fondos y hábitats.

Resultados: Se observó una amplia diversidad de especies, algunas de la familia Nereididae Blainville, 1818. Se cuantificaron un total de 252 individuos, entre los cuales hay una presencia ocasional de Nematodos que se han incluido en el mismo grupo por presentar ambos una estructura corporal vermiforme. De media, representan el 17.03% de la fauna en algas tipo B,

18.08% en LB, 48.68% en F y 26.52% en A. Encontramos la mayor proporción sobre *Neosiphonia sertularioides* (78.48%) y la menor sobre *P. pavonica + J. adhaerens* (0%). Imágenes núm. 9, 10 y 11, Lámina 2.

RESULTADOS SEMI-CUANTITATIVOS

Filo Mollusca; Clase **Bivalvia Linnaeus, 1758.**

Descripción: Casi todos los bivalvos hallados pueden clasificarse dentro de la familia Mytilidae Rafinesque, 1815 y cercanos al género *Mytilus* Linnaeus, 1758. El género *Mytilus*, es típico del habitat mediolitoral inferior e infralitoral superior de costas rocosas con moderado a fuerte hidrodinamismo.

Resultados: Se observa un gran número (más de 50) de pequeños bivalvos todas las especies de algas excepto en *Griffithsia phyllamphora* y *Cladophora coelothrix*. Imagen núm. 12, Lámina 2.

Filo Mollusca; Clase **Polyplacophora Gray, 1821.**

Descripción: Se conocen unas 600 especies y su tamaño oscila entre 3-12cm. Son animales bentónicos y generalmente aparecen sobre fondos rocosos de aguas no muy profundas.

Resultados: Se observó la presencia de un pequeño número (1-5 individuos) en las especies de alga *Cladophora coelothrix* y *Neosiphonia sertularioides*. Imagen núm. 13, Lámina 2.

Filo Mollusca; Clase **Gastropoda Cuvier, 1795.**

Descripción: Es la clase más numerosa y diversa de moluscos con más de 75.000 especies.

Resultados: Se observa una gran diversidad de grupos gasterópodos bastante difíciles de identificar. Parecen estar presentes las familias Pyramidellidae Gray, 1840, Cerithiidae Fleming, 1822, y el superorden Pteropoda Cuvier, 1804. Son bastante abundantes (más de 50 individuos) en las especies *Jania Rubens* y *Cladophora sp.* También se observan de forma ocasional y en menor número en *Ellisolandia elongata*, *Jania adherens*, *P. pavonica + J. Adhaerens*, *P. Pavonica + J. rubens*, *Griffithsia phyllamphora*, *Cladophora dalmatica*, *Neosiphonia sertularioides* y *Cystoseira mediterranea*. Imágenes núm. 14 y 15, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Oligostraca; Clase **Ostracoda Latreille, 1802.**

Descripción: Se trata de organismos muy pequeños (0.4-23mm) que viven prácticamente en todos los ambientes acuáticos. Las especies bentónicas presentan apéndices pediformes, especializados en fijarse al sustrato. La composición de las especies en el Mediterráneo occidental es bastante uniforme y se distribuyen en función del sustrato, predominando los géneros *Paradoxostoma* Fischer, 1855 y *Xestoleberis* Sars, 1866.

Resultados: Se observa la presencia puntual (1-5 individuos) de ostrácodos en todas las muestras. Las especies de *Ellisolandia elongata* y *Cladophora sp.* contenían un número desmesurado de individuos (más de 50). Imagen núm. 16, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Malacostraca; Subclase Eumalacostraca; Orden Decapoda; Suborden Pleocyemata; **Infraorden Brachyura Latreille, 1802.**

Descripción: El grupo Brachyura, conocido como "cangrejos", es el más diversificado de los decápodos. Juegan un papel importante en la estructuración de las comunidades marinas por su papel como depredadores. Las familias características de zonas rocosas en el Mediterráneo son

Dromiidae De Haan, 1833, Majidae Samouelle, 1819, Xanthidae MacLeay, 1838 y Grapsidae MacLeay, 1838.

Resultados: Únicamente se contabilizaron dos individuos en *Cystoseira mediterranea*. Imagen núm. 17, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Crustacea; Superclase Multicrustacea; Clase Malacostraca; Subclase Eumalacostraca; Superorden Peracarida; Orden **Isopoda Latreille, 1817.**

Descripción: Constituye el único grupo de crustáceos capaz de vivir en ambientes terrestres y acuáticos. La gran diversificación se relaciona con una gran gama de adaptaciones. La mayoría de los isópodos de zona intermareal viven asociados a comunidades de algas, que a su vez les sirven de alimento.

Resultados: Se observan individuos de los géneros *Jaeropsis* y *Cymodoce*. Aparecen de manera puntual (2-4 individuos) sobre *Jania adhaerens*, *Jania rubens*, *Padina pavonica* + *Jania adhaerens* (ambas muestras), *Griffithsia phyllamphora* y *Cystoseira mediterranea*. Imagen núm. 18, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Chelicerata; Clase Arachnida; **Subclase Acari Leach, 1817.**

Descripción: Se hace referencia a la familia Halacaridae Murray, 1877 al hablar de ácaros marinos. Este grupo ha colonizado zonas submareales poco profundas y bentónicas. Son mayoritariamente depredadores de pequeños animales.

Resultados: Se observó la presencia de varias especies de ácaros en todas las especies de macroalgas con un máximo de 5 individuos por muestra. Únicamente en *Neosiphonia sertularioides* se contabilizan más de 15 individuos. Imagen núm. 19, Lámina 2.

Filo Arthropoda; Subfilo Chelicerata; **Clase Pycnogonida Latreille, 1810.**

Descripción: Conocido como "arañas de mar", es un grupo principalmente bentónico y ampliamente distribuido por todos los océanos desde la zona litoral hasta profundidades de más de 6000m.

Resultados: Se observan dos individuos de diferente especie, uno en *Ellisolandia elongata* y otro en *Jania rubens*. Imagen núm. 20, Lámina 2.

Filo Bryozoa; Clase Stenolaemata; Orden Cyclostomatida; Familia Lichenoporidae; Género *Patinella*: **Especie *Patinella radiata* (Audouin, 1826).**

Descripción: Animales bentónicos presentes en todos los océanos y con amplia distribución batimétrica, siendo en la plataforma continental donde se concentra la mayoría de especies. Las colonias aprovechan cualquier sustrato sólido para fijarse, incluidas las algas.

Resultados: Únicamente se observa un individuo (especie *Patinella radiata*) sobre la muestra de *Padina pavonica* + *Jania adhaerens*.

Filo Echinodermata; Subfilo Asterozoa; **Clase Ophiuroidea Gray, 1840.**

Descripción: Son los equinodermos más abundantes y aparecen sobre cualquier fondo en todos los océanos. Pueden ser carroñeros o filtradores, sirviéndose de sus brazos para atrapar el alimento.

Resultados: Se observa la presencia de 6 individuos de especie desconocida sobre *Griffithsia phyllamphora*. Por su aspecto espinado y su tamaño (unos 4cm), parece pertenecer al género *Ophiothrix* Müller & Troschel, 1840. Imagen núm. 21, Lámina 2.

Filo Sipuncula; Clase Phascolosomatidea; Orden Phascolosomatida; **Familia Phascolosomatidae Stephen & Edmonds, 1972.**

Descripción: Conocidos como gusanos cacahuete, son un filo de organismos exclusivamente marinos bentónicos. Han sido poco estudiados por su dificultad para clasificarlos. Su distribución cubre todos los océanos del mundo a todas las profundidades (incluyendo la zona abisal). Los géneros *Phascolosoma* Leuckart, 1828 y *Aspidosiphon* Diesing, 1851 son comunes de aguas superficiales.

Resultados: Solamente se observan 4 individuos en *Cystoseira mediterranea*. Imagen núm. 22, Lámina 2.

Reino Chromista; Subreino Harosa; Infrareino Rhizaria; **Filo Foraminifera**

Descripción: El morfotipo A comprende especies incrustantes de reducida movilidad y con tiempos de vida larga (>10 meses). El morfotipo B se compone de especies generalmente móviles, aunque pueden incrustarse, con un tiempo de vida de 2-5 meses. El morfotipo C, engloba especies móviles del género *Elphidium* con un tiempo de vida de 3-4 meses. El morfotipo D, está formado por especies móviles con tiempos de vida corto. Los miliólidos, se agrupan en el morfotipo D (destacando los géneros *Miliolinella*, *Quinqueloculina* y *Triloculina*). El morfotipo SB agrupa las especies de foraminíferos simbiotes y presentan un tiempo de vida largo (>10 meses). Resultados: Se observa una mayor riqueza de especies del morfotipo D para todas las muestras, seguido del morfotipo B, A, C y SB en este orden. Imágenes en Lámina 3.

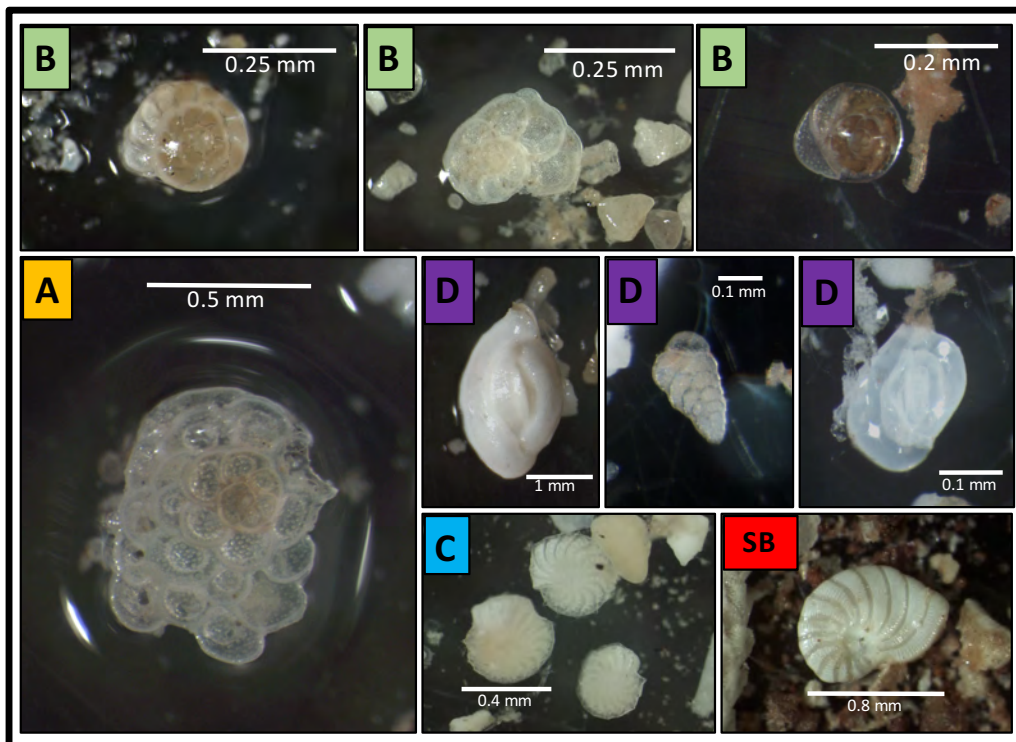


Lámina 3. Imágenes ejemplo de morfotipos A, B, C, D y SB.

Tabla 3. La tabla muestra el resultado del muestreo epifaunístico por cada muestra. Se diferencian tres secciones; organismos cuantificados (número de individuos de cada taxón por especie de alga y recuento total), semi-cuantificados (marcados con una "x" donde hay presencia) y foraminíferos agrupados por morfotipos (el número al lado de cada "x" indica el número de especies por morfotipo). El total de los foraminíferos, indica el número de especies de cada morfotipo. Las macrofitas aparecen agrupadas por patrones de arquitectura y clasificadas por especie y localidad (SV-Son Verí; CL-Cala Llamp; PC-Port des Canonge).

| FAUNA EPÍFITA | | BROCHA | | | | LAMINAR + BROCHA | | | FILAMENTOSA | | | | | ARBORESCENTE | Total | |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------|-----|
| FILO | TAXONES | <i>Ellisolandia elongata</i> | <i>Ellisolandia elongata</i> | <i>Jania adhaerens</i> | <i>Jania rubens</i> | <i>P. pavonica + J. adhaerens</i> | <i>P. pavonica + J. adhaerens</i> | <i>P. pavonica + J. rubens</i> | <i>Griffithsia phyllamphora</i> | <i>Cladophora coelothrix</i> | <i>Cladophora dalmatica</i> | <i>Cladophora sp</i> | <i>Neosiphonia sertularioides</i> | <i>Cystoseira mediterranea</i> | | |
| | | SV | CL | PC | CL | SV | CL | PC | PC | SV | CL | CL | CL | CL | | |
| Cuantificados | ARTHROPODA: CRUSTACEA | Gammaridea | 7 | 15 | 2 | 55 | 23 | 8 | 4 | 6 | 5 | 0 | 4 | 4 | 34 | 167 |
| | | Caprellidae | 0 | 4 | 0 | 35 | 0 | 1 | 0 | 0 | 11 | 0 | 1 | 0 | 4 | 56 |
| | | Tanaidacea | 11 | 4 | 0 | 1 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 | 2 | 42 |
| | | Harpacticoida | 3 | 18 | 34 | 66 | 18 | 33 | 53 | 16 | 25 | 3 | 38 | 13 | 57 | 377 |
| | ANNELIDA | Polychaeta | 4 | 11 | 8 | 23 | 0 | 21 | 16 | 4 | 9 | 9 | 50 | 62 | 35 | 252 |
| Total | | 25 | 52 | 44 | 180 | 53 | 65 | 73 | 26 | 50 | 18 | 97 | 79 | 132 | 894 | |
| Presencia/ausencia | MOLLUSCA | Bivalvia | x | x | x | x | x | x | x | - | - | x | x | x | x | |
| | | Polyplacophora | - | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | x | - | |
| | | Gastropoda | - | x | x | x | x | x | x | x | - | x | x | x | x | |
| | ARTHROPODA: CRUSTACEA | Ostracoda | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | | Brachyura | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | |
| | | Isopoda | - | - | x | x | x | x | - | x | - | - | - | - | x | |
| | ARTHROPODA: CHELICERATA | Acari | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| | | Pycnogonida | - | x | - | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | BRYOZOA | <i>Patinella radiata</i> | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | ECHINODERMATA | Ophiuroidea | - | - | - | - | - | - | - | x | - | - | - | - | - | |
| | SIPUNCULA | Phascolosomatidae | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | x | |
| | FORAMINIFERA: morfotipos | A | x-4 | x-3 | x-3 | x-2 | x-2 | x-1 | - | x-1 | x-1 | x-1 | x-1 | x-2 | x-2 | 7 |
| B | | x-5 | x-2 | x-9 | x-5 | x-9 | x-6 | x-6 | x-6 | x-3 | x-4 | x-8 | x-3 | x-15 | 25 | |
| C | | - | - | - | x-4 | x-2 | x-4 | - | - | - | - | x-1 | - | x-2 | 5 | |
| D | | x-7 | x-4 | x-14 | x-10 | x-13 | x-6 | x-2 | x-2 | x-10 | x-1 | x-8 | x-4 | x-6 | x-6 | 34 |
| SB | | x-1 | x-3 | x-1 | x-3 | x-3 | x-2 | x-2 | x-2 | x-2 | - | x-2 | x-2 | x-2 | - | 5 |

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

De los valores numéricos obtenidos en los taxones cuantificados (Gammarideos, Caprelidos, Tanaidáceos, Harpacticoides y Poliquetos), se obtuvieron las proporciones (en %) con las que aparecen en cada muestra macrofita (Figura 7). En general, los patrones de abundancia que se obtienen parecen ser independientes en cada especie de alga y no se puede obtener ninguna conclusión clara a priori.

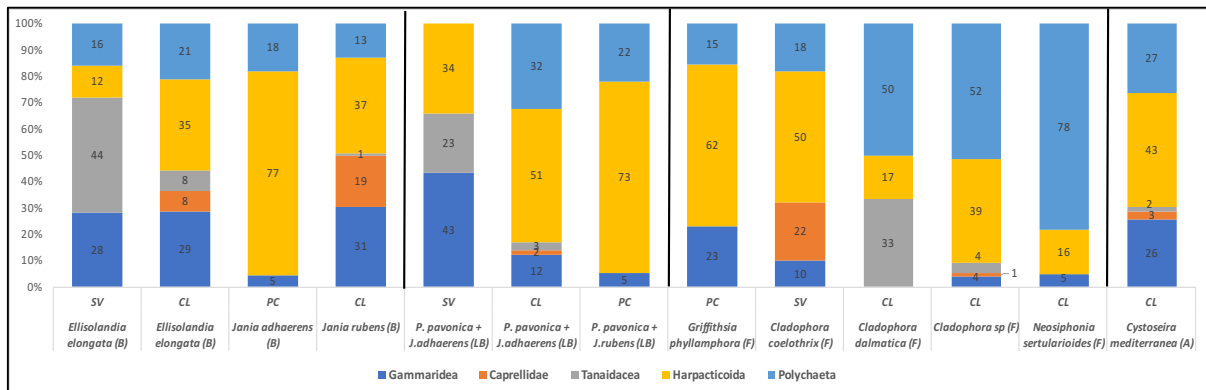


Figura 7. Gráfico en columnas para cada especie macrofita mostrando las proporciones (%) de cada taxón cuantificado. Sobre el nombre de cada especie, aparecen las siglas que corresponden a la localidad (SV-Son Verí; CL-Cala Llamp; PC-Port des Canonge). Se indica entre paréntesis al lado de cada nombre de especie la arquitectura en la que se clasifica (B, L+B, F, A). Las barras que separan las columnas, agrupan las especies que comparten una misma estructura.

Posteriormente, se calculó la media de las proporciones faunísticas para cada patrón de estructura arquitectónica (Figura 8). En general, se observa que el grupo de copépodos harpacticoides es el más predominante en todas las estructuras y únicamente se ve superado por los poliquetos en la estructura filamentososa. El grupo que aparece en menor abundancia sobre todas las arquitecturas es el de los anfípodos caprelídeos, excepto en la forma arborescente donde son aún menos abundantes los tanaidáceos.

- En la estructura tipo brocha, se obtienen unos valores del 23% en gammarideos, 7% en caprelídeos, 13% en tanaidáceos, 40% en harpacticoides y 17% en poliquetos.
- Las proporciones de laminar+brocha muestran un 20% de gammarideos, 0.5% de caprelídeos, 9% de tanaidáceos, 52% de harpacticoides y 18% de poliquetos.
- Sobre la estructura filamentososa, se obtienen unos valores del 8% en gammarideos, 5% en caprelídeos, 7% en tanaidáceos, 37% en harpacticoides y 43% en poliquetos.
- En la estructura arborescente, observamos una media del 26% en gammarideos, 3% en caprelídeos, 1% en tanaidáceos, 43% en harpacticoides y 27% en poliquetos.

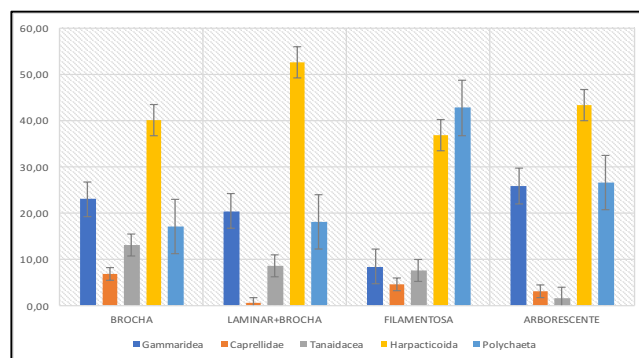


Figura 8. Media de las proporciones de cada taxón cuantificado (%) por estructura arquitectónica.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico, se utilizó el software Primer 6.0 y los datos se basan en los valores de fauna cuantificada. La semejanza entre las muestras se refleja en forma de cluster, donde se agrupan dicotómicamente en función del grado (%) de similaridad (Figura 9). Los resultados muestran una elevada relación entre aquellas especies que fueron recolectadas en la misma localidad, independientemente de la especie o estructura arquitectónica a la que pertenezcan. Las algas de Port des Canonge, se agrupan entre ellas con una similaridad superior al 90%, superando incluso el 95% entre *Jania adhaerens* y *Padina pavonica*+*Jania rubens*. Por lo general, las especies de Cala Llamp también se agrupan superando el 90% de similaridad, a excepción de *Neosiphonia sertularioides* y *Cladophora dalmatica*. Las especies que pertenecen a la localidad de Son Verí parecen ser las menos relacionadas entre sí, no llegando al 70% en el caso de *Cladophora coelothrix* y alcanzando valores máximos del 80% entre *Ellisolandia elongata* y *Padina pavonica*+*Jania adhaerens*.

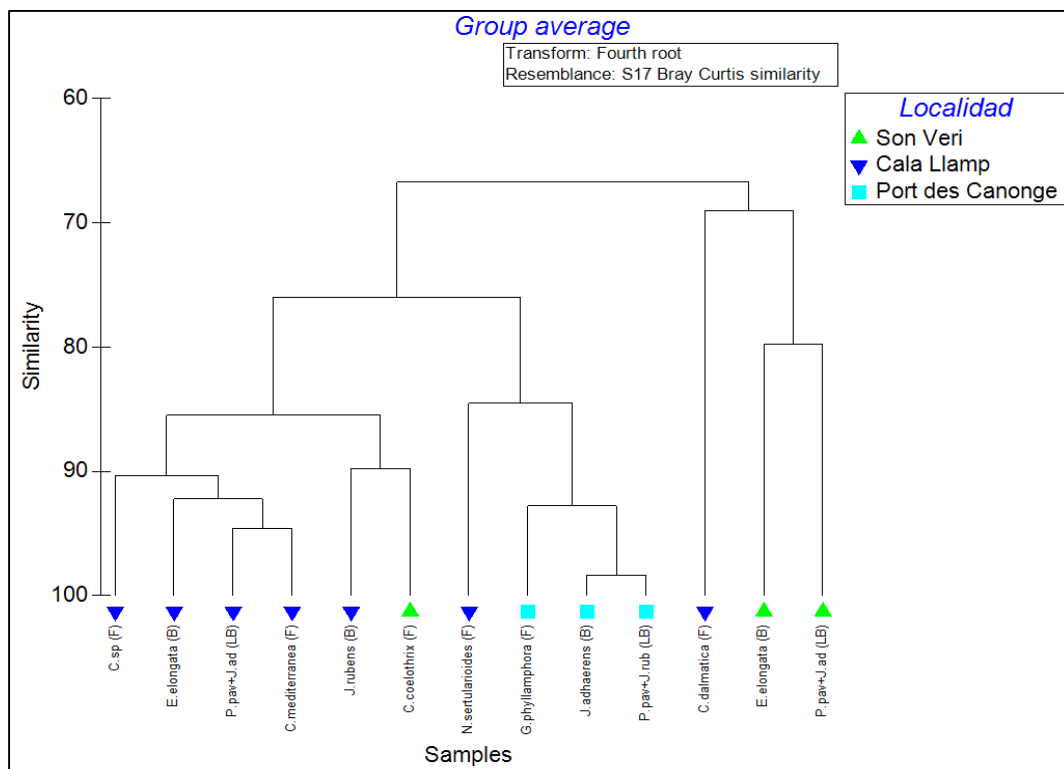


Figura 9. Dendrograma de similaridad entre las muestras de algas, representada como cluster. Al lado del nombre de cada especie se indica entre paréntesis la arquitectura a la que corresponde (B, LB, F, A).

DISCUSIÓN

No se han tenido en cuenta valoraciones acerca de la abundancia en términos de número de individuos en esta discusión porque, tal y como se indica en el apartado de metodología, para algunas muestras se cuantificó parte de la misma. Este procedimiento se llevó a cabo generalmente sobre muestras de elevada biomasa, pues tal y como indican estudios previos (Christie et al., 2009; Torres et al., 2015), la riqueza o diversidad faunística depende de la arquitectura del alga, mientras que la abundancia depende de la biomasa del hábitat. Sin embargo, se mantienen las proporciones con las que aparecen los individuos, por lo que se hace referencia a la abundancia en términos de mayor o menor proporción de taxones faunísticos por muestra.

Generalmente, los promedios de abundancia en cada estructura arquitectónica cuadran con la literatura. Sin embargo, puede que los resultados no sean representativos debido al bajo número de muestras, lo que hace difícil distinguir lo que ha sido resultado del azar de lo que no. Es necesario un mayor número de réplicas de cada especie y una mayor diversidad especies por arquitectura para poder realizar análisis estadísticos que puedan darnos mayor solidez en los resultados (eg Christie et al., 2009; Guerra-García et al., 2010; Torres et al., 2015; Veiga et al., 2014).

Dentro de cada grupo arquitectónico, se ponen de manifiesto importantes diferencias a nivel individual. Por ejemplo, en las estructuras tipo brocha, las muestras no guardan ninguna relación entre sí en cuanto a las proporciones de la fauna que las componen. *Jania adhaerens* parece tener una similaridad mucho mayor con algas de diferente morfología como *Padina pavonia*+*Jania rubens* (LB) o *Griffithsia phyllamphora* (F). Estas tres especies provienen de la misma localidad, lo que da a pensar que la composición epifaunística se rige más por la localidad que por la estructura del alga. También podemos encontrar un claro ejemplo en la especie *Ellisolandia elongata*. Esta especie corresponde a dos muestras obtenidas de dos localidades diferentes. Evidentemente, las dos se catalogan como arquitecturas tipo brocha, sin embargo, su composición faunística no se asemeja en absoluto. Ambas muestras obtienen un índice de similaridad bastante bajo entre sí y mucho mayor en relación a muestras con las que comparten localidad respectivamente. Esta correlación, localidad-composición faunística, se ve reflejada y corroborada en el análisis estadístico de los resultados (Figura 9).

Más en detalle, los anélidos poliquetos son el grupo de invertebrados marinos bentónicos que mejor aprovecha sustratos calcáreos (Martin, 1987). Las muestras en las que predominan los poliquetos, constituyendo más del 50% de su diversidad taxonómica, son las algas filamentosas *Cladophora dalmatica*, *Cladophora sp.* y *Neosiphonia sertularioides*. Pertenecen a la localidad de Cala Llamp que, a diferencia de las demás localidades, se compone de brechas calcáreas, lo que explicaría en parte la gran abundancia de poliquetos. Sin embargo, en las demás muestras de Cala Llamp no se encuentra una abundancia tan desmesurada de poliquetos. De este modo, la abundancia de poliquetos puede explicarse como la confluencia de dos factores; arquitectura y localidad.

Teniendo en cuenta que todas las estaciones seleccionadas no tenían influencia antrópica importante, las variaciones podrían explicarse en base a diferencias naturales en la temperatura del agua, oxígeno, conductividad y turbidez (Guerra-García et al., 2010), así como la composición del sustrato. Debido a que el muestreo se realizó durante un periodo que abarca cuatro meses, es posible que también haya influido la estación del año y la orientación de la zona muestreada (Alos, 1990), factores que afectan a la

intensidad hidrodinámica e incidencia de la misma. Habrían sido necesarios análisis previos para cerciorarse que la comunidad epífita no se ve afectada por la localidad (Michael Gee & Warwick, 1994).

La biomasa del alga también parece jugar un papel importante en la distribución de la fauna. Torres et al. (2015) señalaron una correlación positiva entre la biomasa del alga y el número de individuos poliquetos. En este estudio ocurre todo lo contrario y el grupo de filamentosas son un claro ejemplo de ello, donde las muestras de mayor biomasa, presentaron una menor proporción de poliquetos y viceversa. Independientemente de la localidad, se observan dos grupos con patrones de abundancia bien diferenciados entre sí, el primero formado por *Cladophora dalmatica*, *Cladophora sp.* y *Neosiphonia sertularioides*, el segundo formado por *Griffithsia phyllamphora* y *Cladophora coelothrix*. Si nos fijamos en el segundo grupo, ambas muestras poseen una estructura filamentosa con una biomasa superior a las del primer grupo, lo que marcaría la principal diferencia en la distribución faunística entre los dos grupos. Por tanto, en este grupo arquitectónico, la biomasa de las especies de algas marca la principal diferencia entre las muestras, siendo la localidad un factor que también influye aunque en menor medida.

Para el resto de muestras, encontramos que el grupo más diverso y abundante fue el de los artrópodos (principalmente crustáceos), seguido de moluscos y poliquetos, al igual que ocurre en estudios sobre patrones de abundancia como el de Guerra-García et al. (2010). Una de las características morfológicas más representativas de los anfípodos es la adaptación de sus pereiópodos. Los pereiópodos son eficientes estructuras de agarre que les permiten aferrarse al sustrato, como pueden ser algas, superficies rocosas u otros organismos (Thiel & Hinojosa, 2009), por lo que los encontramos mayoritariamente sobre estructuras ramificadas, seguido de foliosas y filamentosas. Los resultados para la densidad de anfípodos principalmente en función de la arquitectura del hábitat, concuerdan con estudios previos como el de Hacker Steneck (1990). Sin embargo, se observan en menor proporción (o incluso están ausentes en el caso de los tanaidáceos) en Port des Canonge, independientemente de la arquitectura de las muestras de la localidad, por lo que nuevamente el factor localidad se evidencia en los resultados. La gran abundancia de copépodos es evidente en todas las muestras, independientes de cualquier factor, posiblemente debido a que su fuente de alimentación principal son los foraminíferos (Nomaki et al., 2008), presentes también en abundancia sobre todas las muestras.

Anfípodos y otros crustáceos tienen una movilidad relativamente elevada, así como los gasterópodos, mientras que otros grupos faunísticos asociados con macrófitas, como poliquetos y bivalvos, tienen una movilidad relativamente baja (Christie et al., 2007). Los moluscos bivalvos, únicamente no aparecen sobre las filamentosas de gran biomasa anteriormente mencionadas, *Griffithsia phyllamphora* y *Cladophora coelothrix*. Una posible explicación para ello puede ser que, al tratarse de organismos filtradores, la maraña de filamentos en estas especies puede dificultar el paso de la corriente de agua. Sin embargo, para el grupo de moluscos en general, no se detectan diferencias significativas entre las especies de macroalgas (Torres et al., 2015). De igual forma, los ácaros y ostrácodos aparecen en la mayoría de especies, dado que cualquier ambiente puede ser idóneo para su desarrollo (Armengol et al., 1986). Los poliplacóforos, aparecen de forma puntual sobre dos especies con las que aparentemente no guardan ninguna relación, por lo que su presencia debe discutirse teniendo en cuenta la complejidad de las zonas muestreadas. Torres et al. (2015) apuntan a que diferencias entre especies de macroalgas del litoral rocoso, pueden ser explicadas por variaciones en los respectivos entornos o alrededores que envuelven o componen la zona. Se necesitaría un trabajo experimental más a fondo para probar los efectos del entorno en la estructuración de los grupos epifaunísticos sobre macroalgas.

Cystoseira mediterránea destaca sobre el resto de especies muestreadas porque alberga taxones que no aparecen en las demás muestras, como los braquiuros y sipuncúlidos, además de mostrar una presencia de casi todos los demás taxones semi-cuantificados. Se relaciona este hecho con la arquitectura tipo arborescente y la gran complejidad estructural que implica, ya que una mayor complejidad estructural en términos arquitectónicos conlleva una mayor diversidad de especies asociadas (Christie et al., 2009). Los picnogónidos presentan unas adaptaciones morfológicas (largas patas acabadas en forma de gancho) que les permiten agarrarse al sustrato, lo que puede justificar que únicamente aparezcan sobre estructuras de tipo brocha, que además compartían localidad. Por otra parte, *Patinella radiata* es un briozoo que necesita de superficies lisas para poder fijarse, por lo que aparece de forma exclusiva sobre una de las muestras de *Padina pavonica*. Estos resultados reforzarían la idea de Hacker y Steneck (1990), indicando que el componente arquitectónico del alga es un factor importante a la hora de determinar los patrones de demografía faunística en estas.

En el grupo de los foraminíferos, teniendo en cuenta la riqueza de especies por morfotipos, se intuye una relación entre los morfotipos y la estructura del alga dominante. En general, no aparecen morfotipos del tipo A debido a que están adaptados a sustratos planos de algas con un tiempo de vida superior, como las fanerógamas. Es necesario un análisis exhaustivo que incluya la cuantificación de las especies de foraminíferos para poder confirmar o descartar esta hipótesis.

CONCLUSION

Para concluir, este estudio demuestra la necesidad de combinar tamaño del hábitat (biomasa) y morfología (arquitectura) a fin de caracterizar correctamente la complejidad estructural de la macroalga. La relación entre la complejidad estructural del alga y la abundancia, riqueza y estructura de la fauna asociada es bastante compleja y no siempre sigue un patrón que pueda generalizarse en todas las macroalgas porque la "identidad" de esta, también juega un papel importante (Veiga et al., 2014). Por otra parte, la localidad es el factor que más ha influido en la configuración faunística de las muestras. De este modo, la confluencia de estos dos factores (complejidad estructural y localidad) son los responsables de las diferencias en patrones de abundancia obtenidos en el estudio.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de las especies macrófitas clasificadas en total. El número que aparece al lado de las siglas de cada localidad (SV, Son Verí; CL, Cala Llamp; PC, Port des Canonge), indica el número de la muestra. Es posible que aparezcan varias especies para una misma muestra, por lo que se indica la posición de cada especie como "predomina junto a" si se trata de la especie principal o dominante, "junto a" si es una especie que acompaña a la principal y "epífita de" si es una forma incrustante que epífita a la especie principal.

| ESPECIE DE MACRÓFITA | Localidad |
|--|-----------|
| <i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947 junto a <i>Cladophora</i> sp, <i>Chaetomorpha aerea</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | CL4 |
| <i>Ceramium echionotum</i> J.Agardh, 1844 junto a <i>Cladophora</i> sp, <i>Blidingia minima</i> y <i>Chaetomorpha aerea</i> | CL4 |
| <i>Ceramium echionotum</i> J.Agardh, 1844 junto a <i>Cladophora coelothrix</i> , <i>Jania adhaerens</i> , <i>Laurencia obtusa</i> y <i>Herposiphonia secunda</i> | SV7 |
| <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing, 1849 junto a <i>Cladophora</i> sp, <i>Blidingia minima</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | CL4 |
| <i>Cladophora coelothrix</i> Kützing, 1843 predomina junto a <i>Jania adhaerens</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Herposiphonia secunda</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | SV7 |
| <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing, 1843 predomina junto a <i>Jania adhaerens</i> y más | CL5 |
| <i>Cladophora</i> Kützing, 1843 predomina junto a <i>Blidingia minima</i> , <i>Chaetomorpha aerea</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | CL4 |
| <i>Cystoseira mediterranea</i> Sauvageau, 1912 | CL2 |
| <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux, 1809 | CL3 |
| <i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders, 2013 junto a <i>Cystoseira mediterranea</i> | CL2 |
| <i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders, 2013 predomina junto a <i>Jania adhaerens</i> | SV6 |
| <i>Ellisolandia elongata</i> (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders, 2013 predomina junto a <i>Jania adhaerens</i> y <i>Laurencia obtusa</i> | CL8 |
| <i>Feldmannophycus rayssiae</i> (Feldmann & G.Feldmann) H.Augier & Boudouresque, 1971 | PC3 |
| <i>Griffithsia phyllamphora</i> J.Agardh, 1842 predomina junto a <i>Jania adhaerens</i> | PC1 |
| <i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn, 1880 junto a <i>Cladophora coelothrix</i> , <i>Jania adhaerens</i> , <i>Laurencia obtusa</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | SV7 |
| <i>Herposiphonia secunda</i> (C.Agardh) Ambronn, 1880 junto a <i>Padina pavonica</i> y <i>Jania adhaerens</i> | SV9 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Cystoseira mediterranea</i> | CL2 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Dictyota dichotoma</i> | CL3 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Feldmannophycus</i> | PC4 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Laurencia obtusa</i> | SV3 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Padina pavonica</i> | CL7 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Palisada perforata</i> | SV5 |
| <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) Penrose & Y.M.Chamberlain, 1993 epífita de <i>Palisada tenerrima</i> | SV2 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 | PC2 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 co-domina junto a <i>Padina pavonica</i> | SV9 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Cladophora coelothrix</i> , <i>Laurencia obtusa</i> , <i>Herposiphonia secunda</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | SV7 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Cladophora dalmatica</i> | CL5 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Ellisolandia elongata</i> | SV6 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Ellisolandia elongata</i> | CL8 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Griffithsia phyllamphora</i> | PC1 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Laurencia obtusa</i> y <i>Jania rubens</i> | SV3 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Palisada perforata</i> y <i>Jania rubens</i> | SV5 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Palisada tenerrima</i> y <i>Jania rubens</i> | SV2 |
| <i>Jania adhaerens</i> J.V.Lamouroux, 1816 predomina junto a <i>Padina pavonica</i> | CL7 |
| <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Laurencia obtusa</i> y <i>Jania adhaerens</i> | SV3 |
| <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Padina pavonica</i> y <i>Feldmannophycus</i> | PC4 |
| <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Palisada perforata</i> y <i>Jania adhaerens</i> | SV5 |
| <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Palisada tenerrima</i> y <i>Jania adhaerens</i> | SV2 |
| <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816 junto a <i>Sphacelaria plumula</i> | CL1 |
| <i>Jania</i> sp J.V.Lamouroux, 1812 junto a <i>Palisada perforata</i> | SV1 |
| <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux, 1813 junto a <i>Cladophora coelothrix</i> , <i>Jania adhaerens</i> , <i>Herposiphonia secunda</i> y <i>Ceramium echionotum</i> | SV7 |
| <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux, 1813 predomina junto a <i>Jania rubens</i> y <i>J.adhaerens</i> | SV3 |
| <i>Neosiphonia sertularioides</i> (Grateloup) K.W.Nam & P.J.Kang, 2012 | CL6 |
| <i>Neosiphonia sertularioides</i> (Grateloup) K.W.Nam & P.J.Kang, 2012 | SV8 |
| <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy, 1960 co-domina junto a <i>Jania adhaerens</i> | SV9 |
| <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy, 1960 junto a <i>Jania adhaerens</i> | CL7 |
| <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy, 1960 predomina junto a <i>Jania rubens</i> y <i>Feldmannophycus</i> | PC4 |
| <i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam, 2007 junto a <i>Jania adhaerens</i> y <i>Jania rubens</i> | SV5 |
| <i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam, 2007 predomina junto a <i>Jania</i> sp | SV1 |
| <i>Palisada tenerrima</i> (Cremades) Serio, Cormaci, G.Furnari & Boisset, 2010 predomina junto a <i>Jania rubens</i> y <i>Jania adhaerens</i> | SV2 |
| <i>Pneophyllum fragile</i> Kützing, 1843 epífita de <i>Cystoseira mediterranea</i> | CL2 |
| <i>Sphacelaria plumula</i> Zanardini, 1864 junto a <i>Jania rubens</i> | CL1 |

Anexo 2. Se muestra la lista de especies foraminíferas totales y agrupadas por morfotipos. La presencia en cada macrófita se indica con una "x".

| MORFOTIPO | FORAMINÍFERO | BROCHA | | | | LAMINAR + BROCHA | | | FILAMENTOSA | | | ARBORESCENTE | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|---|
| | | Ellislandia elongata SV | Ellislandia elongata CL | Jania adhaerens PC | Jania rubens CL | P. pavonica + J. adhaerens SV | P. pavonica + J. adhaerens CL | P. pavonica + J. rubens PC | Griffithsia phyllamphor. PC | Cladophora coelothrix SV | Cladophora dalmatica CL | Cladophora sp. CL | Neosiphonia sertularioides CL | Cystoseira mediterranea CL | |
| A | <i>Cibicides variabilis</i> | x | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Nubecularia lucifuga</i> | x | x | x | x | | x | | x | | | x | | x | |
| | <i>Planorbulina acervalis</i> | | x | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Planorbulina mediterraneensis</i> | x | | x | | x | | | | | | | x | | |
| | <i>Planorbulina sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Sphaerogypsina globula</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| B | <i>Spirillina vivipara</i> | x | x | x | x | x | | | | | x | x | x | x | |
| | <i>Ammonia beccarii</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Ammonia inflata</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Asterigerinata mamilla</i> | x | | | | | | | | | | | | x | |
| | <i>Cibicides pseudoungerianus</i> | | x | | | | | | | | | | | x | |
| | <i>Cibicides refulgens</i> | | | | | | | | | x | | | | x | |
| | <i>Discorbinaella bertheloti</i> | | | x | x | x | x | | | | x | x | x | x | |
| | <i>Discorbinaella discorbis</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Discorbinaella nitida</i> | | | x | | | | | | x | | x | | | |
| | <i>Discorbis mira</i> | | | | | | | | | | x | | | x | |
| | <i>Discorbis sp.</i> | | | | | | | x | x | | | | | | |
| | <i>Eponides repandus</i> | x | | | | | | x | x | | | | | x | |
| | <i>Glabratella patelliformis</i> | | | x | x | x | | | x | x | | | | | |
| | <i>Glabratella torrei</i> | | | x | | | | | | | | | | | |
| | <i>Lobatula lobatula</i> | x | | | x | | | | | | | | x | x | |
| | <i>Planadiscorbis rarecens</i> | | | | | | | | | | | | | x | |
| | <i>Rosalina bradyi</i> | x | | x | | | x | | x | | | x | x | x | |
| | <i>Rosalina floridensis</i> | x | | x | x | | | | | | | | | x | |
| | <i>Rosalina mediterraneensis</i> | | | x | | | | | | x | x | x | x | x | |
| | <i>Rosalina obtusa</i> | | | | x | x | x | | x | | | x | x | x | |
| | <i>Rosalina posidonicola</i> | | | x | x | | | x | | | | x | | x | |
| | <i>Rosalina sp.</i> | | x | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Rosalina globularis</i> | | | x | | | x | x | | x | | x | | x | |
| | <i>Rosalina vilardebaana</i> | | | | | | | | x | | | | | | |
| | <i>Stomatorbina concentrica</i> | | | | | | x | | | | | x | | x | |
| | <i>Valvulineria araucana</i> | | | | | | | | | | | | | x | |
| | C | <i>Cibicides refulgens</i> | | | | | | | | | | | | | x |
| | | <i>Elphidium cf. advenum</i> | | | | | | x | | | | | | | |
| | | <i>Elphidium oculatum</i> | | | | x | x | x | | | | | | | x |
| | | <i>Elphidium advenum</i> | | | | x | | | | | | | | | |
| <i>Elphidium crispum</i> | | | | | x | | | x | | | | | | | |
| <i>Elphidium macellum</i> | | | | | x | x | x | x | | | | x | | x | |
| D | <i>MILIOLIDOS pequeños mil</i> | | | | | | | | | | x | | | | |
| | <i>Bolivina alata</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Bolivina dilatata</i> | | x | x | x | x | | | | | x | | x | x | |
| | <i>Bolivina sp.</i> | | | | | | | | | | | x | | x | |
| | <i>Bolivina pupoides</i> | | | x | | | | | | | | | | x | |
| | <i>Cycloforina rugosa</i> | | | | | | | x | | | | | | | |
| | <i>Massilina secans</i> | | | | x | x | | | | | x | | | | |
| | <i>Miliolinella circularis</i> | | | x | x | | | | | x | | | | x | |
| | <i>Miliolinella dilatata</i> | x | | | x | | | | | | | | | x | |
| | <i>Miliolinella elongata</i> | | | | | | | | | | | x | | | |
| | <i>Miliolinella labiosa</i> | | | x | | | | | | x | x | | | | |
| | <i>Miliolinella sidebottomi</i> | | | | | x | | | | | | | | | |
| | <i>Miliolinella sp.</i> | | | x | x | x | | | | | x | x | x | | |
| | <i>Miliolinella suborbicularis</i> | | | | | x | | | | | | | | | |
| | <i>Miliolinella subrotunda</i> | x | | | | | | | | x | | | x | | |
| | <i>Quinqueloculina berthelotiana</i> | | | | x | | | x | | | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina irregularis</i> | | | | | | | | | | | x | | | |
| | <i>Quinqueloculina laevigata</i> | | | | | | | | | | | x | | | |
| | <i>Quinqueloculina lamarchiana</i> | | | | | | | | | x | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina parvula</i> | x | | | x | | | | | | | x | | x | |
| | <i>Quinqueloculina parva</i> | | | x | x | x | | | | | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina semimula</i> | x | | | x | x | | | | x | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina sp.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina ungeriana</i> | x | | x | x | x | | x | | x | | | | | |
| | <i>Quinqueloculina vulgaris</i> | x | | | | | | | x | x | | | | x | |
| | <i>Sigmollinita costata</i> | | x | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Siphonaperta aspera</i> | | | | | | x | | | | | | | | |
| | <i>Siphonaperta quadrata</i> | | | | | | | | | | | | x | | |
| | <i>Siphonaperta irregularis</i> | | | x | | | | | | | | | | x | |
| | <i>Spiraloculina ornata</i> | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Triloculina cuneata</i> | | | | | | | x | | | | | | | | |
| <i>Triloculina oblonga</i> | | x | x | x | | | | x | | | | | | | |
| <i>Triloculina rotunda</i> | | | | x | x | | x | | | | | | | | |
| <i>Triloculina trigonula</i> | | | x | | | | | | x | | | | | | |
| <i>Vertebrulina striata</i> | x | | | | | x | | | | | | | | | |
| SB | <i>Laevipeneroplis proteus</i> | | | | x | x | | | | | | | | | |
| | <i>Parasories/Broeckina</i> | | | | | x | | | | | | | | | |
| | <i>Peneroplis pertusus</i> | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | |
| | <i>Peneroplis planatus</i> | x | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x | | |
| | <i>Sorites orbiculus</i> | | x | | x | | | | | | | | | | |

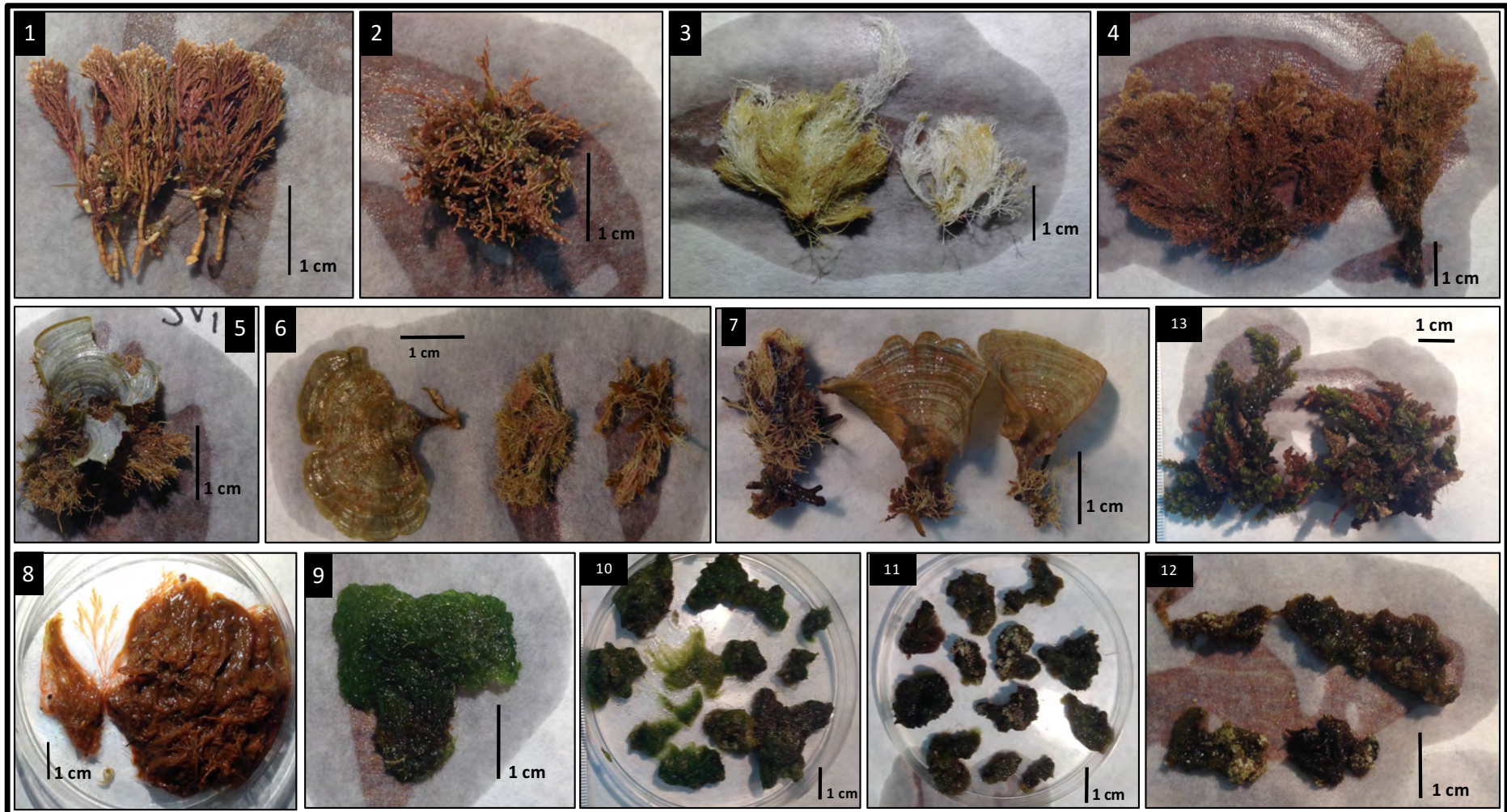


Lámina 1. Macrófitas estudiadas. 1 - *Ellisolandia elongata*, 2 - *Ellisolandia elongata*, 3 - *Jania adhaerens*, 4 - *Jania rubens*, 5 - *Padina pavonica* + *Jania adhaerens*, 6 - *P. pavonica* + *J. adhaerens*, 7 - *P. pavonica* + *J. rubens*, 8 - *Cladophora coelothrix*, 9 - *Cladophora dalmatica*, 10 - *Cladophora* sp., 11 - *Griffithsia phyllamphora*, 12 - *Neosiphonia sertularioides*, 13 - *Cystoseira mediterranea*.

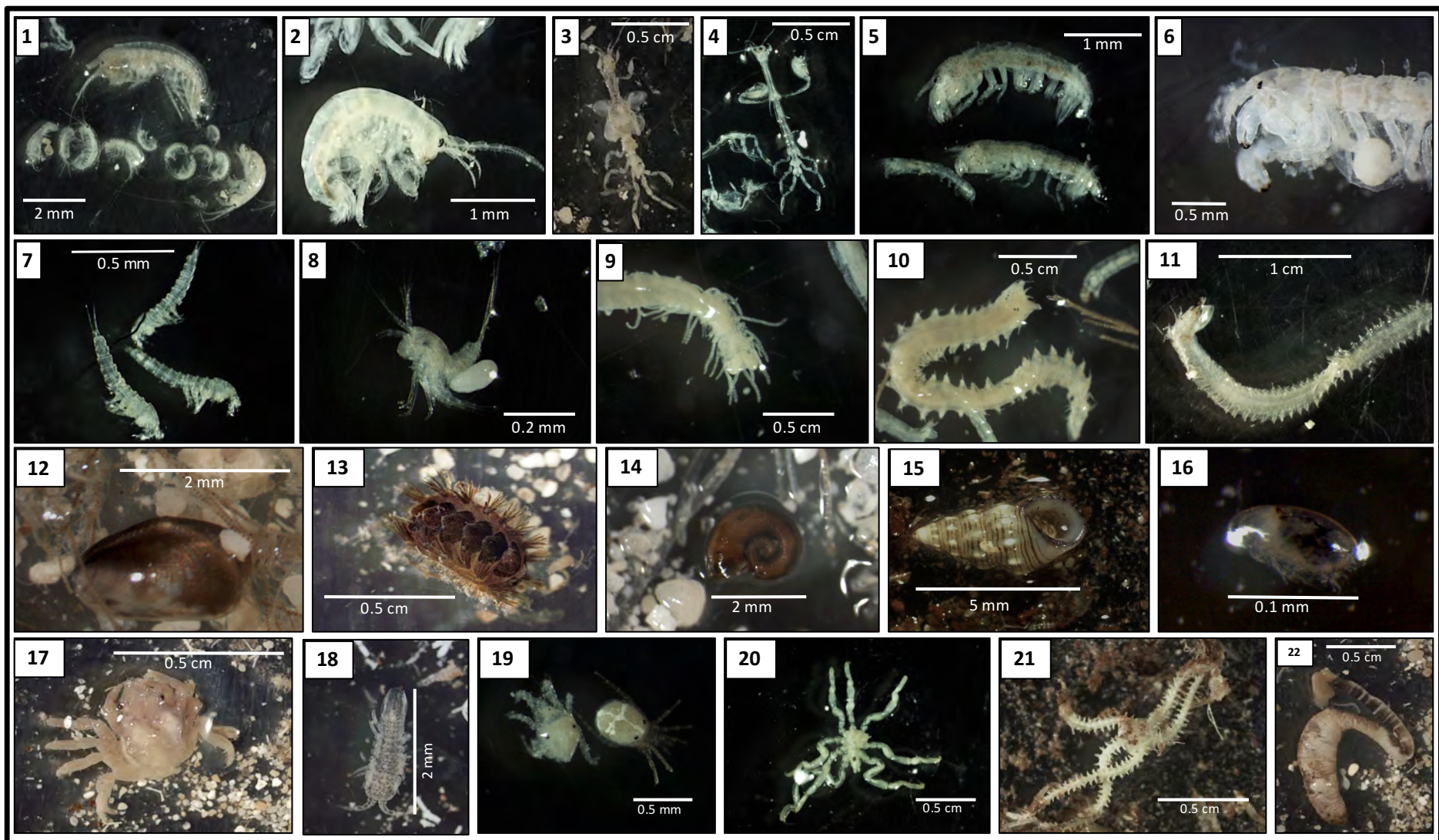


Lámina 2. Imágenes de la fauna animal cuantificada (1-11) y semi-cuantificada (12-22). 1 y 2 - Anfípodos gammarideos, 3 y 4 - Anfípodos caprélidos, 5 y 6 - Tanaidáceos, 7 y 8 - Copéodos harpacticoides, 9, 10 y 11 - Poliquetos, 12 - Bivalvo, 13- Poliplacóforo, 14 y 15 - Gasterópodos, 16 - Óstracodo, 17 - Braquiuro, 18 - Isópodo, 19 - Ácaros, 20 - Picnogónido, 21- Ofiura, 22 - Sipuncúlido.

REFERENCIAS

- Alos, C. (1990). ANÉLIDOS POLIQUETOS DEL CABO DE CREUS (NE DE ESPAÑA). FACIES DE CORALLINA ELLONGATA ELLIS & SOLANDER Y DE CYSTOSEIRA MEDITERRANEA (J. FELDMANN), 14, 17–28.
- Altaba, C. R. et al. (1991). Historia Natural dels Països Catalans. Vol 8. Invertebrats no Artròpodes
- Armengol, Joan et al. (1986). Historia Natural dels Països Catalans. Vol. 9: Artròpodes I.
- Ballesteros, E., & Llobet, T. (2015). *La vida del mar Mediterráneo*. GALLONCATA.
- Blue ecosystems. 2017. Available at: <http://www.blue-ecosystems.com>.
- Calvín Calvo, J. C. (2000). *El ecosistema marino mediterráneo. Guía de su flora y fauna. 797pp.* (2ª Edición). Murcia.
- Castellanos, C., Hernández-vega, S., & Junoy, J. (2003). Isópodos marinos (Crustacea : Isopoda) de las islas Chafarinas (Mediterráneo occidental). *Boletín.Instituto Espanol De Oceanografía*, 19(1995), 219–233.
- Chemello, R., & Milazzo, M. (2002). Effect of algal architecture on associated fauna: Some evidence from phytal molluscs. *Marine Biology*, 140(5), 981–990. <https://doi.org/10.1007/s00227-002-0777-x>
- Christie, H., Jørgensen, N. M., & Norderhaug, K. M. (2007). Bushy or smooth, high or low; importance of habitat architecture and vertical position for distribution of fauna on kelp. *Journal of Sea Research*, 58(3), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2007.03.006>
- Christie, H., Norderhaug, K. M., & Fredriksen, S. (2009). Macrophytes as habitat for fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 396, 221–233. <https://doi.org/10.3354/meps08351>
- Climate-Data.org. 2017. *Datos climáticos mundiales*. Available at: <http://es.climate-data.org>.
- Díaz-García, E. (2016). Variabilidad espacial de la biomasa y estructura de las comunidades epifitas en las hojas de Posidonia oceanica. Retrieved from <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/1720>
- Ferrero-Vicente, L. M., Saiz-Salinas, J. I., Açik, S., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2016). *Guide to the MEDITERRANEAN SIPUNCULANS*. Universitat d'Alacant.
- Frontalini, F., Buosi, C., Da Pelo, S., Coccioni, R., Cherchi, A., and Bucci, C. (2009). Benthic foraminifera as bio-indicators of trace element pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 58, 858–877.
- Gili, J. M., & Ros, J.-D. (1982). Bionomía de los fondos de sustrato duro de las islas Medes (Girona). *Ecología Acuática*, 6, 199–226.
- Gómez Cabrera, M. M. (2000). *Manual de Prácticas de Zoología Marina*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=S>earch&q=intitle:Manual+de+Practicas+de+Zoología+Marina#0
- Google (s.f.), 2017. Mapa Mallorca. Available at: <https://www.google.es/maps/>.
- Gregg, W.W., Rose, F.L., 1982. The effects of aquatic macrophytes on the stream microenvironment. *Environment. Aquat. Bot.* 14, 309–324.
- Guerra-García, J., Cabezas, M., Baeza-Rojano, E., Izquierdo, D., Corzo, J., Ros, M., ... Soler-Hurtado, M. (2010). Abundance patterns of macrofauna associated to marine macroalgae along the Iberian Peninsula. *Zoologica Baetica*, 22, 3–17.
- Guerra-García, J. M., & García-Gomez, J. C. (2001). The Spatial Distribution of Caprellidea (Crustacea: Amphipoda): A Stress Bioindicator in Ceuta (North Africa, Gibraltar Area). *Marine Ecology*, 22(4), 357–367.
- Guerra-García, J. M., Sánchez, J. A., Ros, M., Baeza-Rojano, E., Cabezas, M. P., Izquierdo, D., & Corzo, J. (2010). *Macrofauna Asociada Al Alga Stypocaulon*.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: <http://www.algaebase.org>.
- Hacker, S. D., & Steneck, R. S. (1990). Habitat Architecture and the Abundance and Body-Size-Dependent Habitat Selection of a Phytal Amphipod. *Ecological Society of America*, 71(6), 2269–2285.
- Hauser, A., Attrill, M.J., Cotton, P.A., 2006. Effects of habitat complexity on the diversity and abundance of macrofauna colonising artificial kelp holdfasts. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 325, 93–100
- Johnson, M.P., Frost, N.J., Mosley, M.W.J., Roberts, M.F., Hawkins, S.J., 2003. The area-independent effects of habitat complexity on biodiversity vary between regions. *Ecol. Lett.* 6, 126–132
- Langer, M. R. (1993). Epiphytic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 20(3–4), 235–265. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(93\)90035-V](https://doi.org/10.1016/0377-8398(93)90035-V)
- Martin, D. (1987). Anélidos poliquetos asociados a las concreciones de algas calcáreas del litoral Catalán. *Publicaciones Del Departamento de Zoología de Barcelona*, 11, 61–75.
- Martin-Smith KM (1993) Abundance of mobile epifauna: the role of habitat complexity and predation by fishes. *J Exp Mar Biol Ecol* 174:243–260
- McGuinness, K.A., 2000. Distinguishing area and habitat heterogeneity effects: a simulation test of the MacNally and Watson (1997) protocol. *Aust. Ecol.* 25, 8–15
- Michael Gee, J., & Warwick, R. M. (1994). Body-size distribution in a marine metazoan community and the fractal dimensions of macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 178, 247–259. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(94)90039-6)
- Milazzo, M., Badalamenti, F., Riggio, S., & Chemello, R. (2004). Patterns of algal recovery and small-scale effects of canopy removal as a result of human

- trampling on a Mediterranean rocky shallow community. *Biological Conservation*, 117(2), 191–202. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00292-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00292-1)
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., & Worm, B. (2011). How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9(8), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Nomaki, H., Ogawa, N. O., Ohkouchi, N., Suga, H., Toyofuku, T., Shimanaga, M., ... Kitazato, H. (2008). Benthic foraminifera as trophic links between phytodetritus and benthic metazoans: Carbon and nitrogen isotopic evidence. *Marine Ecology Progress Series*, 357, 153–164. <https://doi.org/10.3354/meps07309>
- Orav-Kotta, H., Kotta, J., 2004. Food and habitat choice of the isopod *Idotea baltica* in the northeastern Baltic Sea. *Hydrobiologia* 514, 79–85
- Ortiz, M., & Jimeno, A. (2001). Guía ilustrada para la identificación de las familias y los géneros de los Anfípodos del suborden Gammaridea de la Península Ibérica. *Graellsia*, 57(2), 3–93.
- Pérès, J. M., & Picard, J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine Endoume*.
- Riedl, R. (2011). Fauna y flora del Mar Mediterráneo. *Omega. Barcelona*, 858
- Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F., & Afonso-Carrillo, J. (2013). *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental*. (Omega). Barcelona.
- Rodríguez, C., Box, A., Deudero, S., & Guerra-García, J. M. (2009). Amfípodes associats a comunitats algals i detritus amb presència de l'alga invasora *Lophocladia lallemandii* al Parc Natural de sa Dragonera (Illes Balears). *Societat d'Història Natural de Les Balears*, 52.
- Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F., & Afonso-Carrillo, J. (2013). Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. *Omega, Barcelona*.
- Ros, J., Prats, I., & Sardà, J. (1984). *Els sistemes naturals de les Illes Medes*. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_GWy8aF3CxCY&oi=fnd&pg=PA11&dq=Els+Sistemes+Naturals+de+les+Illes+Medes.&ots=LSifbHOJiB&sig=ZdVJtj3518Ph8DNTKEzqMpS9Lqs
- Rull-Lluch, J., & Gomez-Garreta, A. (1990). Estudio de la comunidad de *Cystoseira mediterranea* en dos localidades de la península del cabo de Creus (Alt Empordá, Nordeste de España). *Collectanea Botanica*, 18(c), 5–19. <https://doi.org/10.3989/egeogr.2001.i245.267>
- Russo, A.R., 1990. The role of seaweed complexity in structuring Hawaiian epiphytal amphipod communities. *Hwhvhidogirr*, Vol. 94. pp. 1-12
- Sánchez-Moyano, J. ., & García-Gómez, J. C. (1998). The arthropod community, especially Crustacea, as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Spain) based on a spatial distribution. *Journal of Coastal Research*, 14(3), 1119–1133.
- Sanchis Solera, J. (1991). *Lithophyllum lichenoides* Pbilippi 1= *Lithophyllum tortuosum* (Esper) Foslie] (Rhodophyta, Corallinaceae): Distribución en el Mediterráneo Ibérico. *Lazaroa*, 51, 43–51.
- Taylor, R.B., Cole, R.G., 1994. Mobile epifauna on subtidal brown seaweeds in northeastern New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115, 271–282.
- Thiel, M., & Hinojosa, I. (2009). Peracarida – Anfípodos, Isópodos, Tanaidáceos & Cumáceos. *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia, Nature in Focus*, 671–738.
- Torres, A. C., Veiga, P., Rubal, M., & Sousa-Pinto, I. (2015). The role of annual macroalgal morphology in driving its epifaunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 464, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.016>
- Vaquer-Talavera, E. (2015). Estudio de los foraminíferos como bioindicadores del Puerto de Sóller.
- Veiga, P., Rubal, M., & Sousa-Pinto, I. (2014). Structural complexity of macroalgae influences epifaunal assemblages associated with native and invasive species. *Marine Environmental Research*, 101(1), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.09.007>
- Willis, S.C., Winemiller, K.O., López-Fernández, H., 2005. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a neotropical floodplain river. *Oecologia* 142, 284–295.
- Windfinder. 2017. Available at: <https://es.windfinder.com>.
- WoRMS Editorial Board (2017). World Register of Marine Species. Available at: <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. doi:10.14284/170.