
Cyanoprokariotas Microfitobentónicas del Litoral de Andalucía.

Universidad de Granada. 2012

Julio De la Rosa Álamos.

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Julio de la Rosa Álamos
D.L.: GR 2890-2012
ISBN: 978-84-9028-173-4

Pedro M. Sánchez Castillo, profesor Titular del Departamento de Botánica de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación que se presenta en esta Memoria, titulado **“Cyanoprokariotas microfitobentónicas del litoral de Andalucía”** y realizado por el licenciado **D. Julio De la Rosa Álamos** para optar al grado de Doctor en Biología, ha sido realizado bajo mi dirección y reúne las condiciones para ser defendido ante el tribunal que se designe.

Y para que así conste firmo la presente certificación en Granada a de marzo de 2012.

Fdo: P.M. Sánchez Castillo.



Universidad de Granada (1990). Máster en Gestión y Auditoría Ambientales por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (2006) y en Gestión y Conservación de la Geodiversidad y Biodiversidad por la Universidad de Córdoba (2009). Actualmente realiza su labor profesional como técnico del medio marino de la Agencia Andaluza de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía (2004) y como profesor asociado de botánica de la Universidad de Granada (2003).

Agradecimientos

No podría empezar la presentación de esta Memoria sin agradecer a todos los que habéis estado ahí durante todo este tiempo, en los buenos y malos momentos, vuestro apoyo y ánimos. Os debo gran parte de todo esto.

Quiero expresar un especial agradecimiento al profesor Jiri Komárek, por el interés, apoyo y sin duda imprescindibles consejos que me proporcionó en toda una semana de intenso trabajo en tierras canarias. Igualmente a Jarka Komarvova por todas sus sugerencias y comentarios especialmente con las “terribles” *Chroococcales*.

A todos los compañeros del departamento, gracias por vuestro apoyo y ánimos constantes. A las “*ficólogas*” del laboratorio su entusiasmo y ánimos constantes han sido un buen punto de apoyo. Especialmente para Lara, siempre ahí. A Alba, por su ayuda en la maquetación y diseño, imprescindible. A Rafa Morales, por su ayuda con la estadística y disposición para todo lo que necesitara. A María, Mane y Monia, gracias de corazón por vuestro apoyo, ánimos y cariño, especialmente en la recta final, vosotras sabéis el por qué. A Sole, Manolo y a todos los “buzos” y compañeros e la Agencia por su apoyo e interés. A Mirian, y ese fantástico equipo de la copistería, por su predisposición, eficacia y dedicación contra reloj...a todos os que me acompañasteis en este día.

A Antonio Flores, por todo su cariño y aprecio y por el gran interés mostrado desde el principio. Por todo el apoyo y su constante predisposición para ayudar en todo momento.

A Pedro, un constante ejemplo, tanto en lo profesional como en lo personal. Gracias por tu dedicación durante todos estos años, y ya van más de veinte. Gracias por tu confianza en mí. Gracias por haber estado ahí en lo más duro.

A mis padres, impresionantes. Os debo todo lo que soy y el cómo soy. Sin vosotros esto no hubiera sido posible. A José Ángel, Rocío, Marta, Lucas y Lourdes. Que os voy a decir, sois un referente constante en mi vida. Y a esos 16 soles que nos alegran todas las fiestas, ¡cómo les quiero!

Y a ti Nuria, gracias, gracias. Contigo he contraído una deuda de gratitud incalculable. Gracias por soportar mi ausencia, gracias por tu paciencia, por tu apoyo e insustituible cariño. Tú has hecho que cada día mereciera la pena y de donde he podido sacar fuerzas en los momentos más duros. A ti, de corazón, gracias...por todas las horas robadas.

ÍNDICE.

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1.INTRODUCCIÓN..... | 17 |
| 2. ÁREA DE ESTUDIO..... | 31 |
| San Juan de Terreros | 34 |
| Villaricos | 34 |
| Carboneras | 35 |
| Roquetas..... | 36 |
| Calahonda..... | 36 |
| Motril..... | 37 |
| Salobreña..... | 37 |
| La Herradura..... | 38 |
| Maro | 38 |
| Caleta de Vélez | 39 |
| Fuengirola..... | 40 |
| Calaburras..... | 40 |
| Torre de la Sal..... | 41 |
| Punta Carnero | 41 |
| Punta Paloma | 42 |
| Bahía de Cádiz | 42 |
| Rota | 43 |
| 3.MATERIAL Y MÉTODOS | 49 |
| 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 55 |
| 4.1. CATÁLOGO FLORÍSTICO | 57 |
| ORDEN CHROOCOCCALES | 61 |
| Familia Chroococcaceae | 61 |
| Chroococcus | 62 |
| <i>Chroococcus ercegovicii</i> | 63 |
| <i>Chroococcus minutus</i> | 63 |
| <i>Chroococcus thermalis</i> | 64 |

| | |
|--|----|
| <i>Chroococcus turgidus</i> | 65 |
| <i>Chroococcus varius</i> | 66 |
| Gloeocapsopsis | 66 |
| <i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> | 67 |
| Familia <i>Cyanobacteriaceae</i> | 68 |
| Cyanobacterium | 68 |
| <i>Cyanobacterium cedrorum</i> | 69 |
| Cyanothece | 69 |
| <i>Cyanothece halobia</i> | 69 |
| Hormothece | 70 |
| <i>Hormothece sp</i> | 70 |
| Familia <i>Dermocarpellaceae</i> | 71 |
| Cyanocystis | 71 |
| <i>Cyanocystis violacea</i> | 72 |
| Stanieria | 72 |
| <i>Stanieria sublitoralis</i> | 73 |
| Familia <i>Entophysaliaceae</i> | 74 |
| Chloroglea | 74 |
| <i>Chloroglea sp</i> | 75 |
| Entophysalis | 76 |
| <i>Entophysalis cornuana</i> | 77 |
| <i>Entophysalis deusta</i> | 77 |
| <i>Entophysalis granulosa</i> | 78 |
| Familia <i>Microcystaceae</i> | 80 |
| Gloeocapsa | 80 |
| <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> | 81 |
| Familia <i>Xenococcaceae</i> | 81 |
| Chroococciopsis | 82 |
| <i>Chroococciopsis cf fissurarum</i> | 82 |
| Xenococcus | 83 |
| <i>Xenococcus schousboei</i> | 84 |

| | |
|---|-----|
| ORDEN NOSTOCALES..... | 90 |
| Familia <i>Microchaetaceae</i> | 90 |
| <i>Tolypothrix</i> | 90 |
| <i>Tolypothrix robusta</i> | 91 |
| Familia <i>Nostocaceae</i> | 93 |
| <i>Anabaena</i> | 93 |
| <i>Anabaena sp.</i> | 94 |
| <i>Cylindrospermum</i> | 95 |
| <i>Cylindrospermum sp.</i> | 95 |
| <i>Nostoc</i> | 96 |
| <i>Nostoc calcicola</i> | 96 |
| Familia <i>Rivulariaceae</i> | 97 |
| <i>Calothrix</i> | 98 |
| <i>Calothrix aeruginea</i> | 99 |
| <i>Calothrix crustacea</i> | 100 |
| <i>Calothrix pilosa</i> | 101 |
| <i>Calothrix pulvinata</i> | 102 |
| <i>Calothrix scopulorum</i> | 102 |
| <i>Calothrix sp</i> | 104 |
| <i>Isactis</i> | 106 |
| <i>Isactis plana</i> | 107 |
| <i>Rivularia</i> | 107 |
| <i>Rivularia atra</i> | 108 |
| <i>Rivularia bullata</i> | 109 |
| <i>Rivularia mesenterica</i> | 110 |
| <i>Rivularia nítida</i> | 111 |
| Familia <i>Scytonemataceae</i> | 112 |
| <i>Kyrtuthrix</i> | 113 |
| <i>Kyrtuthrix maculans</i> | 113 |
| <i>Scytonematopsis</i> | 116 |
| <i>Scytonematopsis cf crustacea</i> | 116 |

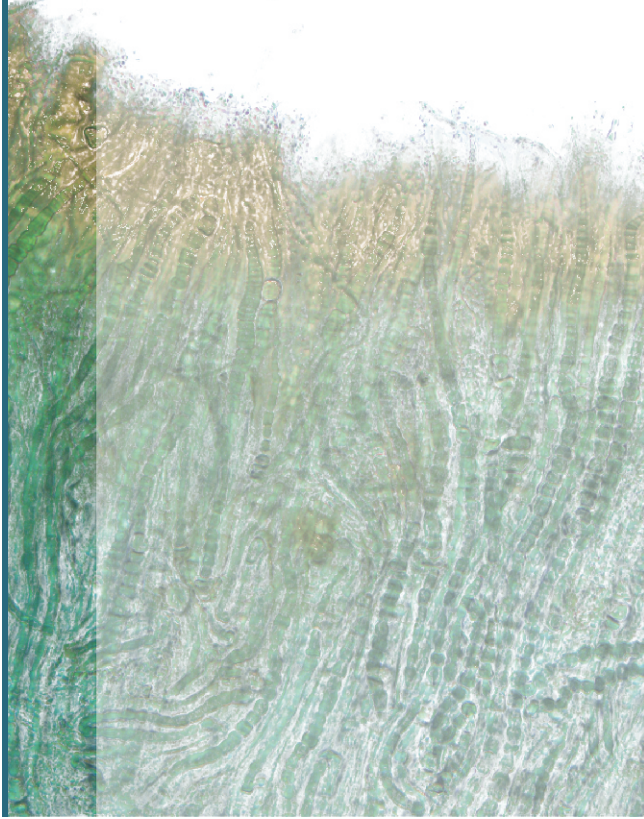
| | |
|--|-----|
| ORDEN OSCILLATORIALES | 121 |
| Familia <i>Oscillatoriaceae</i> | 121 |
| <i>Blennothrix</i> | 121 |
| <i>Blennothrix lyngbyacea</i> | 122 |
| <i>Lyngbya</i> | 123 |
| <i>Lyngbya aestuarii</i> | 124 |
| <i>Lyngbya confervoides</i> | 125 |
| <i>Lyngbya majuscula</i> | 126 |
| <i>Lyngbya meneghiniana</i> | 127 |
| <i>Lyngbya salina</i> | 128 |
| <i>Lyngbya sordida</i> | 128 |
| <i>Lyngbya sp</i> | 129 |
| <i>Oscillatoria</i> | 130 |
| <i>Oscillatoria bonnemaisonii</i> | 131 |
| <i>Oscillatoria funiformis</i> | 132 |
| <i>Oscillatoria margaritifera</i> | 132 |
| <i>Oscillatoria nigro-viridis</i> | 133 |
| <i>Oscillatoria perornata</i> | 135 |
| <i>Oscillatoria pulchra</i> | 135 |
| <i>Oscillatoria rupicola</i> | 136 |
| ORDEN PHORMIDIALES | 140 |
| Familia Borziaceae..... | 140 |
| <i>Komvophoron</i> | 140 |
| <i>Komvophoron cf bourrellyi</i> | 141 |
| Familia <i>Phormidiaceae</i> | 141 |
| <i>Arthrospira</i> | 142 |
| <i>Arthrospira miniata</i> | 143 |
| <i>Microcoleus</i> | 144 |
| <i>Microcoleus lacustris</i> | 144 |
| <i>Phormidium</i> | 145 |
| <i>Phormidium acuminatum</i> | 147 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| <i>Phormidium corium</i> | 148 |
| <i>Phormidium crassior</i> | 148 |
| <i>Phormidium formosum</i> | 149 |
| <i>Phormidium gracile</i> | 150 |
| <i>Phormidium holdenii</i> | 150 |
| <i>Phormidium subuliforme</i> | 151 |
| <i>Phormidium cf uncinatum</i> | 152 |
| Planktothrix | 153 |
| <i>Planktothrix suspensa</i> | 154 |
| ORDEN PSEUDANABAENALES | 160 |
| Familia <i>Pseudanabaenacea</i> | 160 |
| Geitlerinema | 161 |
| <i>Geitlerinema cf exile</i> | 161 |
| Heteroleibleinia | 162 |
| <i>Heteroleibleinia infixa</i> | 163 |
| Leibleinia | 163 |
| <i>Leibleina epiphytica</i> | 164 |
| <i>Leibleinia sp</i> | 166 |
| Leptolyngbya | 167 |
| <i>Leptolyngbya ectocarpi</i> | 168 |
| <i>Leptolyngbya foveolarum</i> | 169 |
| <i>Leptolyngbya fragilis</i> | 169 |
| <i>Leptolyngbya jadertina</i> | 170 |
| <i>Leptolyngbya cf mycoidea</i> | 171 |
| <i>Leptolyngbya sp1</i> | 172 |
| <i>Leptolyngbya sp3</i> | 172 |
| <i>Leptolyngbya sp4</i> | 173 |
| <i>Leptolyngbya sp5</i> | 173 |
| Limnothrix Meffert 1988..... | 174 |
| <i>Limnothrix lauterbornii</i> | 174 |
| Pseudanabaena | 175 |

| | |
|---|-----|
| <i>Pseudanabaena minima</i> | 176 |
| Spirulina | 176 |
| <i>Spirulina major</i> | 177 |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | 178 |
| <i>Spirulina subtilissima</i> | 179 |
| <i>Spirulina versicolor</i> | 179 |
| Familia <i>Schizothrichaceae</i> | 180 |
| Trichocoleus | 181 |
| <i>Trichocoleus tenerrimus</i> | 181 |
| ORDEN SYNECHOCOCCALES | 186 |
| Familia <i>Merismopediaceae</i> | 186 |
| Merismopedia | 187 |
| <i>Merismopedia cf elegans</i> | 187 |
| <i>Merismopedia mediterranea</i> | 188 |
| Familia <i>Synechococcaeae</i> | 188 |
| Cyanobium | 189 |
| <i>Cyanobium sp.</i> | 189 |
| Synechococcus | 190 |
| <i>Synechococcus salinarum</i> | 190 |
| 4.2. CONSIDERACIONES TAXONÓMICAS | 193 |
| 4.2.1. Diversidad taxonómica | 193 |
| 4.2.2. Desarrollo estacional | 194 |
| 4.2.3. Análisis taxonómicos locales | 197 |
| 4.2.4. Comparación con otras floras | 203 |
| 4.3. CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS | 206 |
| 4.3.1. Consideraciones macromorfológicas de los tapetes de cyanoprokariotas | 206 |
| 4.3.2. Análisis de agrupación | 216 |
| 5. CONCLUSIONES | 225 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 231 |
| 7. ANEXOS | 255 |
| Anexo: Tabla listado especies | 257 |

| | |
|--|-----|
| Anexo: Tabla distribución especies por localidad | 260 |
| Anexo: Mapas de distribución especies | 261 |

1. Introducción



A pesar de su pequeño tamaño y simplicidad estructural las cyanoprokariotas (algas verde-azuladas o cyanobacterias) han jugado un papel fundamental en la historia evolutiva de la tierra y hoy día siguen constituyendo un grupo de organismos de suma importancia bajo diferentes puntos de vista (fisiológico, ecológico y evolutivo), siendo además responsables de importantes episodios con gran trascendencia desde la perspectiva humana (Hoffman 1999; Van der Hoek, *et al.*, 1995; Whitton & Potts., 2000; Lee, 2008). Con una antigüedad que oscila entre los 3,5-2,7 billones de años (Lee, 2008; Graham & Wilcox, 2009) actualmente se encuentran en una gran variedad de hábitats tanto terrestres como acuáticos continentales y marinos, muchos de ellos con condiciones ambientales extremas (Komárek, 2003; Kremer, 2006; Strunecky, *et al.*, 2010). Actualmente se han identificado entre unas 2000-2600 especies de cyanoprokariotas de las que un 8% son marinas (Hofrichter, 2004) constituyendo uno de los principales productores primarios en los ambientes marinos y su contribución a la producción primaria hoy, y en el pasado, resulta incuestionable (Kremer, 2006).

La aproximación taxonómica.

Desde las últimas décadas se ha producido un cambio sustancial en la aproximación taxonómica a las cyanoprokariotas, particularmente tras la aplicación para su estudio de métodos ultraestructurales y moleculares. La aproximación molecular (especialmente secuenciación de 16S rRNA) al estudio de las cyanoprokariotas ha puesto de manifiesto aspectos tales como el carácter monofilético de las cyanoprokariotas con heterocistes, la existencia de una gran diversidad filogenética que sugiere la existencia de diversas entidades genéticas y por lo tanto la necesidad de establecer nuevas entidades taxonómicas. Dichos análisis han supuesto la confirmación de la mayoría de los géneros

tradicionalmente establecidos solo en base de características morfológicas (Komárek, 2010).

Las cyanoprokariotas presentan una amplia variedad de morfologías y formas ecológicas, cuyo estudio se ha abordado en base a dos aproximaciones radicalmente diferentes. Desde un punto de vista botánico, tradicionalmente la clasificación de estos organismos se ha basado en las características morfológicas de los mismos (Gomont, 1892; Geitler, 1932; Desikachari, 1959; Umezaki, 1961) dando lugar a los sistemas de clasificación tradicionales que diferencian una gran cantidad de morfoespecies y que en los últimos años se está comprobando su validez a nivel de genespecie. Desde el punto de vista bacteriológico la clasificación de estos organismos se lleva a cabo bajo una aproximación fisiológica y bioquímica (Castenholz, 2001). Según esta aproximación las cyanoprokariotas se reúnen en cinco subsecciones en base exclusivamente a los caracteres (porcentajes de similitud de un genoma completo o de un gen solo) obtenidos en cepas que crecen en cultivo puro (García-Pichel *et al.*, 1996; Boon & Castenholz, 2001; Hayes *et al.*, 2007). Actualmente la clasificación e identificación de las cyanoprokariotas se lleva a través de una aproximación polifásica, basada en la combinación de características morfológicas, estructurales y moleculares, ya sea bajo el prisma del código o sistema bacteriológico (Castenholz, 2001) o bajo el código de nomenclatura botánica (Anagnostidis & Komárek, 1985, 1988; Komárek & Anagnostidis 1986, 1989). Durante las cuatro últimas décadas las características ecológicas de las especies, los estudios de los caracteres ultraestructurales, y los análisis moleculares han influido sustancialmente en nuestro conocimiento sobre este grupo de organismos y como consecuencia, tanto el concepto de especie como la aproximación a la clasificación del grupo ha dado un vuelco sustancial (Anagnostidis & Komárek, 1985; Castenholz, 2001; Komárek & Anagnostidis 1986, 1989), pudiendo aventurar para un futuro importantes cambios en la clasificación e

identificación de las cyanoprokariotas. No obstante, los estudios moleculares presentan aún ciertas limitaciones (García-Pichel *et al.*, 1996; Hoffmann, 1999; Whitton & Potts., 2000; Komárek & Anagnostidis, 2005; Hayes *et al.*, 2007) siendo necesarias más investigaciones, por lo que la aproximación fenotípica (basada en caracteres morfológicos) a la clasificación de las cyanoprokariotas no puede ser remplazada actualmente de forma satisfactoria por ningún otro criterio, especialmente para estudios de campo (Hoffmann, 1999; Anagnostidis & Komárek, 1985; Komárek, 2003; Komárek *et al.*, 2010;).

El concepto actual de especie dentro de las cyanoprokariotas hace referencia a un grupo de poblaciones las cuales presentan el mismo genotipo, están caracterizadas por rasgos fenotípicos estables y por las mismas demandas ecológicas. No obstante, la adecuada elaboración del nuevo concepto de especie necesita aun más estudios, por lo que se prefiere mantener la clasificación tradicional con continuas correcciones y reasignaciones de nuevas entidades taxonómicas (Anagnostidis & Komárek, 1985; Komárek, 2010). El conocimiento actual de las cyanoprokariotas refleja por un lado la enorme heterogeneidad de los tipos cocoides y formas filamentosas sencillas, donde existen al menos dos líneas filogenéticas que por ahora parecen corresponder con dos entidades taxonómicas aún por establecer definitivamente: Oscillatoriales y Pseudanabaenales, y de otro lado la uniformidad dentro del grupo de las cyanoprokariotas con heterocistes las cuales constituyen un grupo monofilético (Graham & Wilcox., 2009; Komárek, 2010, 2010c, 2010d). La aplicación de ambos sistemas de clasificación está produciendo sin duda una convergencia constructiva en la clasificación de estos organismos que indudablemente repercutirá, como señala Sánchez Castillo (2006), en un mejor conocimiento del grupo, y evitando de igual manera las malas interpretaciones o confusiones a que el uso arbitrario de una clasificación solo bajo

el prisma botánico o solo bajo la aproximación bacteriológica pueden dar lugar (Komárek, 2006).

Estudios taxonómicos y florísticos.

El interés en el conocimiento del grupo queda reflejado de alguna manera en la amplia literatura existente, con abundantes monografías y floras regionales, aunque referidas fundamentalmente a hábitats continentales. Un completo resumen de todas ellas se puede consultar en Komárek & Anagnostidis (2005). Las referencias más tempranas para la sistemática del grupo son las obras de Bornet & Flahault (1886) y Gomont (1892), si bien en ellas no se incluyen las formas cocoides. Para éstas, los trabajos de Nägeli (1849) o el posterior de Lemmermann (1907-10) constituyen las primeras referencias. A escala mediterránea la obra de Frémy (1929-1933) representa una de las principales referencias y la más completa aportación al conocimiento de las cyanoprokariotas marinas de las costas europeas, y complementado más recientemente por el trabajo de Giaccone *et al.*, (2003). Actualmente a nivel europeo las obras de Komárek & Anagnostidis (1985, 2005) constituyen las referencias básicas y fundamentales para el grupo de las Chroococales y Oscillatoriales.

En relación al conocimiento de las cyanoprokariotas en España, si bien los trabajos en aguas continentales son ciertamente abundantes, pudiendo considerarse que actualmente se encuentran aceptablemente bien desarrollados, no ocurre lo mismo en relación a las cyanoprokariotas marinas, donde a excepción de los trabajos de Miranda (1931) y González Guerrero (1945, 1947), las referencias suelen aparecer de forma anecdótica en trabajos o listados generales y restringidas normalmente a las especies más comunes y aparentes. Como excepción a esta tendencia hay que señalar los trabajos de Calvo *et al.*, (1999), Bárbara *et al.*, (2005),

Calvo (2001) y Calvo & Bárbara (2002, 2003) los cuales abordan de forma más particular y precisa el estudio de este grupo de organismos. Especialmente evidente es su escaso conocimiento en el sur de España. Si a diferencia de los tres grandes grupos de macroalgas que están aceptablemente desarrollado, no ocurre lo mismo con las cyanoprokariotas, las cuales se encuentran ausentes en los principales *check-list* y floras de referencia y en las posteriores actualizaciones de los mismos (Conde & Soto, 1986; Soto & Conde, 1989; Flores *et al.*,1994; Flores *et al.*,1995; Conde *et al.*,1996; Conde *et al.*,1996b; Conde & Flores Moya, 2000; Altamirano *et al.*,2006; Altamirano *et al.*,2008; Iverson *et al.*,2009), no existiendo actualmente ningún trabajo centrado de manera específica sobre este grupo de organismos. En Andalucía las referencias más próximas, y prácticamente únicas, corresponden los trabajos de González Guerrero (1945, 1947) y Seoane Cambra (1965) donde se citan una decena de especies para el litoral de Cádiz. Por último, los resultados preliminares del proyecto Flora Ficológica de Andalucía (Sánchez Castillo *et al.*, 2010) aportan datos actualizados sobre la ficoflora de Andalucía de ecosistemas continentales, salinos y marinos, si bien las cyanoprokariotas marinas quedan de nuevo excluidas. Las aportaciones realizadas se limitan fundamentalmente al entorno de la bahía de Cádiz en ambientes salinos, las cuales se corresponden en gran medida con las hechas por González-Guerrero (1945, 1947). Las razones de este desfase en relación al conocimiento entre estos grupos puede deberse a razones como lo especialmente desapercibidas que pueden pasar estas comunidades en el medio litoral, la dificultad para su recolección, especialmente en el ámbito infralitoral, la dificultad que supone su estudio, e incluso el propio (des)interés de los investigadores.

Las comunidades de cyanoprokariotas bentónicas marinas.

En décadas recientes la importancia y significado ecológico de las cyanoprokariotas marinas ha sido puesta de manifiesto de forma evidente, especialmente las referidas a las poblaciones planctónicas (Partensky *et al.*, 1999; Uysal, 2006; Díez *et al.*, 2007). Las cyanoprokariotas bentónicas marinas han recibido considerablemente menos atención (Hoffmann, 1999; Komárek, 2003; Díez *et al.*, 2007), centrándose ésta fundamentalmente en la zona intermareal en el estudio de los estromatolitos (Hoffmann, 1999) y más recientemente en procesos de biorremediación (Subramanian & Uma, 1999; López López & Zaballos, 2005; Martínez-Alonso & Gaju, 2005; Antic *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2006; El-Sheekh, *et al.*, 2009).

En ambientes marinos, y desde el punto de vista ecológico, las formaciones de cyanoprokariotas se suelen incluir genéricamente bajo el término de *algas incrustantes*, concepto funcional que hace referencia a tapetes o formaciones costrosas incrustantes, más o menos bien adheridas al sustrato que incluyen una gran variedad de especies taxonómicamente muy diferentes (Kaehler *et al.*, 1996). Generalmente se utilizan para describir de forma general y amplia un nivel o tipo de comunidad característica del piso litoral (Fogg, 1973; Domenech *et al.*, 1989; Luning, 1990; Calvin, 1995; Darren Fa, *et al.*, 1997; Lee, 2008), como por ejemplo *black zone* o *black band* (Lee, 2008; Round, 1981), la zona de *Kyrtuthrix* para el nivel superior de mesolitoral (Kaehler *et al.*, 1996) o la zona gris y zona negra de cianofíceas (Hofrichter, 2004) para el supralitoral o mesolitoral superior respectivamente. En la zona litoral las cyanoprokariotas se reconocen tradicionalmente como una banda o franja oscura incrustante por encima del nivel más alto de la marea, entre el cinturón de balánidos y por debajo del nivel de *Verrucaria* y *Lichina*, siendo la amplitud (desarrollo vertical) de ese cinturón de

cyanoprokariotas mas o menos potente en función del grado de exposición de la costa, la amplitud de la misma y el mayor nivel de salpicadura o “spray” (Hofrichter, 2004; Lee, 2008) como se ilustra en la lámina 24 (fotos 2-3).

En condiciones típicamente mesolitorales, con periodos de emersión e inmersión, se desarrollan las comunidades que típicamente se conocen como *microbial mats*. El termino *tapete microbiano* o *tapetes de cyanoprokariotas* se utiliza para denominar a una comunidad dominada por este grupo de microorganismos la cual se desarrolla sobre sustrato blando (sedimentos) en una gran variedad de ambientes como son los bancos de arena intermareales, marismas, fuentes termales, lagunas hipersalinas y otros (Zhang & Hoffmann, 1992; Stal, 2000). Estos tapetes están dominados por un entramado de formas filamentosas y caracterizados por una estratificación vertical de diferentes grupos funcionales como consecuencia de gradientes físico-químicos derivados de la propia actividad de los organismos.

Golubic (1973) define una amplia variedad de diferentes tipos de tapetes microbianos cuya diversidad está ligada a: la naturaleza y composición de la comunidad de algas; la interacción de la comunidad con las condiciones ambientales, tales como localización respecto al nivel de marea, hidrodinamismo, sedimentación, luz, drenaje y aporte de oxígeno; y, procesos biológicos en la comunidad como los balances entre la producción primaria y la descomposición bacteriana. Entre los diferentes tipos de tapetes definidos se tiene:

Tapetes intermareales: “*Intertidal algal mats*”.

1. Tapetes laminados de origen mareal de *Schizothrix* donde se observa una regulación entre el crecimiento del alga y el aporte de sedimento.

2. Tapetes de *Scytonema*. Se desarrollan tapetes planos y algo convexos y se caracterizan por el crecimiento vertical de los talos.
3. Tapetes mamilados de *Entophysalis*. Se trata de estructuras no laminadas.
4. Estructuras calcificadas. Estas estructuras presentan especies de *Schizothrix* en su parte basal y de *Entophysalis* en la parte media y superior. La precipitación de carbonato cálcico se puede producir de forma simultánea a la deposición de sedimento o con posterioridad.
5. Arenas con bandas de colores. Estas formaciones se producen debido a un gradiente vertical en la distribución de oxígeno. La parte superior está dominada por especies de *Lyngbya*, *Oscillatoria* y *Phormidium*, mientras que en la inferior se sitúa una capa de bacterias de color púrpura.
6. Tapetes monoespecíficos. Constituidos fundamentalmente por *Lyngbya confervoides* C.Agardh ex Gomont y caracterizados por un gradiente químico desde la superficie hacia el fondo. En la base de estos tapetes se desarrolla una capa de bacterias purpúreas del azufre.
7. Tapete estratificado de cubeta intermareal. La estratificación vertical está mediada por el agotamiento de oxígeno. En el tapete se diferencia una capa superior con *Schizothrix* spp y *Spirulina subtilissima* Kützing ex Gomont junto a especies cocales como *Aphanocapsa muscicola* (Meneghini) Wille y *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli. La capa media está dominada por *Lyngbya semiplena* J. Agardh ex Gomont y por debajo una capa de bacterias del azufre.
8. Tapetes en bahías subtropicales. Se desarrollan sobre los fondos y paredes de cubetas intermareales. En la superficie del tapete

aparece *Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont con *Microcoleus chthonoplastes* Thuret ex Gomont en condiciones de estancamiento del agua y con *Schizothrix* spp en zonas de buen drenaje.

Tapetes infralitorales: “*Subtidal algal mats*”.

1. Especies intersticiales. Constituyen la forma menos coherente de estos tapetes. Se trata de una acumulación superficial y temporal de algas.
2. Tapetes floculosos. En ambientes protegidos y ricos en nutrientes, se trata de capas laminares formadas por especies filamentosas generalmente dotadas de movimiento como *Oscillatoria* spp y *Spirulina* spp. Generalmente se elevan desde el fondo mediante burbujas de oxígeno
3. Tapetes estabilizantes del sedimento. Se desarrollan sobre fondos lisos, con escaso hidrodinamismo y un determinado tamaño de grano de sedimento. El tamaño de grano y la velocidad de la corriente juega un papel determinante en la selección de las especies que se desarrollan. Las especies más frecuentes sobre este tipo de tapetes serían las del género *Lyngbya* o *Schizothrix*.
4. Nódulos estromatolíticos gelatinosos. Se trata de estructuras predominantemente hemisféricas de laminación concéntrica y de textura variable desde gelatinosa hasta cartilaginosa. Son debidos a especies de *Schizothrix*.

Si bien este tipo de estructuras de tapetes descritos no se corresponde fielmente con los desarrollos de cyanoprokariotas sobre sustratos duros, en esta Memoria utilizaremos indistintamente la denominación de tapete para hacer referencia tanto a las comunidades de cyanoprokariotas observadas tanto sobre sustratos duros como sobre sustratos blandos.

En el dominio litoral las condiciones ambientales físico-químicas del supralitoral y mesolitoral son muy cambiantes y altamente exigentes. Las cyanoprokariotas toleran muy bien los cambios en salinidad, pH, desecación y la fuerza del agua por lo que pueden adaptarse muy bien a estas condiciones, en ocasiones tan extremas que el resto de eucariotas fotosintéticos están inhibidos o excluidos (Boon & Castenholz, 2001). El grado óptimo de temperatura para el crecimiento de estos organismos es varios grados superior que el de la mayoría de las algas eucariotas, lo que justificaría su dominancia estival en latitudes templadas. Numerosas especies de cyanoprokariotas toleran temperaturas en torno a los 75-80°C, mientras que otras se encuentran muy bien adaptadas a soportar prolongados periodos de congelación (Sabacká & Elster, 2006) exhibiendo actividad a temperaturas tan bajas como -20°C (Vincent *et al.*, 2004).

Respecto a la capacidad para tolerar amplias variaciones de salinidad, se han medido variaciones entre el 1‰-400‰, lo que permite a las cyanoprokariotas habitar desde los ambientes típicamente costeros hasta otros hiperhalinos (lagunas, marismas, etc.). En relación al tipo de sustrato las cyanoprokariotas son muy abundantes sobre las rocas calcáreas donde muchos taxones endolíticos como *Hyella*, *Mastigocoleus* o *Bachytrichia* entre otras, realizan una importante labor de biomodelación como organismos perforadores. La naturaleza del sustrato juega así mismo un papel de suma importancia a la hora de posibilitar el mayor o menor desarrollo de los tapetes, siendo la morfología de éstos dependiente de la estabilidad de las condiciones ambientales y también de las especies dominantes (Zhang & Hoffman, 1992; Hoffmann, 1999). Este grupo de organismos presenta una alta tolerancia y mecanismos adaptativos a condiciones ambientales muy cambiantes y sus capacidades fisiológicas (organismos fotosintéticos, fijadores de nitrógeno, adaptación cromática, etc.), les confiere importantes ventajas

adaptativas (Golubic *et al.*, 1999; Komárek & Anagnostidis, 2005; Díez *et al.*, 2007; Graham & Wilcox., 2009;).

Muchas especies de cyanoprokariotas aparecen en la naturaleza en diferentes estados morfológicos los cuales están influenciados por condiciones ambientales (ecotipos) y pueden desviarse morfológicamente de los caracteres típicos del taxón y generar una morfología atípica similar a la de otra especie. En su adaptación a condiciones ambientales las cyanoprokariotas dan lugar a ecotipos o morfotipos, los cuales pueden o no corresponderse con taxa filogenéticamente coherentes (García-Pichel *et al.*, 1996), por lo que los datos ecológicos son una parte integral de la caracterización de las especies (Anagnostidis & Komárek, 1985; Komárek & Anagnostidis, 2005; Komárek, 2006; Komárek *et al.*, 2010).

OBJETIVOS.

En la actualidad los estudios de flora y vegetación están siendo relegados por otros con carácter más práctico y aplicado. Sin embargo, el gran valor de estos estudios "clásicos" es incuestionable ya que suponen la base para el conocimiento de los diferentes grupos de organismos que se desarrollan en un determinado espacio y aportan la información adecuada para poder gestionar de forma adecuada la zona litoral, constituyen la base para estudios posteriores sobre la biología marina de la zona litoral. En este sentido la necesidad del presente estudio se justifica de una parte por el gran desconocimiento que se tiene de este grupo de organismos en el litoral de Andalucía y de otra, por el importante papel que juegan bajo diferentes puntos de vista, entre otros, como indicadores del estado ambiental del sistema (Zhang & Hoffman, 1992; Golubic *et al.*, 1999; Subramanian & Uma, 1999; Stal, 2000; Komárek *et al.*, 2005), ofreciendo respuestas muy rápidas frente a la variación de las condiciones ambientales.

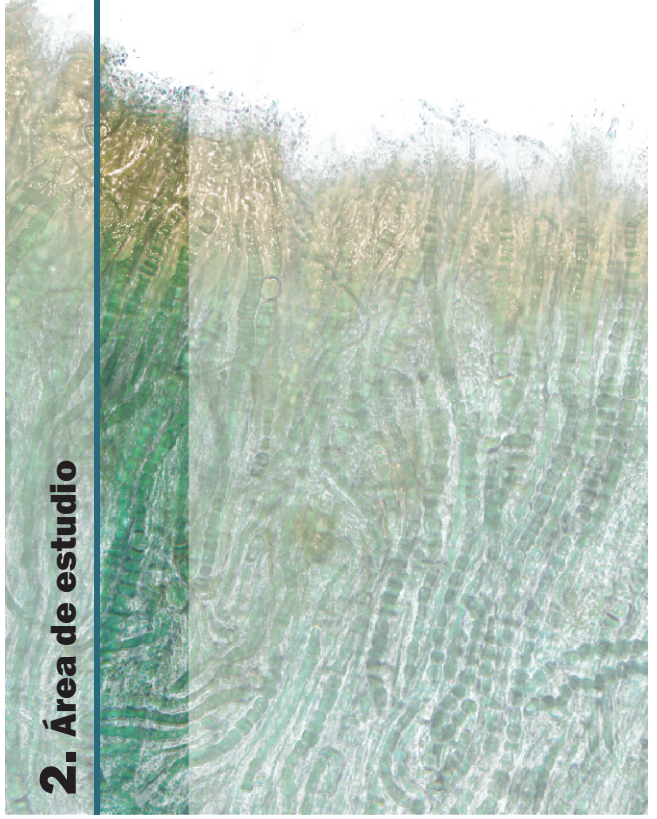
Con la presente Memoria se persiguen los siguientes objetivos:

1. Realizar el estudio de las cyanoprokariotas del litoral de Andalucía actualmente escasamente conocidas. El presente estudio se centra fundamentalmente en el ámbito intermareal si bien se aportan observaciones sobre de determinadas poblaciones infralitorales.
2. Establecer la distribución de las cyanoprokariotas en el litoral de Andalucía e identificar los ambientes donde éstas adquieren un mayor desarrollo e importancia.
3. Elaborar una flora preliminar de las cyanoprokariotas del litoral mediterráneo andaluz, hasta ahora desconocida, y de forma secundaria determinar la posible vinculación de estos organismos en relación a particulares condiciones ambientales.
4. Caracterizar macroscópicamente las comunidades de cyanoprokariotas y definir los principales tipos de comunidades de estos organismos observadas en el litoral de Andalucía.

En la presente Memoria se adopta el término "**Cyanoprokariota**" considerando que es el más adecuado para denominar correctamente a este grupo de organismos y bajo el cual queda contemplado, de una parte, la naturaleza procariota de los mismos, lo que recoge su organización bacteriana, y de otra parte, el papel que juegan como organismos fotosintéticos, lo que recoge su importancia como productores primarios en la evolución y su papel ecológico en la naturaleza.

Esta Memoria se desarrolla bajo una aproximación taxonómica tradicional, basada en la variabilidad de las características morfológicas.

2. Área de estudio



El área de estudio abordada en el presente trabajo comprende fundamentalmente el frente del litoral mediterráneo andaluz, si bien se han estudiado también tres localidades del litoral atlántico de Andalucía. Dado que el principal objetivo de este trabajo supone la elaboración de una primera flora de cyanoprokariotas del litoral mediterráneo andaluz, la selección y distribución de estas localidades se ha llevado cabo de forma que se recoja el mayor rango de variabilidad posible bajo diferentes puntos de vista: sustratos, zonación, exposición de la costa, focos de contaminación y presión humana, entre otros, de forma que se pudiera estudiar la mayor cantidad de taxones posibles y reflejar así la diversidad de este grupo de organismos en el área de estudio referida. Para ello se han establecido un total de 17 estaciones de muestreo ubicadas en otras tantas localidades. De estas localidades, cuatro de ellas se distribuyen en la provincia de Almería, otras cuatro en la provincia de Granada, cinco en la provincia de Málaga y cuatro en la provincia de Cádiz. La inclusión de las localidades atlánticas de la provincia de Cádiz (Punta Paloma, Bahía de Cádiz y Corrales de Rota), fuera del entorno del litoral mediterráneo, se debe a que suponen ambientes muy particulares, que no están presentes en el resto del litoral andaluz y sin duda aportan elementos que enriquecen el objetivo del presente trabajo.

A continuación se lleva a cabo una descripción de las principales características de las diferentes localidades muestreadas. Un resumen de dichas características se puede ver en la tabla 1. La distribución de dichas localidades a lo largo del litoral de Andalucía se puede ver en el mapa 1. Las localidades aparecen ordenadas de este a oeste.

San Juan de Terreros

(Lámina 1, fotos 1-2).

Localidad que se encuentra al norte de la provincia de Almería. Constituye un elevado promontorio de sustratos de naturaleza caliza con presencia de una plataforma rocosa amplia, de elevación media y con presencia de pequeñas pozas o cubetas mesolitorales. Se trata de una zona expuesta con una buena amplitud tanto del supralitoral como del mesolitoral. Los fondos submarinos son predominantemente blandos, y están dominados por *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delyle y en menor medida por *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Existe un emisario submarino frente al núcleo urbano a unos 14 m de profundidad. Zona de fácil acceso desde la playa y que sufre cierta presión humana, especialmente durante el verano, debido tanto al pisoteo de las comunidades como por la presencia de residuos y vertidos. La zona muestreada se corresponde con los niveles supralitoral y mesolitoral y corresponde al punto más oriental estudiado para la elaboración del presente trabajo.

Villaricos

(Lámina 1, fotos 3-5).

Localidad situada en la provincia de Almería, al NE de la desembocadura del río Almanzora. La costa en esta zona es fundamentalmente rocosa donde los sustratos predominantes, de color oscuro, son filitas y pizarras. El piso supralitoral y mesolitoral constituyen un acantilado bajo y rasas o plataformas próximas a la costa con diferente grado de exposición, mientras que en los fondos infralitorales se observan sustratos blandos, ocupados por praderas de fanerógamas marinas, fondos de maërl y grandes bajos rocosos que aparecen aisladamente (Payo, Calón, etc.) y sobre los que se desarrollan distintos tipos de comunidades bentónicas. La corriente predominante en la zona es de NE al SW. El piso infralitoral de esta localidad se encuentra incluido en la Red de Espacios Naturales

Protegidos de la Junta de Andalucía (RENPA) como ZEPIM y Espacio Protegido Red Natura 2000 de los Fondos Marinos del Levante Almeriense.

El principal impacto que sufre esta zona es el que procede del vertido industrial de la fábrica química Deretil, principal industria química de la costa de Almería dedicada, entre otros productos, a antibióticos. La fábrica cuenta con una toma de agua (-40 m), una gran depuradora en tierra y un vertido en la misma orilla con una elevada temperatura del agua, (lámina 1, foto 4) que deja sentir sus efectos hasta unos 10 metros de profundidad (muerte de la pradera de *Posidonia oceanica*).

En esta localidad los muestreos se han llevado a cabo en el piso mesolitoral e infralitoral, hasta -30 metros.

Carboneras

(Lámina 1, foto 6).

Localidad perteneciente a la provincia de Almería. El punto de muestreo ubicado en esta localidad se localiza en la central térmica, ubicada a las afueras del municipio. La zona de muestreo corresponde a la escollera a través de la cual se conduce el agua de refrigeración de la central al mar. Se trata de una escollera de origen artificial constituida por grandes bloques de piedra de naturaleza caliza. Se trata de un agua con una elevada temperatura constantemente y que irrumpe con gran fuerza en el punto de su desembocadura. La zona muestreada en esta localidad corresponde al nivel mesolitoral.

Roquetas

(Lámina 1, fotos 7-8).

Localidad ubicada en el término municipal del mismo nombre en el tramo occidental de la provincia de Almería. Se trata de una amplia playa donde dominan fundamentalmente los sustratos arenosos y cuyos fondos están ocupados por el arrecife barrera de *Posidonia oceanica* (catalogado como Monumento Natural en la RENPA), junto con otras fanerógamas marinas. Esta zona recibe el vertido de parte de las aguas urbanas de Roquetas a través de la rambla del Vínculo, llegando a los charcones abandonados que constituyen los restos de unas salinas parcialmente abandonadas (Salinas de San Rafael) y posteriormente directamente a la playa. Los sustratos duros son escasos y de naturaleza artificial (hormigón) y ligados a la canalización de la rambla del Vínculo. El ámbito muestreado corresponde a la zona del vertido y a las amplias charcas estacionales en la zona de las antiguas salinas. Durante el desarrollo de este trabajo se ha podido comprobar la construcción en esta zona de un paseo marítimo peatonal.

Calahonda

(Lámina 2, foto 1).

Tramo de costa acantilada de naturaleza caliza constituido por las estribaciones costeras de la Sierra de Lújar en la provincia de Granada. El piso supralitoral y mesolitoral está constituido por un acantilado bajo y grandes bloques algo distantes de la línea de costa que constituyen plataformas más o menos amplias y con diferente grado de pendiente. Se trata de un acantilado medio o bajo y abierto al S-SE. En algunos puntos del acantilado existen invernaderos levantados sobre aterrazamientos del terreno. El piso infralitoral es de arena, rocas y veriles. El acceso a las zonas de acantilados bajos se hace fácil desde las playas próximas, lo que facilita la presencia de pescadores con caña. No se ha detectado ningún

tipo de impacto en esta zona y en general presenta un buen estado de conservación. Parte de esta localidad queda incluida dentro de la RENPA como Espacio Protegido Red Natura 2000 de los Acantilados y fondos marinos de Calahonda-Castell de Ferro (CMA, 2011). El área de muestreo va desde el piso supralitoral al infralitoral, hasta -25 metros.

Motril.

Se corresponde con la escollera del puerto de dicha ciudad, en la provincia de Granada. Se trata de una escollera de casi 2 Km. de longitud constituida a base de cubos de hormigón con exposición S-SW. El acceso al espigón se puede hacer desde la playa de levante del puerto. Las muestras se han recogido del piso supralitoral y mesolitoral, estando este segundo nivel mejor representado en cuanto a amplitud que el primero.

Salobreña

(Lámina 2, foto 2).

Tramo de acantilado bajo y plataformas rocosas situadas en la localidad de Salobreña, en Granada. Los sustratos, pertenecientes al complejo alpujárride (Villalobos & Pérez Muñoz, 2007) son de naturaleza carbonatada, de color oscuro, y constituidos por esquistos y mármoles muy consolidados. Esta localidad está incluida en el LIC de los Acantilados y Fondos Marinos del Tesorillo-Salobreña (CMA, 2011). El acceso al punto de muestreo se hace desde el núcleo urbano de La Guardia siendo este tramo de acantilado fácilmente transitable a pie y con exposición S-SE. El piso supralitoral está escasamente representado. El nivel mesolitoral presenta una amplitud considerable siendo frecuente la presencia de cubetas mesolitorales de diferente tamaño sobre las plataformas rocosas horizontales. El piso infralitoral en las proximidades de la costa es muy somero y está formado por sustratos arenosos. Se ha observado una importante presión

humana en la zona que se refleja en la presencia de una gran variedad de residuos de todo tipo. Aunque actualmente sin actividad, en las proximidades de la zona se encuentra una instalación de jaulas de engorde de dorada. El ámbito de estudio en esta localidad se ha centrado en la zona mesolitoral.

La Herradura

(Lámina 2, fotos 3-5).

Ubicada en la población de La Herradura (Almuñecar, Granada) este punto se corresponde con el sistema rocoso y fondos infralitorales adyacentes situados inmediatamente a poniente del puerto deportivo de Marina del Este. Se trata de sustratos de color oscuro constituidos por esquistos de naturaleza carbonatada con mármoles (cuarcitas) intercaladas pertenecientes al complejo alpujárride. Aunque el origen de esta zona es artificial, como consecuencia de la construcción de dicho puerto deportivo, actualmente se encuentra totalmente naturalizada constituyendo un enclave de gran interés paisajístico y con una importante presión turística prácticamente durante todo el año. La zona se encuentra expuesta al S-SE. El ámbito de estudio se ha llevado a cabo en los pisos mesolitoral e infralitoral. En el piso infralitoral domina una comunidad de algas fotófilas con *Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing y *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon como especies dominantes.

Maro

(Lámina 2, fotos 6-7).

Localidad situada en el extremo oriental de la provincia de Málaga. Tramo de costa acantilada de naturaleza caliza, conformado principalmente por un acantilado alto y vertical. En la base del acantilado y de forma dispersa, se presentan plataformas y grandes bloques rocosos. Los materiales pertenecen al complejo maláguide (Villalobos & Pérez Muñoz, 2007) compuesto por un

basamento de lutitas, areniscas, calizas y conglomerados muy localizado y cobertera compuesta por calizas y margas. El piso infralitoral en la base del acantilado está constituido por sustrato duro mientras que el resto de fondos infralitorales está compuesto por sustratos blandos ocupados en su gran mayoría por un césped de *Vaucheria* sp (CMA, 2010). En la parte superior del acantilado se localizan numerosos invernaderos, los cuales generan de manera continua y permanente focos de vertidos (cascadas) y filtraciones de agua (paredes rezumantes), lo que genera ambientes con cierto grado de eutrofización. Sobre los sustratos duros infralitorales predominan las comunidades de algas fotófilas con una importante representación de *Asparagopsis taxiformis* y manchas de *Posidonia oceanica*. La zona estudiada es un tramo de costa de difícil acceso y para lo que es imprescindible el empleo de una embarcación. El piso supralitoral se encuentra escasamente representado.

Caleta de Vélez

(Lámina 2, foto 8).

Como ocurre en la localidad de Motril, también es este caso se trata del espigón del puerto de la Caleta de Vélez (Vélez Málaga, Málaga). Se trata de una escollera de casi 800 metros de longitud y con frente mayor al S-SW conformada a base de bloques de hormigón. Los fondos infralitorales adyacentes son fundamentalmente blandos de arenas de distinta granulometría y en ciertos puntos con alto contenido en fangos. Los sustratos duros infralitorales quedan restringidos a los constituidos por la propia escollera del puerto. Las muestras recolectadas provienen fundamentalmente del piso mesolitoral y en menor medida del supralitoral.

Fuengirola

(Lámina 3, foto 1-2).

Localidad situada en el centro del litoral de la provincia de Málaga. Esta localidad está caracterizada por una costa baja de naturaleza rocosa donde existen algunos bajos rocosos (arrecifes) cercanos a la costa y donde se ubica también el puerto pesquero-deportivo de esta localidad. El ámbito de estudio corresponde tanto a los sustratos rocosos naturales (arrecifes) como al espigón del puerto, de naturaleza artificial (hormigón). Los sustratos naturales son de naturaleza esquistosa. Los fondos marinos están dominados por la existencia de sustratos blandos (fangos y arenas). El área soporta una fuerte presión humana siendo frecuentes pequeños vertidos de hidrocarburos y de aguas residuales sobre todo en época estival.

Calaburras

(Lámina 2, fotos 3-4).

Situada en las inmediaciones del faro del mismo nombre en el término municipal de Fuengirola (Málaga). Está conformada por un acantilado bajo y una delgada y corta franja costera de pequeñas playas de arena, roquedos, plataformas e islotes que se conservan con un alto grado de naturalidad. A cierta distancia de la orilla y muy someros se localizan afloramientos rocosos de mediano tamaño que conforman a modo de arrecifes o islotes, junto a extensos roquedos submarinos (laja del Almirante) que albergan una riquísima flora y fauna. La zona presenta un interesante carácter biogeográfico en donde conviven especies de origen norteafricano junto con especies atlánticas y mediterráneas (García-Raso *et al.*, 2010) Esta zona, junto con la de Maro, constituyen las únicas dos zonas de la provincia de Málaga con afloramientos rocosos naturales (García-Raso *et al.*, 2006, 2010). Destaca el desarrollo de las fanerógamas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, así como la presencia de *Fucus spiralis* Linnaeus. La localidad

se encuentra incluida dentro del espacio protegido Red Natura 2000 Calahonda. El muestreo se ha llevado a cabo en los pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral. No se ha detectado ningún impacto de relevancia en la zona.

Torre de la Sal

(Lámina 3, foto 5).

Ubicada en el extremo occidental de la provincia de Málaga. La localidad se caracteriza por una costa baja arenosa en la que destaca un promontorio rocoso sobre el que se sitúa una torre de vigía conocida como Torre de la Sal. Este promontorio se continúa bajo el mar varios metros de profundidad dando lugar a un sistema de arrecifes compuesto por varios islotes rocosos situados al SE y al W de dicho promontorio y algunos bajos rocosos que afloran a la superficie en la bajamar. Los sustratos están compuestos por arcillas y areniscas consolidadas. Al oeste desemboca el arroyo de la Parrilla. Si bien la costa está completamente urbanizada, la franja litoral todavía conserva gran parte de su aspecto original. La localidad tiene un rico patrimonio natural tanto faunístico como florístico debido a su particular orografía submarina con grandes rocas sumergidas y arrecifes costeros y a su localización cerca del Estrecho. La recolección de material para su estudio se ha llevado a cabo en los pisos supralitoral, mesolitoral e infralitoral.

Punta Carnero

(Lámina 3, foto 6; Lámina 4, foto 1).

Se corresponde con el cabo de Punta Carnero, localidad de gran belleza paisajística ubicada dentro de Parque Natural del Estrecho. Está formada por un acantilado constituido por estratos de *flysch* margo-arenoso en cuya base se extiende una plataforma de abrasión donde afloran formaciones rocosas perpendiculares a la costa, muy patentes en los periodos de bajamar y en donde se ha llevado a cabo el muestreo para la elaboración de este trabajo. El fondo

rocoso, de espectacular belleza, se caracteriza por tener una pendiente abrupta y albergar una elevada biodiversidad y riqueza específica. La localidad que se encuentra fuera de focos conocidos de impacto, como puertos, grandes urbanizaciones, ni vertidos conocidos. El área presenta un buen estado de conservación y unas comunidades de espectacular belleza, diversidad y riqueza específica. La zona de estudio es de fácil acceso a pie desde una pequeña urbanización situada en la parte alta del acantilado.

Punta Paloma

(Lámina 4, foto 2).

Localidad de difícil acceso y situada entre la playa de Valdevaqueros y la cala del Picacho, en el municipio de Tarifa (Cádiz), pertenece al Parque Natural del Estrecho. Punta Paloma es un saliente pronunciado que constituye una prolongación hacia el sureste de la Sierra de San Bartolomé. Los espigones de areniscas y rocas calcáreas se proyectan mar adentro originando importantes plataformas con abundante desarrollo de las comunidades de algas. La zona muestreada se trata de una plataforma de abrasión y en la que encontramos comunidades marinas intermareales con muy buen desarrollo y estado de conservación. Localidad que se encuentra fuera de focos conocidos de impacto, como puertos, grandes urbanizaciones y vertidos.

Bahía de Cádiz

(Lámina 4, fotos 3-4).

Localidad ubicada en el saco interno de la bahía de Cádiz, se extiende entre los municipios de San Fernando y Cádiz. En la parte de San Fernando existen varias salinas y esteros de acuicultura, aprovechando el paisaje general de marismas y fangos que sirve de hábitat a multitud de organismos como peces, moluscos, anélidos y crustáceos, todos ellos objetivo de pescadores y mariscadores locales.

En los fangos más someros se observa una extensa pradera de *Zostera noltii* Hornemann cerca de la cual desemboca el emisario de la depuradora de Cádiz. En la localidad se encuentran varios tipos de impactos como el vertido de la depuradora de aguas residuales de Cádiz y la intensa presión marisquera a la que se ve sometida la bahía en general. La zona de estudio corresponde a una amplia plataforma fangosa con pequeños núcleos aislados de sustrato duro sobre los que se desarrolla *Fucus vesiculosus* Linnaeus, situado por encima de la fanerógama marina *Zostera noltii* y que queda completamente emergida durante la bajamar. La localidad se incluye en el Parque Natural Bahía de Cádiz.

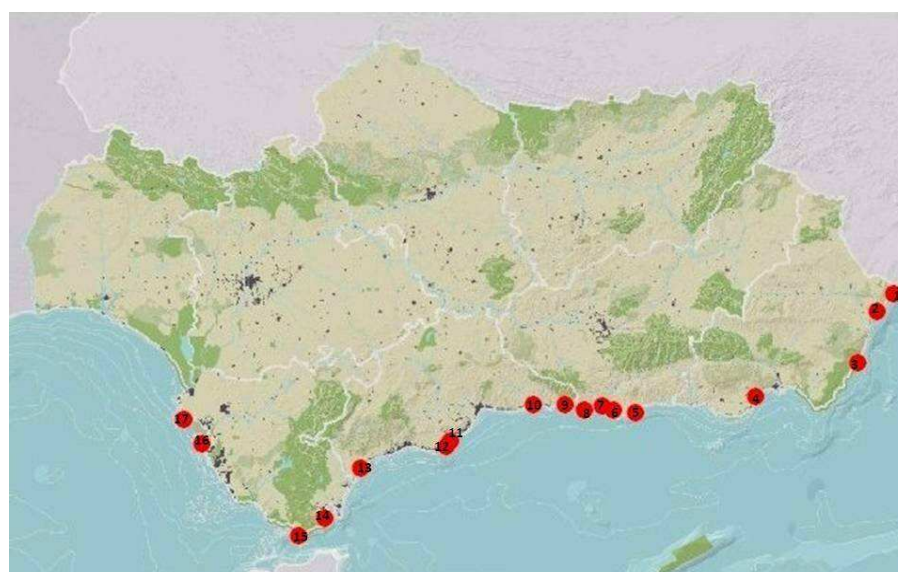
Rota

(Lámina 4, fotos 5-6).

Localidad de gran belleza paisajística ubicada en la costa noratlántica andaluza. Constituye el punto más occidental estudiado en el presente trabajo. El elemento que mejor define esta franja de costa son los corrales de pesca. Se trata de un conjunto de parcelas, que quedan sumergidas en pleamar, delimitadas por muros de roca ostionera (*Crassostrea gigas* Thunberg 1793) de escasa elevación construidos durante la época romana para el aprovechamiento tradicional de los recursos marinos. Estos se asientan sobre una plataforma de roca con grandes piedras, cantos rodados e importantes depósitos de arena fangosa. La localidad se encuentra incluida en la RENPA como Monumento Natural Corrales de Rota. La localidad sufre una fuerte presión turística durante la época estival. En la actualidad la explotación comercial pesquera y marisquera es inexistente quedando relegada a algunos pescadores que complementan su economía con dicho recurso.

| Provincia | Localidad | Huso | X | Y | Tipo sustrato | Zonación | Observaciones | |
|------------|----------------------|-----------------|--------|---------|--|--|--|-----------------------------|
| Almería | San Juan de Terreros | 30S | 619447 | 4135231 | Roca natural | Supralitoral Mesolitoral | Alta presión humana | |
| | Villaricos | 30S | 609595 | 4123861 | Rocas naturales | Supralitoral Mesolitoral Infralitoral | Vertido químico Vertido químico Rocas naturales | |
| | Carboneras | 30S | 597891 | 4093375 | Sustrato artificial. Hormigón | Mesolitoral | Salida central térmica | |
| | Roquetas de Mar | 30S | 537414 | 4072677 | Sustrato artificial. Hormigón Arenas | Mesolitoral | Puerto pesquero Aliviadero pluvial. Vertido urbano Charcas interiores. | |
| | Calahonda | 30S | 465326 | 4062884 | Acantilado bajo natural Arenas infralitorales | Supralitoral Mesolitoral Infralitoral | | |
| Granada | Puerto Motril | 30S | 452671 | 4064282 | Sustrato artificial. Hormigón | Supralitoral Mesolitoral | Espigón puerto | |
| | Salobreña | 30S | 446168 | 4066847 | Acantilado bajo natural | Supralitoral Mesolitoral | Alta presión humana Alta presión humana | |
| | La Herradura | 30S | 435230 | 4064590 | Roca natural | Mesolitoral Infralitoral | Rocas naturalizas | |
| | Málaga | Maro | 30S | 423929 | 4067735 | Acantilado natural | Mesolitoral Infralitoral | Vertidos aguas invernaderos |
| | | Caleta de Vélez | 30S | 404782 | 4067495 | Sustrato artificial. Hormigón | Mesolitoral | Espigón puerto |
| Fuengirola | | 30S | 355599 | 4045377 | Rocas naturales Sustrato artificial. Hormigón | Mesolitoral Supralitoral Mesolitoral Infralitoral | Espigón puerto Espigón puerto Espigón puerto | |
| Cádiz | Calaburras | 30S | 353016 | 4041646 | Rocas naturales | Supralitoral Mesolitoral Infralitoral | | |
| | Torre de la Sal | 30S | 301751 | 4028597 | Rocas naturales | Mesolitoral Infralitoral | | |
| | Punta Carnero | 30S | 280522 | 3998252 | Flisch naturales | Mesolitoral | | |
| | Punta Paloma | 30S | 264747 | 3987409 | Rasa natural | Supralitoral Mesolitoral Infralitoral | Rocas naturales Rocas naturales Pradera de <i>Cymodocea nodosa</i> | |
| | Bahía de Cádiz | 30S | 207621 | 4043339 | Sustrato fangoso | Mesolitoral | Alta presión humana | |
| | Corrales de Rota | 30S | 196803 | 4058836 | Sustrato fangoso | Mesolitoral | Alta presión humana | |

Tabla 1. Principales características de las diferentes localidades estudiadas en relación al tipo de sustrato y nivel litoral representado. Coordenadas tomadas *in situ* con GPS portátil con Datum European 1950. En la columna zonación se indican los pisos muestreados en cada localidad.



Mapa 1. Relación de localidades muestreadas durante el presente estudio. De este a oeste: 1, San Juan de Terreros; 2, Villaricos; 3, Carboneras; 4, Roquetas; 5, Calahonda; 6, Motril; 7, Salobreña; 8, La Herradura; 9, Maro; 10, Caleta de Vélez; 11, Fuengirola; 12, Calaburras; 13, Torre de la Sal; 14, Punta Carnero; 15, Punta Paloma; 16, Bahía de Cádiz; 17, Rota.



LÁMINA 1. 1-2 Terreros. Vista general de la localidad (1) y detalle de la plataforma supra-mesolitoral (2); 3-5 Villaricos. Aspecto general de la localidad (3), zona de vertido (4) y comunidad infralitoral con *Posidonia oceanica* y *Dictyopteris polypodioides* (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux y *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy in W.R. Taylor; 6 Carboneras. Salida de agua de la central térmica. 7-8 Roquetas. Balsas interiores (7) y canal de vertido.

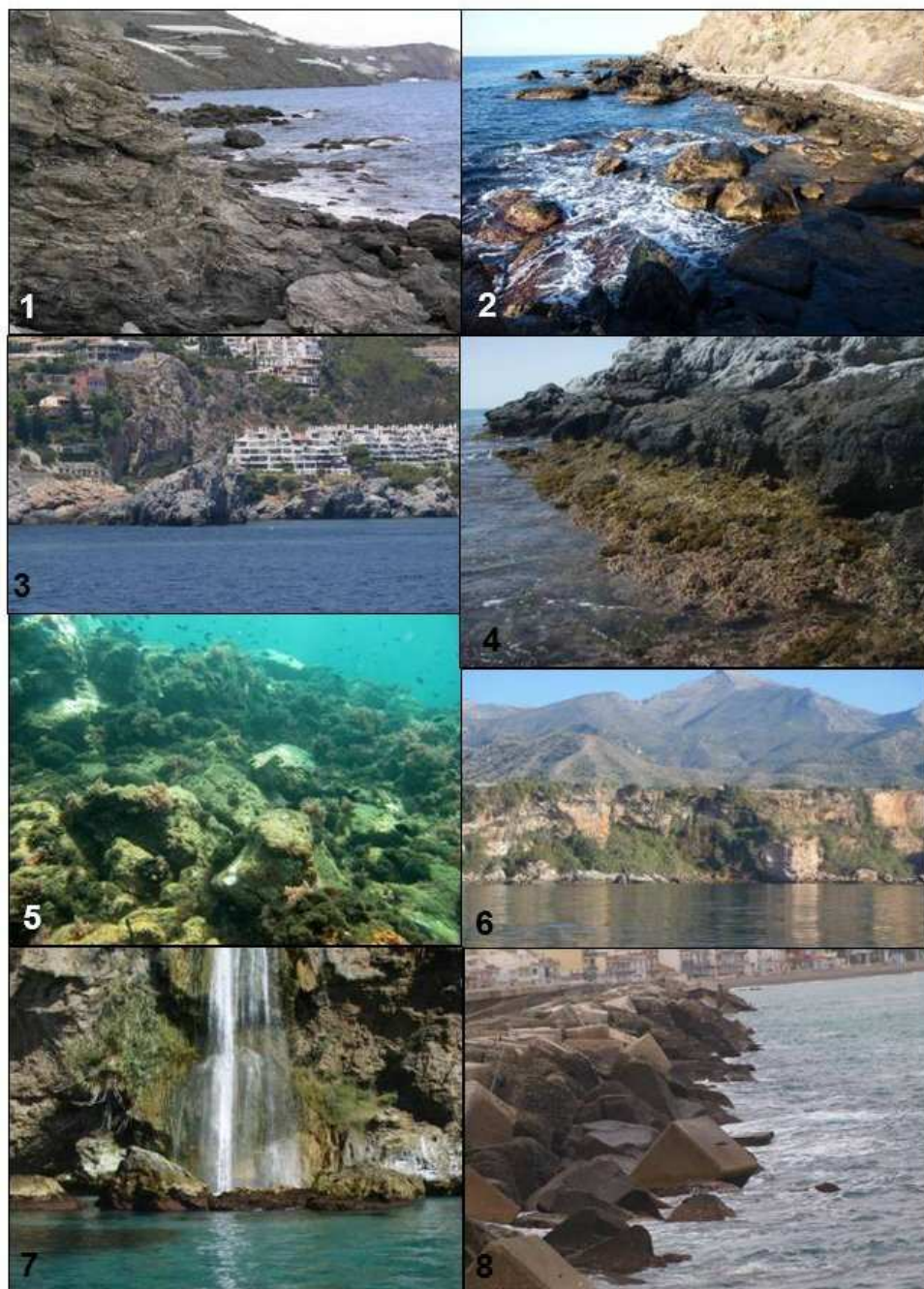


LÁMINA 2. 1 Calahonda, vista general de la localidad; 2. Salobreña, vista general; 3-5 La Herradura. Vista general de Marina del Este (3), piso mesolitoral (4) con *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss y cinturón de coralináceas articuladas y (5) fondos infralitorales con *Stypocaulon scoparium* y *Asparagopsis taxiformis*; 6-7. Maro. Vista general de los acantilados (6) y detalle de una de las cascadas originadas en la parte superior de los mismos (7).8-Espigon del puerto de Caleta de Vélez.

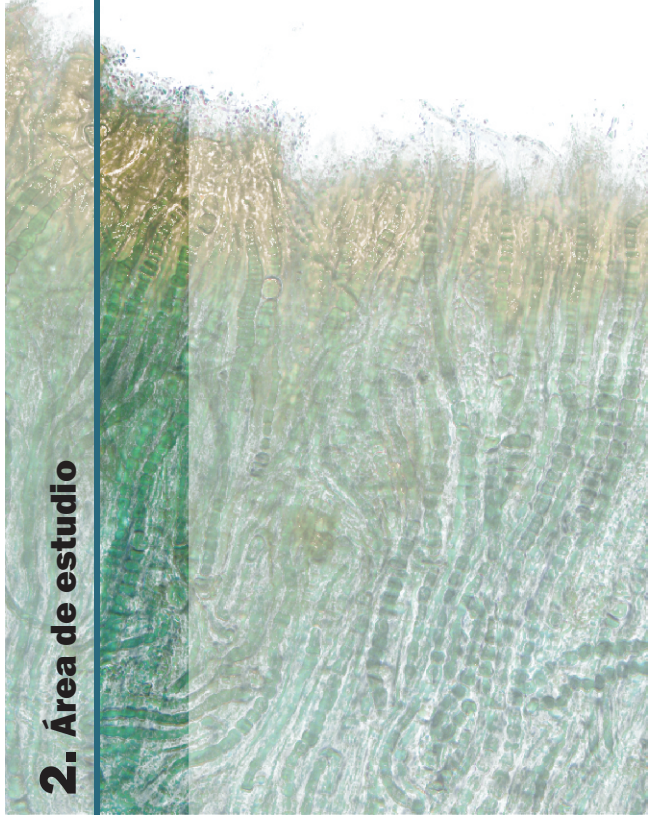


LÁMINA 3. 1-2. Fuengirola. Vista general del espigón del puerto (1) y de los afloramientos rocosos (2). 3-7. Calaburras. Vista aérea de la localidad (3), aspecto general del tipo de costa (4 y 5) y sustratos y detalle de las plataformas de abrasión donde se pueden distinguir comunidades de cyanoprokariotas (6-7). 8. Torre de la Sal, vista aérea de la localidad con el gran promontorio en la línea de costa y conjunto de islotes próximos.



LÁMINA 4. 1 Torre de la Sal. 2. Punta Carnero. Vista general de la amplia plataforma con diferentes tipos de comunidades de cyanoprokariotas. 3-4. Punta Paloma. Aspecto general de la localidad con amplia plataforma rocosa y gran desarrollo de las comunidades de cyanoprokariotas acompañadas por algas verdes (*Ulva* spp). 5-6 Bahía de Cádiz. Aspecto general con pradera de *Zostera noltii* (3) y detalle de afloramientos rocosos (4) con *Fucus vesiculosus* y con abundante recubrimiento de sedimento. 7-8 Rota. Vista general de los corrales parcialmente inundados con la marea creciente (5) y aspecto de los mismos en bajamar con importante presencia humana (6).

2. Área de estudio



La recolección de las muestras se ha llevado a cabo mediante inspecciones litorales a pie o de buceo, tanto en apnea como con equipo autónomo. Las inspecciones litorales a pie han servido para el muestreo del piso supralitoral y mesolitoral. Mediante buceo en apnea se ha inspeccionado el mesolitoral y el infralitoral somero (hasta 5-6 metros de profundidad). El buceo con equipo autónomo ha permitido la inspección y recolección de muestras en el piso infralitoral. El rango batimétrico abarcado ha oscilado entre los +5 metros hasta los -30 metros.

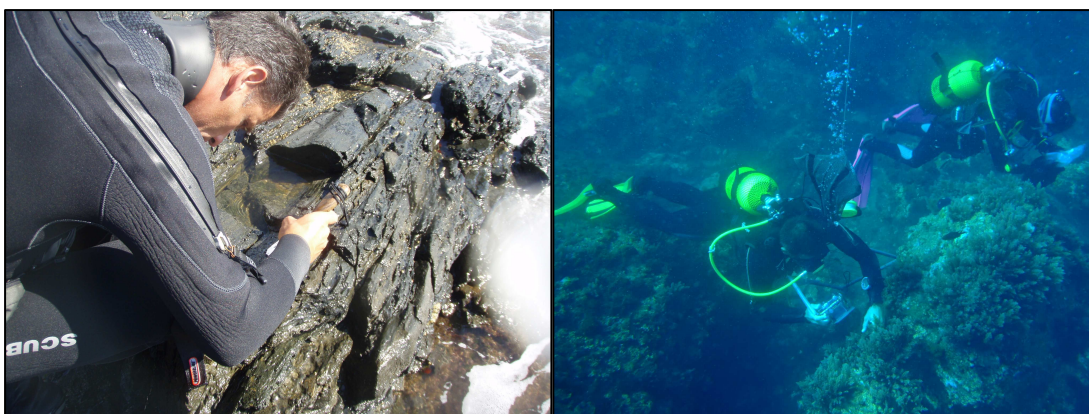


Foto 2 y 3. Recolección de muestras en el piso mesolitoral (foto 2) en la localidad de Calaburras y en el piso infralitoral (foto 3) en la localidad de La Herradura.

Para la realización del estudio se han llevado a cabo dos tipos de muestreos: estacionales y puntuales. Los muestreos estacionales se han realizado en primavera y durante el periodo otoño-invierno en 13 de las localidades seleccionadas (tabla 2) y en una de ellas (Maro) también durante el periodo de verano. Los muestreos puntuales se han llevado a cabo fundamentalmente durante el periodo otoño-invierno, excepto en la localidad de Rota que se realizó durante el verano (tabla 2). Para garantizar las mejores condiciones meteorológicas y del estado de la mar se ha utilizado como referencia las páginas: <http://www.windfinder.com> y

<http://www.tablademareas.com>. La toma de coordenadas se ha realizado *in situ* con un GPS portátil Garmin modelo eTrex Venture resistente al agua

| Provincia | Localidad | otoño- invierno | primavera | verano | E/D |
|-----------|---------------------|--------------------|-----------|--------|-----|
| Almería | S. Juan de Terreros | X | X | | E |
| | Villaricos | X | X | | E |
| | Carboneras | X | X | | E |
| | Roquetas | X | X | | E |
| Granada | Calahonda | X | X | | E |
| | Puerto de Motril | X | | | D |
| | Salobreña | X | X | | E |
| | La Herradura | X | X | | E |
| Málaga | Maro | X | X | X | E |
| | Caleta de Vélez | X | | | D |
| | Fuengirola | X | X | | E |
| | Calaburras | X | X | | E |
| | Torre de la Sal | X | X | | E |
| Cádiz | Punta Carnero | X | X | | E |
| | Punta Palomas | X | X | | E |
| | Bahía de Cádiz | X | | | D |
| | Corrales de Rota | | | X | D |

Tabla 2. Distribución de los muestreos en las diferentes localidades. E= localidad muestreada de forma estacional. D= Localidad muestreada de forma puntual.

El periodo de muestreo ha comprendido entre enero de 2007 y noviembre de 2009.

La recolección de las muestras se realizó de forma manual, bien obteniendo parte del tapete microbiano mediante raspado (a partir de una espátula o instrumento similar) o por individualización de talos cuando fue posible. Todas las muestras fueron transportadas vivas, en frío y oscuridad al Laboratorio de Botánica (Facultad Ciencias, Universidad de Granada). Una vez allí cada una de las muestras fue dividida en dos submuestras y fijadas con formaldehído al 4%, de forma que una de ellas se usó para su análisis e identificación y la otra fue incluida en el herbario de la Universidad de Granada con el código GDA correspondiente.

Para los cultivos se ha utilizado el medio f/2 (Guillard, 1975) diluido al 50% con agua de mar esterilizada y solidificado con agar a una concentración del 2%.

Las muestras han sido analizadas con un microscopio Zeiss Axiovert y una selección de ellas también con técnicas de microscopía electrónica de transmisión. Las fotografías de campo se han llevado a cabo con una máquina Olympus μ 750 con caja estanca Olympus P-035 específica. Las fotografías con microscopio óptico fueron tomadas con una cámara Zeiss Axio Cam MRc y procesadas con el programa Axio Visión LE 4.8.2 para Windows. Los análisis biométricos corresponden, siempre que ha sido posible, al menos a 30 medidas diferentes sobre cada carácter en cada una de las poblaciones observadas.

Para la identificación de las diferentes taxones se ha utilizado como bibliografía base las obras generales de Geitler (1932); Desikachari (1959); Umezaki (1961); Komárek et Anagnostidis (1998) (crococales); Komárek et Anagnostidis (2005) (oscillatoriales). Para la elaboración del catálogo florístico se ha tomando como referencia la web: <http://www.cyanodb.cz>.

Para el análisis y tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el programa STATISTIC (versión 7.1) con el que se ha realizado un análisis multivariante cluster jerárquico tipo aglomerativo y que ha permitido obtener dendrogramas de similitud/disimilaridad entre las diferentes localidades estudiadas.

Los datos referentes a los principales nutrientes (fosfatos, nitratos y nitritos) así como los de clorofila, pH, oxígeno disuelto y sólidos en suspensión han sido proporcionados por la Dirección General de Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y se muestran solo para ilustrar los

rangos para dichos parámetros entre los que se han desarrollado las comunidades de cyanoprokariotas durante el presente estudio. Dichos valores se presentan en la tabla 3 y las estaciones de referencia se pueden ver en el mapa 2. Los datos aportados corresponden a valores medios, máximos y mínimos obtenidos durante el periodo 2007-2009.

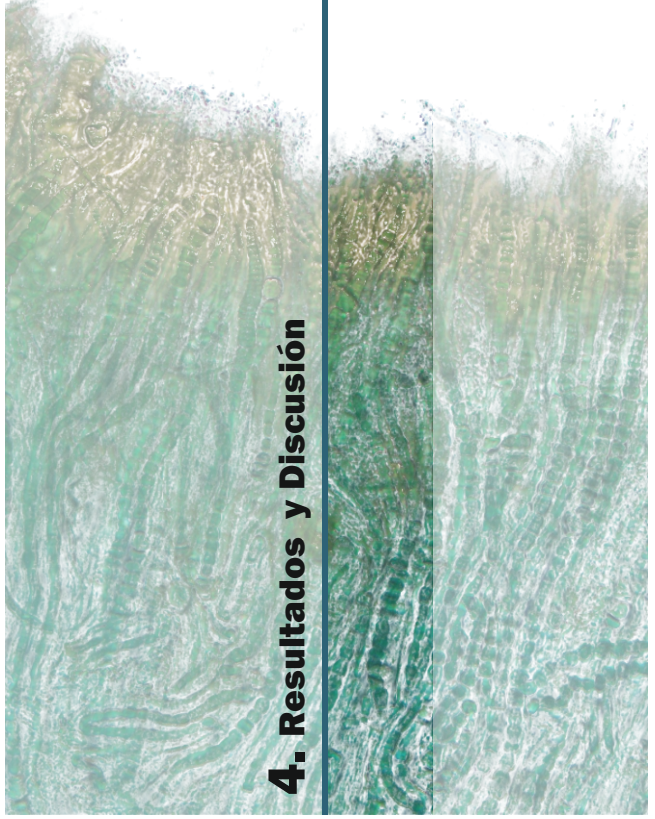
| | Máximo | Mínimo | Medio |
|--------------------------------|--------|--------|-------|
| Clorofila (mg/m ³) | 23,7 | 0,1 | 1,53 |
| Fosfatos (mg/L) | 0,052 | 0,005 | 0,01 |
| Nitratos (mg/L) | 7,8 | 0,013 | 0,33 |
| Nitritos (mg/L) | 0,379 | 0,01 | 0,04 |
| O ₂ disuelto (mg/L) | 8,5 | 6,8 | 7,68 |
| pH | 8,4 | 7,89 | 8,16 |
| Sólidos susp. (mg/L) | 20 | 4 | 8,64 |

Tabla 3. Valores medios, máximos y mínimos de clorofila, principales nutrientes, oxígeno disuelto, pH y sólidos en suspensión para el periodo 2007-2009. Datos proporcionados por la Dirección General de Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.



Mapa 2. Distribución de las estaciones de referencia (en negro) frente a las localidades muestreadas (en rojo). Datos cedidos por la Dirección General de la Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

4. Resultados y Discusión



4.1. CATÁLOGO FLORÍSTICO.

La taxonomía de las cyanoprokariotas ha cambiado sustancialmente en las últimas décadas del siglo XX. Los estudios ultraestructurales y particularmente la aproximación molecular, han introducido nuevos criterios taxonómicos que han modificado radicalmente y corregido el sistema tradicional. No obstante, aunque las bases moleculares pueden resultar decisivas para la clasificación taxonómica, los caracteres morfológicos y ecológicos son aún importantes para la identificación (Komárek & Anagnostidis, 2005). La propuesta sistemática elegida (Hofmann *et al.*, 2005) supone una aproximación polifásica combinado caracteres moleculares, ultraestructurales, fenotípicos y ecológicos, los cuales pueden (y deben) ser constantemente revisados y corregidos. Los principales cambios considerados con esta nueva propuesta suponen, de una parte, el reconocimiento de la heterogeneidad de las cyanoprokariotas cocoides y filamentos sin heterocistes, existiendo al menos dos líneas filogenéticas caracterizadas también por una similar organización ultraestructural y englobando ambas líneas tanto formas cocoides como filamentosas (Hoffmann *et al.*, 2005b; Komárek, 2006; Komárek, 2010d). De otra parte, las cyanoprokariotas con heterocistes constituyen un grupo monofilético homogéneo (Hoffmann *et al.*, 2005b; Graham *et al.*, 2009; Komárek, 2010) en las cuales el tipo de ramificación es el carácter crítico para definir géneros y familias (Hoffmann *et al.*, 2005b; Komárek, 2006). Según esta propuesta, la sistemática de las cyanoprokariotas quedaría conformada como Phylum (División) *Cyanoprokariota*, clase *Cyanophyceae* y 26 familias distribuidas en seis ordenes (tabla 5).

Los recientes estudios ultraestructurales en las cyanoprokariotas han puesto de manifiesto la especificidad en la ordenación y número de los tilacoides en las

células, cuya configuración y número es un carácter estable, dentro de ciertos límites, y puede ser usado como criterio taxonómico (Anagnostidis & Komárek, 1988; Anagnostidis & Komárek, 1989), hasta el punto de que es considerado el principal carácter ultraestructural usado en la clasificación taxonómica a nivel de grandes grupos (Komárek & Anagnostidis, 1989 Komárek, 2010d). Si bien las características relacionadas con los tilacoides (número y densidad, agrupación cerca de la pared celular en las formas con heterocistes, la anchura de los tilacoides, etc.) pueden variar en relación a las condiciones ambientales, el principal patrón de ordenación de los mismos (parietal vs. radial o irregular) permanece constante y estable para los diferentes genotipos (Komárek, 2006). La disposición de los tilacoides explica entre otros, los caracteres de keratomización y distinción entre centroplasma y cromatoplasma en el contenido del citoplasma. Si bien inicialmente se distinguieron dos patrones de distribución de los tilacoides (Komárek & Anagnostidis, 1986) actualmente se establecen tres tipos claros de ordenación de dichos tilacoides (tabla 4; lámina 4). Las cyanoprokariotas con heterocistes se muestran como un grupo homogéneo y muestran una disposición principalmente irregular de los tilacoides (Lang & Whitton, 1973; Komárek, 2006). Los tipos cocales muestran una gran diversidad en relación al patrón de ordenación de los tilacoides (Komárek & Anagnostidis, 1986; Anagnostidis & Komárek, 1988; Komárek, 2006) lo cual se refleja en diferentes relaciones filogenéticas. Por último las formas filamentosas sin heterocistes (*Oscillatoriales s.l.*) pueden mostrar los tres patrones básicos de ordenación de los tilacoides (Komárek & Anagnostidis, 2005; Komárek, 2006).

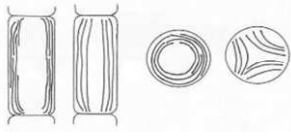
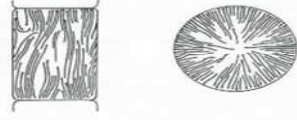

| | Tipo de ordenación | Órdenes |
|---|--------------------|--|
|  | Parietal | Pseudanabaenales Synechococcales |
|  | Radial | Phormidiales Chroococcales (Nostocales) |
|  | Irregular | Oscillatoriales Chroococcales Nostocales |

Tabla 4. Principales tipos de ordenación de los tilacoides y órdenes de cianoprokariotas en los que se encuentran presentes según el sistema propuesto por Hoffmann *et al.*, 2005.

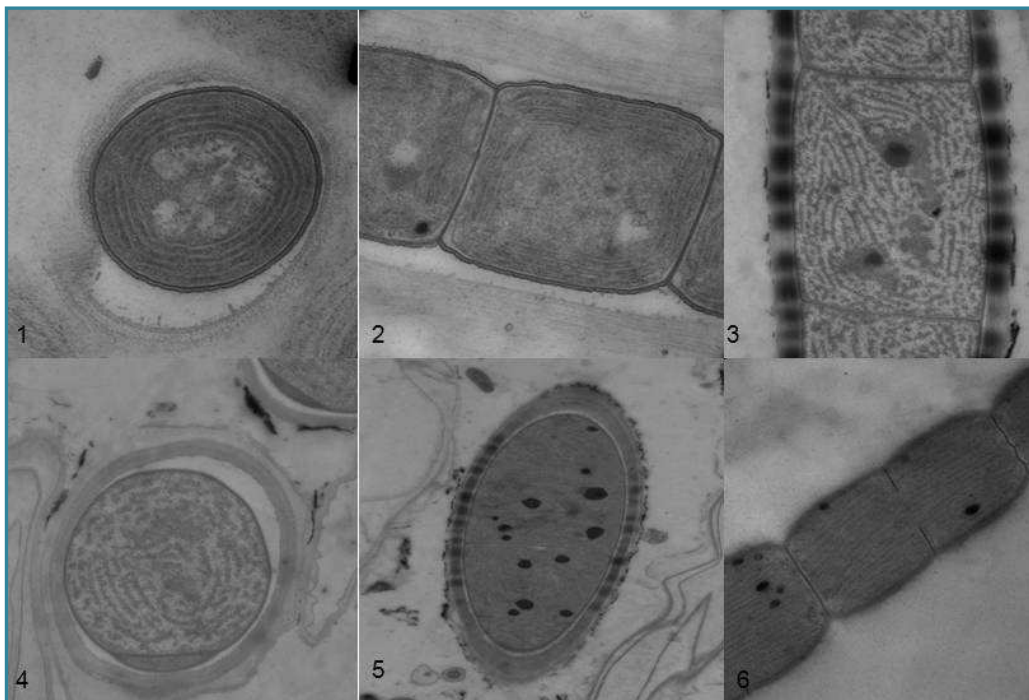


Lámina 4. 1-2 Tilacoides con ordenación parietal. 3-5 Tilacoides con ordenación irregular con presencia de inclusiones citoplasmáticas (5); 6, Tilacoides longitudinalmente con disposición radial.

Para la elaboración del catálogo florístico se han adoptado el sistema de clasificación propuesto por Hoffmann *et al.*, (2005), y tomando como referencia a Komárek & Hauter (2011). Para facilitar su localización en el texto, la ordenación de las diferentes familias, géneros y especies se ha llevado a cabo alfabéticamente.

En el apartado Anexos se detalla un listado de los taxones tratados en esta Memoria (Anexo: listado de especies), la distribución de dichos táxones por localidad (Anexo: lista distribución especies), así como los mapas de distribución obtenidos para cada una de los taxones tratados en la presente Memoria (Anexo: mapas de distribución).

A continuación se presentan los resultados en relación al *catálogo florístico de las cyanoprokariotas microfitobentónicas del litoral de Andalucía* observadas durante el presente estudio.

| Clasificación de las cyanoprokariotas según Hoffmann, Kastovsky and Komárek, 2005 | | |
|---|--------------------------|--|
| Orden | Familia | Géneros |
| Synechococcales | Synechococcaceae | <i>Cyanobium, Synechococcus</i> |
| | Merismopediaceae | <i>Merismopedia.</i> |
| | Chamaesiphonaceae | |
| Pseudanabinales | Pseudanabaceae | <i>Geitrelinema, Heteroleibleinia, Leibleinia, Leptolyngbya, Limnothrix, Pseudanabaena, Spirulina.</i> |
| | Schizothrichaceae | <i>Trichocoleus.</i> |
| Chroococcales | Cyanobacteriaceae | <i>Cyanobacterium, Cyanothece, Hormothece.</i> |
| | Microcystaceae | <i>Gloeocapsa.</i> |
| | Gomphosphaeriaceae | |
| | Chroococcaceae | <i>Chroococcus, Gloeocapsopsis.</i> |
| | Entophysalidaceae | <i>Chloroglea, Entophysalis.</i> |
| | Stictosiphonaceae | |
| | Dermocarpellaceae | <i>Cyanocystis, Stanieria.</i> |
| | Xenococcaceae | <i>Chroococciopsis, Xenococcus.</i> |
| | Hydrococcaceae | |
| | Hyllaceae | |
| Phormidiales | Borziaceae | <i>Komvophoron.</i> |
| | Phormidiaceae | <i>Arthrospira, Microcoleus, Phormidium, Planktothrix</i> |
| Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | <i>Blennothrix, Lyngbya, Oscillatoria.</i> |
| | Gomontiellaceae | |
| Nostocales | Scytonemataceae | <i>Kyrtuthryx, Scytonematopsis.</i> |
| | Symphyonemataceae | |
| | Nostocaceae | <i>Anabaena, Cylandrospermum, Nostoc.</i> |
| | Microchaetaceae | <i>Tolypothrix.</i> |
| | Rivulariaceae | <i>Calothrix, Isactis, Rivularia.</i> |
| | Hapalosiphonaceae | |
| Stigonemataceae | | |

Tabla 5. Propuesta sistemática de la cyanoprokariotas según Hoffmann et al., 2005. Los géneros y las familias marcadas en negrita se recogen en la presente Memoria.

ORDEN CHROOCOCCALES

Familia Chroococcaceae Nägeli 1849

Gloeocapsaceae Elenkin 1938 p.p.

Formas cocoides coloniales formando agrupaciones o paquetes más o menos irregulares de pequeño número de células e inconspicuos, ocasionalmente colonias agregadas en tapetes macroscópicos. Células esféricas, ovals o hemisféricas, hasta poliédricas-redondeadas, generalmente empaquetadas de forma densa. Vainas finas o muy patentes, estratificadas o no, formando envueltas claramente delimitadas.

La familia mantiene el status taxonómico tradicional (Geitler, 1932) si bien se produce una gran reasignación en relación a los géneros que la componían inicialmente. Actualmente para Europa se reconocen ocho géneros dentro de la familia entre los que especies de algunos de ellos como *Chroococcus* y *Gloeocapsopsis* adquieren buena representación en los pisos supralitoral y mesolitoral.

Chroococcus Nägeli, 1849

Rhodococcus Hansgirg in Wittrock et Nordstedt, 1884

Formas unicelulares en colonias habitualmente microscópicas y generalmente con pequeño número de células. Vainas particulares homogéneas o lameladas (estratificadas), generalmente hialinas, adheridas al contorno celular (subg. *Chroococcus*) o difusas y las células permanecen distantes unas de otras (subg. *Limnococcus*). Células hemisféricas a irregulares, de color variable, con contenido homogéneo o granular y en ocasiones con cromatoplasma bien definido. Con o sin aerotopos.

El género incluye unas 35 especies para Europa entre las que se encuentran especies típicamente planctónicas, hasta especies propias del microfitobentos. Estudios recientes (Komarkova *et al.*, 2010) basados en análisis moleculares, han puesto de manifiesto la existencia de cuatro grupos filogenéticos diferentes dentro del género. Dos de ellos, que incluyen especies de células pequeñas con colonias de diferentes estructuras, no presentan relación filogenética con el género; un tercer grupo incluye las especies típicas del género; el cuarto grupo incluye especies planctónicas que pueden diferenciarse del género *Chroococcus* y que ha sido establecido como nuevo género *Limnococcus* (Komárek & Anagnostidis) Komarkova *et al.* 2010.

Chroococcus ercegovicii Komárek et Anagnostidis 1994 (Lámina 5, fotos 1-2).

Chroococcus schizodermaticus W. et G.S. West f. *pallida* Ercegovic 1925

Células solitarias o agrupadas en número 2-4. Células y cenobios rodeados por una vaina hialina o amarillenta, bien delimitada, densa y estratificada. Células esféricas o subesféricas aunque a veces aparecen arqueadas o reniformes. Dimensiones: células: 3.1-7.3 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral, epilítica, aerofítica, mezclada entre otras cyanoprokariotas.

Localidades: Calahonda (GDA-F4203); Caleta de Vélez (GDA-F4277); Calaburras (GDA-F4225); Fuengirola (GDA-F4266).

Distribución: Aunque actualmente se conoce de Croacia y Europa central probablemente se trate de una especie con una distribución mucho más amplia. Sin datos sobre su presencia en España.

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli 1849 (Lámina 5, fotos 3-4).

Protococcus minutus Kutzing 1843

Chroococcus virescens Hantzsch in Rabenhorts 1865

Gloeocapsa minuta (kutzing) Hollerbach in Elenkin 1938

Células solitarias o mas generalmente en grupos de 2-4 células. Células rodeadas por una vaina hialina, homogénea y bien delimitada, débilmente estratificada. Células esféricas o hemisféricas, de color verde-azul típico. Dimensiones: células: 3-6 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral. Epilítica tanto sobre roca natural como artificial (hormigón).

Mezclada en tapetes con otras cyanoprokariotas.

Localidades: Terreros (GDA-F4068); Roquetas (GDA-F4022); Calahonda (GDA-F4203); Caleta de Vélez (GDA-F4281).

Distribución: Aunque conocida fundamentalmente de zonas templadas presente probablemente una distribución cosmopolita con diversos ecotipos y morfotipos que posiblemente puedan corresponder a especies diferentes (Komárek *et al.*,

1998). Citado para España por (Aboal 1988, 1989; Álvarez-Cobelas & Gallardo 1988; Calvo, Bárbara & Cremades 1999; Calvo & Bárbara 2002 y Peña & Bárbara 2002).

Se trata de una especie con una amplia valencia ecológica observada en ambientes muy variados, tanto continentales como marinos, si bien en estos últimos las citas son menos numerosas. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Chroococcus thermalis (Meneghini) Nägeli 1849 (Lámina 5, fotos 5-6)

Pleurococcus thermalis Meneghini 1837

Protococcus thermalis (Meneghini) Kützing 1846

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli var *thermalis* (Meneghini) Rabenhorst ex Hansgirg 1892

Células solitarias o en grupos de 2-8. Vainas patentes, hialinas, bien definidas, densas y ligeramente estratificadas. Células esféricas, subesféricas u ovals, verde-azuladas con citoplasma homogéneo y granular. Presencia de un gran granulo de cianoficina en forma de inclusión. Dimensiones: células (4)6-7 (11) micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral, subaerofítica. Mezclada con otras cyanoprokariotas en tapetes epilíticos tanto sobre sustrato artificial (hormigón) en aguas con elevada temperatura como sobre sustratos calizos naturales.

Localidades: Terreros (GDA-F4054; GDA-F4055; GDA-F4065; GDA-F4066); Carboneras (GDA-F4016; GDA-F4088; GDA-F4153; GDA-F4154).

Distribución: Bien distribuida en aguas termales (20-30°C). Citada para las aguas continentales españolas como *Chroococcus turgidus* var *thermalis* por Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Las poblaciones observadas en la localidad de la Carboneras reflejan la particular ecología señalada para esta especie. Sin embargo, las poblaciones de la localidad de Terreros se desarrollan dentro del rango de variabilidad térmico propio de las

aguas superficiales mediterráneas, si bien, esta zona constituye una de las más cálidas de todas las localidades muestreadas.

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli 1849 (Lámina 5, foto 7).

Gloeocapsa turgida (Kützing) Hollerbach in Elenkin 1938

Células solitarias o en grupos de 2-4. Vainas hialinas, amplias y muy bien desarrolladas, densas y clara o débilmente estratificadas, adheridas y siguiendo el contorno de la célula. Células verde-azules. Células esféricas o algo más anchas que largas. Dimensiones: células 8-21 micras de diámetro; células con vaina: 12-31 micras de diámetro; vainas: 4-13 micras de grosor.

Ecología: Mesolitoral. Epilítica, entre filamentos de *Lyngbya* spp, y otras cyanoprokariotas.

Localidades: Terreros (GDA-F4054; GDA-F4065; GDA-F4172; GDA-F4174); Carboneras (GDA-F4088); Maro (GDA-F4259).

Distribución: Especie muy común en zonas templadas sobre rocas húmedas y probablemente de distribución cosmopolita. Comúnmente citada para las aguas continentales españolas. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Según Komárek et Anagnostidis (1998) las observaciones sobre hábitats marinos referidas a esta especie correspondan muy probablemente a otros taxones. Así mismo, y según los mismos autores, de las numerosas variedades atribuidas a esta especie, muchas de ellas corresponden a taxones diferentes. Se trata así mismo de una especie muy próxima a *Chroococcus submarinus* (Hansgirg) Kováčik 1988 (= *Chroococcus turgidus* var *submarinus* Hansgird 1889) con la que puede llegar a confundirse y la cual es característica de ambientes propiamente marinos (Komárek et Anagnostidis, 1998). Sin embargo, y como también hace observar Calvo (2001) las naturaleza y estructura de la vaina en esta especie (no estratificada, débilmente delimitada y difluente) difiere claramente a la de *Chroococcus turgidus*. Las

observaciones realizadas sobre el material recolectado en las localidades de Terreros, Carboneras y Maro se corresponden con las descripciones ofrecidas tanto por Komárek y Anagnostidis (1998), como por Geitler (1932) y Desikachari (1959) para *Chroococcus turgidus*. A falta de estudios que esclarezcan la posición sistemática de las poblaciones de ambientes litorales marinos incluimos nuestras poblaciones en este taxón.

Chroococcus varius A. Braun in Rabenhorst 1861 (Lámina 5, foto 8).

Células en grupos de 2-3(4), reunidas en paquetes o agregados (colonias) muy irregulares. Células esféricas o hemisféricas, de pequeño tamaño y color verde oscuro, muy intenso (causa la sensación de que la vaina está muy coloreada). Células provistas de vainas finas, hialinas y bien delimitadas, con estratificación débil, casi imperceptible. Dimensiones: células (2)3,5-5(7) micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral, epilítica. Mezclada en tapetes con otras algas. Muy frecuentemente asociada a la base de *Calothrix crustacea* Thuret in Bornet & Thuret, formando agregados o paquetes informes de elevado número de células.

Localidades: Terreros (GDA-F4055; GDA-F4069; GDA-F4131; GDA-F4175); Salobreña (GDA-F4167); Maro (GDA-F4259).

Distribución: Muy común en Europa y probablemente de distribución cosmopolita. En España ha sido citado por Aboal (1988) y Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Gloeocapsopsis Geitler ex Komárek 1993

Gloeocapsopsis Geitler 1925

Células reunidas, por lo general, en colonias macro o microscópicas de morfología irregular. Colonias formadas por células o grupos de células densa e irregularmente

empaquetadas y rodeadas por envueltas mucilaginosas. Células desde subesféricas a ligeramente elípticas. Vainas particulares finas y delimitadas, coloreadas y a veces débilmente estratificadas.

El género incluye actualmente siete especies para Europa la mayoría de las cuales se desarrollan de forma epilítica en ambientes litorales (supra y mesolitoral).

Gloeocapsopsis crepidinum (Thuret) Geitler ex Komárek 1993 (Lámina 6, fotos 1-2; Lámina 25, foto 4).

Protococcus crepidinum Thuret 1854

Gloeocapsa crepidinum (thuret) Thuret in Bornet et Thuret 1876

Pleurocapsa crepidinum (Thuret) Ercegovic 1930

Células entre esféricas y subesféricas con vainas particulares bien definidas y diferenciables, no estratificadas y vaina común más difusa y poco neta. Células de color azul pálido y citoplasma homogéneo. Vainas hialinas o amarillentas, ocreas. Dimensiones: células (2,8)4-7(10) micras de diámetro. Colonias gelatinosas amplias, irregulares incluso macroscópicas en ocasiones, formando una pequeña costra de color oscuro, entre verde sucio y negro de aspecto granular, frecuentemente asociadas a la base de otras cyanoprokariotas filamentosas (*Lyngbya* spp, *Calothrix* spp)

Ecología: Mesolitoral epilítica o sobre limos compactados.

Localidades: Terreros (GDA-F4054; GDA-F4055; GDA-F4065; GDA-F4069; GDA-F4132; GDA-F4136; GDA-F4137; GDA-F4172; GDA-F4174; GDA-F4175; GDA-F4177; GDA-F4178; GDA-F4179; GDA-F4375; GDA-F4380); Villaricos (GDA-F4075; GDA-F4079; GDA-F4085; GDA-F4086; GDA-F4143; GDA-F4190); Carboneras (GDA-F4087; GDA-F4088; GDA-F4089; GDA-F4153; GDA-F4154; GDA-F4197; GDA-F4200); Calahonda (GDA-F4306); Maro (GDA-F4248); Caleta de Vélez (GDA-F4277; GDA-F4281) Calaburras (GDA-F4225; GDA-F4334); Punta Carnero (GDA-F4214; GDA-F4215); Punta Paloma (GDA-F4331).

Distribución: Especie típica de ambientes marinos, posiblemente de distribución cosmopolita. Citada en España por Miranda (1931) para la costa cantábrica. Ampliamente citada en ambientes de marisma para el litoral gallego por Calvo *et al.*, (1999), Calvo (2001), Calvo y Bárbara (2002), Peña y Bárbara (2002) y Bárbara *et al.*, (2005) y por Seoane-Camba (1965) para el litoral de Cádiz (Punta Paloma).

Familia *Cyanobacteriaceae* Hoffmann, Kastovsky et Komárek 2005

Células solitarias o en agrupaciones mucilaginosas irregulares. Células elípticas, ovals. División celular en un plano perpendicular al eje mayor de las células. Vainas ausentes. Tilacoides de ordenación radial o longitudinal a lo largo de la célula. Sin diferenciación entre centroplasma y cromatoplasma.

Cyanobacterium Rippka et Cohen-Bazire, 1983

Células solitarias (o en pares tras la división) sin envueltas. Células cilíndricas a ovals con extremos redondeados. Sin diferenciación entre centro y cromatoplasma, a veces con ligera estriación longitudinal. Las células alcanzan su tamaño original antes de la próxima división. Su diagnóstico requiere de estudios más profundos particularmente desde el punto de vista citomorfológico, ciclos de vida, rango de variación de caracteres fisiológicos y morfológicos así como de su ecología.

El género incluye en la actualidad siete especies para Europa con variada ecología.

Cyanobacterium cedrorum (Sauvageau) Komárek 1999 (Lámina 6, fotos 3-4).

Células subcilíndricas a ovals, ligeramente más largas que anchas con extremos redondeados. Células solitarias o en grupos de dos. Células sin vaina particular. Citoplasma homogéneo. Dimensiones: células 3,4-5 x 5,8-7 micras. Diámetro: 3.4-5.8 micras. Tapetes en forma de pústulas negras y de aspecto granuloso

Ecología: Supralitoral superior (subaerofítico). Junto con *Entophysalis cornuana* Sauvageau. Zonas con aporte de agua dulce de regadío.

Localidad: Maro (GDA-F4231; GDA-F4236).

Distribución: Zonas templadas y esporádicamente en regiones subtropicales y tropicales. En España ha sido citada por Uher, *et al.* (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Cyanothece Komárek, 1976

Células solitarias, en ocasiones agregadas en grupos o tapetes, sin envueltas definidas. Células ovals o cilíndricas con extremos ampliamente redondeados. Citoplasma keratomizado. Tilacoides con distribución irregular o radial.

En Europa el género incluye tres especies de las que solo una ha sido citada como propia de aguas marinas.

Cyanothece halobia Roussomoustakaki et Anagnostidis 1991 (Lámina 6, fotos 6-7).

Células solitarias, subcilíndricas a oval-redondeadas con los extremos ampliamente redondeados. Citoplasma finamente granular, homogéneo, de color grisáceo o verde-grisáceo. Dimensiones: células: 12 x 8-10 micras; diámetro: 8-10 micras.

Ecología: Mesolitoral, aerofítica. Aparece mezclada con otras cyanoprokariotas como *Lyngbya confervoides* C.Agardh ex Gomont, *Lyngbya aestuarii* Liebman ex

Gomont, *Gloeocapsopsis crepidinum* o *Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont entre otras, en tapetes multiespecíficos.

Localidad: Terreros (GDA-F4055; GDA-F4069; GDA-F4065).

Distribución: Conocida de Grecia e Italia. Probablemente presente una amplia distribución mundial. Sin datos sobre su presencia en España.

***Hormothece* Jao, 1944**

Células en colonias microscópicas compuestas por gruesos mucílagos hialinos, confluentes en la base y con ramificación pseudodicotómica y fijos al sustrato. Extremos apicales libres donde se sitúan las células, solitarias, en grupos u en cortas filas. Células de anchamente ovals a cilíndricas y con extremos redondeados.

El género incluye cinco especies de las que para Europa solo se conoce *Hormothece banyolensis* (Margalef) Komárek et Anagnostidis, del lago de Bañolas.

***Hormothece* sp (Lámina 6, foto 5).**

Células en el extremo de pedúnculos mucilaginosos. Células elíptica-elipsoidales o algo curvadas. Amplias vainas mucilaginosas hialinas rodeando las células. Células verde-azuladas. En algunas con diferenciación centro-cromatoplasma. Dimensiones: células 2-4.3 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral. Junto a talos de *Entophysalis deusta* (Meneghini) Drouet et Daily.

Localidad: Punta Carnero (GDA-F4112).

En Europa tan solo se ha descrito una especie de este género, *Hormothece banyolensis* (Margalef) Komarék et Anagnostidis 1995. Fuera de Europa existen varias especies descritas sobre distintos tipos de hábitats. La población estudiada

en esta Memoria presenta una distribución muy puntual, y con un desarrollo muy escaso. Los datos obtenidos a partir de las escasas observaciones que se han podido llevar a cabo no concuerdan con las descripciones ni hábitats reflejados por la bibliografía para las otras especies del género, por lo que no se ha podido determinar con exactitud a nivel específico, siendo necesarios más estudios para ello.

Familia *Dermocarpellaceae* Ginsburg-Ardre ex Christensen 1980

Células ligadas al sustrato, solitarias o reunidas en grupos irregulares o haces paralelos dispuestos perpendicularmente al sustrato. Células esféricas o polarizadas. Células con vainas particulares definidas, no muy gruesas, hialinas, homogéneas o ligeramente estriadas.

La familia incluye tres géneros siendo el tipo de división el carácter diacrítico de la misma. Todos los géneros tienen representación en el medio marino. Originalmente las especies incluidas actualmente en esta familia se encuadraban en el género *Dermocarpa* Crouan dentro de la familia *Dermocarpaceae* Geitler.

Cyanocystis Borzi, 1882

Sphaenosiphon Reinsch, 1874/1875

Krкия Pevalek 1929

Dermocarpa Crouan p. p. excl. typo (incl. sensu Waterbury & Stanier 1978 p.p.).

Células solitarias o en grupos, fijas al sustrato. Células heteropolares de morfología variable, unidas perpendicularmente al sustrato por su extremo más estrecho. Células con coloración variable, ligera o claramente alargadas. Vainas hialinas.

En Europa se reconocen hasta nueve especies de este género, siendo de los tres géneros incluidos en la familia es el que mayor número de especies presenta. La

gran mayoría de las especies viven epifitas sobre diferentes especies de algas marinas.

Cyanocystis violacea (Crouan) Komárek et Anagnostidis 1986 (Lámina 6, foto 8).
Dermocarpa violacea Crouan 1878

Células piriformes (heteropolares) fijas al sustrato por su parte basal más estrecha. Células más largas que anchas. Citoplasma homogéneo, finamente granulado y de color rosa pálido a violáceo. Dimensiones: células 7.6-17.3 micras de diámetro. Forman grupos compactos e irregulares, de tamaño variable y sin orden definido. Colonias hemisféricas.

Ecología: Mesolitoral epifita sobre cyanoprokariotas filamentosas sin heterocistes. Mezclada con otras cyanoprokariotas. Aguas de elevada temperatura (25-30°C).

Localidad: Terreros (GDA-F4197).

Distribución: Costas atlánticas y mediterráneas (Adriático y Egeo) y mar Báltico. América Central (Costa Rica) Como *Dermocarpa violacea* ha sido citado por Miranda (1931), Granja, *et al.*, (1992) y Guillermes & Cremades (1993) y como *Cyanocystis violacea* por Bárbara *et al.*, (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Stanieria Komárek et Anagnostidis, 1986

Células solitarias o en grupos, no polarizadas. Células fijas al sustrato, secundariamente libres o en agregados microscópicos irregulares. Células de contenido homogéneo y color variable. Vainas hialinas y delgadas.

En Europa el género incluye tres especies de distribución marina siendo el diámetro de las células, su color y número y dimensiones de los baeocistes los caracteres para su separación.

Stanieria sublitoralis (Lindstedt) Anagnostidis et Pantazidou 1991 (Lámina 6, foto 9; Lámina 7, fotos 1-5; Lámina 25, foto 5).

Dermocarpa sublitoralis Lindstedt 1943

Células esféricas con vainas particulares hialinas de hasta 2 micras de grosor. Citoplasma finamente granuloso, homogéneo. Color variable de verde-azulado, violáceo a parduzco. Reproducción por división simultánea del contenido citoplasmático de la célula madre y posterior liberación de nanocistos esféricos. Dimensiones: células (5)7-16(24) micras de diámetro; nanocistos 2-4 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral epilítica, mezclada con otras cyanoprokariotas. Ocasionalmente epifíticas sobre vainas de *Lyngbya* spp o asociada a la base de *Calothrix* spp. Puntualmente se ha observado formando tapetes a modo de pequeñas pústulas muy finas y oscuras a nivel del cinturón de *Chthamallus*.

Localidades: Carboneras (GDA-F4088; GDA-F4089; GDA-F4197; GDA-F4200); Villaricos (GDA-F4072; GDA-F4142; GDA-F4143; GDA-F4146; GDA-F4151 GDA-F4187; GDA-F4189; GDA-F4192); Terreros (GDA-F4132; GDA-F4136; GDA-F4177); Salobreña (GDA-F4210); Maro (GDA-F4228; GDA-F4235; GDA-F4237; GDA-F4253); Caleta de Vélez (GDA-F4280; GDA-F4277; GDA-F4281); Calaburras (GDA-F4225); Torre de la Sal (GDA-F4318).

Distribución: costas de Grecia, Mar Báltico y mar Egeo. Posiblemente con distribución mucha más amplia. En España citada por Calvo & Bárbara 2002, Gorostiaga *et al.*, 2004. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Se trata de una especie muy próxima a *Stanieria sphaerica* (Setchell et Garder) Anagnostidis et Pantazidou 1991. Las diferencias con esta especie (Komárek et Anagnsotidis, 1998) radican fundamentalmente en el menor tamaño que alcanza las células (16 micras diámetro), en el número de nanocistes formados (hasta 32) y en el hábitat epifito de *S. sphaerica*. El hecho de que todos estos caracteres queden englobados en *S. sublitoralis* junto a la observación en determinadas poblaciones

de un desarrollo epífito de esta especie sobre *Lyngbya* spp y *Calothrix* spp hacen pensar que ambas especies correspondan a un mismo taxón con una mayor variabilidad en relación al tipo hábitat. En ausencia de análisis moleculares y estudios de cultivo que corroboren esta hipótesis incluimos las poblaciones observadas aquí a *S. sublitoralis* ya que en la mayoría de los casos el tipo de hábitat concuerda más con el descrito para esta especie.

Familia *Entophysaliaceae* Geitler 1925

Células esféricas a subesféricas, ovales o irregularmente redondeadas reunidas en grupos y generalmente distantes unas de otras. Con o sin vainas individuales. Colonias (talos) mucilaginosas pluriestratificados y con tendencia a estar polarizados. Células con ordenación radial o longitudinal en el interior de las colonias. Colonias esféricas, alargadas o irregulares. Divisiones celulares en uno o varios planos. Reproducción por células solitarias, monocistes o grupos de células. Si bien la familia mantiene el status taxonómico tradicional (Geitler, 1932) se produce una reasignación en cuanto a los géneros que la conforman. Actualmente incluye seis géneros repartidos en dos subfamilias (Komárek & Anagnostidis, 1986) según la presencia (*Siphononematoideae*) o ausencia (*Entophysalidoideae*) de células polarizadas.

Chloroglea Wille, 1900

Vanhoeffenia Wille, 1928

Células esféricas a ovales y hasta poligonales en colonias maduras. Células con o sin vainas particulares. Contenido celular finamente granulado y color variable. Colonias de contorno variable, planas o hemisféricas, compuestas por numerosas subcolonias. Colonias epilíticas, epífíticas, epipélicas o metafíticas. Células

irregularmente reunidas en una vaina común. En los márgenes de la colonia pueden formar cortas filas (ordenación longitudinal) con orientación radial.

El género *Chloroglea* incluye dos tipos de especies bien diferenciables. Por un lado especies con células pequeñas (1-2,5 micras de diámetro), vainas hialinas, colonias microscópicas y una ordenación irregular, paralela o en cortas hileras de las células. De otro lado, un grupo de especies con células grandes (2-12 micras de diámetro), colonias macroscópicas y ordenación en cortas hileras solo reconocible en los márgenes de la colonias y propias de aguas dulces o aerofíticas. El género incluye en Europa seis especies de las que tan solo una de ellas se presenta en el medio marino.

***Chloroglea* sp** (Lámina 7, fotos 6-7).

Tapetes macroscópicos epilíticos en forma de costras de color oscuro, casi negro, de contorno irregular y de extensión variable. Células en varias capas con cierta ordenación lineal de las células, más clara en el interior de la colonia, densamente empaquetadas y englobadas en un mucílago común hialino, amorfo y poco manifiesto. Células esféricas a irregulares, hasta algo poligonales. Vainas particulares poco desarrolladas, no estratificadas. Vainas coloreadas, color amarillento. Dimensiones: células: 2-5 micras diámetro.

Ecología: Epilítica, sobre rocas mesolitorales, en el fondo de pequeñas cubetas o sobre superficies expuestas.

Localidad: Salobreña (GDA-F4167); Maro (GDA-F4236; GDA-F4228); Calaburras (GDA-F4225); Punta Paloma (GDA-F4330).

Debido a su particular tipo de crecimiento y ciclos de vida junto a la no existencia de una buena descripción de las diferentes especies del género, la identificación de las diferentes especies de *Chloroglea* se hace dificultosa (Komárek & Montejano, 1994). Las observaciones morfológicas llevadas a cabo en nuestras poblaciones

ponen de manifiesto que éstas comparten caracteres de ambos grupos de especies comentados anteriormente. El tipo de ordenación de las células, las vainas hialinas y el desarrollo de colonias microscópicas las aproxima al primer grupo de especies. De otra parte, por el tamaño de las células nuestras poblaciones se situarían más próximas al segundo grupo de especies entre los que no se encuentran especies de hábitat marino. Dado que todas las especies de *Chloroglea* conocidas parecen tener una muy especializada ecología (Komárek & Montejano, 1994) y que nuestras observaciones no concuerdan con los rasgos descritos para *Chloroglea tuberculata* (Hansgird) Wille única especie del género típicamente marina presente en Europa (Komárek et Anagnostidis, 1998) optamos, a la espera de posteriores estudios, por no asignar nuestras poblaciones a ninguno de los taxones reconocidos actualmente.

***Entophysalis* Kützing, 1843**

Células esféricas a irregulares y de tamaño variable, con vainas generalmente estratificadas, hialinas o coloreadas. Colonias (talos) gelatinosas, irregulares, macro o microscópicas, compuestas por subcolonias ordenadas radial o longitudinalmente en el interior del talo.

Para Europa se pueden encontrar hasta 10 especies del género, cinco de las cuales son propias de ambiente marinos las cuales se separan en base a caracteres relacionados con la vaina y tamaño de las células.

Entophysalis cornuana Sauvageau 1892 (Lámina 7, fotos 8-9).

Radaisia cornuana (Sauvageau) Sauvageau 1895

Células con ordenación longitudinal más o menos clara. Vainas particulares hialinas y vainas comunes hialinas o amarillentas. Células más o menos poligonales. Dimensiones: células 3-4 x 4-7(8) micras. Tapete costroso de color oscuro
Ecología: supralitoral (subaerofítico). Epilítico. Zonas con aporte de agua dulce de regadío.

Localidad: Maro (GDA-F4237).

Distribución: Descrito en ambientes dulceacuícolas en Francia y Argelia. Sin datos sobre su presencia en España.

Entophysalis deusta (Meneghini) Drouet et Daily 1948 (Lámina 7, fotos 10-11; Lámina 25, foto 3).

Coccochloris deusta Meneghini 1841

Gloeocapsa deusta (Meneghini) Kützing 1849

Microscópicamente el talo está compuesto por agrupaciones de subcolonias esféricas constituidas por un número variable de células (entre 2 a 8). Ordenación longitudinal de las células poco aparente y restringida a los márgenes de la colonia. Células esféricas o ligeramente más largas que anchas (menos común) con vainas particulares bien desarrolladas y estratificadas, las comunes menos patentes. Vainas hialinas o coloreadas (amarillentas) sobre todo en el margen de la colonia. Dimensiones: diámetro células: (2)3-5,9(7) micras; 2,9-3,9 x 4,6-6,8 micras. Talos macroscópicos de hasta 7 mm altura y 10-15 mm de diámetro en forma de pequeñas pústulas de color ocre a oscuro, de superficie rugosa e irregular y de consistencia gelatinosa

Ecología: Nivel mesolitoral junto cinturón de *Chthamallus*. Más abundante durante el otoño y finales de primavera.

Localidad: Calahonda (GDA-F4305); La Herradura (GDA-F4369); Maro (GDA-F4220; GDA-F4240; GDA-F4257; GDA-F4258); Fuengirola (GDA-F4127); Calaburras (GDA-F4223; GDA-F4224; GDA-F4293); Torre de la Sal (GDA-F4318); Punta Paloma (GDA-F4116); Punta Carnero (GDA-F4212; GDA-F4216); Punta Paloma (GDA-F4329; GDA-F4331).

Distribución: Especie ampliamente distribuida en la región mediterránea, propia de la zona de salpicadura especialmente sobre rocas calizas. Citada por numerosos autores para la Península Ibérica: Ballesteros & Romero 1982, Fernández & Niell 1982, Granja, Cremades & Bárbara 1992, Bárbara & Cremades 1996, Gorostiaga *et al.*, 2004, Bárbara *et al.* 2005 y Calvo & Bárbara 2002 (como *Gloeocapsa deusta*). No se tienen referencias bibliográficas sobre su presencia en Andalucía.

Se trata de una especie muy próxima a *Entophysalis granulosa* Kützing con la que comparte hábitat, y de la que se ha separado a nivel macroscópico por la morfología pustular y desarrollo bien individualizado de las colonias y microscópicamente por la clara ordenación en subcolonias del talo de *E. deusta*.

Entophysalis granulosa Kützing 1843 (Lámina 8, fotos 1-3).

Células esféricas con vaina particular estratificada. Vainas hialinas o amarillentas. Grupos de 2-6 células con vaina común. Células, o grupos de células, con ordenación lineal más o menos aparente. Dimensiones: células (2)3,4-5,3(7) micras diámetro; 3,4-x 5,8-6,8 micras. Talos amplios en forma de tapetes planos costrosos de aspecto gelatinoso y de color oscuro y delgado (escasos milímetros de grosor), que al secarse dan un aspecto como de “piel de roca” fácilmente desprendible. También aparece formando paquetes o grandes agregaciones irregulares de células, asociado a la base de otras cyanoprokariotas filamentosas.

Ecología: Epilítica. Mesolitoral y supralitoral. Suele formar parte de la característica *black zone* de la zona de salpicadura. Comúnmente asociado a la base de otras cyanoprokariotas filamentosas como *Calothrix* spp y *Lyngbya* spp.

Localidad: Terreros (GDA-F4054, GDA-F4055; GDA-F4069; GDA-F4131; GDA-F4132; GDA-F4137; GDA-F4375; GDA-F4379; GDA-F4380; GDA-F4383); Calahonda (GDA-F4158; GDA-F4162; GDA-F4164; GDA-F4165; GDA-F4203; GDA-F4306); Salobreña (GDA-F4167; GDA-F4208; GDA-F4210); Maro (GDA-F4220; GDA-F4259); Calaburras (GDA-F4125; GDA-F4127; GDA-F4225); Fuengirola (GDA-F4125; GDA-F4127); Punta Carnero (GDA-F4109; GDA-F4112; GDA-F4212); Punta Paloma (GDA-F4326; GDA-F4330).

Distribución: Ampliamente distribuida tanto por las costas atlánticas europeas como en la región mediterránea, mar del Norte, así como también en Chile y sur oeste de las costas del Pacífico. Citado para la Península Ibérica por Araujo *et al.* (2009). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Entophysalis granulosa es una especie típicamente marina (Komárek & Anagnostidis 1998). Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988) la citan para las aguas continentales españolas a partir de registros bibliográficos hasta 1981. Es probable que esta cita corresponda a *E. cornuana* Sauvageau 1892, de morfología y dimensiones muy semejantes a *E. granulosa*, ya que se trata de una especie típica de aguas continentales y bien conocida en la región mediterránea.

En la tabla 6 se presenta un resumen de las principales características de las especies de *Entophysalis* tratadas en esta Memoria.

| | Dimensiones células | Ordenación células | Morfología células | Estratificación vainas | Color vaina | Ecología |
|---------------------|---------------------|--------------------|--|------------------------|-----------------|------------------------|
| <i>E. cornuana</i> | 4-6 x 2-5 | Radial | subesférica, alargadas, poligonal-redondeada | no | marrón-amarilla | Agua dulce |
| <i>E. deusta</i> | 3-6 | Subcolonias | subesférica, poligonal-redondeada | si | marrón-amarilla | Mediterráneo |
| <i>E. granulosa</i> | 2-5 | Radial | esférica, subesférica | si | hialina | Mediterráneo-Atlántico |

Tabla 6. Principales características de las especies del género *Entophysalis* tratadas en esta Memoria.

Familia *Microcystaceae* Elenkin 1933*Gloeocapsaceae* Elenkin 1933 incl.*Stereometrinales* Starmach 1966

Formas cocales solitarias o en colonias mucilaginosas. Mucílagos homogéneos o estratificados. Células ordenadas irregularmente o de manera tridimensional en tractos perpendiculares en la colonia. Células esféricas, con o sin vainas particulares estratificadas. Células esféricas con o sin aerotopos. División celular en uno, dos o tres planos perpendiculares unos a otros en sucesivas generaciones. Las células crecen hasta su tamaño original antes de la siguiente división. Reproducción por desintegración de las colonias.

Las especies de esta familia si incluían originalmente en la familia *Chroococcaceae* Nageli 1849 (Geitler, 1932). Komáek y Anagnostidis (1986) los incluyen en la subfamilia *Microcystoideae* dentro de la actual familia *Microcystaceae* Elenkin 1933 (Anagnostidis & Komárek, 1998). La familia incluye cuatro géneros con representación fundamentalmente en ambientes planctónicos continentales, pero especies de algunos de ellos aparecen sobre los sustratos litorales marinos.

Gloeocapsa* Kützing 1843Bichatia* Turpin, 1828

Colonias multicelulares, inicialmente microscópicas y luego macroscópicas, amorfas, epilíticas o epifíticas, compuestas de pequeños grupos de células irregularmente ordenados, y envueltos por amplias vainas particulares, generalmente estratificadas y reunidas unas junto a otras en una amplia vaina, bien delimitada, que puede presentarse intensamente coloreada.

El género incluye cerca de una treintena de especies en Europa las cuales se pueden encontrar en hábitats muy variados.

Gloeocapsa aeruginosa Kützing 1843 (Lámina 8, fotos 4-5).

Células esféricas, algunas ligeramente alargadas, de color verde-azul intenso. Vainas hialinas, amplias y no estratificadas. Dimensiones: células de 2-3 micras diámetro. Colonias de tamaño variable, de más o menos esféricas a irregulares en morfología, formadas por varias subcolonias.

Ecología: Mesolitoral epilítica.

Localidad: La Herradura (GDA-F4369). Escasa.

Distribución: Descrita a partir de Europa central y comúnmente citada en áreas tropicales pero posiblemente con distribución cosmopolita. Distribución actual poco conocida. Citada para la Península por Nogueroles-Seoane y Rifón-Lastra (1999) sobre paredes graníticas de edificios en Galicia. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Familia *Xenococcaceae* Ercegovic 1932

Células esféricas o irregularmente redondeadas a redondeadas-poligonales, solitarias o reunidas en paquetes formando colonias irregulares en forma de finas capas sobre el sustrato. Células polarizadas. Vainas comunes y particulares hialinas, generalmente muy finas y poco perceptibles, a veces estratificadas. Reproducción por sucesivas divisiones celulares en varios planos y de forma más esporádica por producción de nanocistes.

La familia queda bien definida por la morfología celular y capacidad para formar nanocistes. Los géneros que conforma la misma son *Chroococcidium*, *Chroococcidiopsis*, *Chroocopsis*, *Xentholos* y *Xenococcus*, los cuales se incluían tradicionalmente en la familia *Pleurocapsaceae* (Orden *Chamaesiphonales*).

Chroococidiopsis Geitler, 1933
Anacystis Meneghini, 1837

Células solitarias o en grupos irregulares con vainas finas e hialinas. Células esféricas, hemisféricas o irregularmente redondeadas, provistas de vainas, nunca polarizadas.

Actualmente se reconocen una docena de especies del género de las que tan solo dos de ellas están presentes en Europa, una de las cuales es propia del nivel supralitoral en las costas del Mediterráneo.

Chroococidiopsis cf fissurarum (Ercegovic) Komárek et Anagnostidis 1955 (Lámina 8, fotos 6-8).

Células raramente solitarias, normalmente agrupadas formando paquetes irregulares y en número variable, desde pocas a muchas. Grupos de células rodeadas por una vaina fina y definida, claramente delimitada en contorno, normalmente coloreada (amarillenta). Células con vainas particulares poco manifiestas. Células esféricas a subesféricas. Nanocistos densamente empaquetados de entre 1-2 micras de diámetro. Dimensiones: células: (2)3-6(11) micras de diámetro. Tapetes de naturaleza costrosa de color oscuro (casi negro) unidos íntimamente al sustrato aunque fácilmente desprendibles y extraíbles.

Ecología: epilítica, nivel supralitoral y mesolitoral superior, en zonas de salpicadura permanente. Constituye tapetes monoespecíficos y también puede aparecer en tapetes de naturaleza filamentosa mezclada con otras especies. Puntualmente se desarrolla en el borde de zonas de escorrentía con temperatura del agua en torno a los 30°C.

Localidad: Terreros (GDA-F4136; GDA-F4137; GDA-F4167; GDA-F4178; GDA-F4375; GDA-F4379); Villaricos (GDA-F4072; GDA-F4079; GDA-F4178; GDA-F4187; GDA-

F4189; GDA-F4191; GDA-F4192); Roquetas (GDA-F4022); Maro (GDA-F4228; GDA-F4237; GDA-F4252; GDA-F4253).

La morfología de células y autoesporas observada se asemeja a la reflejada por Komárek et Anagnostidis (1988) según la iconografía de Friedman para *C. kashaii* Friedmann 1961. Esta especie además de presentarse típicamente en las paredes y techos de cuevas y oquedades se desarrolla fundamentalmente como casmoendolítica (en las fisuras de las rocas). Nuestras observaciones siempre corresponden a formas epilíticas de ambientes marinos, entre el nivel supralitoral y mesolitoral superior, ecología que coincide con la reflejada para *C. fissurarum* (Ercegovic) Komárek et Anagnostidis 1955, especie típica de la región mediterránea y de morfometría semejante a la observada en nuestras poblaciones, pero de la que difiere de nuevo por la naturaleza casmoendolítica de la misma. Asencio (1997) observa poblaciones epilíticas de *C. kashaii*, si bien ni la ecología ni la iconografía reflejada por esta autora se asemejan a las observadas en nuestras poblaciones.

A falta de nuevos estudios que reflejen un desarrollo típicamente epilítico de esta especie consideramos no asignar definitivamente nuestras poblaciones a este taxón.

Xenococcus Thuret in Bornet et Thuret, 1880

Células adheridas al sustrato, solitarias o en grupos. Células más o menos polarizadas, más acusada en células solitarias. Células provistas de vaina.

El género incluye cerca de una treintena de especies de las que ocho de ellas están presentes en Europa y la mayoría de las mismas son típicas de ambientes marinos.

Xenococcus schousboei Thuret 1880 (Lámina 8, fotos 9-11).

Dermocarpa schousboei (Thuret) Bornet 1890

Células esféricas o ligeramente más largas que anchas y algo polarizadas (piriformes, solo visibles claramente en células aisladas), solitarias o reunidas de forma compacta por uno de sus lados en grupos irregulares y formando una masa muy densa. Citoplasma homogéneo y finamente granular de color azul pálido. Reproducción por división completa del citoplasma de la célula madre (15-10 micras) y posterior liberación de numerosos nanocistes. Vainas hialinas finas y tenues o algo más desarrolladas. Dimensiones: células (6)7,2-10,7 (12,4) micras de diámetro; nanocistes 3-5 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral, epifito sobre vainas de cyanoprokariotas filamentosas, principalmente sobre *Lyngbya* spp.

Localidad: Terreros (GDA-F4053; GDA-F4057; GDA-F4173); Villaricos (GDA-F4003; GDA-F4075; GDA-F4076; GDA-F4116; GDA-F4194); Carboneras (GDA-F4088; GDA-F4153; GDA-F4154); Roquetas (GDA-F4019; GDA-F4020; GDA-F4022); Calahonda (GDA-F4161; GDA-F4162; GDA-F4203; GDA-F4208; GDA-F4308); Salobreña (GDA-F4207; GDA-F4210; GDA-F4166); Maro (GDA-F4259; GDA-F4230; GDA-F4235; GDA-F4236; GDA-F4249; GDA-F4251; GDA-F4252); Caleta de Vélez (GDA-F4280; GDA-F4281); Calaburras (GDA-F4225; GDA-F4227); Fuengirola (GDA-F4125; GDA-F4264); Punta Carnero (GDA-F4109; GDA-F4212; GDA-F4213); Punta Paloma (GDA-F4326).

Distribución: Citada a nivel mundial, es más frecuente en las costas atlánticas del oeste de Europa y menos en el mar Báltico, mar Negro y región mediterránea. Citada para España por diferentes autores (Miranda 1931, Álvarez-Cobelas & Gallardo 1988, Peña & Bárbara 2002, Gorostiaga *et al.*, 2004, Bárbara *et al.*, 2005, Cires Rodríguez & Cuesta Moliner 2010).

González Guerrero (1947) describe *Xenococcus gaditanus* González Guerrero 1947 en las salinas de San Fernando (Cádiz). Esta especie se separa de *X. schousboei*

además de por presentar un mayor tamaño por desarrollarse sobre conchas de moluscos gasterópodos.

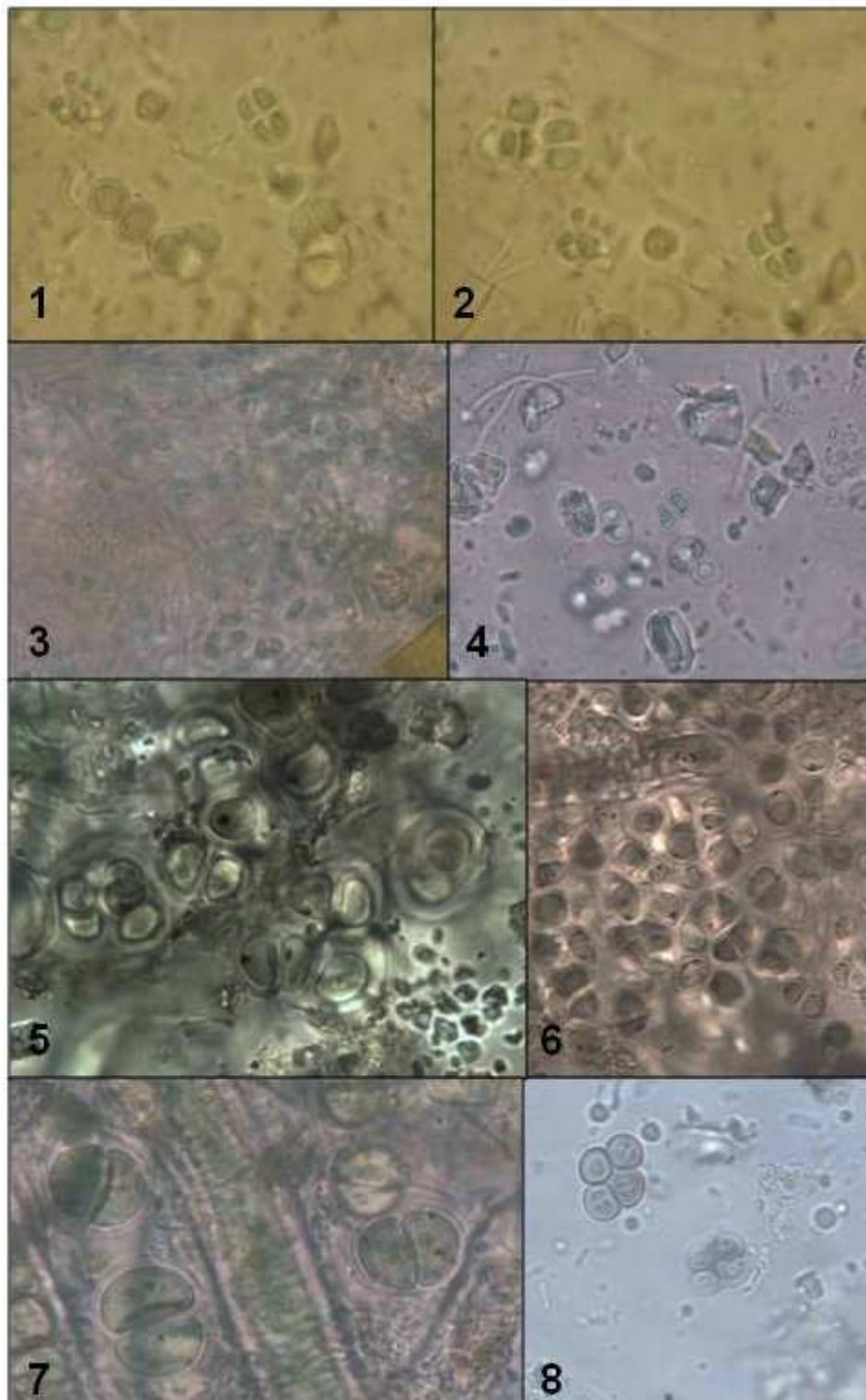


LÁMINA 5. 1-2 *Chroococcus ercegovicii*; 3-4 *Chroococcus minutus*; 5-6 *Chroococcus thermalis*; 7 *Chroococcus turgidus*; 8. *Chroococcus varius*.

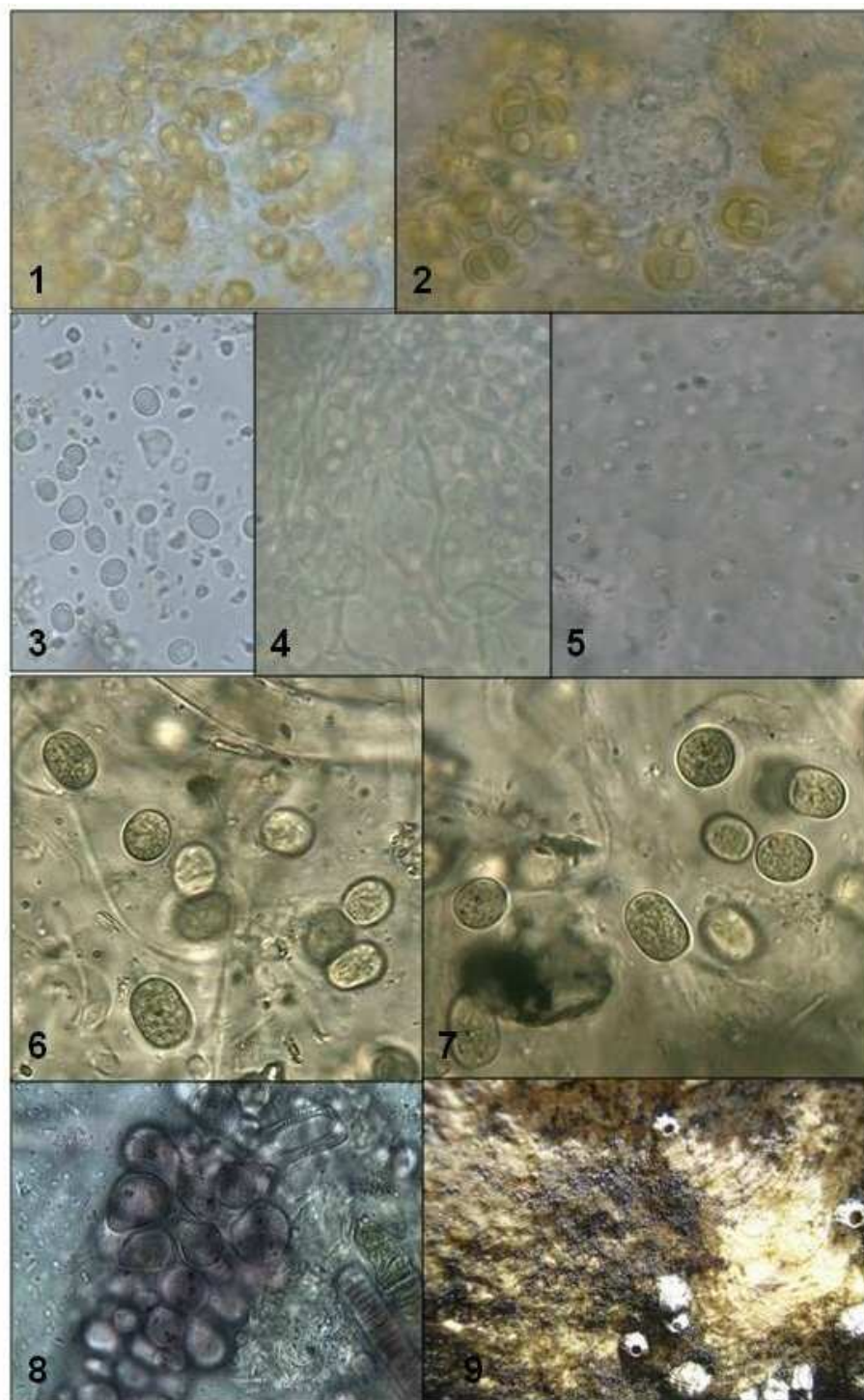


LÁMINA 6. 1-2 *Gloeocapsopsis crepidinum*; 3-4 *Cyanobacterium cedrorum*; 5 *Hormothece* sp; 6-7 *Cyanothece halobia*; 8 *Cyanocystis violacea*; 9 *Stanieria sublitoralis*

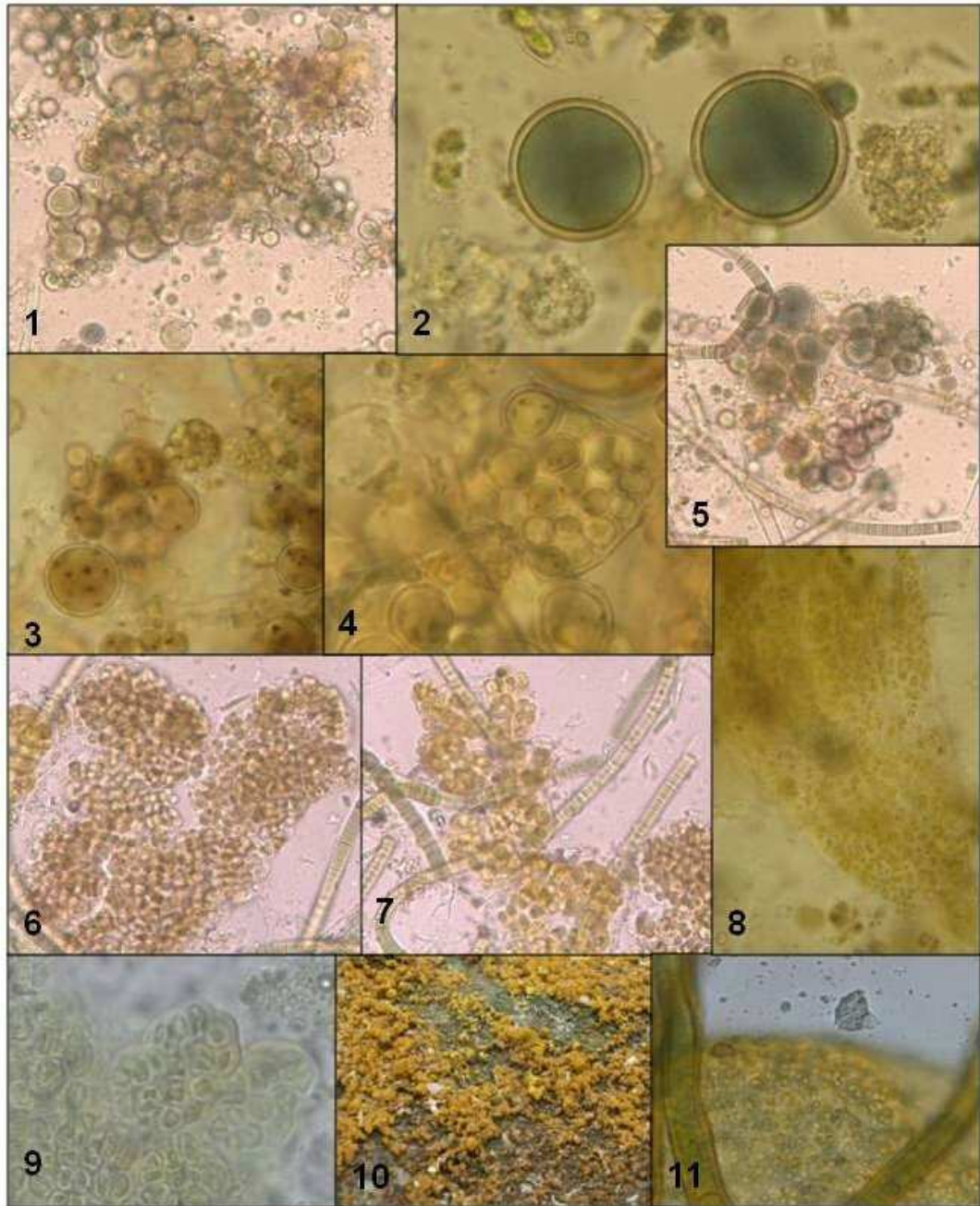


LÁMINA 7. 1-5 *Staniera sublitoralis*; 6-7 *Cloroglea* sp; 8-9 *Entophysalis cornuana*; 10-11 *Entophysalis deusta*.

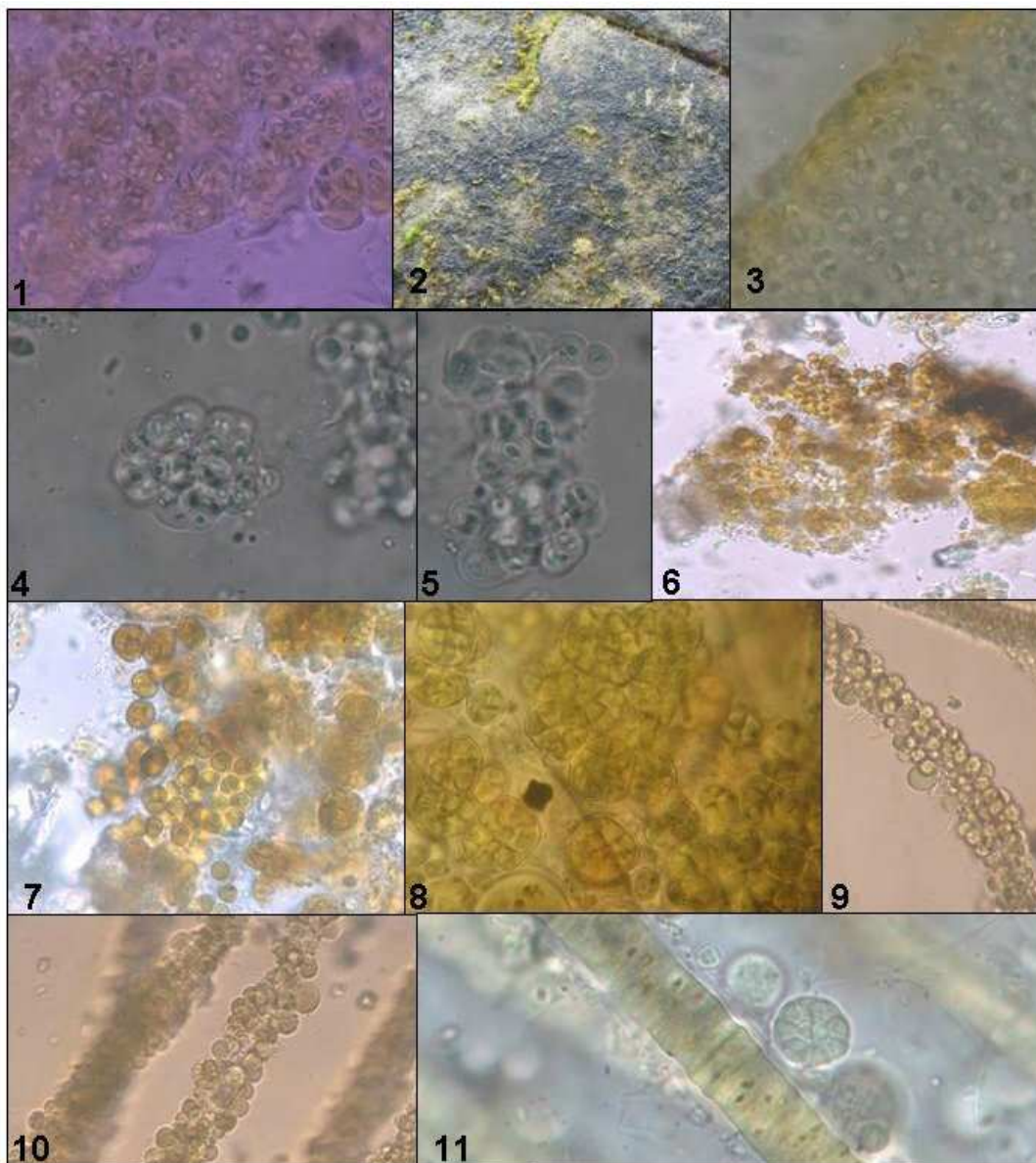


LÁMINA 8. 1-3 *Entophysalis granulosa*; 4-5 *Gloeocapsa aeruginosa*; 6-8 *Chroococciopsis* sp; 9-11 *Xenococcus schousboei*.

ORDEN NOSTOCALES

Familia *Microchaetaceae* Lemmermann 1910

Filamentos solitarios o agregados en talos cespitosos. Filamentos constituidos por tricomas uniseriados heteropolares, con células apicales redondeadas. Falsa ramificaciones laterales y solitarias con heterociste basal (obligatoria para algunos géneros). Heterocistes basales e intercalares. Acinetos facultativos. Germinación y desarrollo heteropolar de los hormogonios.

Aunque la familia mantiene el estatus taxonómico de Geitler (1932) se produce una reasignación en relación a los géneros que la conforman. Actualmente se reconocen ocho géneros, algunos de los cuales se han clasificado tradicionalmente dentro de las *Scytonemataceae*.

Tolypothrix Kützing ex Bornet et Flahault 1888

Sclerothrix Kützing, 1833

Filamentos heteropolares reunidos en fascículos o grupos de filamentos. Filamentos con falsa ramificación simple. Vainas delgadas a gruesas, hialinas o coloreadas y abiertas en los extremos. Heterocistes basales (de uno a varios) e intercalares. Acinetos raros, poco conocidos. Células cilíndricas, toneliformes, isodiamétricas o ligeramente más largas que anchas. Paredes celulares con o sin constricciones. Tapetes cespitosos.

Actualmente se reconocen en torno a unas 40 especies del género las cuales se separan en base caracteres relacionados con la vaina (estructura y grosor), morfología y dimensiones celulares, dimensiones de filamentos y tricomas y ecología.

Tolypothrix robusta Gardner 1927 (Lámina 9, fotos 1-4).

Filamentos aislados o menos comúnmente agrupados en fascículos, individualizados, con vaina bien desarrollada. Vaina lisa o estratificada, hialina o coloreada. Falsas ramificaciones presentes y heterociste en la base de las mismas. Células cuadradas o algo más cortas que anchas, con paredes celulares claramente estrechadas. Heterocistes intercalares, solitarios o en grupos. Acinetos solo observados en la población de Punta Paloma (GDA-F4407) en otoño. Tricomas: (7)10-15(19) micras de ancho (\bar{x} = 11,6). Células 3-5 micras de longitud. Filamentos: (10)13-24(30) micras de ancho (\bar{x} = 20,1). Heterocistes: 8-16 micras de diámetro. Acinetos: 8-16 x 12-31 micras. Tapetes cespitosos discretos, de color oscuro (verde, marrón).

Ecología: Nivel mesolitoral, epilítico sobre sustratos naturales o sobre limos compactos. Tapetes mixtos junto con especies de *Calothrix* o *Scytonematopsis*.

Localidad: Terreros (GDA-F4054; GDA-F4065; GDA-F4069; GDA-F4070; GDA-F4171; GDA-F4132); Motril (GDA-F4337); Salobreña (GDA-F4176); Caleta Maro (GDA-F4248); Calaburras (GDA-F4226); Punta Carnero (GDA-F4218; GDA-F4428; GDA-F4429); Punta Paloma (GDA-F4407; GDA-F4419).

Distribución: Citado en España para aguas continentales. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Tolypothrix robusta Gardner 1927 y *Tolypothrix distorta* Kützing ex Bornet et Flahault 1888 son dos especies muy próximas, y reconocidas actualmente (Komarek & Hauer, 2010), que se separan tan solo por las dimensiones tanto de tricomas como de los filamentos (Geitler, 1932; Desikachari, 1959). Para ambos autores *T. robusta* se caracteriza por presentar tricomas entre 12-18 micras y filamentos entre 22-30 micras, mientras que *T. distorta* es más pequeña, con tricomas entre 9-12 micras y filamentos entre 10-15. En las poblaciones estudiadas en este trabajo se ha podido observar una gradación de tamaños tanto de tricomas

como de filamentos que recogerían la variabilidad señalada *T. robusta* (figura 1). Nuestras observaciones sugieren un mayor rango de variabilidad en relación al diámetro máximo de los filamentos (figura 1-A) y en relación al diámetro mínimo de los tricomas (figura 1-E). En todos los casos los valores obtenidos para estos parámetros se mantiene claramente por debajo de los señalados para *T.robusta* y por encima de los de *T. distorta*.

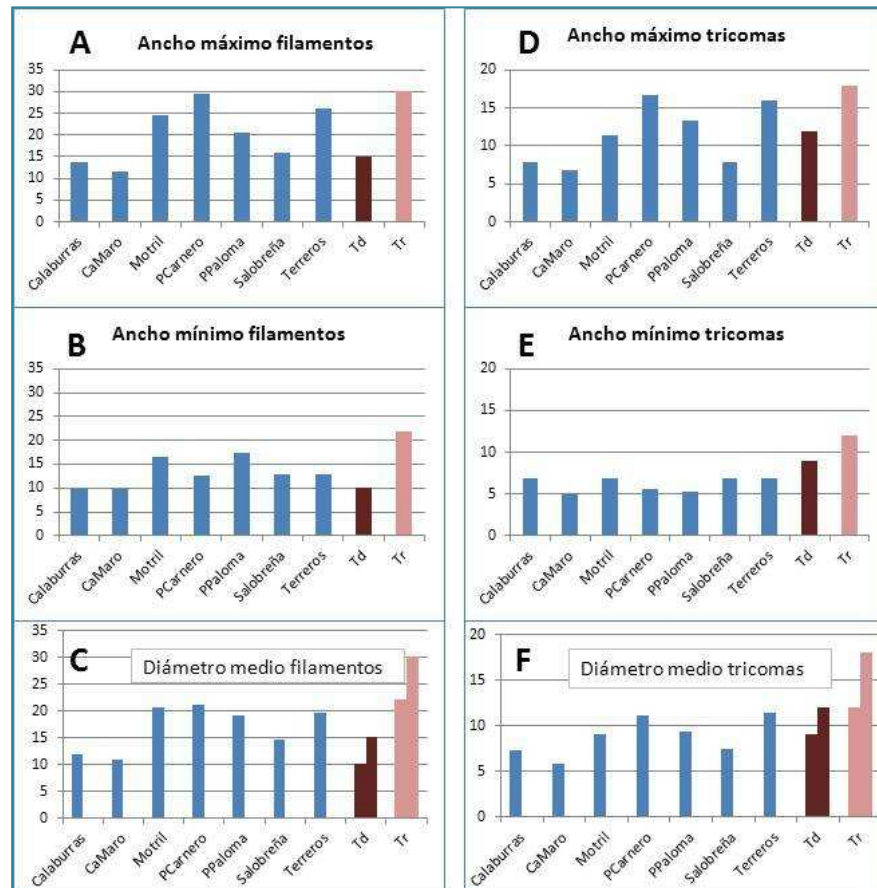


Figura 1. **A:** ancho máximo de los filamentos en las diferentes poblaciones estudiadas frente a la anchura máxima reflejada en la bibliografía tanto para *T.distorta* (Td) como para *T.robusta* (Tr); **B:** ídem para ancho mínimo de los filamentos; **C:** diámetro medio de los filamentos en las diferentes poblaciones estudiadas frente a la anchura máxima reflejada en la bibliografía tanto para *T.distorta* (Td) como para *T.robusta* (Tr); **D:** ancho máximo de los tricomas en las diferentes poblaciones estudiadas frente a la anchura máxima y mínima reflejada en la bibliografía tanto para *T.distorta* (Td) como para *T.robusta* (Tr); **E:** ídem para ancho mínimo de los tricomas; **F:** diámetro medio de los tricomas en las diferentes poblaciones estudiadas frente a la anchura máxima y mínima reflejada en la bibliografía tanto para *T.distorta* (Td) como para *T.robusta* (Tr).

Excepto para el ancho mínimo de los tricomas donde los valores observados en todas las poblaciones estudiadas se asemejan a los reflejados para *T. distorta*, el resto de caracteres tiende a estar más próximos a los descritos para *T. robusta*. Estas observaciones sugieren la posibilidad de que se trate de un mismo taxon con una mayor variabilidad morfométrica que la reflejada hasta la actualidad, por lo que consideramos que todas las poblaciones estudiadas pertenecen al mismo taxon.

Familia *Nostocaceae* Dumort. 1829

Filamentos y tricomas isopolares, solitarios o en colonias mucilaginosas. Tricomas uniseriados sin ramificar. Los tricomas resultan simétricos, subsimétrico o metaméricos en base a la localización de los heterocistes en el mismo Heterocistes terminales o intercalares. Acinetos con desarrollo heterocítico o apoheterocítico. Reproducción por hormogonios (móviles) u hormocistes.

La familia mantiene el status taxonómico de Geitler (1932) si bien se integran nuevos géneros con respecto a los incluidos originariamente. Actualmente se reconocen hasta 15 géneros fundamentalmente distribuidos en ambientes continentales.

Anabaena Bory ex Bornet et Flahault, 1886.

Formas filamentosas solitarias o formando tapetes macroscópicas sobre el sustrato. Tricomas rectos, curvos o flexuosos. Tricomas cilíndricos o ligeramente atenuados hacia los ápices, con claras constricciones a nivel de las paredes celulares transversales. Sin vainas firmes, pero a veces con envueltas mucilaginosas, hialinas, a menudo difluente; Tricomas uniseriados con desarrollo metamérico. Células cilíndricas, en forma de barril o esféricas, de color azul brillante, verde o verde oliva, con aerotopos o sin ellos, pero a veces con contenido

granular. Célula apical alargada, cónica, cónica redondeada o esférica. Heterocistes esféricos, ampliamente ovalados o cilíndricos, por lo general ligeramente mayor que las células vegetativas. Acinetos esféricos, ovals o cilíndricos, solitario o en cadenas, intercalar, siempre con desarrollo paraheterocítico.

El género se ha dividido en dos subgéneros (Komarek & Zapomelova, 2007) donde se incluyen por un lado las especies planctónicas con aerotopos (subg. *Dolichospermum*) y por otro las especies bentónicas con células sin aerotopos (subg. *Anabaena*).

Anabaena sp. (Lámina 9, foto 5).

Tricomas claramente individualizables, flexuosos y curvados. Verde azulados. Sin vainas. Tricomas atenuados hacia los extremos. Células toneliformes. Célula apical cónica. Heterocistes intercalares esféricos o subesféricos. Acinetos no observados. Tricomas: 3,8-4,9 micras de ancho; células: (2,9) 3,8-4,9 micras de longitud; heterocistes: 4,9-6,8 micras de diámetro. Tricomas agregados irregularmente formando un tapete fino de color verde intenso sobre sustratos finos.

Ecología: Paredes rezumantes, por encima del nivel supralitoral. Zona muy influenciada por frecuentes y casi continuos aportes de agua dulce desde la parte superior del acantilado provenientes de riego (invernaderos). Tapetes de color verde intenso, sobre cúmulos de sustratos blandos (limos, arenas).

Localidad: Maro (GDA-F4245).

Morfológicamente se trata de un taxón muy próximo a *Anabaena torulosa* (Carmichael) Lagerheim ex Bornet et Flahault. *Anabaena torulosa* se ha citado como especie de ambientes salobres (Calvo, 2001), sin embargo la no observación de acinetos en nuestras poblaciones, los cuales constituyen un carácter diacrítico, impide la asignación definitiva de éstas este taxon.

Cylindrospermum Kützing ex Bornet et Flahault 1888

Cylindrospermum Kützing 1844

Tricomas ligeramente curvados o flexuosos, cilíndricos o ligeramente estrechados en su parte media. Sin vaina. Células cilíndricas, más o menos isodiamétricas o más largas que anchas, sin aerotopos. Heterocistes siempre terminales en ambos extremos del tricoma, ovoides, ovals o cónicos. Acinetos ovals o cilíndricos, siempre junto a los heterocistes, solitarios o en grupos de hasta 7. Tapetes finos y compactos

Actualmente se reconocen algo más de una treintena de especies en diversos tipos de hábitats, la mayoría de las cuales presentan áreas geográficas limitadas.

Cylindrospermum sp (Lámina 9, fotos 6-9).

Tricomas rectos o más frecuentemente curvos y flexuosos. Tricomas cilíndricos, no atenuados, sin vaina. Células toneliformes, con citoplasma homogéneo, finamente granular. Heterociste terminal, oval a elíptico con polos redondeados. No se han observado acinetos. Dimensiones: tricomas 3.4-3.9 (5) micras de ancho; células 3.9-5.8 micras de longitud; acinetos: 3.9-4.9 x 4.9-7.8 micras. Tapetes epilíticos de color verde pálido a verde intenso.

Ecología: mesolitoral epilítico. Sobre sustrato artificial (hormigón).

Localidad: Caleta de Vélez (GDA-F4273).

Dentro del género *Cylindrospermum*, junto con la morfología y tamaño de las células vegetativas y características ecológicas, la morfología de los acinetos, su desarrollo y posición y sus dimensiones son los caracteres básicos para la identificación de las diferentes especies que conforman el género (Komárek, 2012). La ausencia de este tipo de células en nuestras poblaciones no nos permite asignarlas a ninguna de las especies reconocidas.

Nostoc Vaucher ex Bornet et Flahault, 1888
Amorphonostoc Elenkin, 1936

Talos gelatinosos, micro o macroscópicos y de morfología muy variable. Tricomas en el interior de la colonia ordenados de forma irregular poco o densamente agrupados. Tricomas isopolares, de aspecto moniliforme (células con constricciones celulares) y heterocistes solitarios, intercalares o terminales. Células cilíndricas, toneliformes o esféricas. Acinetos ovales, ligeramente mayores que las células y con desarrollo apoheterocítico.

Género muy diversificado con más de medio centenar de especies reconocidas actualmente y distribuidas fundamentalmente en ambientes continentales.

Nostoc calcicola Brébisson ex Bornet & Flahault 1888 (Lámina 9, fotos 10-12).

Tricomas fuertemente empaquetados en la parte exterior de la colonia, difícilmente individualizables y de forma más laxa e individualizables hacia el interior. Tricomas agregados en una matriz mucosa, hialina, de morfología muy irregular y bordes netos y delimitados. Tricomas cortos, moniliformes, rectos o curvados. Vainas hialinas en el interior y amarillentas en la periferia. Células discoidales, claramente toneliformes y heterocistes intercalares, esféricas a subesféricas de mayor diámetro que las células. Acinetos no observados. Tricomas: 1,9-3 micras ancho. Células: 1,9-3,9 micras de longitud. Heterocistes: 3,9-4,9 micras de diámetro. Tapetes macroscópicos finos y delicados, expandidos sobre el sustrato.

Ecología: Paredes rezumantes, por encima del nivel supralitoral. Zona muy influenciada por frecuentes y casi continuos aportes de agua dulce desde la parte superior del acantilado provenientes de riego (invernaderos). Tapetes de color verde intenso, sobre cúmulos de sustratos blandos (limos, arenas).

Localidad: Maro (GDA-F4247).

Distribución: Cosmopolita. Presente en Asia, Australia y Nueva Zelanda y en Europa. Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988) lo citan para las aguas continentales de la península. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Familia *Rivulariaceae* Kutzing 1843

Filamentos y tricomas heteropolares. Tricomas uniseriados, acabados en largo pelo hialino. Heterocistes basales obligatorios e intercalares, éstos últimos facultativos. Crecimiento por zona meristemática subterminal, situada bajo el pelo apical. Falsas ramificaciones presentes, obligatorias en unos géneros y facultativas en otros. Ramificaciones laterales y solitarias, asociadas con heterocistes. Acinetos facultativos (*Calothrix*), obligatorios (*Gloeothrichia*) o ausentes (*Rivularia*, *Isactis*). Hormogonios con germinación asimétrica.

La familia mantiene el status taxonómico tradicional de Geitler (1932) si bien se produce una reasignación en relación a los géneros que la conformaban. Actualmente se reconocen siete géneros algunos de los cuales, como *Calothrix*, *Rivularia*, o *Dichothrix*, adquieren buena representación en el medio marino. Las características bioquímicas y ultraestructurales en el seno de la familia se presentan muy estables y constantes por lo que la taxonomía interna de la misma se basa únicamente en características morfológicas: estructura y forma del talo; tipo y frecuencia de falsas ramificación; morfología de las vainas; y capacidad para producir acinetos. Autores como Barrendero *et al.*, (2008) y Vaccarino & Johansen (2011) sugieren una necesaria revisión de la familia y resaltan la dificultad taxonómica de los géneros *Rivularia* y *Calothrix*, en especial de este último.

En la tabla 7 se muestran las principales diferencias entre los géneros de *Rivulariaceae* tratados en esta Memoria.

| | Talo | Vainas | Disposición tricomas en la colonia | Acinetos | Ramificación |
|-------------------------|---------------------------------|--|---|--------------|--------------|
| <i>Calothrix</i> | Tricomas solitarios o en grupos | Firmes, ligeramente estratificadas. A veces ensanchadas en los extremos. | | Facultativos | SI/NO |
| <i>Rivularia</i> | Talos hemisféricos | Tricomas con vainas particulares | Paralelos y perpendiculares al sustrato | NO | SI |
| <i>Isactis</i> | En gruesos estratos | Comunes. Tricomas sin vainas particulares | Paralelos y perpendiculares al sustrato | NO | SI |

Tabla 7 Caracteres morfológicos distintivos entre los géneros de *Rivulariaceae* tratados en esta Memoria.

El género *Calothrix* se diferencia bien tanto por el tipo de ramificación como por el desarrollo del talo. *Rivularia* presenta siempre talos muy característicos los cuales se presentan estables y claramente distinguibles en el medio natural. Por su parte el género *Isactis* se encuentra muy próximo a *Rivularia* de la que resulta difícil su separación.

Calothrix Agardh ex Bornet et Flahault, 1886
Calothrix Agardh 1824

Filamentos heteropolares individuales, solitarios o reunidos en grupos (fascículos) y fijos la sustrato por parte basal. Falsas ramificaciones presentes. Vainas desarrolladas, hialinas o coloreadas, abiertas en los extremos en forma de embudo. Tricomas atenuados. Parte basal ensanchada y apical acabada en pelo hialino multicelular. Células del pelo largamente cilíndricas. Heterociste basal esférico o subsférico. Ocasionalmente heterocistes intercalares cilíndricos. Células cilíndricas a toneliformes. Acinetos raros, poco conocidos.

El género engloba cerca de una treintena de especies de las que doce de ellas son propias y características de ambientes marinos. La posición taxonómica de algunos

tipos de *Calothrix* que se han descrito con células apicales redondeadas o redondeadas-estrechadas (sin desarrollo de pelos apicales) debe ser revisada ya que probablemente están más próximas al grupo de las *Microchaetaceae* que nunca forman pelos apicales (Komarek & Anagnostidis, 1989).

A continuación se ofrece unas claves para la identificación de las especies de *Calothrix* tratadas en la presente Memoria.

- 1. Epifítica.....***C. aeruginea***
- 1'. Epifítica.....2
- 2. Heterocistes basales.....3
- 2'. Heterocistes basales e intercalares.....5
- 3. Con falsa ramificación. Pelo apical corto.....***C. pulvinata***
- 3'. Sin falsa ramificación.....4
- 4. Con pelo apical largo.....***C. scopulorum***
- 4'. Sin pelo apical típico. Tricomatos atenuados.....***Calothrix* sp.**
- 5. Falsa ramificación abundante. Con típico pelo apical largo.....***C. crustacea***
- 5'. Falsa ramificación esporádica. Si pelo apical típico.....***C. pilosa***

Calothrix aeruginea Thuret ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 9, fotos 13-14).

Tricomatos cortos, solitarios, de color verde intenso, rectos o algo flexuosos y acabados en un pelo corto. Heterocistes basales e intercalares (escasos). Vaina hialina o algo coloreada. Células toneliformes, con paredes celulares marcadas, mas cortas que anchas, en ocasiones casi isodiamétricas. Dimensiones: filamentos: (8) 9-12 micras de ancho; tricomatos 7-8 micras de ancho; células 3-5 micras de longitud; heterocistes 7-9 micras de diámetro.

Ecología: Mesolitoral, epifita sobre *Porphyra linearis* Greville.

Localidad: Punta Paloma (GDA-F4326).

Distribución: Cosmopolita sobre distintos tipos de algas. Citada para el norte de España por diferentes autores (Miranda, 1931; Fernández & Niell, 1982; Calvo *et al.*, 1999; Bárbara *et al.*, 2005). Sin referencias de su presencia en Andalucía.

Calothrix crustacea Thuret in Bornet & Thuret 1878 (Lámina 9, fotos 15-20; Lámina 27, fotos 4-5).

Talos (filamentos) agrupados en fascículos, esporádicamente solitarios, con la base adherida al sustrato y extremos libres. Filamentos heteropolares acabados en un largo pelo terminal hialino. Ramificaciones simples. Heterociste basal, tanto en tricoma como en ramificaciones. Normalmente uno aunque en ocasiones se han observado en pares. Aunque menos frecuentes, se pueden presentar heterocistes intercalares solitarios. Vainas amplias y bien desarrolladas, hialinas o coloreadas (marrón-amarillentas), pueden aparecer claramente lameladas y abiertas hacia la parte apical en forma de embudo. Tricomas de color verde, variable, con células cilíndricas o toneliformes (pared celular con constricciones más o menos marcadas), isodiamétricas o ligeramente más cortas que anchas (algo discoidales). Dimensiones: filamentos: (9) 15,3-20,3 (25) micras de ancho; tricomas (6,8) 8,5-11,6 (16) micras de ancho; células 4-6 micras de longitud; heterocistes: 7-13 micras de diámetro. Tapetes costrosos o formas filamentosas claramente diferenciables y bien desarrolladas.

Ecología: Supralitoral y mesolitoral. Se ha observado frecuentemente tapizando el fondo y paredes de pequeñas cubetas con acumulación de agua.

Localidad: Terreros (GDA-F4379; GDA-F4380); Roquetas (GDA-F4017; GDA-F4022); Calahonda (GDA-F4203); Motril (GDA-F4337); Salobreña (GDA-F4167; GDA-F4168; GDA-F4169); Calaburras (GDA-F4413; GDA-F4414); Punta Carnero (GDA-F4109; GDA-F4212); Torre de la Sal (GDA-F4318).

Distribución: Cosmopolita. Ampliamente citada para la península y ambos archipiélagos (Sauvageau, 1897; Miranda, 1931; Ballesteros & Romero 1982; Pérez-Ruzafa & Honrubia 1984; Alvarez-Cobelas & Gallardo 1988; Granja *et al.*, 1992; Bárbara & Cremades 1996; Peña & Bárbara 2002; Valenzuela, 2002, 2005; Bárbara *et al.* 2005, Cires & Cuesta., 2010; En Andalucía citada por Seoane-Cambra (1965) para el litoral de Cádiz.

Calothrix pilosa Harvey ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 9, fotos 21-25).

Filamentos solitarios o agrupados en número variable desde la base en forma de fascículos con extremo apical libre. Tricomas de color verde. Falsa ramificación simple, aunque no muy abundante. Tricomas atenuados cortamente, sin formar un pelo largo. Célula apical engrosada. Vaina hialina o coloreada, puede aparecer abierta y deflecada en forma de embudo en el extremo apical. Células discoidales con pared celular lisa, o ligeramente constreñidas en las zonas basales del tricoma. Heterocistes esféricos a subesféricos, basales e intercalares, en este caso próximos a la base del tricoma. Dimensiones: filamentos 13-23,5 micras de ancho; tricomas: 7-12 micras de ancho; heterocistes 7-10 micras de diámetro. Tapetes epilíticos de color negro.

Ecología: Supralitoral. Se ha observado incluso en los niveles más superiores de este piso, muy alejada de la zona de salpicadura y asociada a *Calothrix scopulorum*, lo que coincide también con las observaciones de Umezaki (1961) para la costa japonesa.

Localidad: Punta Carnero (GDA-F4214; GDA-F4215).

Distribución: Subcosmopolita. Sin datos para Europa.

Calothrix pulvinata (Mertens) C.Agardh 1824 (Lámina 10, fotos 1-4).

Filamentos agregados en fascículos o mechones con vainas amplias, patentes, estratificadas, hialinas o coloreadas (amarillas-ocres). Ramificaciones raras y esporádicas. Tricomas atenuados en un pelo corto. Heterocistes basales. Dimensiones: tricomas 7-12 micras de ancho; filamentos 14-19 micras de ancho. Tapetes oscuros, pulvulares, o en forma de pequeñas costras.

Ecología: Mesolitorales, tanto sobre sustrato duro como sobre limos compactados. Epífita sobre conchas de crustáceos (*Chthamalus* sp).

Localidad: Terreros (GDA-F4177); Calahonda (GDA-F4160; GDA-F4164; GDA-F4165); Maro (GDA-F4253).

Distribución: Amplia distribución, cosmopolita. Citada en España por Calvo (2001); Calvo & Bárbara (2002). Bárbara *et al.*, (2003). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Las observaciones llevadas a cabo en nuestras poblaciones coinciden ampliamente con las reflejadas por la bibliografía para esta especie. No obstante hay que indicar que no se han observado falsas ramificaciones de forma frecuente y habitual, carácter que es reflejado como habitual para esta especie. No obstante la ausencia de un típico pelo apical en *Calothrix pulvinata*, carácter también reflejado en nuestras observaciones nos hacen incluir a estas poblaciones como *C. pulvinata*.

Calothrix scopulorum (Weber & Mohr) C.Agardh 1824 (Lámina 10, fotos 5-8).

Conferva scopulorum F.Weber & Mohr 1804

Oscillatoria scopulorum (Weber & Mohr) C.Agardh 1812

Lyngbya scopulorum (Weber & Mohr) Zanardini 1843

Talos (filamentos) agregados en fascículos en número variable, de 6-10 filamentos, ocasionalmente solitarios. Tricomas heteropolares con heterociste basal generalmente único, esporádicamente aparecen dos, y acabado en un largo pelo

terminal hialino. Filamentos (y tricomas) no ramificados. Vainas amplias y bien desarrolladas, hialinas o coloreadas (marrón-amarillentas), pueden aparecer claramente lameladas (estratificadas) y abiertas hacia la parte apical en forma de embudo. Tricomas ligeramente ensanchados en su base, color verde a verde-oliva, algo variable, con células cilíndricas o toneliformes (pared celular con constricciones más o menos marcadas), isodiamétricas o ligeramente más cortas que anchas (algo discoidales). Heterocistes esféricas a subesféricas. Cuando aparecen dos, el basal con forma de media luna. Dimensiones: filamentos (9) 11-22 micras de ancho; tricomas (6) 7,5-11 micras de ancho; células: 5-7 micras de longitud; heterocistes: 7-12 micras de diámetro. Tapetes amplios e irregularmente extendidos sobre el sustrato, de color verde oscuro o negruzco, claramente de estructura filamentosa y de aspecto costroso cuando secos.

Ecología: Supralitoral y parte superior del mesolitoral. Epilítica y también sobre fango compactado. Aparece formando tanto tapetes monoespecíficos como asociada con otras cyanoprokariotas. Muy frecuente la presencia de especies del género *Entophysalis* asociadas a la base de los fascículos de filamentos.

Localidad: Terreros (GDA-F4172; GDA-F4174; GDA-F4177; GDA-F4179; GDA-F4379; GDA-F4380); Carboneras (GDA-F4089; GDA-F4153; GDA-F4154); Roquetas (GDA-F4017; GDA-F4022); Calahonda (GDA-F4158; GDA-F4160; GDA-F4162; GDA-F4168; GDA-F4203; GDA-F4205); Fuengirola (GDA-F4125; GDA-F4414); Calaburras (GDA-F4225); Punta Carnero (GDA-F4109); Punta Paloma (GDA-F4331).

Distribución: Cosmopolita. Ampliamente citada para la Península (Miranda, 1931; Alvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Bárbara & Cremades, 1996; Veiga *et al.*, 1998, Calvo *et al.*, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Peña & Bárbara, 2002; Gorostiaga *et al.*, 2004; Valenzuela, 2005; Bárbara *et al.* 2005; Cires Rodriguez & Cuesta Moliner, 2010) y en las Islas Canarias (Houron, 2003). Sin datos para Andalucía.

Calothrix sp (Lámina 10, fotos 9-12).

Tricomas individuales que forman un tapiz denso, de color negro a verde oscuro y muy enmarañados unos con otros. Filamentos de gran longitud y grosor, entre 17-25 micras. Tricomas atenuados progresivamente sin formar un pelo apical característico. Tricomas de color verde intenso. Células discoidales con pared celular claramente estranguladas. Tricomas no ramificados. Entre 1-3 heterocistes basales. Heterocistes intercalares ausentes (solo se han observado una vez dos juntos). Vainas bien desarrolladas, cerradas, hialinas y muy amplias y densas. Dimensiones: tricomas 16-19 micras de ancho; células hasta 3-4 micras de longitud; heterocistes: 17 micras diámetro; vaina: 2,5-4 micras de grosor.

Ecología: Epilítica, nivel supralitoral junto a *Verrucaria maura* Wahlenberg.

Localidad: Torre de la Sal (GDA-F4318)

Los caracteres morfológicos y ecología de esta población hacen que sea dificultoso su encuadre sistemático a nivel específico. Morfológicamente nuestras poblaciones se asemejan a *Calothrix confervicola* Agardh ex Bornet et Flahault 1886. Los filamentos y tricomas presentan un gran tamaño, semejantes a los reflejados por Geitler (1932) y Umezaki (1965). Los tricomas no acaban en un característico pelo apical, característica que para Geitler (1932), Umezaki (1965) y Frémy (1934) también comparte con *C. confervicola*. Los tres autores reflejan observaciones semejantes en *C. confervicola* a las observadas en nuestras poblaciones en relación a localización de los heterocistes (siempre basales), ramificación ausente y biometría tanto de filamentos como de tricomas (de gran tamaño) así como la morfología y longitud de las células. De igual manera gran parte de los caracteres relacionados con la vaina son coincidentes con los observados en nuestras poblaciones. No obstante el que *C. confervicola* se mencione siempre como de hábitat epifítico sobre otras macroalgas y el hecho de que nuestras poblaciones se desarrollen en el nivel superior del piso litoral (supralitoral, junto a *Verrucaria*

maura) nos hacen dudar de que nuestras poblaciones correspondan a *C. confervicola*.

La morfología del tricoma es similar también a la descrita para *Calothrix pulvinata* (Weber et Mohr) Agardh ex Bornet et Flahault 1886, de la que se separa claramente por el tamaño tanto de filamentos como de tricomas, así como de los caracteres relacionados con la vaina. Finalmente, *Calothrix scopulorum*, aunque es muy similar en relación a la mayoría de los caracteres observados en nuestras poblaciones, la presencia de un pelo apical típico en esta especie, las dimensiones tanto de filamentos como de tricomas, así como la presencia de una vaina estratificada y abierta en embudo y generalmente coloreada hacen diferenciar claramente nuestras poblaciones de esta especie.

En relación a la presencia del pelo apical hay que indicar que el desarrollo de éste parece estar influenciado por factores ambientales tales como la disponibilidad de fósforo (Livingstone & Whitton, 1983) como por la salinidad (Mahasneh *et al.*, 1990). El peculiar hábitat donde se desarrollan nuestras poblaciones puede determinar que no se favorezca el desarrollo de este pelo. A la espera de nuevos estudios y observaciones que pongan de manifiesta este carácter se prefiere no asignar nuestras poblaciones a ninguno de los taxones comentados.

En la tabla 8 se resumen las principales diferencias entre las especies anteriormente comentadas y las observadas en nuestras poblaciones.

| | Calothrix sp | C. pulvinata | | C. confervicola | | | C. scopulorum | | | | |
|------------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|---------|---------|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | Dlra. | Geit. | Fre.* | Geit. | Umz. | Fre.* | Geit. | Desk. | Umz. | Fre.* | Dlra. |
| Pelo | NO | + | + | - | + | + | - | - | - | - | - |
| Heterociste | | | | | | | | | | | |
| basal | SI | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| intercalar | NO | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Dimensiones | | | | | | | | | | | |
| Filamento | 17-25 m. | - | ? | + | + | ? | - | - | - | - | - |
| Tricoma | 16-19 m. | - | ? | + | + | + | - | - | - | - | - |
| Color tricoma | verde | | ? | - | + | - | + | + | + | + | + |
| Ramificación | NO | - | - | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Células | | | | | | | | | | | |
| Morfología | Toneliformes | ? | + | - | + | - | ? | ? | + | + | + |
| Longitud | 2,4-4 m. | + | ? | ? | + | ? | + | + | - | ? | - |
| Pared celular | Contraída | ? | + | ? | - | - | ? | ? | + | + | + |
| Vaina | | | | | | | | | | | |
| color | hialina | - | ? | + | + | ? | + | + | + | ? | - |
| grosor | 4(5) m. | ? | ? | ? | + | ? | ? | ? | + | ? | + |
| Estratificada/lamelada | NO | - | - | + | + | + | + | - | - | - | - |
| forma | Cerrada | - | - | ? | + | + | + | - | - | - | - |
| Habitat | Epilítica. Supralitoral | - | + | - | - | - | + | - | + | + | + |
| | | epífita | | epífita | epífita | epífita | | | Supra | | |

Tabla 8. Principales caracteres observados en las poblaciones de *Calothrix* sp de Torre de la Sal (Málaga), en relación a los aportados por los distintos autores para las especies más próximas. (+) carácter coincidente; (-) carácter no compartido; (?) dato no aportado por el autor, o desconocido. Geit = Geitler (1932); Fre = Frémy (1934); Umz = Umezaki (1961); Desk = Desikachary (1959); Dlra = De la Rosa (en este trabajo).

Isactis Thuret ex Bornet et Flahault 1886

Talos crustáceos epilíticos. Filamentos heteropolares ordenados paralela y densamente en una capa perpendicular al sustrato. Falsa ramificación en parte apical de los tricomas. Vainas finas, débilmente estratificadas, hialinas o marrón-amarillentas. Tricomas uniseriados, rectos o ligeramente ondulados, atenuados, cilíndricos en la base y estrechados hacia el ápice, acabados en corto pelo hialino unicelular. Células toneliformes, con constricciones a nivel de las paredes celulares. Heterociste basal esférico o hemisférico. Acinetos ausentes.

Actualmente solo se reconoce una única especie de este pequeño género

Isactis plana Thuret ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 10, fotos 13-14).

Tricomas muy empaquetados paralelamente unos a otros, formando densos haces, con la base fija al sustrato y extremo libre. Tricomas progresivamente atenuados y acabados en un largo y fino pelo hialino que suele exceder a la vaina. Vainas propias hialinas o algo coloreadas hacia la parte apical y ligeramente ensanchadas en la base. Células toneliformes o con paredes celulares rectas. Heterociste basal en cada tricoma. Tricomas: 5-7 micras de ancho. Vainas: 4-7 micras de ancho. Talos costrosos epilíticos de color negro, de varios milímetros de grosor, fácilmente desprendibles del sustrato.

Ecología: Piso mesolitoral, nivel de *Chthamalus stellatus* (Poli, 1791) junto con *Kyrtuthrix maculans* y *Entophysalis deusta*.

Localidad: Calaburras (GDA-F4222; GDA-F4286; GDA-F4287).

Distribución: Cosmopolita, ampliamente distribuida. Citada para la Península Ibérica (Miranda 1931; Álvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Valenzuela, 2005; Bárbara *et al.*, 2005; Cires & Cuesta, 2010) e Islas Canarias (Haroun *et al.*, 2002; Haroun *et al.*, 2003; Anon, 2011). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Los talos de esta especie se asemejan macroscópicamente a los de *Kyrtuthrix maculans*, con la que se ha podido observar que comparte hábitat. Estas observaciones coinciden con las de Umezaki (1961) para las costas japonesas.

Rivularia [Roth] C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886
Zonotrichia J. Agardh, 1842

Talos macroscópicos de diferente morfología de hasta varios decímetros de diámetro y varios milímetros de grosor. Tricomas heteropolares, ramificados reunidos de forma densa en capas o estratos irregulares, con la parte basal hacia el sustrato y la apical hacia la superficie de la colonia, perpendiculares al sustrato. Colonias gelatinosas o incrustadas de carbonato cálcico, esféricas o hemisféricas.

Los tricomas orientados de forma paralela en la vaina “materna” dentro de la colonia. Tricomas con células toneliformes. Pelo compuesto por una larga célula hialina. Heterociste basal e intercalar Vainas particulares firmes y netas, en ocasiones estratificadas, hialinas o marrón-amarillentas. Acinetos ausentes.

Actualmente se reconocen casi una treintena de especies muchas de las cuales son típicas de ambientes marinos.

Rivularia atra Roth ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 10, fotos 15-16; Lámina 24, fotos 6-7).

Tricomas dispuestos a diferentes niveles, reunidos radialmente de forma densa, muy empaquetados, en una matriz gelatinosa, hialina. Tricomas con vaina propia de desarrollo variable, lisos o algo arrosariados. Células isodiamétricas, con pared celular sin constricciones o algo toneliformes (con ligeras constricciones a nivel de la pared celular) en la parte media del tricoma. En la zona basal de ligeramente a claramente mas largas que anchas. Heterocistes esféricos a subesféricos Dimensiones: tricomas 2-6 (7) micras de diámetro; heterocistes 7-10 (12) micras de diámetro. Talos en forma de pústulas lenticulares de algunos milímetros de grosor y entre 0,3-0,6 centímetros de diámetro. Superficie lisa e intenso color oscuro, entre verde y negro y de consistencia firme y dura. Con frecuencia coalescentes dando lugar a una costra de contorno irregular.

Ecología: Sustratos rocosos mesolitorales, preferentemente en su franja inferior. Habitualmente asociada a *Chthamalus* spp y en localidades atlánticas también con *Fucus spiralis*. Aparece en todas las localidades con sustratos naturales y en zonas expuestas y batidas.

Localidad: Terreros (GDA-F4176); Calahonda (GDA-F4163; GDA-F4305); Calaburras (GDA-F4223; GDA-F4301); Punta Carnero (GDA-F4106; GDA-F4110; GDA-F4211); Fuengirola (GDA-F4125); Punta Paloma (GDA-F4331).

Distribución: Cosmopolita, ampliamente distribuida. Citada para España por numerosos autores (Sauvageau, 1897; Miranda, 1931; Álvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Granja, *et al.*, 1992; Bárbara & Cremades, 1996, Calvo *et al.*, 1999, Calvo & Bárbara, 2002; Valenzuela Miranda, 2005; Bárbara *et al.*, 2005; Cires Rodriguez & Cuesta Moliner, 2010). En Andalucía ha sido citada por Seoane-Camba (1965) para el litoral de Cádiz.

El crecimiento coalescente que pueden presentar esta especie ha llevado a algunos autores (Umezaki, 1961) a considerar dos taxones diferentes: *R. atra* var. *hemisphaerica* (Kuetzing) Bornet & Flahault 1886 y *R. atra* var. *confluens* Bornet 1892. El estudio morfológico de los dos tipos de colonias nos ha llevado a considerar que se trata de diferentes niveles de desarrollo.

Rivularia bullata (Poiret) Berkeley ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 10, fotos 17-21; Lámina 24 fotos 1 y 8).

Calothrix crustacea Thuret

Tricomas atenuados terminados en un pelo largo e hialino que suele exceder a la vaina. Reunidos radialmente de forma laxa en una matriz gelatinosa y con vainas propias amplias. Parte apical de las vainas coloreadas (amarillentas). Células toneliformes, con paredes celulares visiblemente con constricciones. Heterocistes esféricos o subesféricos Dimensiones: tricomas (zona media) (5) 7-9 (12) micras de diámetro; células (zona media del tricoma) 2-6 micras de longitud; heterocistes 8-12 (16) micras diámetro. Talos globosos, compactos y duros, de hasta varios centímetros de diámetro y grosor, subesféricos, irregularmente lobados y agrupados generalmente en gran número sobre las rocas. Color verde intenso muy característico y de consistencia firme y elástica.

Ecología: Característica y propia de ambientes litorales marinos. Especie mesolitoral, generalmente de ambientes expuestos. Origina en determinadas

ocasiones una franja muy característica e indicadora de este piso junto al balánido *Chthamalus stellatus*. Aparece en todas las localidades con sustratos naturales y en zonas expuestas y batidas.

Localidades: Terreros (GDA-F4133); Calahonda (GDA-F4307; GDA-F4309); Maro (GDA-F4260); Fuengirola (GDA-F4125); Calaburras (GDA-F4287; GDA-F4289; GDA-F4292); Torre de la Sal (GDA-F4325); Punta Carnero (GDA-F4106); Punta Paloma (GDA-F4115).

Distribución: Cosmopolita y ampliamente distribuida. En Andalucía citada por Seoane-Cambra (1965) para el litoral de Cádiz.

Se trata de una especie muy habitual y común en el litoral y frecuentemente se ha citado como *Calothrix crustacea* (Alonso & Sansón, 2005;).

Rivularia mesenterica [Kützing] Thuret ex Bornet et Flahault 1886 (Lámina 10, fotos 22-24; Lámina 25, foto 1).

Tricomas atenuados y acabados en pelo hialino, con disposición radial en una matriz gelatinosa hialina. Tricomas con vaina particular hialina, a veces ligeramente coloreada, más o menos desarrollada. Heterocistes esféricos. Dimensiones: tricomas: 9-12 micras de diámetro; heterocistes 12-19 (20) micras de diámetro. Inicialmente talos vesiculares de aspecto esponjoso y color verde-oliva para posteriormente ser coalescentes dando lugar a un talo costroso de igual consistencia pero más amplio y de hasta varios centímetros de grosor. Superficie muy irregular y lobada y márgenes netos y muy irregulares. Fácilmente extraíble del sustrato y disgregable por presión.

Ecología: Sobre sustratos duros mesolitorales batidos, generalmente en la parte más baja de este piso.

Localidad: Terreros (GDA-F4067; GDA-F4133; GDA-F4172; GDA-F4174).

Distribución: Mar Mediterráneo, Egeo, Adriático, sudeste Asiático. Se desconocen datos sobre su presencia en España.

Especie muy próxima a *Rivularia bullata*, con la que se ha observado compartiendo hábitat, y de la que se diferencia claramente tanto por la consistencia como por el aspecto macroscópico del talo y aunque de forma menos evidente, por el mayor tamaño de los tricomas.

Rivularia nítida C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886 (Lámina 11, fotos 1-4; Lámina 25, foto 2).

Rivularia nitida C.Agardh 1817

Tricomas heteropolares acabados en un corto pelo recto o curvado (ocasionalmente en una atenuación progresiva de las últimas células sin llegar a desarrollar completamente el pelo característico). Tricomas de color verde intenso. Células apicales toneliformes con las paredes celulares constreñidas, y en la base de los tricomas células claramente más largas que anchas y con paredes rectas. Heterocistes basales solitarios, esféricos y de diámetro ligeramente superior al resto de células del tricoma. Tricoma con vainas propias hialinas. Dimensiones: tricomas 7-9 micras de diámetro; células: 3-4 micras de longitud las apicales y entre 7-9 micras las mas basales; heterocistes: 10-13 micras de diámetro. Talo color verde claro, casi traslucido, hueco, muy blando y flexible, fácilmente disgregable por presión. Tricomas dispuestos laxamente y de forma más o menos radial, en una matriz gelatinosa hialina.

Ecología: Sobre sustratos duros mesolitorales, por lo general alejada de la zona de rompiente.

Localidad: Punta Carnero (GDA-F4108; GDA-F4429).

Distribución: Cosmopolita. Citada para España pro Miranda (1934) y Bárbara *et al.*, (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

En un principio la apariencia del talo podría llevar a confundir esta especie con *Rivularia bullata*. Sin embargo, aspectos como la consistencia del talo y color, separan claramente ambas especies. Así mismo, se ha podido observar como esta especie prefiere las zonas menos expuestas, mientras que *Rivularia bullata* se localiza en la primera línea de la rompiente.

Familia *Scytonemataceae* Kutzing 1843

Filamentos y tricomas isopolares, de gran longitud. Falsa ramificación presente. Ramificaciones generalmente geminadas (en pares) raramente una sola, no asociadas a heterocistes. Células apicales redondeadas o atenuadas. Acinetos facultativos. Germinación y desarrollo de los hormogonios simétrica.

Si bien la familia mantiene el status taxonómico clásico se produce una importante reasignación en relación a los géneros que la conforman en familias como *Microchaetaceae* (*Tolypothrix*, *Coelodesmiun* [= *Desmonema*] y *Petalonema*), *Notocaceae* (*Hormothamnion* [= *Hydrocorine*]) u *Oscillatoriaceae* (*Plectonema*). De los doce géneros que se incluían tradicionalmente en esta familia actualmente solo se consideran tres de ellos: *Scytonema*, *Scytonematopsis* y *Kyrtuthrix*. La diferencia entre los dos primeros radica en la morfología de las zonas apicales de los tricomas. En *Scytonema* las células apicales son redondeadas mientras que en *Scytonematopsis* son alargadas, estrechadas y frecuentemente hialinas dando la apariencia de un típico pelo.

El género *Kyrtuthrix* se caracteriza por una especial morfología y tradicionalmente se incluía en la familia *Mastigocladaceae* en base a su hábitat endolítico marino y semejanza con *Brachytrichia* y otros géneros. No obstante en *kyrtuthrix* no se producen verdaderas ramificaciones y el proceso de formación de las ramificaciones es similar al encontrado en *Scytonema* y *Scytonematopsis*. La atenuación de los tricomas es un proceso posterior a la ramificación y es

considerado como una modificación de la ramificación “scytonematoide” (Komarék & Anagnostidis, 1989).

Kyrtuthrix Ercegović, 1929

Talo endolítico, constituido por tricomas isopolares, sin ramificación, ordenados paralelamente y de forma densa. Tricomas curvados simétricamente en forma de “U” con los extremos dispuestos hacia la superficie del tapete, uniseriados. Tricomas con células isodiamétricas y claramente con constricciones celulares y ambos extremos acabados en pelo apical. Células apicales puntiagudas. Heterocistes intercalares. Acinetos presentes.

Kyrtuthrix maculans (Gomont) Umezaki 1961 (Lámina 11, fotos 6-11; Lámina 25, foto 6).

Tricomas uniseriados, curvados en forma de “U”, atenuados en ambos extremos desde su tercio distal de forma progresiva y terminados en un pelo corto. Células vegetativas: ligeramente más anchas que largas, de morfología toneliformes, con paredes celulares claramente constrictas. Presencia de zonas de proliferación celular, en principio sin morfología definida, que se resuelven como “lazadas” que se sitúan de forma lateral. Ramificaciones ausentes. Tricomas envueltos por una vaina muy consistente, hialina en la mayor parte de su longitud y coloreada en su parte apical, coincidiendo con la zona distal estrechada de los tricomas. Heterocistes esféricos, subesféricos o discoidales, intercalares y relativamente frecuentes. Acinetos elípticos, de color amarillento (sólo observados en las poblaciones procedentes de cultivo). Dimensiones: tricomas 216-446 (310,8) micras de longitud; células 2,94-7,84 (5,99) micras de ancho y 1,96-7,84 (4,80) micras de longitud; heterocistes 4,9-12,7 (9,1) micras de ancho y 5,88-13,7 (9,5) micras de

longitud; acinetos (de cultivo) 8,9-15,6 (12) micras de ancho y 10,78-17,61 (14,5) micras de longitud. Tapetes costrosos epilíticos sobre sustratos intermareales tanto naturales como artificiales constituidos por la agrupación en empalizada de gran número de filamentos. Tapetes de color verde intenso, casi negro, de superficie lisa y de varios milímetros de grosor.

Ecología: Sustratos duros mesolitorales.

Localidades: Terreros (GDA-F4054); Carboneras (GDA-F4201); Calahonda (GDA-F4161; GDA-F4162; GDA-F4306); Salobreña (GDA-F4169); Fuengirola (GDA-F4262); Calaburras (GDA-F4222; GDA-F4224; GDA-F4225; GDA-F4227; GDA-F4288; GDA-F4291); Punta Carnero (GDA-F4105).

Distribución: Actualmente esta especie se conoce del Sureste asiático y de las costas de Chile y Brasil. Sin datos sobre su presencia en España.

En la actualidad se citan básicamente dos especies del género *Kyrtuthrix*. Una es *Kyrtuthrix dalmatica* Ercegovic 1929, descrita en el Mediterráneo oriental y que hasta la actualidad ha sido citada básicamente en la antigua Yugoslavia, Grecia y Francia, y de otra parte *Kyrtuthrix maculans* (Gomont) Umezaki 1961, taxon de distribución preferentemente tropical con citas en diferentes zonas ecuatoriales del sureste asiático y en las costas de Chile (González & Parra, 1975) y Brasil (Blois & Leite, 2006).

Las primeras observaciones que llevamos a cabo sobre esta especie sólo incluían poblaciones desarrolladas en la localidad de Calaburras (Estepona). Los resultados obtenidos de estas observaciones y del estudio de las descripciones originales de *K. dalmatica* y *K. maculans*, (De la Rosa & Sánchez Castillo, 2009), si bien se pudieron apreciar ciertas diferencias entre nuestras poblaciones y las otras dos especies, existen una serie de caracteres compartidos por todas ellas que nos hicieron plantear la hipótesis de que tanto las poblaciones de Estepona como las previamente descritas de *K. maculans* y *K. dalmatica* pudieran corresponder a un mismo taxón siendo las poblaciones de Estepona formas intermedias dentro de

rango de variabilidad comprendido entre *K. maculans* y *K.dalmatica*. En la tabla 9 se incluyen observaciones de nuevas poblaciones a lo largo del litoral andaluz, así como las realizadas por Umezaki (1961), González & Parra (1975) y Blois & Leite (2006) sobre *K. maculans*. Estos nuevos datos recogen toda la variabilidad morfológica, biométrica y ecológica reflejada para *K. maculans* (tabla 9). Por el contrario *K. dalmatica* se caracterizaría por la presencia de falsas ramificaciones y hábitat endolítico, mientras que *K.maculans* no presenta ramificaciones, aunque son habituales la presencia de “lazos o asas” laterales en los tricomas, y se desarrolla de forma epilítica. Respecto a su distribución, como ya indicaban González & Parra (1975), presenta una distribución cosmopolita, siendo la falta de estudios lo que limita un mayor número de observaciones sobre esta especie.

Estas consideraciones nos lleva a pensar que se trata de dos taxones diferentes separados por la presencia de ramificaciones y tipo de hábitat, caracteres ambos de gran significado taxonómico.

| | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi | <i>K.maculans</i> (Gomont) Umeazi (cultivo) | <i>K.dalmatica</i> <i>Ercegovic</i> |
|-------------------|---|---|---|---|---|--|--|
| Fuente | Descripción original | González & Parra (1975) | Umezaki (1961) | Blois & Leite (2006) | De la Rosa (2012) | | Descripción original |
| Ancho tricomas | 6-8 | 3,5-6 | 4-9 | 3-5,5 | 3-8 | 2-9 | 4-7 |
| Long. células | 4 | 3-10 | 3-10 | 2-5 | 2-8 | 2-9 | 5-9 |
| Long. tricoma | | 100-400 | 100-400(500) | N.P | 216-446 | | 400 |
| Ancho heterociste | N.P. | 5 | 6-11 | 3-9 | 5-13 | 8-13 | 9 |
| Long. heterociste | N.P. | 10 | 4,5-15,5 | 2-5 | 6-14 | 8-13 | N.P. |
| Ancho acineto | N.O. | N.O. | | | N.O. | 9-16 | N.O. |
| Long. acineto | N.O. | N.O. | | | N.O. | 11-18 | N.O. |
| Hormogonios | 70 | N.O. | 17-35 | | N.O. | N.O. | 25-40 |
| Ecología | SU | ME | SU-ME | SU | SU-ME | | ME |
| Hábitat | Epilítica | Epilítica | Epilítica | Epilítica | Epilítica | | Endolítica |
| Distribución | SE Asiático | Chile | Japón | Brasil | Mediterráneo | | Mediterráneo |
| Ramificación | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SI |

Tabla 9. Se muestran las principales características morfológicas y ecológicas de todas las poblaciones de *K.maculans* estudiadas. Nuestras observaciones recogen la variabilidad reflejada para *K. maculans*. Las diferencias con *K. dalmatica* radican en el tipo de hábitat endolítico de esta última especie, carácter de gran relevancia taxonómica, y por la presencia de falsas ramificaciones, no observadas en *K.maculans* en ningún caso (N.P.= No proporcionado; N.O.= No observado; SU=Supralitoral; ME=Mediolitoral).

***Scytonematopsis* Kiseleva, 1930**

Filamentos isopolares solitarios o reunidos en tapetes. Falsa ramificación frecuente, generalmente geminada, más raras ramificaciones simples. Tricomos atenuados. Heterocistes intercalares, generalmente solitarios.

Este género puede llegar a confundirse con otros más frecuentes como *Tolypothrix* o *Scytonema*, si bien el carácter atenuado (puede llegar a formar típicos pelos) de sus tricomas es la característica casi única para separarlo de los anteriores (Bourrelly, 1970; Kovacik & Komárek, 1988; Komárek et Hauter, 2010).

Se trata de un género que a pesar de su diversidad de especies es poco conocido. Las diferentes especies se han publicado en una bibliografía muy dispersa y no se dispone actualmente de un tratamiento sintético del género, el cual mantiene una posición taxonómica incierta. Mientras que autores como Komárek & Anagnostidis (1998) lo incluyen en la familia *Scytonemataceae*, estudios recientes (Vaccario & Johansen, 2011) sugieren su inclusión y tratamiento en la familia *Rivulariaceae*. Actualmente se reconocen 14 especies del género en diversos tipos de hábitats y de las que tan sólo tres de ellas se desarrollan en ambientes marinos.

***Scytonematopsis cf crustacea* (Thuret ex Bornet et Thuret) Kováčik et Komárek 1988 (Lámina 11, fotos 12-18).**

Filamentos solitarios. Falsas ramificaciones geminadas y también simples, creciendo perpendicularmente al eje principal del tricoma. Vaina manifiesta, hialina o ligeramente coloreada en ciertas partes (marrón-amarillenta) débilmente estratificada. Tricomos atenuados, acabados en un pelo característico de células hialinas, estrechas y rectangulares. Células isodiamétricas o ligeramente más largas que anchas (subrectangulares). Heterocistes esféricos a elipsoidales. Dimensiones: filamentos 5-17 micras de diámetro; tricomas 4-9 micras de diámetro; heterocistos:

7,5-8 x 15,5-22 micras. Tapetes epilíticos, de color oscuro, marrón. Tacto gelatinoso y muy escurridizo

Ecología: Nivel mesolitoral. Sobre sustrato rocoso artificial (bloques hormigón) en escolleras de puertos o sobre roca natural. En tapetes mezclada con otras cyanoprokariotas.

Localidad: Terreros (GDA-F4054); Calahonda (GDA-F4203); Motril (GDA-F4337); Punta Carnero (GDA-F4105; GDA-F4109; GDA-F4429).

Distribución: *Scytonematopsis crustacea* se trata de una especie de amplia distribución y propia de ambientes marinos.

De las tres especies descritas actualmente para ambientes marinos nuestras poblaciones se asemejarían a *S. crustacea* si bien la falta de datos acerca de este taxon y el menor tamaño de los tricomas observados en nuestras poblaciones nos sugieren no asignar definitivamente nuestras poblaciones a este taxon.

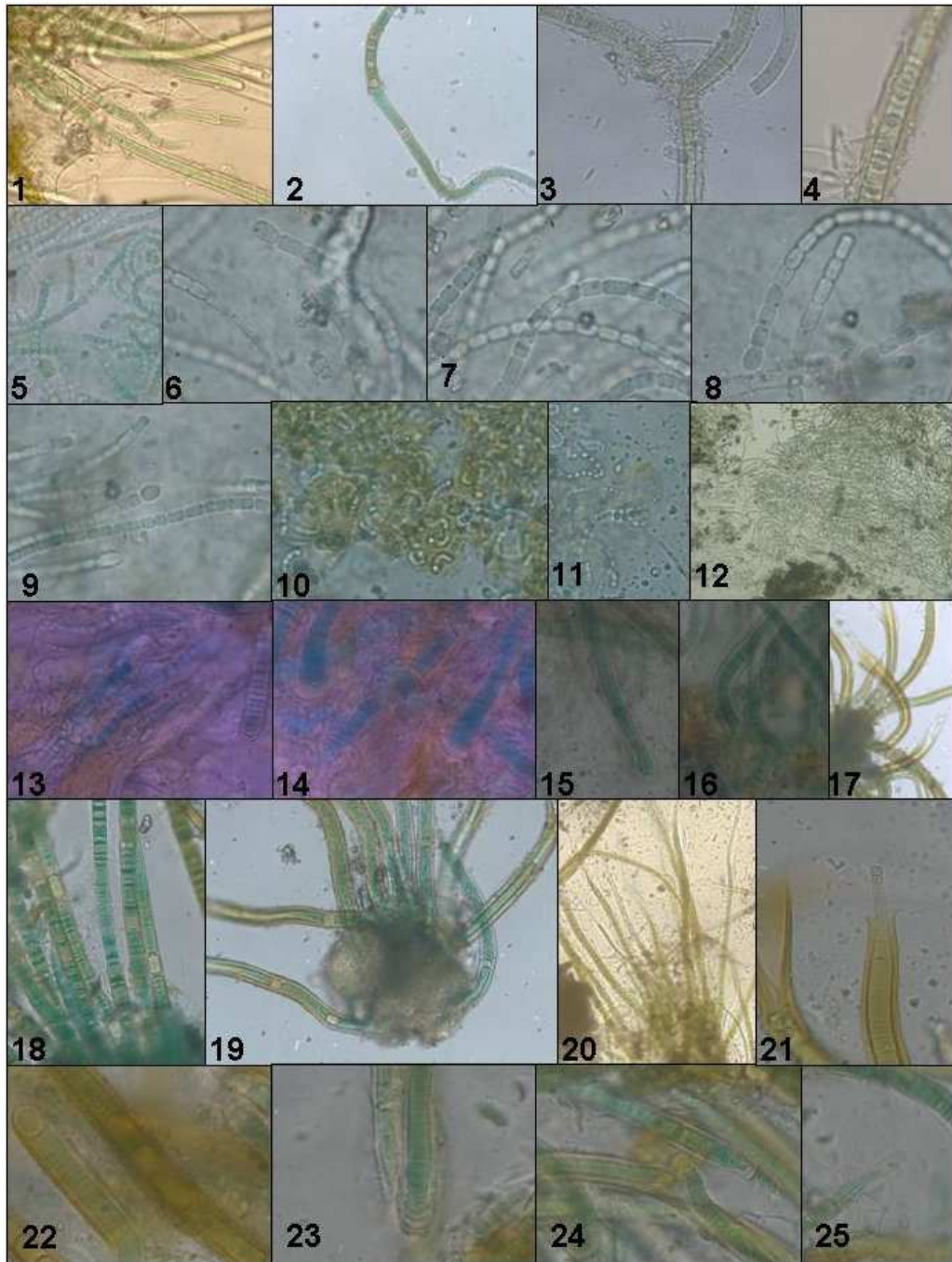


LÁMINA 9; 1-4 *Tolypothrix robusta*; 5. *Anabaena* sp 6-9 *Cylindrospermum* sp; 10-12 *Nostoc calcicola*; 13-14 *Calothrix aeruginea*; 15-20 *Calothrix crustacea*; 21-25 *Calothrix pilosa*.

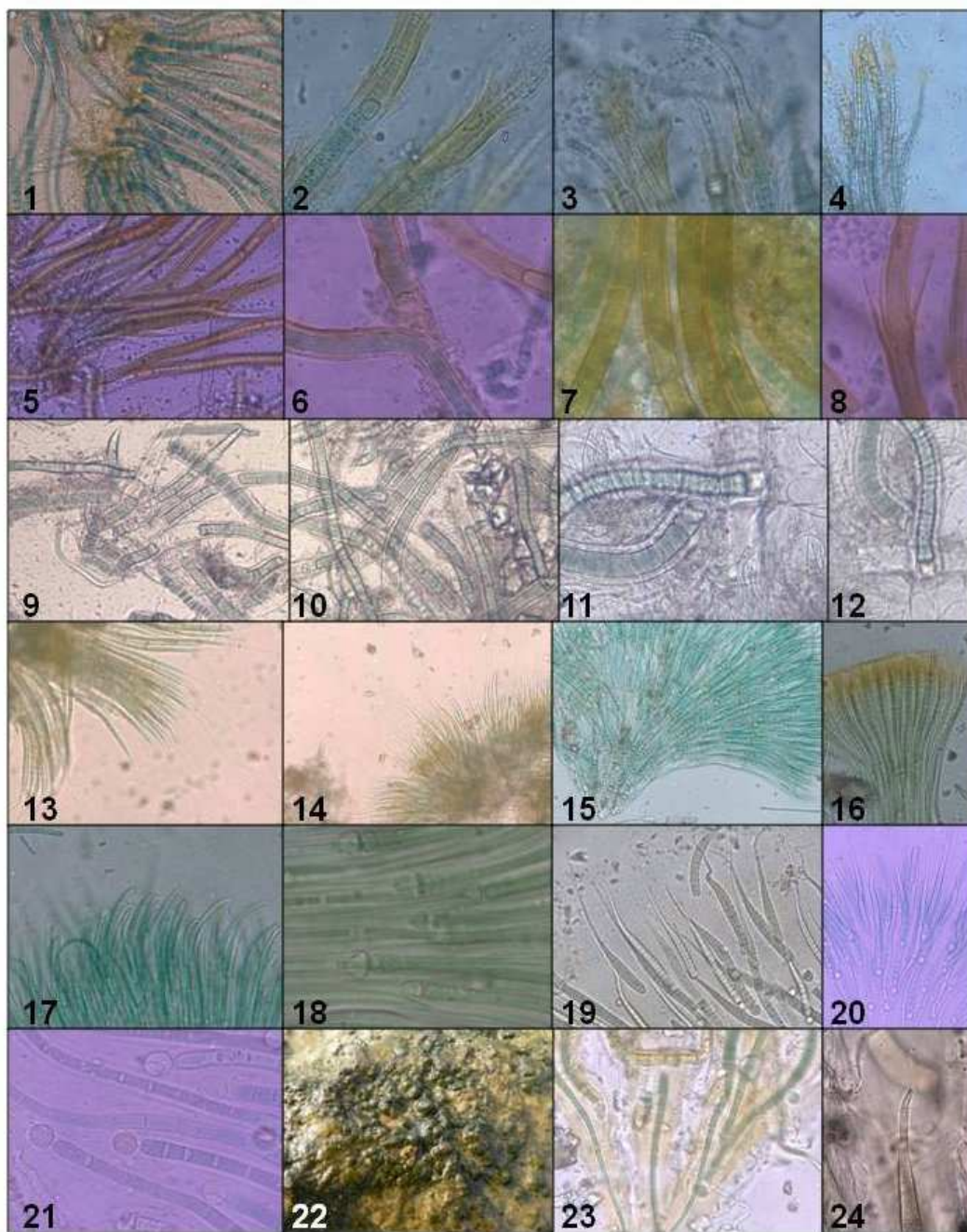


LÁMINA 10. 1-4 *Calothrix pulvinata*; 5-8 *Calothrix scopulorum*; 9-12 *Calothrix* sp; 13-14 *Isactis plana*; 15-16 *Rivularia atra*; 17-21 *Rivularia bullata*; 22-24 *Rivularia mesenterica*.

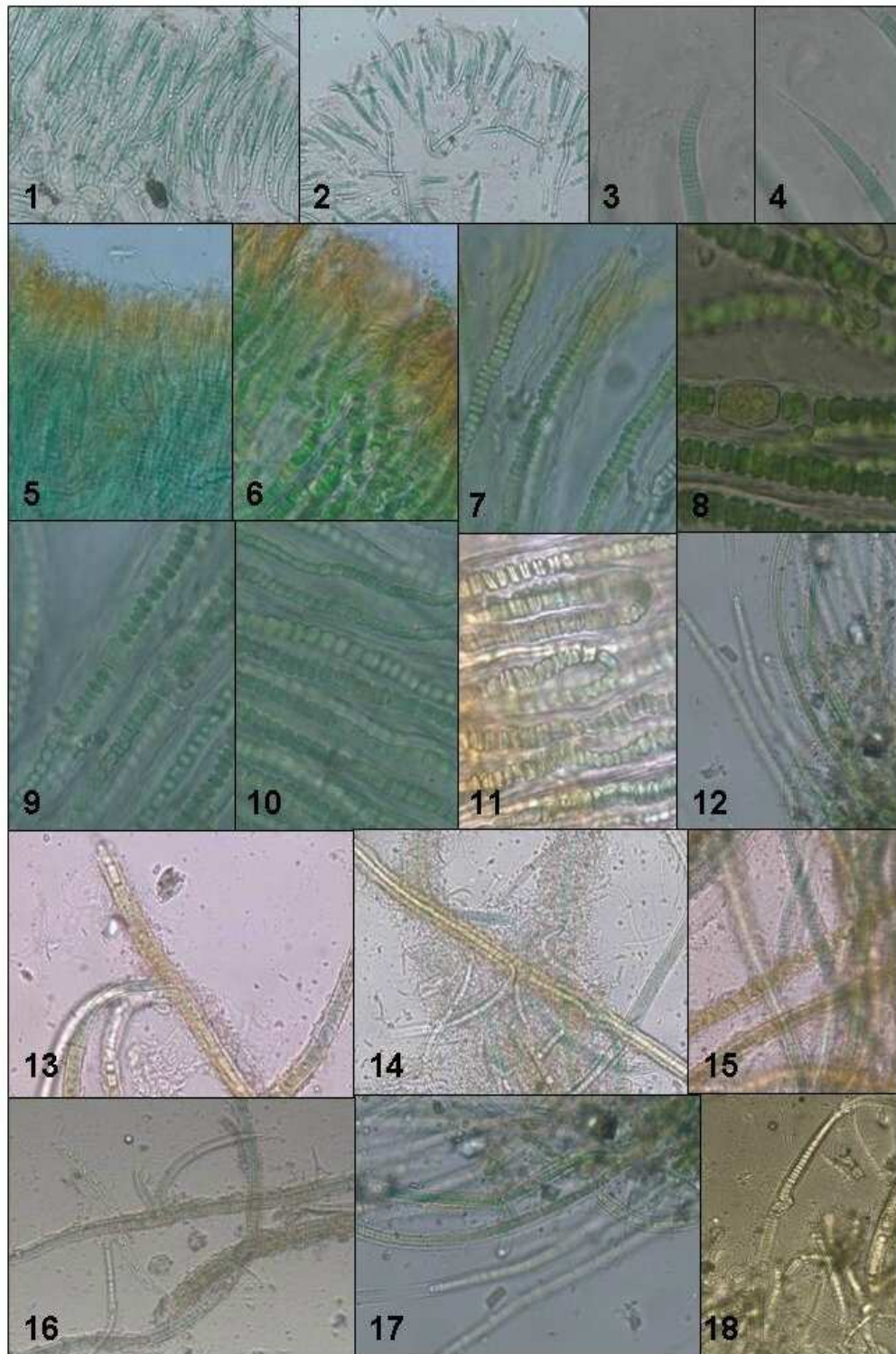


LÁMINA 11. 1-4 *Rivularia nitida*; 6-11 *Kyrtothrix maculans*; 12-18 *Scytonematopsis cf. crustacea*.

ORDEN OSCILLATORIALES

Familia *Oscillatoriaceae* (S.F.Gray) Harvey ex Kirchner 1898

Tricomas isopolares, formando tapetes o manchas compactas, solitarios o en grupos. Vainas ausentes, obligatorias o facultativas o pueden presentarse bajo condiciones subóptimas de crecimiento. Abiertas en sus extremos y pueden englobar uno o varios tricomas. Tricomas cilíndricos, entre 6-60 micras, rectos o ligeramente ondulados. Paredes celulares lisas o ligeramente estranguladas. Tricomas con movilidad facultativa. Células discoidales siempre más cortas que anchas. Célula apical con engrosamiento de la pared celular o con caliptra. División celular transversal al eje del tricoma. Reproducción por desintegración total tricoma. Formación de hormogonios u hormocistes con la ayuda de necridios. Células con ordenación irregular de los tilacoides, con tendencia a concentrarse en la parte periférica de la célula.

La familia mantiene el status taxonómico tradicional de Geitler (1932) aunque se produce una importante selección y reasignación en relación a los géneros que la conforman y creación de nuevos grupos taxonómicos con categoría de subfamilias (Anagnostidis & Komárek, 1988). Actualmente se reconocen cinco géneros entre los que destacan *Oscillatoria*, *Lyngbya* y *Blennothrix*, todos ellos con buena representación en el medio marino.

Blennothrix Kützing ex Anagnostidis et Komárek 1988

Filamentos solitarios, en fascículos o formando tapetes. Tricomas, entre 1-2 a varios, reunidos en vaina común, generalmente amplia, difluente e hialina. Tricomas enrollados más o menos helicoidalmente unos con otros. Células

discoidales con o sin constricciones. Célula apical redondeada. Pueden presentar caliptra.

Actualmetne se distingue cerca de una veintena de especies dentro del género con buena representación en el medio marino.

Blennothrix lyngbyacea (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et komárek 1988
(Lámina 12, fotos 1-4).

Hydrocoleum lyngbyaceum Kützing ex Gomont 1892

Hydrocoleum lyngbyaceaum var rupetre Kützing ex Gomont 1892

Microcoleus lyngbyaceus (Kützing) Crouan sensu Hansgridn1896

Tricomas de color verde pálido o rosa-violáceo, solitarios o, lo más frecuente, reunidos en grupos o fascículos (2-4) en una vaina hialina común muy difluente y poco perceptible. Tricomas flexuosos, cilíndricos y en ocasiones levemente atenuados en parte apical. Células con constricciones celulares muy imperceptibles. Citoplasma celular granulado homogéneamente. Célula apical con cofia. Células claramente más cortas que anchas. Dimensiones: tricomas (7) 9,5-13(x=11) micras de ancho; células 1-2,5 (x=2) micras de longitud.

Ecología: Epifítica sobre *Corallina* sp (-1,5 m.). Epilítica, sobre sustrato artificial (hormigón), mezclada con otras algas.

Localidad: Salobreña (GDA-F4209); Caleta de Maro (GDA-F4441); Fuengirola (GDA-F4263); Punta Carnero (GDA-F4217).

Distribución: Especie de amplia distribución, posiblemente cosmopolita. Citada para España por Sauvageau (1897), Pérez-Cirera & Maldonado (1982) y Bárbara & Cremades (1996). En Andalucía citado por Seoane-Camba (1965).

Lyngbya C. Agardh ex Gomont 1892

Siphoderma Kützing, 1843

Spirocoleus Möbius ex Crow, 1927

Filamentos solitarios o más comúnmente reunidos en gran número formando tapetes macroscópicos. Vainas bien desarrolladas y siempre visibles, homogéneas o muy comúnmente estratificadas y coloreadas. Vainas abiertas en los extremos. Filamentos isopolares y sin ramificar (raramente corta falsa ramificación). Tricomas uniseriados, rectos o ligeramente ondulados. Un tricoma por vaina. Tricomas atenuados o no. Células toneliformes o cortamente cilíndricas (discoidales), siempre más cortas que anchas. Célula apical variable con engrosamiento de la pared celular o prominente caliptra. Citoplasma finamente granular, a veces con granulación intensa a nivel de paredes celulares transversales. Aerotopos facultativos. Heterocistes y acinetos ausentes.

Se trata de un género muy diversificado con cerca de 80 especies reconocidas actualmente gran parte de las cuales se desarrollan en ambientes continentales. En las costas Europeas y en ambientes marinos se pueden reconocer ocho especies.

A continuación se ofrece unas claves para la identificación de las especies de *Lyngbya* tratadas en la presente Memoria.

1. Tricomas color rosáceos, sin constricciones.....***Lyngbya* sp**
- 1'. Tricomas de otro color. Con o sin constricciones.....2
2. Tricomas con constricciones.....3
- 2'. Tricomas sin constricciones.....4
3. Tricomas cilíndricos. 12-15 micras diámetro.....***L. sordida***
- 3'. Tricomas atenuados. 6-10 micras diámetro.....***L. meneghiniana***
4. Célula apical estrechada. Con caliptra.....***L. semiplena***
- 4'. Célula apical redondeada. Sin caliptra.....5
5. Filamentos en haces con enrollamiento helicoidal.....***L. salina***
5. Filamentos no forman haces o paquetes.....6
6. Tricomas 6-15 micras diámetro.....***L. confervoides***

6'.Tricomas 28-34 micras.....*L. majuscula*

Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont 1892 (Lámina 12, foto 5).

Filamentos largos, oscuros y dispuestos formando a modo de capas superpuestas. Las vainas desde hialinas (frecuente) a intensamente coloreadas (marrón-amarillo). Tricomas ligeramente atenuados hacia el ápice. Célula apical redondeada y pared celular engrosada. Dimensiones: filamentos 8-20 micras de diámetro; tricomas 6,5-15 micras de ancho; células 4-5 micras de longitud; vainas hasta 5 micras de grosor. Formaciones densamente cespitosas, a modo de tortas compactadas cuando secas. Ecología: Intermareal y zona inferior del nivel supralitoral tanto sobre roca como sobre cúmulos de material limoso.

Localidad: Terreros (GDA-F4056; GDA-F4057; GDA-F4064; GDA-F4065; GDA-F4130; GDA-F4134; GDA-F4180; GDA-F4181); Carboneras (GDA-F4015; 4016; 4088); Roquetas (GDA-F4017; 4019; 4020; 4022); Punta Carnero (GDA-F4217); Calahonda (GDA-F4161; GDA-F4203; GDA-F4204; GDA-F4307); Salobreña (GDA-F4170; GDA-F4209; GDA-F42310).

Distribución: Cosmopolita. Citada para España por Calvo *et al.*, (1999), Calvo & Bárbara (2002), Peña & Bárbara (2002) y Díaz-Tapia & Bárbara (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Nuestras poblaciones no presentan de manera tan habitual el carácter propio de coloración amarillenta de las vainas que comúnmente refleja la bibliografía (Umezaki, 1961; Komárek & Anagnostidis, 2005; Calvo, 2001.) presentando de manera más constante y frecuente vainas hialinas. No obstante estos mismos autores reflejan la presencia de vainas hialinas en esta especie. Calvo (2001) separa esta especie de *Lyngbya confervoides* C.Agardh ex Gomont por la ausencia de pared engrosada en la célula apical y por el menor tamaño de los tricomas en esta última especie. En general las poblaciones asociadas a esa especie recogen todos

los caracteres propios de *L. aestuarii*, sin embargo hemos de resaltar la variabilidad observada en dichos caracteres especialmente en relación al diámetro de los tricomas y coloración de la vaina, siendo el carácter más definitorio para *L. aestuarii* la presencia de la célula apical con pared celular engrosada.

Lyngbya confervoides C.Agardh ex Gomont 1892 (Lámina 12, fotos 6-8; Lámina 25, foto 7; Lámina 26, foto 5; Lámina 27, foto 4).

Filamentos rectos, agrupados desde la base, constituyendo a modo de fascículos más o menos aparentes. Coloración marrón-amarillenta. Tricomas cilíndricos sin constricciones. Células discoideas, con citoplasma granuloso a nivel de las paredes celulares transversales. Células apicales redondeadas, sin caliptra, a veces (raro) con engrosamiento apical. Vaina hialina, lisa, con diferente grado de desarrollo. En tricomas viejos puede aparecer estratificada. Dimensiones: filamentos 8-20 micras de diámetro; tricomas: 6-15 micras de diámetro; células 3-4 micras de longitud; vainas hasta 5 micras grosor. Talos cespitosos, filamentosos, de hasta varios centímetros de longitud. Color oscuro, marrón.

Ecología: Mesolitoral e infralitoral superior; Tanto sobre sustratos duros como sobre cúmulos de limo-fango donde desarrolla poblaciones (céspedes) muy aparentes.

Localidades: Terreros (GDA-F4053; GDA-F4056; GDA-F4057; GDA-F4059, GDA-F4060, GDA-F4062; GDA-F4063; GDA-F4064; GDA-F4065; GDA-F4066; GDA-F4128; GDA-F4172; GDA-F4173; GDA-F4383); Villaricos (GDA-F4002; GDA-F4003; GDA-F4004, GDA-F4008, GDA-F4009; GDA-F4071, GDA-F4072; GDA-F4073, GDA-F4074; GDA-F4075, GDA-F4076; GDA-F4086; GDA-F4138; GDA-F4139, GDA-F4142, GDA-F4146; GDA-F4148, GDA-F4190; GDA-F4191; GDA-F4193; GDA-F4125) Carboneras (GDA-F4088; 4153, GDA-F4154; GDA-F4197; GDA-F4198; GDA-F4199; GDA-F4348); Salobreña (GDA-F4166; GDA-F4207); Maro (GDA-F4230; GDA-F4235; GDA-F4236; 4251; GDA-F4252; GDA-F4219; GDA-F4259); Caleta de Vélez (GDA-F4480; GDA-

F4181); Calaburras (GDA-F4225, GDA-F4226, GDA-F4290; GDA-F4299, GDA-F4300; GDA-F4332; GDA-F4333; GDA-F4334; GDA-F4335; GDA-F4336; GDA-F4413, GDA-F4415; GDA-F4416); Punta Carnero (GDA-F4109); Bahía de Cádiz (GDA-F4421); Rota (GDA-F4344; GDA-F4345).

Distribución: Cosmopolita. En España citada por varios autores (Sauvageau, 1897; Miranda 1931; Álvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Granja *et al.*, 1992, Bárbara & Cremades, 1996; Calvo *et al.*, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Peña & Bárbara, 2002; Valenzuela Miranda, 2005). En Andalucía ha sido citada por Seoane-Camba (1965) en el litoral de Cádiz.

Nuestras observaciones coinciden con las de Calvo (2001) tanto en morfotipo como en ecología. Si bien muestra el mismo rango de variabilidad en cuanto al tamaño que el reflejado por Komárek & Anagnostidis (2005) nuestras poblaciones se mantienen en el rango inferior de dicha variabilidad, más próximo al que aporta Calvo (2001) para esta especie. Muy próxima a *Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont 1892 con la que comparte hábitat, tamaño y apariencia macroscópica y de la que se separa por la presencia de engrosamiento en la célula apical y por la mayor variabilidad mostrada por ésta (Komárek & Anagnostidis, 2005), así como por la presencia de ocasionales (raras) de falsas ramificaciones (Umezaki, 1961; Komárek & Anagnostidis, 2005). El color marrón-amarillo de las vainas de forma más o menos constante en *Lyngbya aestuarii*, es otro carácter utilizado para la discriminación entre ambas especies.

Lyngbya majuscula Harvey ex Gomont 1892 (Lámina 12 fotos 9-12).

Filamentosos de color verde oscuro. Vaina hialina, bien desarrollada y estratificada. Tricomas cilíndricos no atenuados. Células discoidales claramente más cortas que anchas. Célula apical redondeada sin caliptra ni engrosamiento apical de la pared celular. Dimensiones: filamentos 36-43 micras de diámetro; tricomas 28,5-34

micras de diámetro; vainas de hasta 5 micras de grosor. Suele formar céspedes muy densos tanto sobre sustrato duro como sobre cúmulos de materiales finos en el supralitoral y mesolitoral desarrollando tapetes en forma de rosetas muy definidas. Más rara como epífita.

Ecología: Mesolitoral. Infralitoral, epífita sobre *Corallina officinalis* y *Ceramium* sp.

Localidades: La Herradura (GDA-F4368); Punta Carnero (GDA-F4417); Punta Paloma (GDA-F4432).

Distribución: Cosmopolita, excepto en aguas frías. Citada por varios autores para el territorio español (Lázaro Ibiza, 1889; Sauvageau, 1897; Miranda, 1931; Alvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Gorostiaga *et al.*, 2004; Valenzuela Miranda, 2005; Bárbara *et al.*, 2005; Cires *et al.*, 2010; Haroun *et al.*, 2002 y Anon, 2011). En Andalucía solo ha sido citada para el litoral de Cádiz (Seonae-Camba, 1965).

Lyngbya meneghiniana Gomont ex Gomont 1892 (Lámina 12, foto 13).

Leibleinia meneghiniana Kutzing 1843

Tricomas presentando constricciones claramente diferenciables y con células más anchas que largas. Vainas delgadas, poco prominentes, hialinas. Célula apical redondeada, sin caliptra ni engrosamientos apicales. Dimensiones: tricomas 6-10 micras de diámetro; células 3-4 micras longitud.

Ecología: Intermareal y epítita sobre *Stypocaulon scoparium*.

Localidades: Terreros (GDA-F4375; GDA-F4379); Villaricos (GDA-F4002, GDA-F4004; GDA-F4005; GDA-F4152); Punta Carnero (GDA-F4427); Rota (GDA-F4340; GDA-F4342).

Distribución: Amplia distribución en costas atlánticas, mar Mediterráneo, Adriático, mar Rojo y Pacífico. En España citada por Bárbara *et al.*, 2005. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Lyngbya salina Kutzing ex Starmach 1966 (Lámina 13, fotos 1-2).

Lyngbya curvata (Meneghini) Rabenhorts 1856

Filamentos agregados en grupos, muy enmarañados. Tricomas no atenuados, con cierta coloración marrón. Célula apical redondeada a cónica, en ocasiones con pared celular engrosada. Vainas hialinas, densas y homogéneas. Dimensiones: filamentos 8-12 micras de diámetro; tricomas 6-10 micras de diámetro; células 2-3 micras longitud; vainas hasta 4 micras de grosor. Tapetes compactos sobre sustrato arenoso.

Ecología: sobre sustratos arenosos intermareales.

Localidades: Terreros (GDA-F4129; GDA-F4377); Roquetas (GDA-F4020); Maro (GDA-F4236); Calaburras (GDA-F4015, GDA-F4016); Punta Carnero (GDA-F4427); Punta Paloma (GDA-F4410).

Distribución: especie propia de marismas y aguas saladas. Aunque conocida de Europa y Norte América no se conocen referencias de su presencia en España.

Esta especie se ha observado tanto epilítica como constituyendo tapetes sobre sustratos arenosos intermareales, mostrando una apariencia macroscópica diferente en uno u otro caso.

Lyngbya sordida Gomont ex Gomont 1892 (Lámina 13, fotos 3-6).

Leibleinia sordida (gomont) Anagnostidis 2001

Filamentos aislados, vainas hialinas, densas y homogéneas. Tricomas cilíndricos, no atenuados, claramente con constricciones a nivel de las paredes celulares transversas, Célula apical redondeada sin caliptra o engrosamiento apical. Citoplasma granuloso. Dimensiones: tricomas: 12-15 micras de diámetro; células 2-3 micras de longitud; vainas hasta 5 micras grosor. Aparece mezclada en tapetes con *Lyngbya confervoides*.

Ecología: Tanto epilítica como mezclada con otras especies de *Lyngbya* en tapetes sobre sustrato fangoso. Esta especie se ha citado habitualmente como epifita sobre otras macroalgas.

Localidades: Villaricos (GDA-F4146); Calaburras (GDA-F4225, GDA-F4334); Punta Paloma (GDA-F4410).

Distribución: Cosmopolita. Bien distribuido en todo el mar Mediterráneo y costas atlánticas europeas. En España ha sido citada por Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988), Pérez-Ruzafa *et al.* (2008), Cires *et al.*, (2010). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Lyngbya sp (Lámina 13, fotos 7-8).

Tricomas claramente rosados. Células discoidales, sin constricciones a nivel de la pared celular. Tricomas cilíndricos, rectos o ligeramente flexuosos. Célula apical redondeada sin engrosamiento ni caliptra. A veces muy débilmente estrechada. Citoplasma homogéneo, finamente granular donde resaltan pequeños granulos en forma de inclusión de morfología irregular y de coloración verdosa. Vaina hialina, fina y lisa, débilmente estratificada y de superficie ligerametne ondulada. Dimensiones: filamentos 12-14 micras de diámetro; tricomas 8-11 micras de diámetro; células 1-2 micras de longitud; vainas hasta 3 micras de grosor.

Ecología: Epilítica, tanto sobre sustratos artificiales como naturales. Aguas con elevada temperatura (> 30º).

Localidad: Terreros (GDA-F4380); Villaricos (GDA-F4139); Carboneras (GDA-F4012; GDA-F4089).

Oscillatoria Vaucher ex Gomont 1892 pro parte.

Plaxonema Tangl, 1883

Trichophora Bonnemaison, 1822

Tricomas solitarios o más comúnmente reunidos en tapetes micro o macroscópicos. Tricomas uniseriados, rectos o ligeramente ondulados. Nunca ramificados. Células discoidales, siempre claramente más cortas (al menos varias veces) que anchas. Células toneliformes (con constricciones en la pared celular) o mostrando el mismo diámetro a lo largo de toda su longitud (sin constricciones). Tricomas atenuados o no. Citoplasma finamente granular, a veces con granulación prominente a nivel de paredes celulares transversales. Célula apical generalmente diferenciada: anchamente redondeada, capitada o con caliptra. Aerotopos, heterocistes y acinetos ausentes.

Género muy diversificado donde se pueden reconocer hasta 60 especies en muy diversos hábitats, incluidos los ambientes marinos, si bien de todas ellas para las costas de Europa solo se citan alrededor de una decena de las mismas.

A continuación se ofrece unas claves para la identificación de las especies de *Oscillatoria* tratadas en la presente Memoria.

- 1. Tricomas sin constricciones.....2
- 1'. Tricomas con constricciones.....3
- 2. Tricomas rectos.....***O. rupicola***
- 2'. Tricomas helicoidalmente enrollados sobre sí.....***O. funiformis***
- 3. Filamentos epífitos. Color rojo.....4
- 3'. Filamentos no de color rojo.....5
- 4. Célula apical con caliptra. Tricomas 7-9 micras.....***O. pulchra***
- 4'. Célula apical sin caliptra. Tricomas 9-16 micras.....***O. margaritifera***
- 5. Tricomas cilíndricos, no atenuados. 6-7,5 micras.....***O. nigro-viridis***
- 5'. Tricomas atenuados (ligeramente en los ápices).....6
- 6. Tricomas 9-16 micras.....***O. bonnemaisonii***
- 6'. Tricomas máximo 10 micras.....***O. perornata***

Oscillatoria bonnemaisonii Crouan ex Gomont 1892 (Lámina 13, fotos 9-10).

Tricomas largos, rectos o algo flexuosos, en ocasiones con enrollamiento helicoidal, de coloración verde a algo violácea. Tricomas con constricciones en la pared celular. Célula apical redondeada a hemisférica sin engrosamiento en pared celular ni caliptra. Citoplasma variablemente granular. Ápice del tricoma ligeramente atenuado y ocasionalmente algo curvado. Dimensiones: tricomas (9)10-16 (20) micras de diámetro; células 2-3 micras de longitud. Los tricomas suelen aparecer muy enmarañados unos con otros, formando tapetes más o menos compactos o mezclados con otras algas en tapetes más multiespecíficos

Ecología. Tapetes epilíticos intermareales formando densos tapetes o matas de color verde oscuro sobre fango, que pueden desprenderse y flotar en la superficie del agua en zonas cerradas.

Localidades: Roquetas (GDA-F4090); Punta Carnero (GDA-F 4425); Punta Paloma (GDA-F4409) y Rota (GDA-F4342; GDA-F4340).

Distribución. Marina, tanto epilítica como epifita en la zona litoral superior; marismas y bordes de cubetas salobres. Se trata de una especie bien distribuida por todo el mundo, probablemente cosmopolita. Citada para España por Calvo *et al.*, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Gorostiaga *et al.*, 2004; Valenzuela Miranda, 2005 y Bárbara *et al.* 2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

El enrollamiento helicoidal de los tricomas es un carácter descrito en la bibliografía como típico de esta especie. Esta observación ha sido puesta de manifiesto por Calvo (2001) para poblaciones que se desarrollan en ambientes de marismas. En nuestras observaciones si bien se ha podido observar dicha característica ésta no se muestra como habitual.

Oscillatoria funiformis (Vouk) Komárek in Anagnostidis 2001 (Lámina 13, fotos 11-12).

Arthrospira funiformis Vouk 1915

Spirulina funiformis (Vouk) de Toni 1946

Arthrospira breviararticulata Setchell et Gardner in Gardner 1918

Spirulina breviararticulata (Setchell et Gardner) Geitler 1932.

Tricomas largos, flexuosos, enrollados sobre sí formando asas o bucles típicos. Tricomas solitarios o en pequeños grupos de color verde-azulado característico, no atenuados y sin constricciones celulares. Células más anchas que largas con citoplasma finamente granular. Célula apical redondeada-hemisférica, sin cofia ni engrosamiento apical. Dimensiones: tricomas 5-8 (10) micras de diámetro; células 1.5-3 micras de longitud. Filamentos solitarios mezclados en tapetes con otras cyanoprokariotas.

Ecología: Epilítica, en la zona intermareales en el interior de los corrales. Formado tapetes junto a otras especies.

Localidad: Rota (GDA-F4340).

Distribución: Presentes en áreas como EE.UU., Rusia, mar Negro y mar Mediterráneo. Sin datos sobre su presencia en España.

Las observaciones llevadas a cabo reflejan un tamaño menor para la anchura de los tricomas que los ofrecidos por la bibliografía (entre 11-16 micras).

Oscillatoria margaritifera Kutzing ex Gomont 1892 (Lámina 14 fotos 1-3; Lámina 26, foto 3).

Tricomas solitarios y flexuosos, de gran longitud. Color rojo oscuro o verde-azul intenso. Paredes celulares con constricciones ligeras pero manifiestas. Célula apical redondeada o capitada con caliptra. Se ha observado una ligera atenuación apical de los tricomas afectando solo a las últimas células. Tricomas ligeramente arqueados en su parte apical. Citoplasma granular. Dimensiones: tricomas 9-15(19)

micras de diámetro; células 2-3(6) micras de longitud. Formas filamentosas macroscópicas y diferenciables, formando tapetes en el fondo de pocetas mesolitorales o superficies inclinadas con constante hidrodinamismo.

Ecología: Epífita; Epilítica zona mesolitoral.

Localidades: Terreros (GDA-F4130; GDA-F4135); Carboneras (GDA-F4349); Calaburras (GDA-F4286); Puna Carnero (GDA-F4114; GDA-F4425); Punta Paloma (GDA-F4409).

Distribución: Especie marina, cosmopolita, bien distribuida. Citada para España por Aboal (1988, 1989), Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988), Calvo *et al.*, (1999), Calvo & Bárbara (2002) y Bárbara *et al.* (2005). En Andalucía ha sido citada por Seoane-Camba (1965) en el litoral de Cádiz.

Especie muy próxima a *O. bonnemaisionii* de la que se separa por la presencia de cofia y de un engrosamiento en la pared celular de la célula apical, que en ocasiones resulta de difícil observación. Algunos autores segregan además ambas especies por el diámetro de los tricomas, siendo en esta especie por lo general no inferior a 14 micras. En las poblaciones estudiadas en este trabajo se ha observado un rango de tamaño muy variable, oscilando entre las 9 y 19 micras de anchura para el tricoma. En general las poblaciones estudiadas presentan un tamaño ligeramente menor al reflejado por la bibliografía.

Oscillatoria nigro-viridis Thwaites in Harvey 1846 (Lámina 14, fotos 4-6; Lámina 25, foto 8).

Tricomas rectos a ligeramente sinuosos u ondulados, aislados o agrupados. Células con constricciones evidentes a nivel de contactos celulares (células toneliformes). Células discoidales a ligeramente más anchas que largas. Célula apical redondeada a ligeramente cónica. Color verde-azulado intenso. Citoplasmas granular. Se ha podido observar ligera atenuación terminal en ciertos tricomas. Dimensiones:

tricomas (5)6-7,5(14) micras de diámetro; células (2)2,5-5 micras de longitud. Tricomas enmarañados formando tapetes compactos y densos de aspecto afieltrado.

Ecología: Supralitoral mesolitoral e infralitoral. Tanto epilítica, formando tapetes de color verde intenso y aspecto afieltrado o mezclada con otras especies (*Phormidium* spp, *Lyngbya* spp), como epifita sobre coralináceas articuladas (*Jania* sp y *Corallina* sp), *Stypocaulon scoparium* y sobre mata muerta de *Posidonia oceanica*.

Localidades: Terreros (GDA-F4062; GDA-F4066; GDA-F4068; GDA-F4128; GDA-F4129; GDA-F4377); Villaricos (GDA-F 4084; GDA-F4004; GDA-F4142; GDA-F4145; GDA-F4148; GDA-F4150; GDA-F4190; GDA-F4196); Roquetas (GDA-F4090; 4091; 4027); Calaburras (GDA-F4300; GDA-F4416; GDA-F4439); Maro (GDA-F4229); Fuengirola (GDA-F4268, GDA-F4269; GDA-F4271); Rota (GDA-F4330; GDA-F4342; GDA-F4343).

Distribución: Especie marina, propia de aguas templadas, probablemente cosmopolita. En Europa se distribuye fundamentalmente por la región mediterránea. En España citada por Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Umezaki (1961) separa los morfotipos de tricomas ondulados o sigmoidales como *Oscillatoria corallinae* (Kuetzing) Gomont. Por su parte Komárek *et al.* (2005) aceptan *Phormidium corallinae* (Gomont ex Gomont) Anagnostidis et Komárek como sinónimo de *Oscillatoria corallinae* (Kuetzing) Gomont haciendo observar que la asignación al género *Oscillatoria* o *Phormidium* no está clara. Dado que todos los caracteres diagnósticos observados en nuestras poblaciones son compartidos por ambos morfotipos y que las células se muestran siempre mas cortas que anchas (máximo 1/3-1/4 tan largas como anchas) y siendo este el carácter mas crítico para separar *Oscillatoriaceae* de *Phormidiaceae* (Komárek et al, 2005; Komárek, 2010) se

ha optado por incluir ambos morfotipos, tricomas rectos y sigmoidales, bajo la designación de *O. nigro-viridis*.

Oscillatoria perornata Skuja 1949 (Lámina 14, fotos 7-8).

Oscillatoria perornata f. *attenuata* Skuja 1949

Planktothrix perornata (Skuja) Anagnostidis et Komárek 1988

Tricomas solitarios, rectos o algo sinuosos y ligeramente atenuados y arqueados hacia el ápice (últimas células). Células con claras constricciones a nivel de las paredes celulares. Granulación patente a nivel de paredes celulares transversales. En algunos tricomas el centro de la célula aparecen hialinos. Célula apical redondeada. Dimensiones: tricomas 8-10 micras de diámetro; células 1.5-3 micras de longitud.

Ecología: Episámmica. Tapetes (perifiton) en el borde de arroyo y cuerpos de agua someros sobre sustrato arenoso. Planctónica en agua estancada. Tanto en la desembocadura del arroyo del Vínculo como en las lagunas interiores.

Localidad: Roquetas (GDA-F4027).

Distribución: Escasamente conocida. Se tienen datos de su presencia en Asia (Birmania y Pakistán), África y sureste de Europa (región mediterránea). Sin datos sobre su presencia en España.

Oscillatoria pulchra Lindstedt 1943 (Lámina 14, fotos 9-11; Lámina 26, foto 2).

Tricomas solitarios, largos y flexuosos. Tricomas cilíndricos o ligeramente atenuados hacia el ápice. Paredes celulares con constricciones (en ocasiones poco perceptibles). Célula apical redondeada. Dimensiones: tricomas 7-9 ($x=8.6$) micras de diámetro; células 2-4 ($x=3.07$) micras de longitud. Tapetes filamentosos de color rojo vivo.

Ecología: infralitoral, epifita sobre macroalgas y distintos animales. Sobre *Stypocaulon scoparium* y *Peyssonnelia sp* a 7 m de profundidad; sobre *Pinna nobilis* (-11 m) y sobre *Pentapora fascialis* (-21 metros).

Localidades: La Herradura (GDA-F4440); Maro (GDA-F4420; GDA-F4444).

Distribución: Citada para las costas de Suecia y Argentina, epifita sobre *Membranopora* y ascidias, entre 10-20 metros de profundidad. Sin datos sobre su presencia en España.

Las observaciones relacionadas en relación a la morfometría y ecología de nuestras poblaciones coinciden con las descritas para *O. pulchra*, que según Komárek (2005) se trata de un taxón que necesita de una revisión de su status genérico ya que puede estar muy relacionado con *Phormidium*.

Oscillatoria rupicola Hansgirg 1890 (Lámina 14, fotos 12-14).

Lyngbya rupicola Hansgirg 1892

Oscillatoria rupicola var. *phormidioides* (Hansgirg) Hansgirg ex Forti 1907

Tricomas largos y flexuosos fuertemente enmarañados. Células isodiamétricas a subrectangulares. Banda hialina a nivel de las paredes celulares transversales. Célula apical redondeada. Citoplasma algo granular. Dimensiones: tricomas 4.5-7 micras de diámetro; células 1.5-2.5 micras de longitud. Tapetes densos.

Ecología: subaerofítica. Epilítica. Paredes rezumantes con influencia de aguas de riego.

Localidad: Maro (GDA-F4229; GDA-F4239; GDA-F4249).

Distribución: conocida del sur y centro de Europa, pero probablemente presente una distribución cosmopolita. Sin datos sobre su presencia en España.

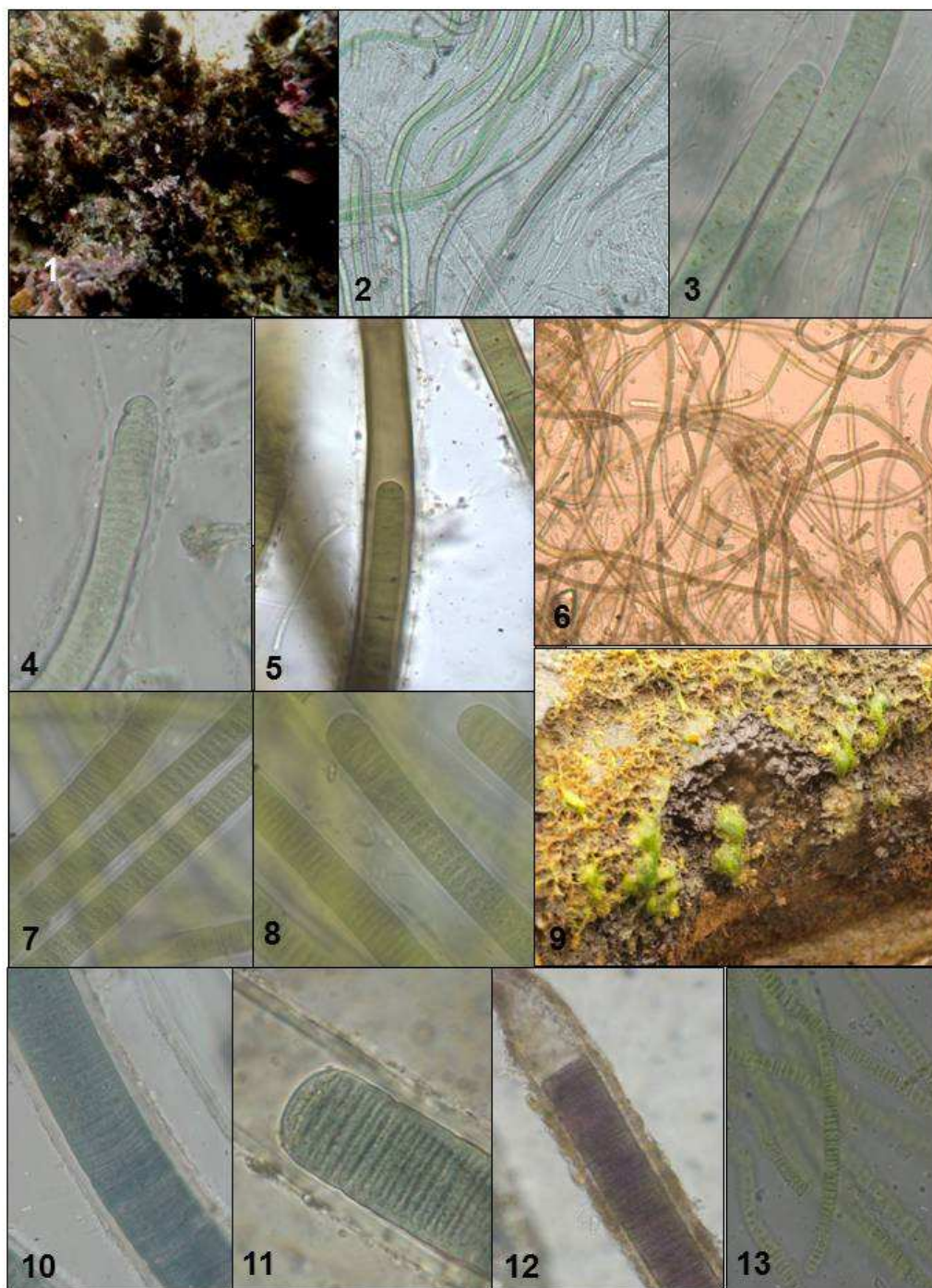


LÁMINA 12. 1-4 *Blennothrix lyngbyacea*; 5. *Lyngbya aestuarii*; 6-8 *Lyngbya confervoides*; 9-12 *Lyngbya majuscula*; 13. *Lyngbya meneghiniana*.

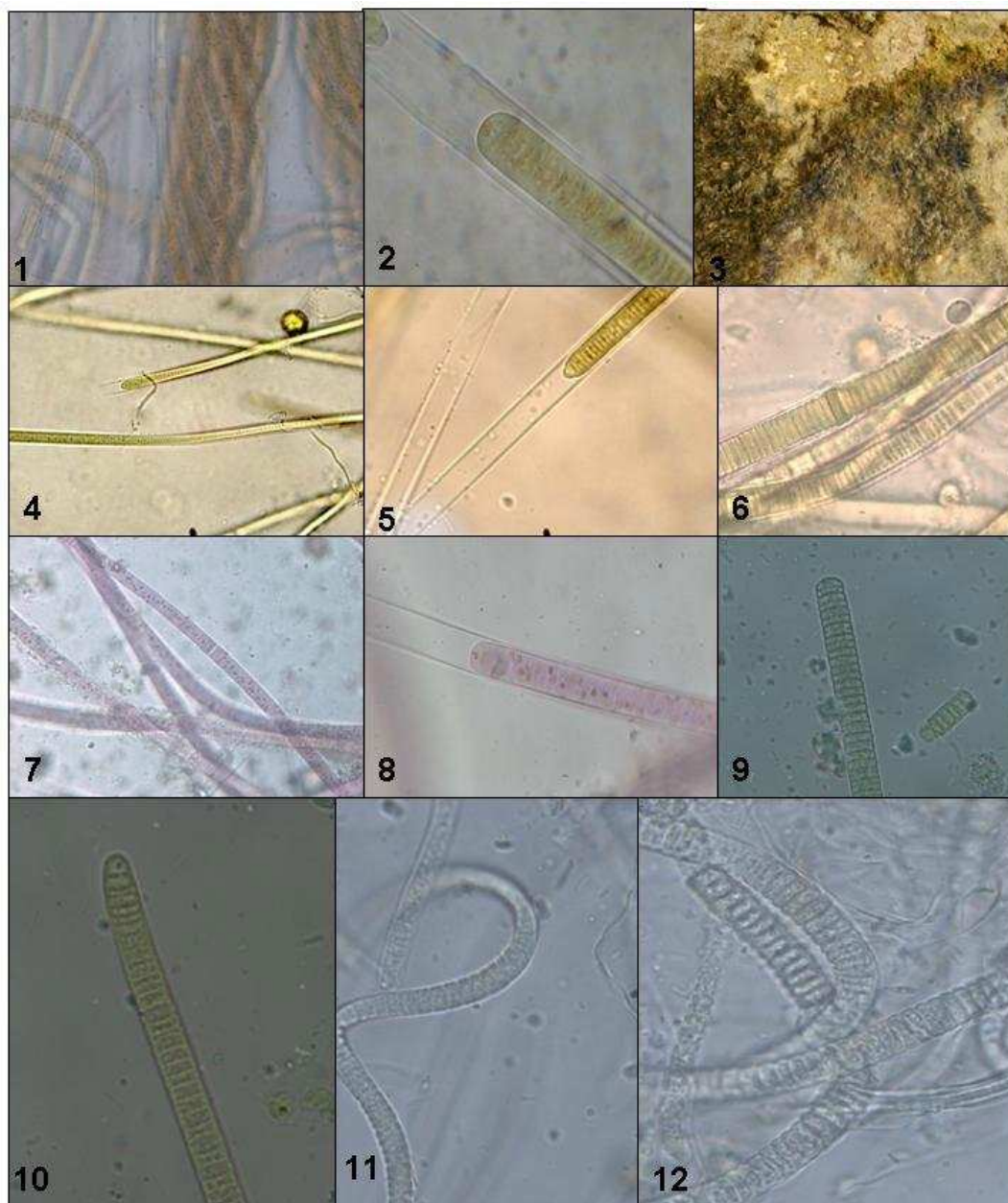


LÁMINA 13. 1-2 *Lyngbya salina*; 3-6 *Lyngbya sordida*; 7-8. *Lyngbya* sp; 9-10. *Oscillatoria bonnemaisonii*; 11-12 *Oscillatoria funiformis*.

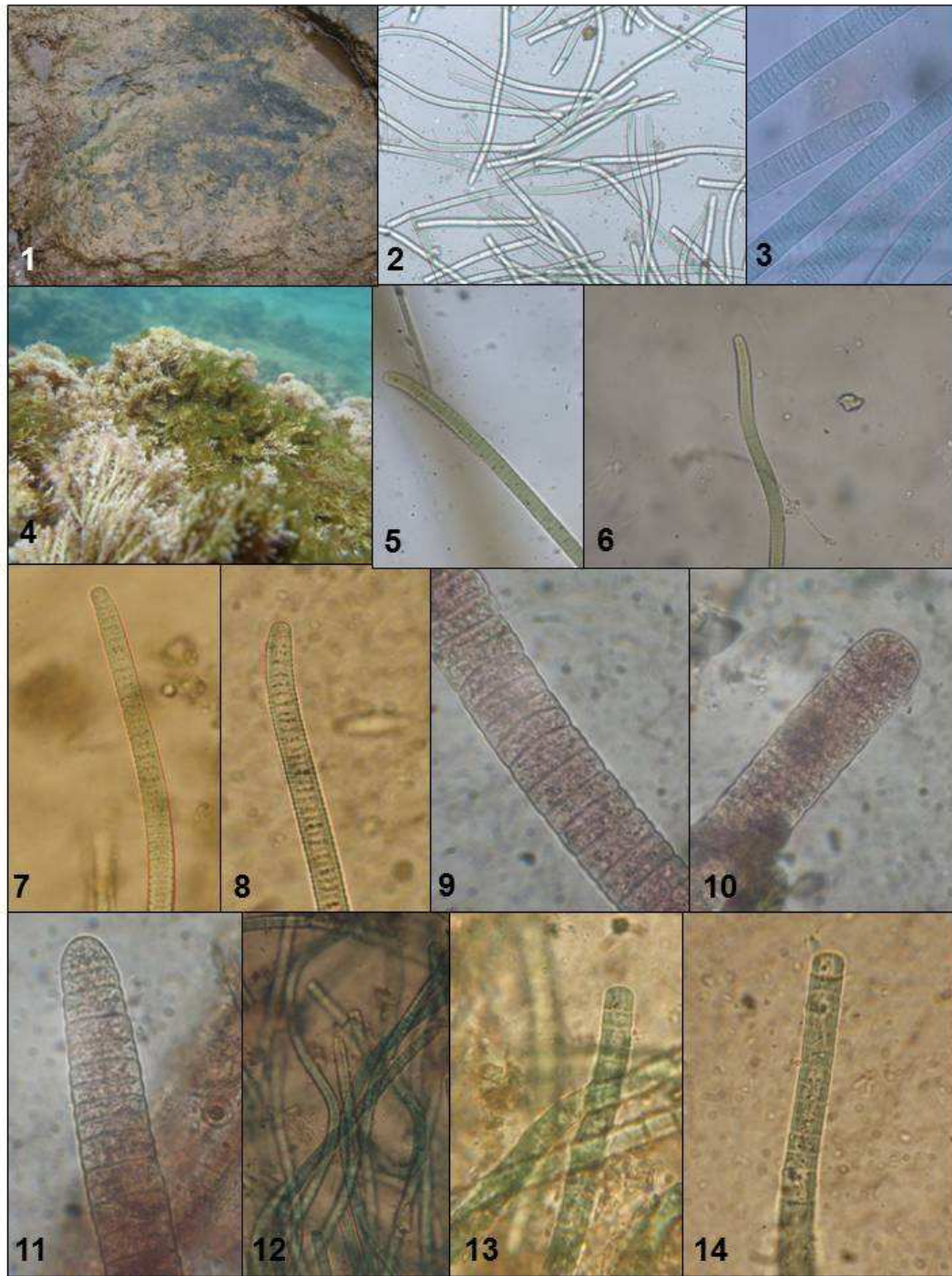


LÁMINA 14. 1-3. *Oscillatoria margaritifera*; 4-6 *Oscillatoria nigro-viridis*; 7-8 *Oscillatoria perornata*; 9-11 *Oscillatoria pulchra*; 12-14 *Oscillatoria rupicola*.

ORDEN PHORMIDIALES

Familia Borziaceae Borzi 1914

Tricomas solitarios o reunidos en grupos numerosos formando tapetes muy tenues. Tricomas relativamente cortos (hasta 80 células), de aspecto moniliforme e indivisos. Vainas ausentes. Ocasionalmente se puede presentar una tenue e inconspicua envuelta mucilaginosa. Células cilíndricas, esféricas o claramente toneliformes, con relación anchura/longitud variable. Células apicales redondeadas, cónico-redondeadas, sin caliptra. Reproducción por desintegración de los tricomas en hormogonios u hormocistes sin formación de necridios. Tilacoides de ordenación radial o en fascículos paralelos en todo el volumen celular.

Originalmente esta familia sólo incluía el género *Borzia*. Actualmente incluye además el género *Komvophoron*, *Sinaiella* y *Yonedaella*, estos dos últimos monoespecíficos. La familia está confirmada molecularmente.

Komvophoron Anagnostidis et Komárek 1988

Tricomas solitarios u agregados en gran numero mezclados con otras algas o formando tapetes mucilagosos. Tricomas rectos o ligeramente ondulados o arqueados. Tricomas cortos (650 micras), moniliformes, con claras constricciones en pared celular. Tricomas isopolares, no atenuados. Células esféricas o toneliformes, hasta 10 micras de ancho. Célula apical redondeada o cónica.

Muy próximo al género *Borzia* del que se separa por la morfología de las células y la estructura de los tricomas. Constituye un género poco conocido y las diferentes especies presentan probablemente requerimientos ecológicos y áreas de

distribución limitadas. En Europa actualmente se pueden reconocer hasta 13 especies.

Komvophoron cf bourrellyi Turon et al, 1991 (Lámina 15, fotos 1-3).

Tricomas muy enmarañados, rectos o flexuosos, de aspecto arrosariado, cortos. Células algo más anchas que largas o (raro) isodiamétricas o más largas que anchas. Paredes celulares claramente con constricciones. Células apicales redondeadas. Dimensiones: células 1-3(4) x 1,5-3 micras. Tapetes finos, de color rojo-rosado, formando un fieltro continuo muy delicado

Ecología: tapetes mesolitorales epilíticos. Solo se ha observado durante la primavera y el otoño, donde presenta un desarrollo abundante.

Localidades: Villaricos (GDA-F4076; GDA-F4077; GDA-F4081; GDA-F4084; GDA-F4085; GDA-F4086; GDA-F4196).

Los caracteres morfológicos observados en nuestras poblaciones se asemejan y coinciden con los descritos por Turon *et al.*, (1991) para *Komvophoron bourrellyi*. Esta especie solo se conoce de las costas mediterráneas españolas epifita sobre ascidias. El hecho de que no se hayan podido corroborar los caracteres ultraestructurales de nuestras poblaciones así como que éstas se desarrollen de forma epilítica en la zona intermareal, nos sugiere no asignar definitivamente nuestras poblaciones a esta especie hasta que posteriores estudios lo puedan confirmar, lo que supondría una mayor amplitud ecológica para la misma.

Familia *Phormidiaceae* Anagnostidis & Komárek 1998

Filamentos generalmente isopolares, solitarios o en grupos formando tapetes postrados. Vainas ausentes o presentes y en este caso con distinto grado de desarrollo, generalmente abiertas en sus extremos e hialinas, estratificadas o no.

Falsas ramificaciones muy raras, ocasionalmente (facultativa) en géneros con vaina, obligatoria en *Pseudophormidium*. Tricomas rectos o variadamente helicoidales con paredes celulares lisas o constrictas. Células isodiamétricas o algo mas largas o cortas que anchas. Con o sin caliptra. Heterocistes y acinetos siempre ausentes. Emparentada con formas cocoides (*Chroococales*) (Komárek & Astovsky 2003) con ordenación radial de los tilacoides (a veces agrupados en zonas perisféricas). Tricomas entre 3-15 micras con vainas facultativas. La formación de hormogonios se lleva a cabo mediante necridios. Las células crecen hasta su tamaño original antes de la próxima división.

La familia adquiere el status taxonómico a partir de la revisión de Anagnostidis & Komárek (1998) para incluir al género *Phormidium*, hasta entonces incluido en la heterogénea familia *Oscillatoriaceae*, diferenciado por presentar células isodiamétricas y un patrón de división celular característico. Actualmente la familia queda dividida en dos grandes grupos en base a la presencia de tricomas solitarios (*Phormidioideae*) o varios tricomas reunidos en una vaina (*Microceleoideae*). La familia incluye actualmente 16 géneros de los que algunos de ellos no tienen representación en Europa y otros como *Trichodesmium*, *Phormidium* o *Microcoleus* tienen una buena representación en las costas europeas.

Arthrospira Stitzenberger ex Gomont, 1892

Tricomas solitarios planctónicos o formado finos tapetes de color variable. Tricomas cilíndricos o en ocasiones atenuados hacia los ápices. Tricomas espiralados. Tricomas con o sin constricciones, pero éstas muy leves. Células generalmente isodiamétricas o algo mas cortas que anchas. Célula apical redondeada o cónica, en ocasiones con caliptra o engrosamiento en la pared celular. Vainas ausentes.

Arthrospira miniata (Hauck) Gomont 1892 (Lámina 15, fotos 4-7).

Tricomatos agrupados en haces según eje longitudinal, fuertemente empaquetados y entrelazados, a modo de cuerda. Vainas ausentes. Haces y tricomas largos y rectos. Tricomatos de contorno ondulado, espiralado muy laxamente, atenuados hacia los extremos, de color rosáceo, rojizo. Células rectangulares, más largas que anchas. Contactos celulares traslucidos, sin constricciones. Célula apical atenuada y algo puntiaguda, más raramente redondeada claramente alargada. Citoplasma homogéneo, en ocasiones levemente keritomizado. Dimensiones: filamentos 14-16 micras de diámetro; tricomas 0.6-2.4 ($\times=2.07$) micras de diámetro; células 5.4-10 ($\times=6.42$) micras de longitud; célula apical: hasta 18 micras. Talo filamentos formando mechones o tufos de color rojo vivo.

Ecología: Infralitoral, epifito sobre *Asparagopsis taxiformis*, entre -7 y -9 metros. En invierno.

Localidad: La Herradura (GDA-F4430).

Distribución. Se conoce de las costas del mediterráneo, este de la India y Japón. En España ha sido citada por Miranda (1931) y Valenzuela Miranda (2001) para el litoral cantábrico, y por Guillerme *et al.*, (1994) en el puerto de Vigo. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Nuestras poblaciones se caracterizan por el desarrollo de haces de tricomas de un color rojo-rosado aparente lo que se puede justificar a un fenómeno de adaptación cromática ya que nuestras poblaciones se desarrollan en ambientes más esciáfilos a los que los descritos hasta el momento para esta especie, la cual se ha observado en el nivel mesolitoral (Umezaki, 1961; Valenzuela Miranda, 2001;)

Microcoleus Desmazières ex Gomont 1892*Arturoa* Gonzalez-Guerrero 1951*Vaginaria* Gray, 1821

Filamentos solitarios o reunidos en gran número en tapetes. Vaina gelatinosa, hialina y homogénea (no estratificada) y usualmente difusa. Entre 2-3 a numerosos tricomas encerrados en la vaina. Tricomas fuertemente empaquetados, ordenados paralelamente hasta irregularmente entrelazados unos con otros. Tricomas cilíndricos, usualmente atenuados. Células usualmente isodiamétricas. Célula apical cónica.

Según Komárek et Anagnostidis (2005), las especies actualmente incluidas en este género, con tricomas muy estrechos y con células siempre claramente más largas que anchas y con pequeño número de tricomas por vaina probablemente deban de agruparse en un género especial de *Schizothrichaceae*.

Actualmente el género incluye algo más de una veintena de especies dos de las cuales son habituales en los ambientes marinos de las costas de Europa.

Microcoleus lacustris (Rabenhorst) Farlow ex Gomont 1892 (Lámina 15, fotos 8-12; Lámina 27, foto 8).

Tricomas densamente empaquetados y entrelazados según eje longitudinal, forman haces o paquetes reunidos en una vaina común, hialina, densa y amorfa y de margen bien delimitado. Vaina de anchura variable, suele acumular restos de materia orgánica. Filamentos rectos o curvados con los extremos generalmente abiertos. Ocasionalmente pueden aparecer algo atenuados. Tricomas rectos, con células más largas que anchas. Constrictiones celulares no muy aparentes. Célula apical cónico-redondeada. Dimensiones: tricomas 4-6 micras de ancho; células 4-7 micras de longitud; vainas entre 5 a 20-30 micras de grosor. Tapetes densos y

compactos pero poco consistente y fácilmente separables del sustrato, de color verde claro intenso.

Ecología: sobre paredes rezumantes con continuo aporte de agua y en bordes de charcas estacionales.

Localidades: Maro (GDA-F4229; GDA-F4232); Roquetas (GDA-F4093).

Distribución: Se conoce de Estados Unidos, Brasil, África y centro Europa, Australia e India. Citada para la Península Ibérica por Aboal (1988) y Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

***Phormidium* Kützing ex Gomont 1892**

Hypheothrix (Gomont ex Gomont) Kirchner, 1898

Cirrosiphon Duvigneaud et Symoens, 1949

Filamentos generalmente formando tapetes micro o macroscópicos, de distinta

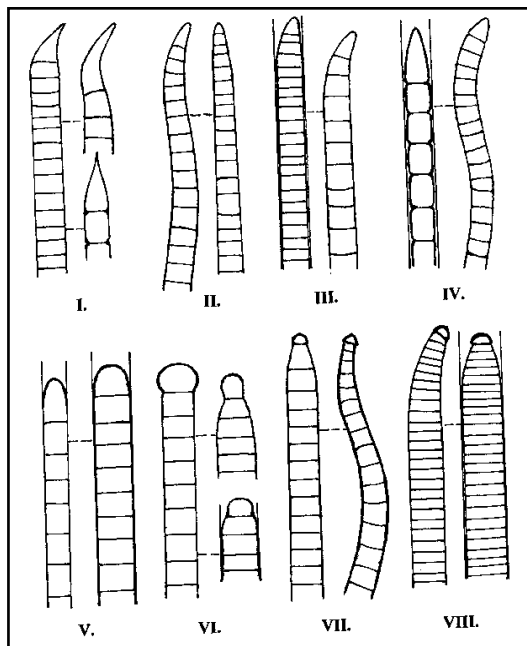


Figura 2. Diferenciación de los diferentes grupos de *Phormidium* según la morfología de la célula apical y extremo final de los tricomas. Estos caracteres resultan críticos a la hora de identificar a nivel específico a los representantes del género. (Según Komárek et Anagnostidis, 2005).

consistencia sobre distintos tipos de sustratos. Vainas facultativas en función de diversos factores. Cuando se desarrollan engloban un único tricoma. Tricomas isopolares, rectos, sinuosos u ondulados, entre 2-14 micras de ancho. Tricomas uniseriados nunca ramificados. Células cilíndricas a toneliformes, isodiamétricas o algo más cortas o largas que anchas. Paredes celulares con o sin constricciones.

Tricomas no atenuados, pueden aparecer curvados hacia los ápices.

Célula apical con diversa morfología.

Heterocistes y acinetos ausentes. Formación de hormogonios con ayuda de necridios.

Las diferentes especies del género se desarrollan formando tapetes bentónicos de diferente aspecto y consistencia. Raramente aparecen formas solitarias.

En general el género presenta una gran variabilidad en relación a las características morfológicas y probablemente resulte el más complicado desde un punto de vista taxonómico de todas las cyanoprokariotas. El género incluye numerosos morfotipos y formas de transición, de forma que para ayudar a la identificación de las más de 200 especies reconocibles actualmente, el género se divide en 8 grupos sin categoría taxonómica los cuales se diferencian por la morfología de la célula y extremo apical de los tricomas (figura 2). La identificación a nivel específico pasa por la observación de la célula apical de tricomas con un buen desarrollo (tricomas maduros, no fragmentados).

A continuación se ofrece unas claves para la identificación de las especies de *Phormidium* tratadas en la presente Memoria.

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Tricomas con constricciones..... | 2 |
| 1'. Tricomas sin constricciones..... | 4 |
| 2. Tricomas atenuados..... | 3 |
| 2'. Tricomas no atenuado. 5-9 micras..... | <i>P. gracile</i> |
| 3. Célula apical cónica. Tricomas con vaina. 5-7 micras..... | <i>P. holdenii</i> |
| 3'. Célula apical redondeada. Tricomas sin vaina. 5-7 micras... | <i>P. formosum</i> |
| 4. Con cofia. Células discoidales..... | <i>P. cf. uncinatum</i> |
| 4'. Sin cofia. Células isodiamétricas o cilíndricas..... | 5 |
| 5. Célula apical atenuada, alargada y puntiaguda..... | <i>P. acuminatum</i> |
| 5'. Célula apical redondeada..... | 6 |
| 6. Tricomas y tapetes rojos. Tricomas atenuados..... | <i>P. subuliforme</i> |
| 6'. Tricomas verdes, no atenuados..... | 7 |
| 7. Células más largas que anchas. Tricomas 4-6 micras..... | <i>P. corium</i> |
| 7'. Células isodiamétricas. Tricomas 5-8 micras..... | <i>P. crassior</i> |

Phormidium acuminatum (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 15, fotos 13; Lámina 16, fotos 1-7).

Oscillatoria acuminata Gomont 1892

Oscillatoria animalis sensu Borge 1906

Tricomas con célula apical puntiaguda, alargada y curvada levemente atenuados en el ápice (grupo I). Tricomas rectos o claramente curvados y flexuosos, agrupados en gran número formando una maraña y muy entrelazados unos con otros. Células generalmente más largas que anchas (cilíndricas) y menos frecuente isodiamétricas. Célula apical atenuada, muy alargada, cónica, curvada o arqueada, a veces algo sigmoidal o redondeada. Citoplasma con gránulos (inclusiones) bien visibles. Dimensiones: tricomas (2.5)3-5(6) micras de ancho; células 3-5 micras de longitud. Tapete compacto y fino, de color verde más o menos intenso. Fácilmente desmoronable al cogerlo.

Ecología: Sobre sustrato limoso-fangoso. Asociada a zonas con hidrodinamismo o en el fondo de pequeñas cubetas y siempre con una elevada temperatura del agua.

Localidades: Villaricos (GDA-F4076; GDA-F4080; GDA-F4083; GDA-F4140; GDA-F4145; GDA-F4146; GDA-F4148; GDA-F4149; GDA-F4150; GDA-F4151; GDA-F4187; GDA-F4188; GDA-F4196).

Distribución: Se trata de una especie ampliamente distribuida. En España ha sido citada por Aboal (1988, 1996). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Se ha observado una gran variabilidad en relación a la morfología de la célula apical.

Se trata de una especie asociada a ambientes termales. Su presencia en esta localidad puede estar relacionada con la elevada temperatura que presenta el agua derivada de la actividad industrial.

Phormidium corium Gomont 1892 (Lámina 16, fotos 8-10).

Lyngbya corium (Agardh) ex Hansgirg 1892

Lyngbya paulistana Senna 1983

Phormidium corium f. *woronichiniana* Elenkin 1949

Phormidium corium f. sensu Anagnostidis 1961

Tricomas largos y flexuosos, muy enmarañados. Cilíndricos y sin constricciones a nivel de las paredes celulares. Vaina muy tenue y fina, poco perceptible, hialina. Célula apical redondeada (grupo V). Células entre isodiamétricas a ligeramente más largas que anchas. Citoplasma muy granuloso. Dimensiones: tricomas 4-6 micras de ancho; células 6-8 micras de longitud. Tapetes densos de color verde oscuro sobre fango compactado.

Ecología: Intermareal. Subaerofítico.

Localidad: Rota (GDA-F4340; GDA-F4341; GDA-F4343; GDA-F4344).

Distribución: Aunque se trata de una especie cosmopolita y con amplia valencia ecológica los registros de zonas salobres y litorales resultan problemáticos (Komárek et Anagnostidis, 2005). Citado en España Calvo *et al.*, (1999), Peña & Bárbara (2002), Bárbara *et al.*, (2003), Bárbara *et al.* (2005) y Díaz-Tapia & Bárbara (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Phormidium crassior (Behre) Anagnostidis 2001 (Lámina 16, fotos 11-14).

Lyngbya allorgei Frémy f. *crassior* Behre

Tricomas isopolares con célula apical redondeada (grupo V). Tricomas largos, rectos o curvados, flexuosos, muy enmarañados unos con otros. Vaina, muy fina y tenue, hialina, muy poco perceptible. Células más largas que anchas y menos frecuente isodiamétricas. Sin constricciones (visibles) en pared celular. Célula apical redondeada, raramente cónico-redondeada. Citoplasma finamente granular, ocasionalmente con inclusiones granulares bien visibles. Dimensiones: tricomas 5-8

micras de diámetro; células 2-3,5 micras de longitud. Tapetes compactos de aspecto afieltrado, aterciopelado, de color verde más o menos intenso.

Ecología: Mesolitoral. Tapetes epilíticos.

Localidades: Caleta de Vélez (GDA-F4273; GDA-F4282); Fuengirola (GDA-F4263).

Distribución: citado en España (*Lyngbya allorgei f. crassior*) por Álvarez-Cobelas & Gallardo 1988. Aunque inicialmente fue descrita en ambiente continentales (Komárek et Anagnostidis, 2005) se trata, junto a *Phormidium .gracile* (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis y *Phormidium bulgaricum* (Komárek) Anagnostidis et Komárek de una especie propia de ambientes marinos y salobres de este grupo V de *Phormidium*. Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Phormidium formosum (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 16, foto 8-14).

Oscillatoria formosa Bory ex Gomont 1892

Oscillatoria mougeotii Bory ex Gomony 1892

Tricomas levemente atenuados y curvados en los ápices. Célula apical redondeada, cónica o cilíndrica, y curvada (grupo III). Células isodiamétricas o casi con citoplasma homogéneamente granular y ocasionalmente con grandes gránulos en forma de inclusiones. Paredes celulares con constricciones. Sin vaina. Dimensiones: células: 5-7 x 3-7 micras. Tapetes densos de color verde.

Ecología: tapetes epilíticos en el fondo de cubetas mesolitorales e infralitorales, episánmicos en lagunas temporales interiores.

Localidad: Villaricos (GDA-F4078; GDA-F4140; GDA-F4145; GDA-F4146; GDA-F4148; GDA-F4151; GDA-F4190); Roquetas (GDA-F4027; GDA-F4155; GDA-F4156); Rota (GDA-F4342).

Distribución: Se trata de una especie ampliamente distribuida, posiblemente cosmopolita. Citado para España por Aboal & Llimona (1984b), Aboal (1988) y Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Phormidium gracile (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis 2001 (Lámina 17, fotos 1-6).

Lyngbya gracilis [Meneghini ex Rabenhorst] ex Gomont

Tricomas cilíndricos con célula apical redondeada (grupo V). Vaina no observada. Células isodiamétricas o algo más cortas que anchas. Paredes celulares con constricciones (diferenciables solo a gran aumento). Células con citoplasma homogéneo, finamente granulado. Dimensiones: tricomas 5-9 micras de diámetro; células 3-6 micras de longitud. Tapetes filamentosos de color rojo vivo a rosáceo. Ecología: Tapetes infralitorales sobre fondo de arena (-17 metros profundidad). Epífita sobre *Stypocaulom scoparium* y *Aglaophenia pluma* (Linnaeus, 1758) entre 6-9 metros profundidad.

Localidades: La Herradura (GDA-F4431); Maro (GDA-F4303).

Distribución: Se trata de una especie ampliamente distribuida. Citada para España por Veiga *et al.*, (1998). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

En nuestras poblaciones no se ha podido poner de manifiesto la presencia de vaina. Debido a la coincidencia del resto de caracteres diagnósticos así como el hábitat y el carácter facultativo de la vaina se ha optado por asignar nuestras poblaciones a esta especie. Si bien la vaina es un carácter diacrítico en ciertas especies, su presencia está condicionada por factores ambientales (Komárek et Anagnostidis, 2005). Probablemente las particulares condiciones ambientales donde se desarrollan nuestras poblaciones hagan innecesaria dicha estructura.

Phormidium holdenii (Forti) Anagnostidis 2001 (Lámina 18, fotos 1-3).

Lyngbya subtilis Holden 1904

Lyngbya holdenii Forti in de Tori 1907

Tricomas solitarios, rectos, ligeramente atenuados hacia el ápice y con célula apical cónica (grupo IV). Tricomas de color azul pálido. Células isodiamétricas con claras

constricciones en la pared celular. Vaina desde fina y poco visible hasta claramente desarrollada y estratificada, hialina. Dimensiones: tricomas 5-7 micras de diámetro; células (3)6-7 micras de longitud.

Ecología: Mesolitoral. Epilítica. Aparece mezclada con otras especies, sin formar tapetes claramente individualizados. Especie propia de ambientes marinos.

Localidades: Terreros (GDA-F4375; GDA-F4376; GDA-F4379; GDA-F4381).

Distribución: Norteamérica, costa oeste del pacífico, mar Negro y costas atlánticas de Europa. Sin datos sobre su presencia en España.

Phormidium subuliforme (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

(Lámina 18, fotos 4-13; Lámina 19, fotos 1-3; Lámina 26, foto 1).

Oscillatoria subuliformis rosea Kützing ex Gomont 1892

Oscillatoria brevis sensu Sant'Anna 1995

Tricomas de color rosáceo, largos y curvados, atenuados hacia los ápices y célula apical redondeada y atenuada (grupo II). Vainas observadas muy esporádicamente, no comunes. Células más o menos isodiamétricas o algo más largas que anchas. Sin constricciones, o si éstas aparecen son muy débiles e inconspicuas. Citoplasma homogéneo o con prominentes gránulos. Dimensiones: tricomas 4-7 micras de diámetro; células 4-8 micras de longitud. Células apicales hasta 10,7 micras longitud. Tapetes de color rojo vivo.

Ecología: Infralitoral, epifito sobre macroalgas y esqueletos calcáreos. Sobre *Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux (-15m), sobre *Leptogorgia sarmentosa* (Esper, 1789) (-25m), sobre *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing (-15m) y *Salmacia* sp (-25m).

Localidad: Villaricos (GDA-F4346); Maro (GDA-F443); Torre de la Sal (GDA-F4370; GDA-F4442).

Distribución: Probablemente se trate de una especie de distribución común, presente en las costas de Francia, Inglaterra, oeste del Mar Egeo y costas de Grecia.

Citado para España (Islas Canarias) por Haroun *et al.* (2002, 2003) y por Bárbara *et al.*, (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

El color rosáceo de los tricomas y el intenso color rojo de los tapetes observado en nuestras poblaciones difieren del color característico de *P. subuliforme*, con tapetes de color verde oscuro y tricomas verde-amarillo o verde-azul pálido. Este hecho podría responder a un fenómeno de adaptación cromática, habitual en otras cyanoprokariotas, y no observado hasta ahora para esta especie.

Phormidium cf uncinatum Gomont ex Gomont 1892 (Lámina 19, foto 4-11).

Tricomas agrupados y muy entremezclados formando una maraña, normalmente ordenados paralelamente. Tricomas cilíndricos, rectos, en ocasiones con extremos algo atenuados (últimas células) y curvados. Vainas no observadas. Tricomas sin constricciones. Células apicales algo atenuadas. Célula apical con caliptra (hemisférica). Células más cortas (entre 2-3 veces) que anchas. Dimensiones: tricomas (4)5-7(8) micras de diámetro; células 1,5-3,5 micras de longitud; caliptra 2,5-4 micras de diámetro. Tapetes verdes, de color intenso.

Ecología: paredes rezumantes eutróficas. Tapetes sobre cúmulos de sedimento. Epilítica, en ambientes claramente marinos

Localidades: Villaricos (GDA-F4186); Maro (GDA-F4232; GDA-F4333; GDA-F4234; GDA-F4235; GDA-F4239; GDA-F4244; GDA-F4245; GDA-F4246); Fuengirola (GDA-F4263).

Distribución: ampliamente distribuida, cosmopolita.

Las características morfológicas de nuestras poblaciones coinciden en gran parte a las descritas para *Phormidium uncinatum* del grupo VIII donde la principal característica de relevancia taxonómica para separarlo de las especies del grupo VII es la presencia de células claramente más cortas que anchas. De otra parte, si bien *P. uncinatum* presenta una distribución eminentemente en aguas dulces, no se

descarta la posibilidad de su presencia en ambientes salobres y marinos (Anagnostidis & Komárek, 2005) lo que quedaría confirmado con nuestras observaciones.

Hay que señalar que según estos mismos autores este grupo de *Phormidium*, debido a sus características morfológicas (tricomas anchos y células discoidales), estaría más vinculado a la familia *Oscillatoriaceae* donde deberían ser incluidos.

Planktothrix Anagnostidis et Komárek 1988

Oscillatoria sec. *Prolificae* Gomont 1892

Tricomas solitarios, cilíndricos, a veces ligeramente atenuados hacia los extremos, rectos o ligeramente curvados u ondulados, con paredes celulares lisas o muy débilmente constrictas. Tricomas entre 3-12 (15) micras de diámetro. Vainas ausentes o débilmente desarrolladas bajo condiciones subóptimas. Células cilíndricas, raramente toneliformes, isodiamétricas o más cortas que anchas. Vacuolas de gas repartidas de manera uniforme por todo el citoplasma. Célula apical redondeada o cónico-atenuada, en ocasiones con caliptra o con engrosamiento de la pared celular. Especies planctónicas. Desde un punto de vista ecológico algunas de sus especies son potencialmente tóxicas.

Originalmente las especies de *Planktothrix* se incluían en el género *Oscillatoria* del que se separaron en base a caracteres fenotípicos, ultraestructurales y tipo de vida. Actualmente el género está confirmado con bases moleculares si bien la identificación interespecífica dentro del mismo resulta dificultosa. Una revisión a este respecto se ha llevado a cabo por Komárek & Komárkova (2004). Actualmente se reconocen 13 especies dentro del género la mayoría de ellas presentes en Europa.

Planktothrix suspensa (Pringsheim) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 19, fotos 12-13).

Oscillatoria agardhii Gomont var. *suspensa* Pringsheim 1965

Tricomas solitarios, rectos, en ocasiones curvados y algo flexuosos, no atenuados. Célula apical redondeada. Células más o menos isodiamétricas, sin constricciones en pared celular. Diferenciación entre centro y cromotoplasma. Aerotopos presentes. Dimensiones: tricomas 2-4 micras de diámetro; células 3-5 micras de longitud.

Ecología: Plancton y en tapetes mixtos desecados sobre fondo de cubetas temporales.

Localidad: Roquetas (GDA-F4090; GDA-F4093; GDA-F4155).

Distribución: Europa (Italia), aunque posiblemente con una amplia distribución en zonas templadas. Sin datos sobre su presencia en España.

Se trata de una especie poco conocida, posiblemente con distribución cosmopolita y muy próxima a *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Komárek et Komárkova, 2004) la cual ha sido ampliamente citada tanto en Europa (incluida España) como Asia, Australia y América del Sur. Esta última especie se caracteriza por presentar tricomas atenuados y caliptra en la célula apical. En las poblaciones estudiadas en este trabajo en ningún caso se han observado estos caracteres, por lo que consideramos su inclusión en *Planktothrix suspensa* es más adecuada.

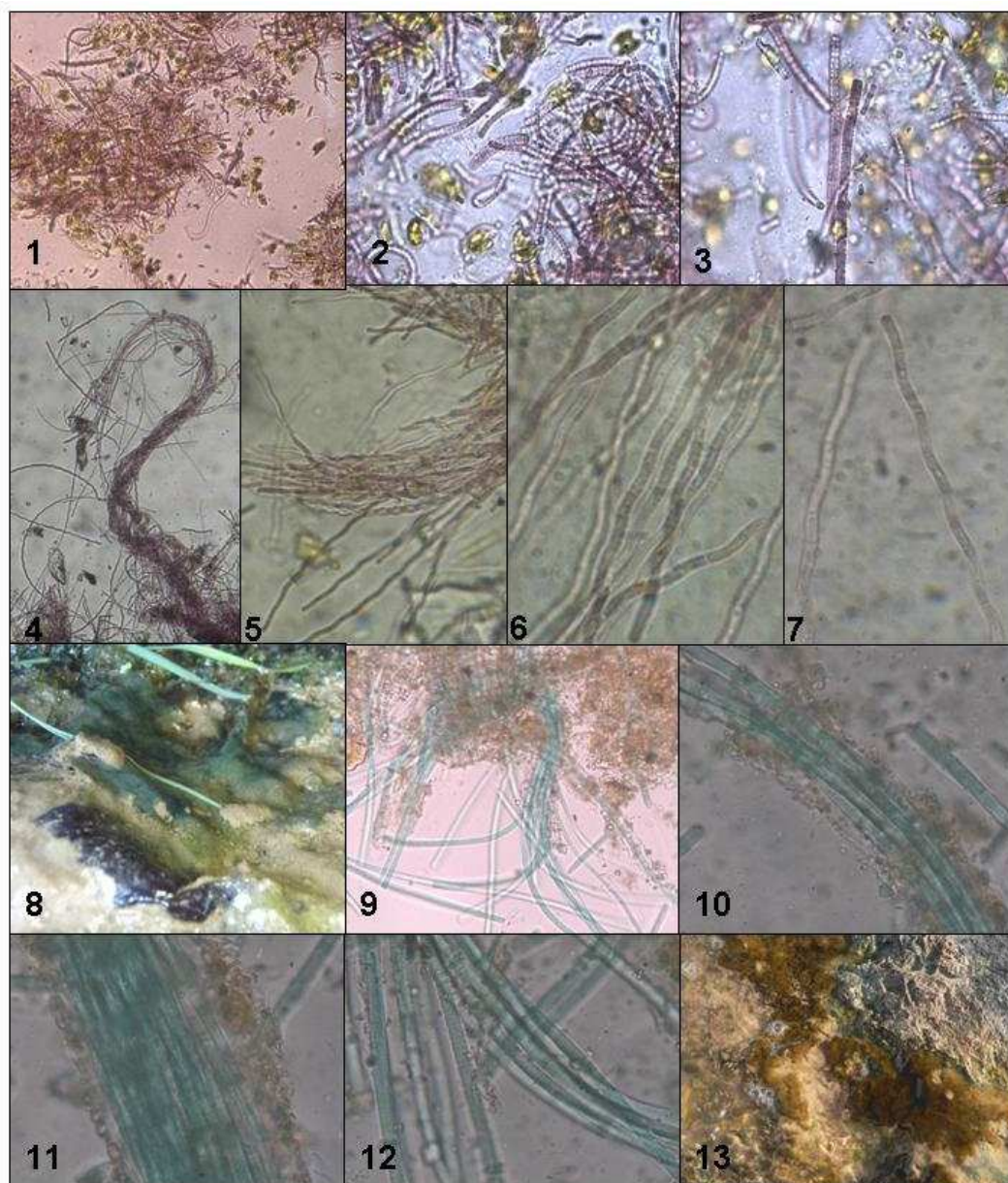


LÁMINA 15. 1-3 *Komvophoron cf. bourrellyi*; 4-7 *Arthrospira miniata*; 8-12 *Microcoleus lacustris*; 13 *Phormidium acuminatum*.

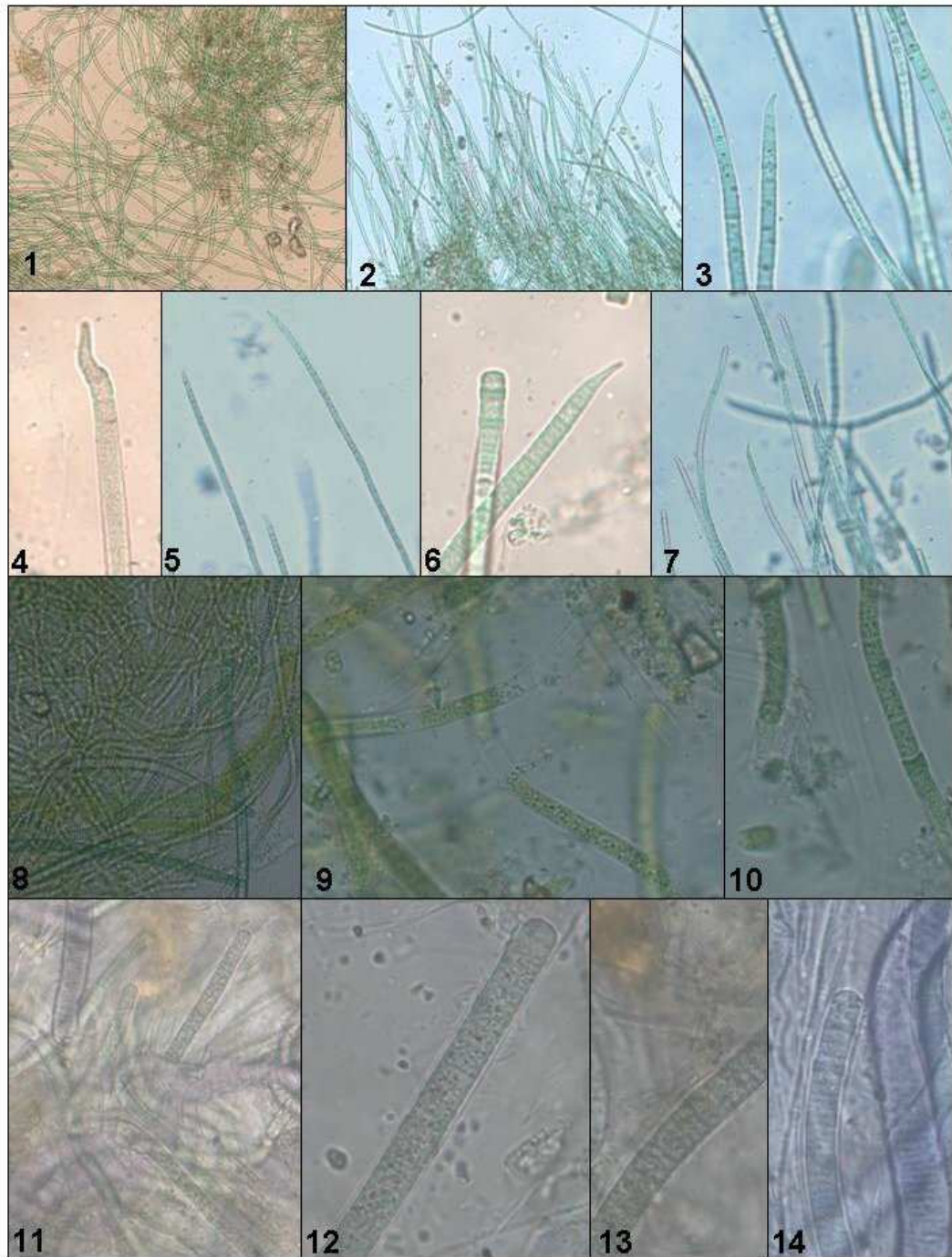


LÁMINA 16. 1-7 *Phormidium acuminatum*; 8-10 *Phormidium corium*; 11-14 *Phormidium crassior*.

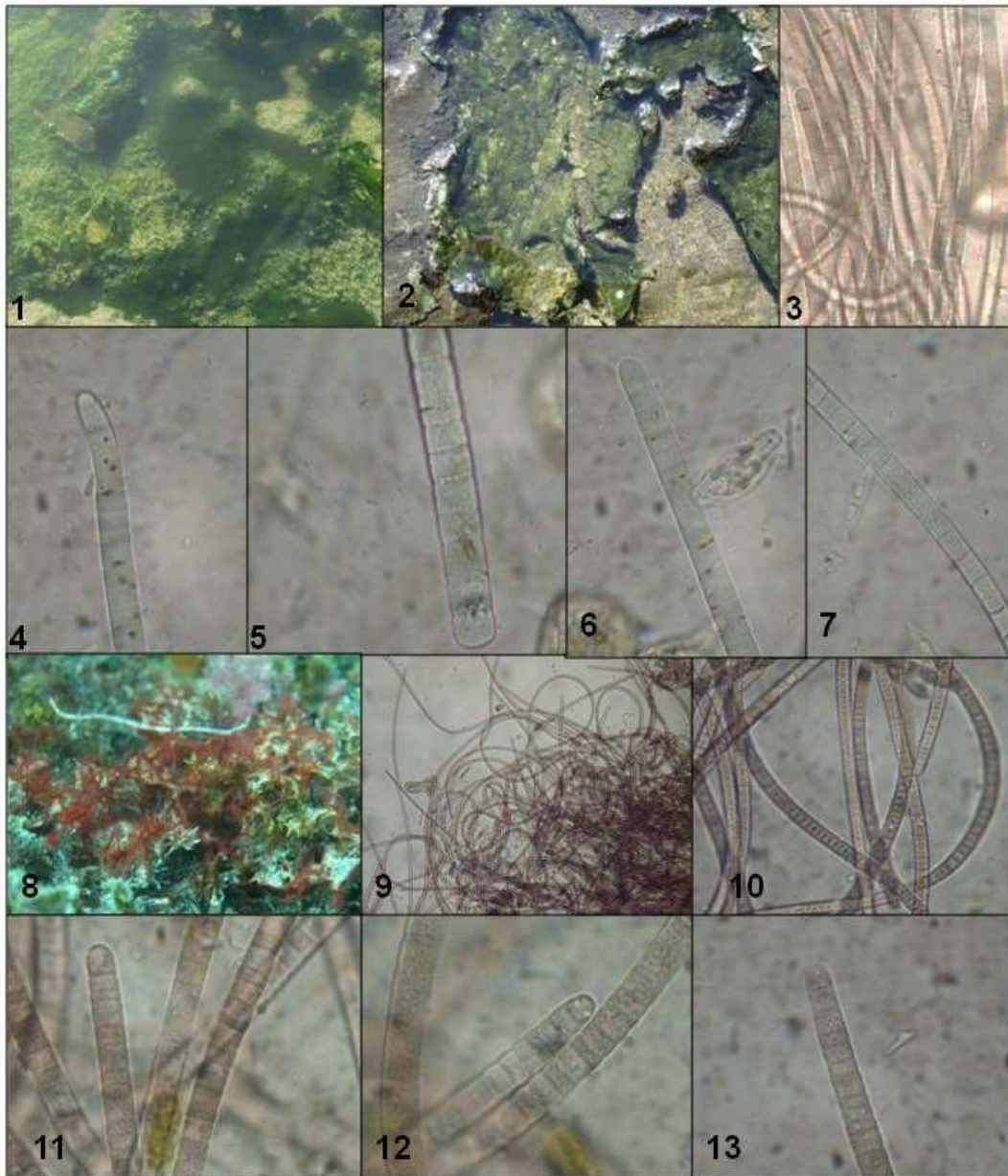


LÁMINA 17. 1-7 *Phormidium formosum* 8-13 *Phormidium gracile*.

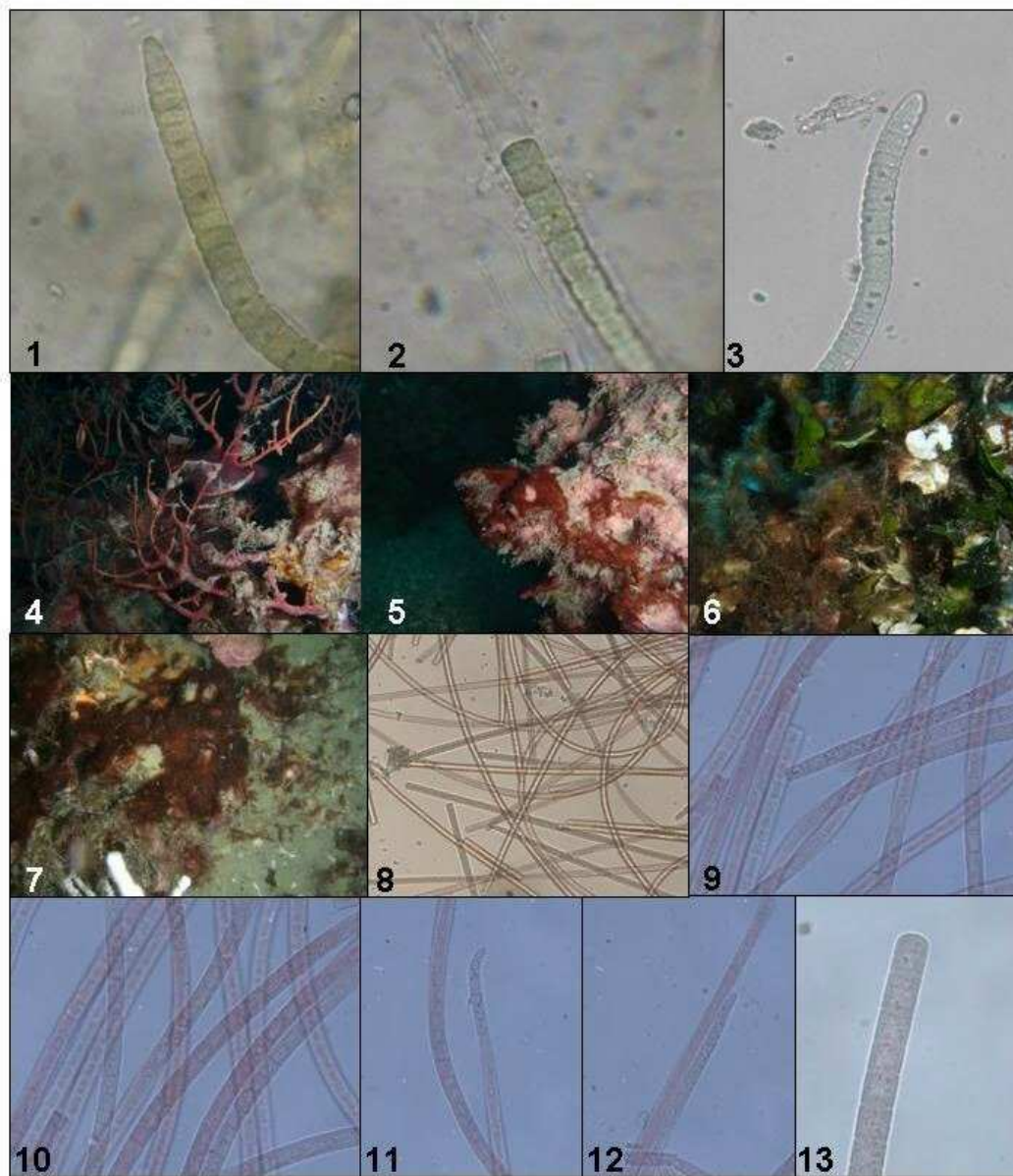


LÁMINA 18. 1-3 *Phormidium holdenii*; 4-13 *Phormidium subuliforme*.

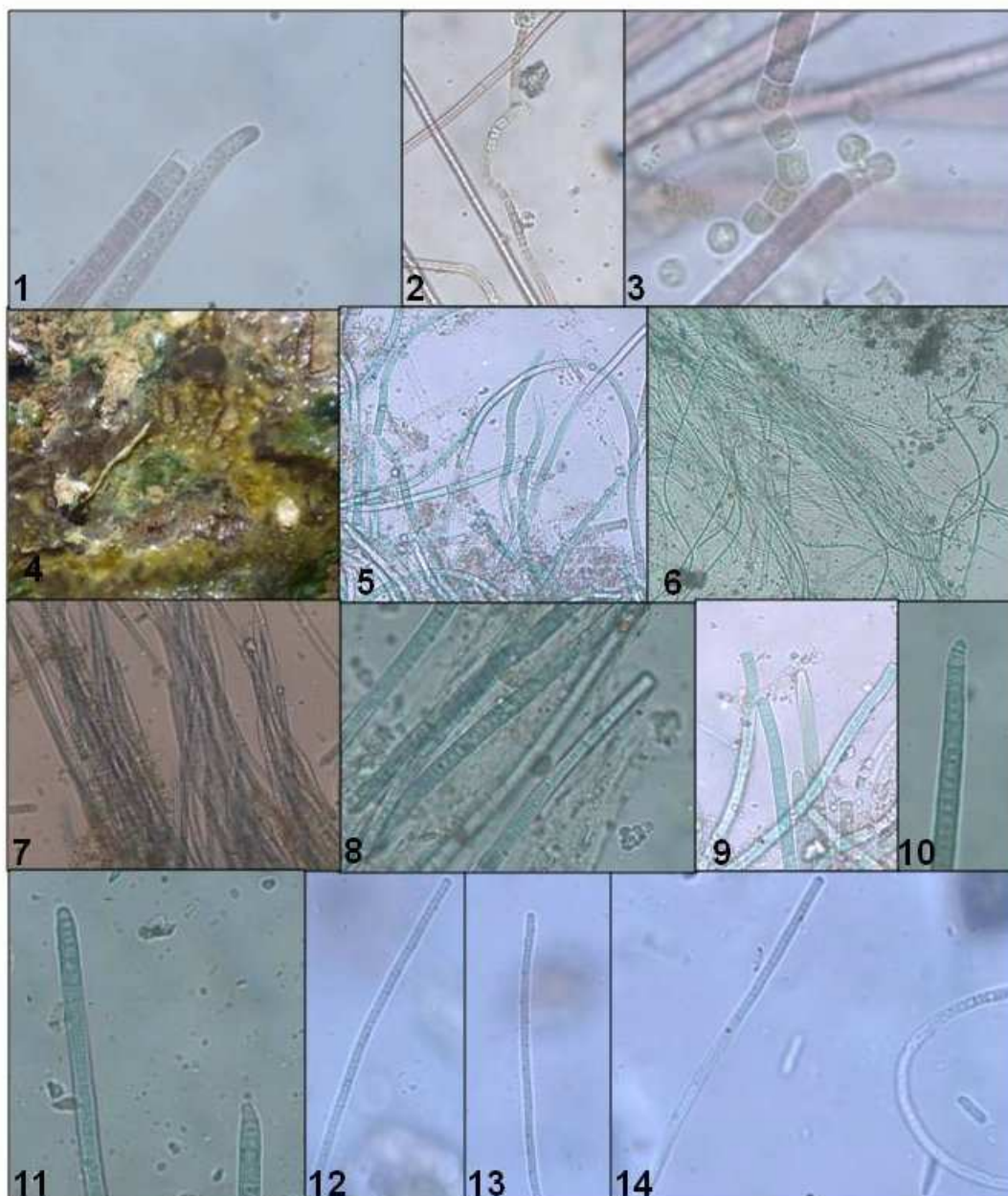


LÁMINA 19. 1-3 *Phormidium subuliforme*; 4-11 *Phormidium cf. uncinatum*; 12-14 *Planktothrix suspensa*.

ORDEN PSEUDANABAENALES

Familia *Pseudanabaenaceae* Anagnostidis & Komárek 1988

Tricomas cilíndricos, uniseriados, rectos, ondulados o claramente helicoidales, isopolares o heteropolares, por lo general inferiores a 4 micras de grosor. Solitarios o en grupos formando tapetes finos e inconspicuos. Vainas facultativas en ciertos géneros. Las células generalmente más largas que anchas. Células se dividen perpendicularmente a la longitud del tricoma. La desintegración de los tricomas no se lleva a cabo mediante necridios y generalmente poseen prominente granulación citoplasmática, probablemente acumulación de carotenos (Komárek, 2010). Heterocistes y acinetos ausentes. Pueden presentar cierta motilidad (ondulante, rotatoria).

Formas muy simples, muy emparentadas con formas cocoides (*Synechococcales*) (Wilmotte & Golubic, 1991) con las que comparten la ordenación parietal de los tilacoides. Ambos grupos conforman un cluster homogéneo (Gene Bank, 2000; Komárek & Astovsky 2003).

La familia adquiere el status taxonómico a partir de la revisión de Anagnostidis & Komárek (1988) y junto con la familia *Schizothricaceae*, conforma el orden *Pseudanabaenales*. La familia *Pseudanabaenaceae* recoge una importante diversidad taxonómica, donde se incluyen actualmente 14 géneros los cuales se agrupan en cuatro grandes grupos en función de la estructura y morfología del tricoma, desarrollo o no y tipo de envuelta o vaina y tipo de hábitat. Entre los diferentes géneros se encuentran algunos como *Pseudanabaena*, *Leibleinia*, *Heteroleibleinia*, *Geitlerinema*, *Limnothrix* o *Spirulina*, los cuales adquieren buena representación en el medio marino.

Geitlerinema (Anagnostidis et Komárek) Anagnostidis 1989
Phormidium subgenus *Geitlerinema* Anagnostidis et Komárek 1988

Tricomas raramente solitarios, comúnmente reunidos en tapetes finos y delicados sobre distintos tipos de sustratos. Ocasionalmente reunidos en fascículos. Tricomas cilíndricos, rectos o en ocasiones ligeramente ondulados, con extremos ligeramente atenuados y con los ápices opuestamente curvados o arqueados, entre 1-4 micras de diámetro. Tricomas con gran motilidad, con intenso desplazamiento en según eje longitudinal acompañado o no de un movimiento de rotación en sentido horario o antihorario, oscilante o circular. Vainas ausentes. Células más largas que anchas, sin constricciones o muy ligeras (raro). Célula apical variable, generalmente cónica o cónico-redondeada, curvada. Actualmente el género está confirmado por métodos moleculares.

El género comprende actualmente 15 especies las cuales originalmente fueron clasificadas dentro del género *Oscillatoria* (sec. *attenuata*). Tras la revisión de Anagnostidis y Komárek (1988) se transfieren al género *Phormidium* (subge. *Geitlerinema*, *Phormidiaceae*) y Anagnostidis (1989) le confiere el status genérico actualmente reconocido dentro de la familia *Pseudanabaenaceae*. Se trata de un género muy próximo a *Jaaginema* del que se separa únicamente por la intensidad del movimiento de los tricomas, principal característica diacrítica de *Geitlerinema*.

Geitlerinema cf exile (Skuja) Anagnostidis 1989 (Lámina 20, foto 1).

Tricomas solitarios con los ápices curvados en sentidos opuestos. Célula apical cónico-redondeada y levemente atenuada. Células ligeramente más largas que anchas o casi isodiamétricas, con contactos celulares débilmente marcados (constricciones). Dimensiones: tricomas 1-2 micras de diámetro; células 2-3,6 micras de longitud.

Ecología: Epilítica. Mesolitoral. En tapetes mezclada con otras cyanoprokariotas.

Localidades: Roquetas (GDA-F4027); Caleta de Vélez (GDA-F4272); Terreros (GDA-F4056; GDA-F4062; GDA-F4066).

Distribución: Suecia. Suráfrica (?). Sin datos sobre su presencia en España.

Las observaciones en relación a la morfología y dimensiones coinciden en gran medida con las descritas para esta especie. De otra parte, esta especie se ha citado en ambientes continentales muy particulares, si bien esta distribución tan restrictiva, general para la mayoría de las especies del género, es debida a que sólo se conocen a partir de sus descripciones originales (Anagnostidis, 1999). Silva & Pienaar (2000) citan *Geitrelinema cf exile* en el litoral de la costa de Sudáfrica, si bien Komárek & Anagnostidis (2005) indican que pueda tratarse de una especie diferente (genotipo diferente) a pesar de la semejanza morfológica con este taxon. Estas consideraciones nos hacen no asignar de forma definitiva nuestras poblaciones a *Geitlerinema exile*.

Heteroleibleinia (Geitler) Hoffmann 1985

Lyngbya sec *Heteroleibleinia* Geitler 1932

Filamentos solitarios o agregados en haces, perpendiculares al sustrato y fijos por uno de sus extremos y el otro libre. Vainas finas e hialinas. Tricomias cilíndricos. Células isodiamétricas o poco más largas o cortas que anchas, con o sin constricciones a nivel de la pared celular. Célula apical redondeada y sin caliptra.

Originalmente las especies de este género se clasificaron dentro del género *Lyngbya* (Sección *Heteroleibleinia*). Hoffman (1985) asigna el status genérico reconocido actualmente y Anagnostidis & Komárek (1998) lo incluyen dentro de la familia Homeothricaceae (Oscillatoriales). A partir de la revisión de Komárek & Anagnostidis (2005) el género se incluye dentro la familia *Pseudanabaenaceae* (*Heteroleiblenoideae*) Género muy próximo a *Leibleinia* (*Leiblenoideae*) del que se separa por su tamaño y filamentos heteropolares, con uno de sus extremos fijo al

sustrato. En Europa se reconocen alrededor de 14 especies, dos de las cuales son propias de ambientes marinos.

Heteroleibleinia infixa (Frémy) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 20, fotos 2-3).

Lyngbya infixa Frémy 1932

Filamentos reunidos en pequeños haces microscópicos en forma de pequeños tufos o mechones. Vainas muy tenues e hialinas. Tricomas (y filamentos) rectos y cilíndricos verde-azulados. Células más cortas que anchas. Célula apical redondeada. Paredes celulares con ligeras constricciones. Dimensiones: filamentos 2,4-4 micras de diámetro.

Ecología: Epilítica, mesolitoral. Filamentos entremezclados con otras cyanoprokariotas.

Localidades: Carboneras (GDA-F4089); Terreros (GDA-F4131).

Distribución: En Europa ampliamente distribuida en las costas atlánticas y mediterráneas de Francia, costa del mar Egeo en Grecia y costa oeste de Suecia. También citada en Japón, India y Marruecos. En España citada por Peña & Bárbara (2002), Bárbara *et al.* (2005), Haroun *et al.* (2002; 2003). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Esta especie habitualmente se describe de hábito epífita sobre distintas algas y cyanoprokariotas.

Leibleinia (Gomont) L. Hoffmann 1985

Lyngbya sect. *Leibleinia* Gomont 1892

Filamentos solitarios o en grupos, ondulados o curvados y de modo de vida epífita. Filamentos adheridos por toda su longitud o parte del mismo al sustrato. Vainas delgadas e hialinas. Células cilíndricas más largas que anchas.

Se trata de un género poco conocido en el que estudios ultraestructurales y moleculares son necesarios para poder clarificar su posición taxonómica. Actualmente existen dos grupos de especies dentro del género claramente diferenciables por su tamaño y disposición de los tilacoides (Komárek et Anagnostidis, 2005). El primer grupo comprende las especies con tricomas anchos (> 3 micras) y disposición radial de los tilacoides y representan un grupo de especies las cuales pueden ser clasificadas dentro de la familia *Phormidiaceae*. El segundo grupo comprende especies de pequeño tamaño con anchura máxima de los tricomas entre 2-3 micras y con ordenación parietal de los tilacoides, las cuales deben ser englobadas en la familia *Pseudanabaenaceae*. Aunque se trata de un grupo muy próximo morfológicamente a *Leptolyngbya*, los diferentes modos de vida y tipo de crecimiento sugiere la separación de ambos géneros.

Actualmente en Europa se pueden reconocer hasta siete especies del género en diversos tipos de ambientes, incluido el medio litoral marino.

Leibleina epiphytica (Hieronymus) Cómpera 1985 (Lámina 20, fotos 4-5).

Lyngbya epiphytica Hieronymus in Kirchner 1898

Filamentos solitarios isopolares, con fina vaina, hialina, y tricomas sin constricciones a nivel de paredes celulares transversas. Célula apical redondeada, sin caliptra ni engrosamiento. Filamentos muy estrechos, que se desarrollan con enrollamiento helicoidal según su eje longitudinal sobre filamentos de *Lyngbya*. Dimensiones: tricomas 0.6-1 micras de diámetro; células 2-3 micras de longitud.

Ecología: epifito sobre *Lyngbya confervoides* y *Lyngbya aestuarii* en ambientes intermareales.

Localidades: Terreros (GDA-F4065; GDA-F4059) y en Carboneras (GDA-F4088).

Distribución: Especie ampliamente distribuida, posiblemente cosmopolita. Sin datos sobre su presencia en España.

Las poblaciones observadas coinciden bastante bien con las características morfológicas de esta especie (Umezaki, 1955; Komárek & Anagnostidis, 2005), si bien se la ha citado normalmente para ambientes continentales. No obstante, también se ha citado en ambientes salobres y marinos pero según Komárek & Anagnostidis (2005) la presencia de este taxón en estos tipos de ambientes necesita ser revisada y confirmada. Dado que las observaciones morfológicas llevadas a cabo en nuestras poblaciones se ajustan a las de esta especie y el que se trate de una especie cosmopolita nos inclinamos a incluirla en este taxon, considerando que la falta de registros para ambientes marinos se pueda deber a la falta de conocimiento y estudio. De otra parte, se trata de un taxón muy próximo tanto a *Leptolyngbya rivulariarum* (Gomont) Komárek et Anagnostidis 1988 (especie de amplia distribución y que se desarrolla como endofítica o epifítica sobre otras cyanoprokariotas como *Rivularia*, *Nostoc*, *Hydrocoleum*, *Brachytrichia* y *Lyngbya aestuarii*) como a *Lyngbya pellucida* Umezaki 1955, descrita para áreas templadas de Japón y también epífita sobre diferentes especies de *Lyngbya*. Se trata en ambos casos de especies propias de ambientes marinos y que se separan casi exclusivamente en base al tamaño (ancho) de los tricomas. Los tres taxones comparten tanto el tipo de vida como los principales caracteres morfológicos (desarrollo de tricomas; relación L/W de las células; células apicales; tipo de vaina; o la ausencia de constricciones a nivel de las paredes celulares, entre otros) siendo la base para su separación el tamaño (ancho) de los tricomas.

En la tabla 10 se muestran las principales características morfológicas y ecológicas de las especies comentadas.

| | Diám. tricomas | Log. Células | Pared celular | Célula apical | Tricomas | Vaina | Habitat | Hospedador | Distribución |
|---|----------------|--------------|---------------|---------------|------------|----------|----------------------|--|----------------|
| <i>Leptolyngbya rivulariarum</i> | | | | | | | | | |
| Umezaki (1961) | 0,7-0,9 | 2-2,3 | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Epifita, Endofítica. | Hydrocoleum, Lyngbya, B achytrichia, Rivularia. | Cosmopolita |
| Komárek et al.(2005) | 0,7-0,8(1) | 2,3-3,2 | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Endofítica | Rivularia, Nostoc, Lyngbya, Chaetophora. | Cosmopolita |
| <i>Lyngbya pellucida</i> | | | | | | | | | |
| Umezaki (1961) | 1,5-2,4(3) | 1,3-4 | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Epifita, Endofítica. | Lyngbya spp. | |
| <i>Leibleinia epyphytica</i> | | | | | | | | | |
| Umezaki (1961) | 1-1,5 | 1-2,5 | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Epifita | Lyngbya, Calothrix. | Subcosmopolita |
| Komárek et al.(2005) | 0,8-2 | 1-2(2,5) | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Epifita | Oedogonium, Cladophora, Lyngbya, Microchaete, Calothrix, Plectonema. | Cosmopolita |
| De la Rosa (2012) | 0,6-1 | 2-3 | Lisas | Redondeada | Isopolares | Muy fina | Epifita | Lyngbya spp. | |

Tabla 10. Principales características de *L.rivulariarum*, *L.pellucida* y *L.epyphytica*. Se puede apreciar la gran similitud entre todas ellas siendo las dimensiones de la anchura de los tricomas y la longitud de las células lo que permite separar unas de otras.

***Leibleinia* sp** (Lámina 20, fotos 6-7)

Tricomas (filamentos) enrollados helicoidalmente a lo largo de toda su longitud sobre *Lynbya confervoides*. Vaina muy fina y poco perceptible, hialina. Células discoidales sin constricciones en pared celular. Célula apical redondeada sin caliptra ni engrosamiento. Dimensiones: Tricomas 3-5 micras de diámetro.

Ecología: epifita sobre vainas de *Lynbya confervoides*. Intermareal.

Localidad: Terreros (GDA-F4059; GDA-F4180).

El diámetro de los tricomas en nuestras observaciones es similar al reflejado para *Leibleinia subtilis* (Holden in Collins) Anagnostidis et Komárek 1988. Sin embargo, tanto por el tipo de desarrollo de éstos como por la presencia de claras constricciones a nivel de las paredes celulares transversales se separan claramente. Nuestras poblaciones comparten así mismo tanto características morfológicas como hábitat con *Leibleinia nordgaardii* (Wille) Anagnostidis et Komárek 1988, de la que se separa de nuevo por el claramente mayor diámetro de los tricomas en nuestras observaciones como por la presencia de tricomas con constricciones en aquella. La presencia de paredes celulares con constricciones más o menos visibles no se ha puesto de manifiesto en nuestras poblaciones. Estas consideraciones

sugieren no asignar las poblaciones estudiadas en la presente Memoria a ninguno de los taxones comentados.

Leptolyngbya Anagnostidis et Komárek, 1988

Filamentos reunidos en grupos formando tapetes muy enmarañados, a veces solitarios. Filamentos arqueados, ondulados o con enrollamiento en espiral. Tricomas isopolares con vaina. Tricomas largos y muy delgados, de 0,5-3,5 micras de diámetro. Células isodiamétricas o más largas que anchas, con o sin constricciones. La mayoría de las especies presentan unas demandas ecológicas muy limitadas y precisas.

Se trata de un género heterogéneo (Albertano et Kovacik, 1994; Wilmotte *et al.*, 1997), con una difícil caracterización fenotípica y donde se diferencian claramente dos grandes grupos de especies (Komárek et Anagnostidis, 2005). Por un lado especies con tricomas de células más o menos isodiamétricas y con formación de necridios (*Leptolyngbya*) y por otro las especies con células más largas que anchas y sin formación de necridios (*Protolyngbya*). Se trata de uno de los géneros más comunes y a la vez más dificultoso de las cyanoprokariotas, con numerosas especies con filamentos muy finos y muy simples morfológicamente. Aunque el género está confirmado por análisis moleculares necesita una revisión urgente. De otra parte, para ayudar a la identificación de las diferentes especies se han establecido cinco grupos ecológicos (Komárek et Anagnostidis, 2005).

En Europa se pueden reconocer cerca de unas 90 especies de las que buena parte de ellas se presentan en ambientes marinos.

A continuación se ofrece unas claves para la identificación de las especies de *Leptolyngbya* tratadas en la presente Memoria.

-
- 1. Células más largas que anchas. Vainas hialinas, muy finas.....***L.cf. mycoidea***
 - 1'. Células isodiamétricas o casi.....2
 - 2. Tapetes en paredes rezumantes.....***L. faveolarum***
 - 2'. Tapetes en ambientes marinos típicos.....3
 - 3. Tapetes y tricomas rojos. Célula apical cónica.....***L. ectocarpii***
 - 3'. Tapetes y tricomas verdes. Célula apical cónica o redondeada...4
 - 4. Célula apical cónica.....***L. fragilis***
 - 4'. Célula apical redondeada.....***L. jadertina***

Leptolyngbya ectocarpi (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 20, fotos 8-9).

Phormidium ectocarpi Gomont 1899

Phormidium ectocarpi for. *fuscescens* Frémy in Nasr 1941

Tricomas agrupados en fascículos o formando una densa maraña. Vainas hialinas, muy finas y poco aparentes. Células isodiamétricas o ligeramente más largas que anchas. Célula apical cónico-redondeada. Claras constricciones en paredes celulares y cromatoplasma bien marcado. Dimensiones: células 1-2 x 1-3 micras. Tapetes de color rojo-rosado.

Ecología: Mesolitoral. Epilítica.

Localidades: Villaricos (GDA-F4148; GDA-F4150; GDA-F4152; GDA-F4185); Maro (GDA-F4238; GDA-F4249; GDA-F4250).

Distribución: Se trata de una especie ampliamente distribuida en el ámbito marino tanto en Europa, especialmente en la región mediterránea, como fuera de Europa (mar Rojo, Japón, Australia, Marruecos. Estados Unidos). Como *Phormidium ectocarpi* Gomont 1899 ha sido citada para España por López Rodríguez *et al.* (2003) y por Bárbara *et al.* (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Leptolyngbya foveolarum (Rabenhorts ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 20, fotos 10-12).

Phormidium foveolarum Gomont 1892

Lyngbya foveolarum (Montagne) Hansgirg 1892 sec. Rino 1972

Filamentos rectos, ordenados paralelamente unos con otros. Vainas hialinas, adheridas a los tricomas, muy finas y tenues. Tricomas cilíndricos. Células isodiamétricas o casi. Contactos celulares marcados (constricciones). Citoplasma con banda hialina central. Tricomas verde-azulados. Dimensiones: tricomas 1-2,1 ($\times=1.8$) micras de diámetro; células 0.9-2.4 ($\times=1.7$) micras de longitud. Tapetes oscuros, densos

Ecología: supralitoral, entre 4 y 6 m. por encima del nivel del mar, en zonas muy influenciadas de forma constante por aportes de aguas (cascadas) continentales provenientes de riego.

Localidad: Maro (GDA-F4238; GDA-F4249; GDA-F4250).

Distribución: Amplia distribución, cosmopolita. Citada en España por Aboal (1988) y Álvarez Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Leptolyngbya fragilis (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (Lámina 20, fotos 13-15).

Phormidium fragile Gomont 1892

Lyngbya fragilis (Gomont) Compère 1974

Filamentos rectos, pueden aparecer agrupados en paquetes o haces. Vaina hialina, muy fina e imperceptible, no siempre visible. Tricomas rectos, células isodiamétricas o casi. Paredes celulares bien marcadas (constricciones). Clara diferenciación entre centro y cromatoplasma. Célula apical cónico- redondeada. Dimensiones: tricomas 2-3($\times=2.7$) micras de diámetro; células 2-5($\times=3.2$) micras de longitud. Tapetes más o menos compactos de color oscuro.

Ecología: Mesolitoral, epilítica, mezclada con otras algas o formando tapetes diferenciados.

Localidad: Villaricos (GDA-F4147; GDA-F4184; GDA-F4193; GDA-F4194).

Distribución: Especie con una amplia distribución. Citada en Asia, África, Australia y Nueva Zelanda, Centro América y Europa. Para España ha sido citada por Calvo, et al. (1999), Calvo & Bárbara (2002) y Haroun *et al.* (2003). Como *Phormidium fragile* Gomont 1892 ha sido citada por Bárbara & Cremades (1996) y como *Lyngbya fragilis* (Gomont) Compère 1974 por Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Leptolyngbya jadertina (kützing ex Hansgird) Anagnostidis et Komárek 2001
(Lámina 21, fotos 1-2).

Lyngbya jadertina (kützing) ex Hansgird 1893

Tricomas muy entremezclados, enmarañados, formando un tapete más o menos denso. Tricomas curvos flexuosos, con una vaina poco perceptible, hialina y muy fina. Tricomas de células isodiamétricas o ligeramente más cortas o largas que anchas. Célula apical cónico-redondeada, de longitud algo mayor que el resto, hasta 4 micras. Dimensiones: tricomas (0.9)1.2-2 micras de diámetro; células 1.1-2.5 micras de longitud. Tapetes de color rojo-rosado.

Ecología: Mesolitoral, epilítica.

Localidad: Fuengirola (GDA-F4263).

Distribución: Región mediterránea. Norte del mar Adriático. Sin datos sobre su presencia en España.

Leptolyngbya cf mycoidea (Frémy) Anagnostidis 2001 (Lámina 21, foto 4-7).

Filamentos profusamente enmarañados, solitarios o enredados longitudinalmente unos con otros (llegan a formar haces o paquetes). Filamentos largos, ondulados y flexuosos, menos frecuentes rectos. Filamentos y tricomas cilíndricos, no atenuados. Vainas muy finas, casi indistintas, hialinas. Células cilíndricas, más largas que anchas. Célula apical redondeada. Paredes celulares sin constricciones. Dimensiones: tricomas 0,9-1,9 micras de diámetro; células 1,4-3,9 micras de longitud. Tapete color verde claro, pálido, laminar, delicado y aspecto algo afieltrado, fácilmente desmoronable.

Ecología: Mesolitoral. Epilítica. Tanto sobre sustratos naturales como artificiales (hormigón). Generalmente aparece mezclada con otras cyanoprokariotas como *Lyngbya* spp y *Phormidium* spp.

Localidades: Villaricos (GDA-F4082); Terreros (GDA-F4375; GDA-F4379; GDA-F4380); Caleta de Vélez (GDA-F4273; GDA-F4282); Rota (GDA-F4342).

Distribución: mar Mediterráneo (costas de Túnez). Sin datos sobre su presencia en España.

La descripción y ecología de las poblaciones estudiadas se asemejan tanto a *Leptolyngbya gracilis* (Lindstedt) Anagnostidis et Komárek como a *Leptolyngbya mycoidea*. La primera de ellas ha sido descrita para el litoral sueco donde es muy abundante y está ampliamente distribuida, mientras que la segunda especie ha sido descrita para el litoral de Túnez. Aunque la proximidad geográfica sugiera que pudiera tratarse de esta taxon, la relación L/W de la células en nuestras poblaciones resulta menor que la señalada para *Leptolyngbya mycoidea* por lo que se ha preferido no asignar definitivamente nuestras poblaciones a este taxon.

A continuación se describen una serie de taxones los cuales no se han podido identificar a nivel específico y cuyas principales características morfológicas

se resumen en la tabla 11. En todos los casos se trata de poblaciones de ambientes típicamente marinos.

Leptolyngbya sp1 (Lámina 21, foto 3).

Filamentos solitarios, agrupados en una maraña o mezclados con otras algas. Filamentos enrollados helicoidalmente. Célula apical redondeada. Sin constricciones en pared celular. Células isodiamétricas o más largas que anchas. Vainas no observadas. Dimensiones: tricomas 1,1-1,7 micras ancho; células 3,2-4,5 micras longitud.

Ecología: tapetes mesolitorales epilíticos.

Localidad: Villaricos (GDA-F4003); Carboneras (GDA-F4088).

Leptolyngbya sp3 (Lámina 21, foto 8).

Filamentos largos, ondulados y flexuosos, cilíndricos, no atenuados. Vainas no observadas. Células isodiamétricas o ligeramente más largas que anchas. Paredes celulares con constricciones. Clara diferenciación entre centro y cromatoplasma. Célula apical redondeada, sin caliptra ni engrosamiento. Dimensiones: tricomas 1,4-1,6 ($x=1,5$) micras de diámetro; células 1,5-2 ($x=1,7$) micras de longitud. Tapetes densos, constituidos por una maraña de tricomas densamente entremezclados. Tapete color verde claro, pálido, laminar, delicado y aspecto algo afieltrado, fácilmente desmoronable.

Ecología: Mesolitoral, epilítica.

Localidad: Caleta de Vélez (GDA-F4282).

Leptolyngbya sp4 (Lámina 21, foto 9).

Filamentos cortos, sinuosos y ondulados. Vainas hialinas amplias y densas. Células claramente más largas que anchas. Citoplasma homogéneo. Dimensiones: filamentos 3,5-5 micras de diámetro; tricomas 0,9-3(4) micras de diámetro; células (2)4-7 micras de longitud. Tapetes densos y compactos constituido por numerosos filamentos muy enmarañados y empaquetados.

Ecología: Supra y mesolitoral. Mezclado con otras algas. Nivel *Entophysalis*.

Localidades: Villaricos (GDA-F4189); Calahonda (GDA-F4158). Abundante en ambas localidades.

Leptolyngbya sp5 (Lámina 21, fotos 10-13).

Filamentos entre otras algas, solitarios, largos, rectos o algo ondulados, sinuosos. Vainas muy finas, tenues e hialinas, íntimamente adheridas a los tricomas. Tricomas cilíndricos, con células isodiamétricas o ligeramente más largas que anchas. Célula apical redondeada, ocasionalmente estrechada, cónico-redondeada y entonces con engrosamiento apical de la pared celular. Citoplasma homogéneo de aspecto suavemente granular, a veces amplios espacios hialinos y entonces clara diferenciación del cromatoplasma. Paredes celulares sin contricciones ni granulación en tabiques celulares. Dimensiones: filamentos 2.-4 ($x=2.98$) micras de diámetro; células 2.7-4.9($x=3.6$) micras de longitud. Tapetes de color verde claro, verde oscuro, o verde-marrón.

Ecología: se desarrolla tanto ambientes típicamente marinos, zona mesolitoral e infralitoral, como en ambientes muy influenciados por la presencia de aportes de aguas continentales (paredes rezumantes) provenientes de riego. Se ha observado tato epifita (sobre *Corallina* sp) como epilítica, y en ambos casos mezclada en tapetes con otras cyanoprokariotas (*Lyngbya* spp; *Oscillatoria* spp).

Localidades: Maro (GDA-F4243; GDA-F4244; GDA-F4247); Caleta de Vélez (GDA-F75; GDA-F4276; GDA-F4278; GDA-F4282; GDA-F4283; GDA-F4284; GDA-F4285); Fuengirola (GDA-F4263).

| Táxon | Tipo células | Diámetro tricomas | Longitud células | Célula apical | Constricciones | Vainas |
|-------------------------|----------------|-------------------|------------------|---------------|----------------|--------|
| <i>Leptolyngbya</i> sp1 | Cilíndricas | 1,1-1,7 | 3,2-4,5 | Redondeada | No | No |
| <i>Leptolyngbya</i> sp3 | Isodiamétricas | 1,4-1,6 | 1,5-2 | Redondeada | Si | No |
| <i>Leptolyngbya</i> sp4 | Isodiamétricas | 0,9-3 | 4-7 | Redondeada | No | Si |
| <i>Leptolyngbya</i> sp5 | Cilíndricas | 2-4 | 2,7-4,9 | Redondeada | No | Si |

Tabla 11. Principales características morfológicas de los taxones del género *Leptolyngbya* que no han podido ser identificados a nivel específico. Diámetro de tricomas y longitud de las células en micras.

***Limnothrix* Meffert 1988**

Filamentos libres, solitarios, rectos o ligeramente curvados, isopolares. Vainas facultativas, muy finas e hialinas. Tricomas cilíndricos, entre 1-6 micras de diámetro, con células isodiamétricas o más largas que anchas. Células sin constricciones o éstas están muy poco marcadas. Células apicales generalmente cilíndricas. Aerotopos en los polos de las células u ocupando gran parte del volumen de la misma. Tricomas sin motilidad, o ésta es muy reducida.

En Europa se reconocen actualmente unas 15 especies del género tanto de hábitos bentónicos como planctónicos.

Limnothrix lauterbornii (Schmidle) Anagnostidis 2001 (Lámina 21, foto 14).

Oscillatoria lauterbornii Schmidle 1901

Tricomas solitarios, rectos, flexuosos, curvados o algo sinuosos. Vaina hialina, muy fina y poco perceptible. Células más largas que anchas. Espacio central de las

células ocupado por una gran vacuola. Célula apical redondeada. Dimensiones: tricomas 2-3 micras de diámetro; células 2.5-7.5 micras de longitud.

Ecología: Tapetes en el borde de charcas litorales estacionales eutróficas.

Localidad: Roquetas (GDA-F4155).

Distribución: Se conoce del centro y norte de Europa (Rumania y Suecia). Sin datos sobre su presencia en España.

Pseudanabaena Lauterborn 1915

Raciborskia Koczwara, 1928

Anabaenella Welsh 1964

Tricomas cortos, solitarios o reunidos en tapetes muy tenues y delicados. Tricomas rectos u ondulados, no atenuados. Tricomas de células cilíndricas (mas largas que anchas) con marcadas constricciones en paredes celulares, generalmente inferiores a 3 micras de ancho. Célula apical cilíndrica y redondeada, aerotopos facultativos. Reproducción por desintegración de los tricoma sin la ayuda de necridios.

El género *Pseudanabaena* se muestra heterogéneo, pudiendo se diferenciar tres grupos de especies: especies con células apicales agudas (subgén. *Skujanema*); especies con células cilíndricas y célula apical redondeada (subgén. *Pseudanabaena*); y, especies con vesículas de gas en los polos de las células (subgén. *Ilyonema*). Este último grupo de especies son muy semejantes al género *Limnothrix*, y las diferencias entre éste y éstas especies de pseudanabaenas no están bien resueltas aún (Komárek & Anagnostidis, 2005). Actualmentne en Europa se pueden diferenciar una treintena de especies del género en una amplia variedad de hábitats fundamentalmente continentales.

Pseudanabaena minima (G.S. An) Anagnostidis 2001 (Lámina 21, foto 15).

Achroonema minima G.S.An 1992

Tricomas solitarios, rectos. Células entre isodiamétricas o más largas que anchas. Contactos celulares hialinos. Diferenciación de centroplasma y cromatoplasma. Célula apical redondeada. Dimensiones: tricomas 2.1-2.6 micras de diámetro; células 2-4 micras de longitud.

Ecología: mezclada con otras algas en tapetes intermareales sobre sustratos blandos

Localidad: Rota (GDA-F4340)

Distribución: Especie de probable amplia distribución y común en zonas templadas.

Sin datos sobre su presencia en España.

Spirulina Turpin ex Gomont, 1892

Spirillum Hassall, 1845

Spirulinopsis Bharadwaja 1963

Tricomas solitarios o reunidos en grupos formando finos tapetes los cuales se pueden hacer macroscópicamente visibles. Vainas ausentes, ocasionalmente finas envueltas mucilaginosas, finas e hialinas. Tricomas helicoidales e isopolares generalmente no superiores a 3 micras de diámetro, ocasionalmente hasta 8 micras. Vueltas de hélice muy densas, en contacto una con otra o con muy cortos espacios entre ellas. Tricomas con intensa motilidad. Células isodiamétricas o más largas que anchas, difícilmente individualizables a microscopio óptico y sin aerotopos. Color variable. Célula apical redondeada. Reproducción por hormogonios o desintegración de los tricomas. Actualmente la diferenciación a nivel específico se basa en la distancia entre las hélices así como en la anchura y longitud de las mismas. El género está confirmado molecularmente.

Originalmente el género se trató dentro de la familia *Oscillatoriaceae*. En la revisión de Anagnostidis & Komárek (1988) se incluyó dentro de la familia *Phormidiaceae*

(*Spirulinoideae*). Komárek & Anagnostidis (2005) le sitúan dentro de *Pseudanabaenaceae* (*Spirulinoideae*). Actualmente se pueden identificar cerca de 25 especies del género de las que 15 de ellas están presentes en Europa y gran parte de éstas son frecuentes en los ambientes marinos.

Spirulina major Kützing ex Gomont 1892 (Lámina 22 foto 1).

Spirulina oscillatorioides Turpin 1827

Spirulina major f. *constans* Emoto et Hirose 1952

Arthrospira major (Kützing) Chang et Tseng 1990

Tricomas solitarios mezclados entre otras algas. Pueden aparecer reunidos en una matriz mucilaginoso en grupos no muy numerosos. Tricomas rectos de longitud variable y color azul pálido. Tricomas regularmente enrollados en espiral con hélices cortamente separadas unas de otras. Dimensiones: tricomas 1-2 micras de diámetro; hélices 1-2.2 micras de ancho; distancia entre las hélices 1-1,5 micras;

Ecología: Mesolitoral.

Localidad: Terreros (GDA-F4069); Villaricos (GDA-F4346); Calahonda (GDA-F4204); Calaburras (GDA-F4286); Punta Carnero (GDA-F4114).

Distribución: Amplia distribución, muy probablemente cosmopolita. Citada en España por numerosos autores tanto en ambientes continentales como marinos (Álvarez Cobelas, 1982; Aboal & Llimona, 1984; Aboal & Llimona, 1984b; Aboal, 1988; Alvarez-Cobelas & Gallardo 1988; Aboal, 1989; Bárbara & Cremades, 1996; Aboal, Prefasi & Asencio, 1996; Aboal, 1996; Calvo, Bárbara & Cremades, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Peña & Bárbara, 2002; Bárbara *et al.*, 2005). En Andalucía fue citada por González-Guerrero (1954) en el litoral de Cádiz.

Se muestra más escasa en Calahonda mientras que en el resto de localidades, cuando aparece, se desarrolla de forma abundante.

Spirulina subsalsa Oersted ex Gomont 1892 (Lámina 22, foto 2-4).

Spirulina tenuisima Kutzing 1836

Oscillatoria oceanica Crouan 1852

Arthrospira subsalsa Crow in Croasdale 1935

Oscillatoria subsalsa (Oersted) Bourrelly 1970

Tricomas solitarios de color azul pálido. Tricomas rectos, menos frecuente curvados o flexuosos llegando a formar un asa o bucle en un extremo. Enrollamiento helicoidal regular, patente y compacto, con hélices en contacto unas con otras o muy débilmente separadas y ordenación casi paralela. Dimensiones: tricomas 1-2 micras de diámetro; hélices 1,5-3 micras ancho;

Ecología: Infralitoral epifita sobre *Halimeda tuna* y junto con *Phormidium subuliforme*. Mesolitoral, mezclada con otras algas en tapetes multiespecíficos.

Localidad: Terreros (GDA-F4054; GDA-F4065; GDA-F4130; GDA-F4180); Salobreña (GDA-F4209); Calaburras (GDA-F4286); Rota (GDA-F4342; GDA-F4343).

Distribución: Amplia distribución por todo el mundo, probablemente cosmopolita. Citada para España y la Península Ibérica por numerosos autores (Miranda, 1931; Ballesteros & Romero, 1982; Aboal & Llimona, 1984b; Pérez-Ruzafa & Honrubia, 1984; Aboal, 1988; Alvarez-Cobelas & Gallardo, 1988; Granja, Cremades & Barbara, 1992; Bárbara & Cremades, 1996; Veiga, Cremades & Bárbara, 1998; Calvo, Bárbara & Cremades, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Peña & Bárbara, 2002; Valenzuela Miranda, 2005; Bárbara *et al.*, 2005; Frémy & Børgesen, 1936; Guadalupe *et al.*, 1995; Haroun *et al.*, 2002; Haroun *et al.*, 2003; Aldanondo-Aristizábal, Domínguez-Álvarez & Gil-Rodríguez, 2003; Hernández-González *et al.*, 2004; Domínguez-Álvarez *et al.*, 2005; Araujo *et al.* 2009). Citada por González-Guerrero (1945) y Seoane-Cambra (1965) para el litoral de Cádiz.

Las poblaciones estudiadas presentan un escaso desarrollo en todas las localidades donde se ha observado.

Spirulina subtilissima Kützing ex Gomont 1892 (Lámina 22, foto 5).

Spirulina subtilissima Kützing 1843

Tricomas solitarios o frecuentemente reunidos en grupos no muy numerosos sobre o el interior de las vainas de otras cyanoprokariotas filamentosas. Dimensiones: tricomas 0.5 micras de diámetro; hélices 1.-1.4 micras de ancho; distancia entre las hélices 1.-1.4 micras.

Ecología: en tapetes mesolitorales mezclada con otras cyanoprokariotas.

Localidades: Calahonda (GDA-F4202); Salobreña (GDA-F4209); Punta Carnero (GDA-F4425); Rota (GDA-F4342).

Distribución: Especie con amplia valencia ecológica y de amplia distribución, probablemente cosmopolita. En España ha sido citada por Aboal & Llimona (1984), Aboal (1988), Álvarez-Cobelas & Gallardo (1988) y Bárbara *et al.* (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Spirulina versicolor Cohn ex Gomont 1892 (Lámina 22, foto 6).

Spirulina tenuisima f. *versicolor* Kosinskaja 1948

Spirulina subsalsa f. *versicolor* Koster 1958

Spirulina subsalsa status *versicolor* Anagnostidis et Golubic 1966

Tapetes de color rojo intenso sobre arenas gruesas a medias. Tricomas con movimiento oscilante. Tricomas rectos, excepcionalmente aparecen curvados, de longitud variable (no muy largos) de color rosa pálido. Tricomas con enrollamiento helicoidal patente y hélices compactas, sin espacios entre ellas y ordenadas de forma casi paralela unas a otras. Dimensiones: tricomas 1,5-2(2,5) micras de diámetro; hélices 4-5 micras de ancho;

Ecología: Infralitoral sobre suelos arenosos. Entre -17 y -20 metros de profundidad.

Localidad: Calahonda (GDA-F4338); Maro (GDA-F4303).

Distribución: Especie conocida del mar Egeo, mar Adriático, mar Báltico, Francia, Túnez y Norte América. Sin datos sobre su presencia en España.

Especie muy próxima a *Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont 1892 con la que comparte estructura del tricoma, tamaño y hábitat, y de la que se separa por su habitual y característico color rosado de sus tapetes y tricomas. *Spirulina subsalsa* muestra esta coloración tan solo de forma extraordinaria (Komárek & Anagnostidis, 2005).

Familia *Schizothrichaceae* Elenkin 1934

Filamentos solitarios o agrupados en tapetes de diversa consistencia. Filamentos heteropolares. Vainas amplias, cerradas o abiertas en el ápice, hialinas o coloreadas. Los filamentos contienen por lo general numerosos tricomas isopolares, rectos o flexuosos de hasta 3 micras de ancho agrupados en fascículos y ordenación paralela, con o sin vainas particulares. Tricomas sin motilidad. Célula apical atenuada o redondeada. Células más largas que anchas, a veces isodiamétricas. Tilacoides con ordenación parietal en las células. Reproducción por hormogonios móviles formados a partir de la desintegración de la parte terminal del tricoma.

La familia, tradicionalmente bien caracterizada por la presencia de amplias vainas englobando numerosos tricomas fue clasificada junto a la familia *Microcoloideae* Hansgirg 1892 en *Phormidiaceae*, como una especial subfamilia (*Schizotrichoideae* Forti 1907). Características como la no motilidad de los tricomas, morfología de las vainas, tamaño de los tricomas y ordenación de los tilacoides justifican su tratamiento como familia propia (Anagnostidis & Komárek, 1988). Actualmente la familia engloba los géneros *Schizothrix* y *Trichocoleus* los cuales se diferencian en base a la presencia de vainas cerradas y atenuadas y tricomas con vaina particular (*Schizothrix*) frente a filamentos con vainas abiertas y tricomas sin vaina particular

(*Trichocoleus*). Ambos géneros adquieren buena representación en el medio marino.

Trichocoleus Anagnostidis 2001

Filamentos solitarios o en tapetes adheridos al sustrato. Filamentos cilíndricos (no atenuados) con vainas amplias y abiertas en los extremos. Numerosos tricomas densamente empaquetados paralelamente y sin vainas particulares. Tricomas de no más de 3 micras de ancho y células más largas que anchas. Células entre isodiamétricas o cilíndricas (más largas que anchas). Célula apical cónica.

El género incluye una decena de especies en Europa, cuatro de ellas son propias de ambientes marinos.

Trichocoleus tenerrimus (Gomont) Anagnostidis 2001 (Lámina 22, fotos 8-11).

Microcoleus tenerrimus Gomont 1892

Schizothrix tenerrima (Gomont) Drouet 1968

Filamentos rectos o curvados, individuales y mezclados con otras algas o formando tapetes compactos de tonalidades verdes a marrones. Vaina amplia, hialina y abierta en los extremos. Filamentos cilíndricos, no atenuados. Los filamentos incluyen numerosos tricomas, densamente empaquetados formando haces o fascículos. Células claramente más largas que anchas de color verde pálido a verde intenso con contactos celulares marcados (constricciones). Célula apical cónica. Dimensiones: filamentos (haces): 12-34 micras de diámetro; tricomas (0.5)1-4.3 (x=2.3) micras de diámetro; células 1,7-8 (9)(x=4.8) micras de longitud; célula apical 6-9,4 (12,7) micras de longitud; vainas hasta 10 micras de grosor.

Ecología: Epilítica. Supralitoral y mesolitoral.

Localidad: Terreros (GDA-F4053; GDA-F4054; GDA-F4062; GDA-F4066; GDA-F4070; GDA-F4128; 4130; GDA-F4131; GDA-F4133; GDA-F4172; GDA-F4174; GDA-F4375; GDA-F4376; GDA-F4379; GDA-F4380; GDA-F4382); Salobreña (GDA-F4167); Bahía de Cádiz (GDA-F4421); Rota (GDA-F; 4340; GDA-F4344; GDA-F4345).

Distribución: especie común y ampliamente distribuida. Posiblemente cosmopolita. Citada para la Península Ibérica por diversos autores (Miranda, 1931; González-Guerrero, 1945; Bárbara & Cremades, 1996; Calvo, Bárbara & Cremades, 1999; Calvo & Bárbara, 2002; Calvo & Bárbara, 2003; Bárbara *et al.*, 2005; Araujo *et al.*, 2009). En Andalucía ha sido citado por Seoane-Cambra (1965) para el litoral de Cádiz.

Se trata de una especie muy próxima *Microcoleus chthonopalstes* Thuret ex Gomont 1892 autor, con la que comparte tanto el aspecto morfológico general de los filamentos como el particular de los tricomas y la ecología y de la que tradicionalmente se separa en base al diámetro de los tricomas (Gomont, 1892), siendo para esta última especie no inferiores a 2,5 micras. Tanto las descripciones originales como clásicas para *Trichocoleus tenerrimus* reflejan tricomas entre 1,5-2 micras de diámetro (Gomont, 1882; Geitler, 1932; Zanevled, 1965; González & Parra, 1975; Temes Casas, 2000) o hasta 3 micras (Bois Crispina & Sant'Anna, 2006). Nuestras observaciones sugieren una mayor variabilidad en relación a este carácter. Observaciones semejantes en relación a *Microcoleus chthonoplastes* han sido puestas de manifiesto por Zhang & Hoffman (1992).

Como también señala González & Parra (1975) es frecuente la observación de tricomas aislados que puede dar lugar a confusión con otras especies de cyanoprokariotas filamentosas sencillas, tipo *Pseudanabaena*.

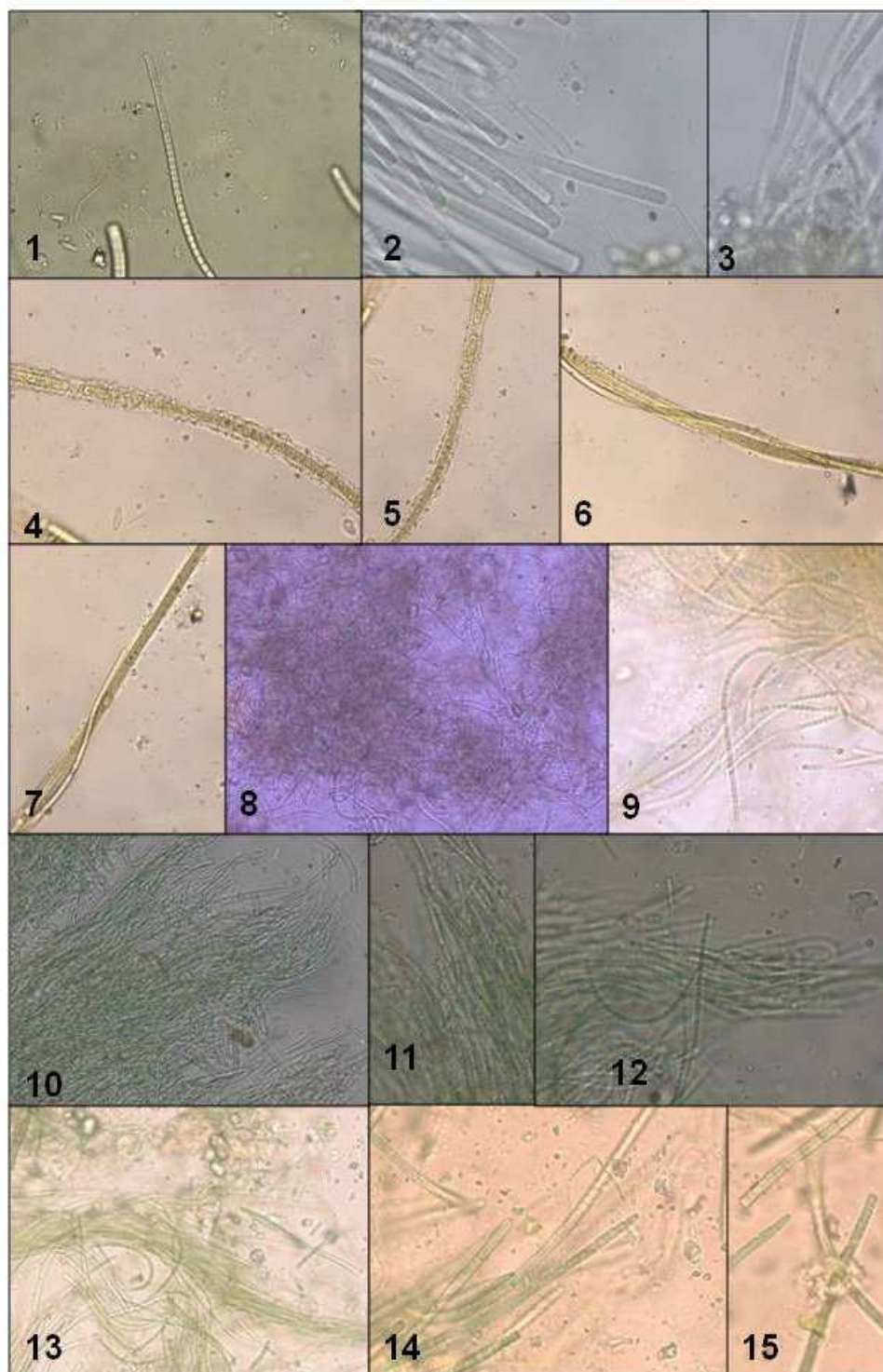


LÁMINA 20. 1. *Geitrelinema cf exile*; 2-3 *Heteroleibleinia infixa*; 4-5. *Leibleinia epiphytica*; 6-7 *Leibleinia sp*; 8-9. *Leptolyngbya ectocarpi*; 10-12 *Leptolyngbya foveolarum*; 13-15 *Leptolyngbya fragili*.

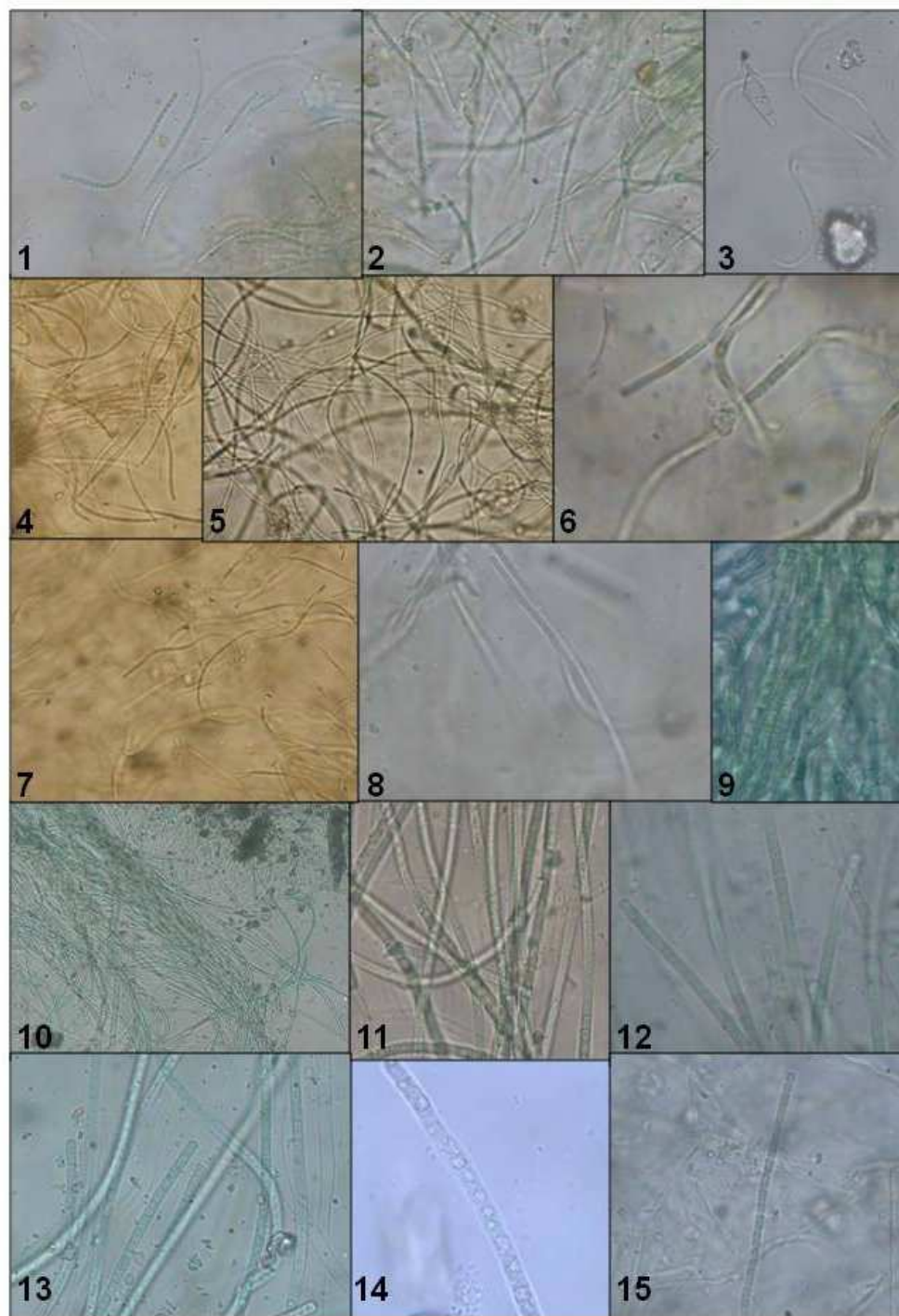


LÁMINA 21. 1-2 *Leptolyngbya jadertina*. 3 *Leptolyngbya* sp1. 4-7 *Leptolyngbya* cf *mycoidea*; 8. *Leptolyngbya* sp3; 9. *Leptolyngbya* sp4; 10-13 *Leptolyngbya* sp5; 14 *Limnothrix lauterbornii*; 15 *Pseudanabaena minima*.

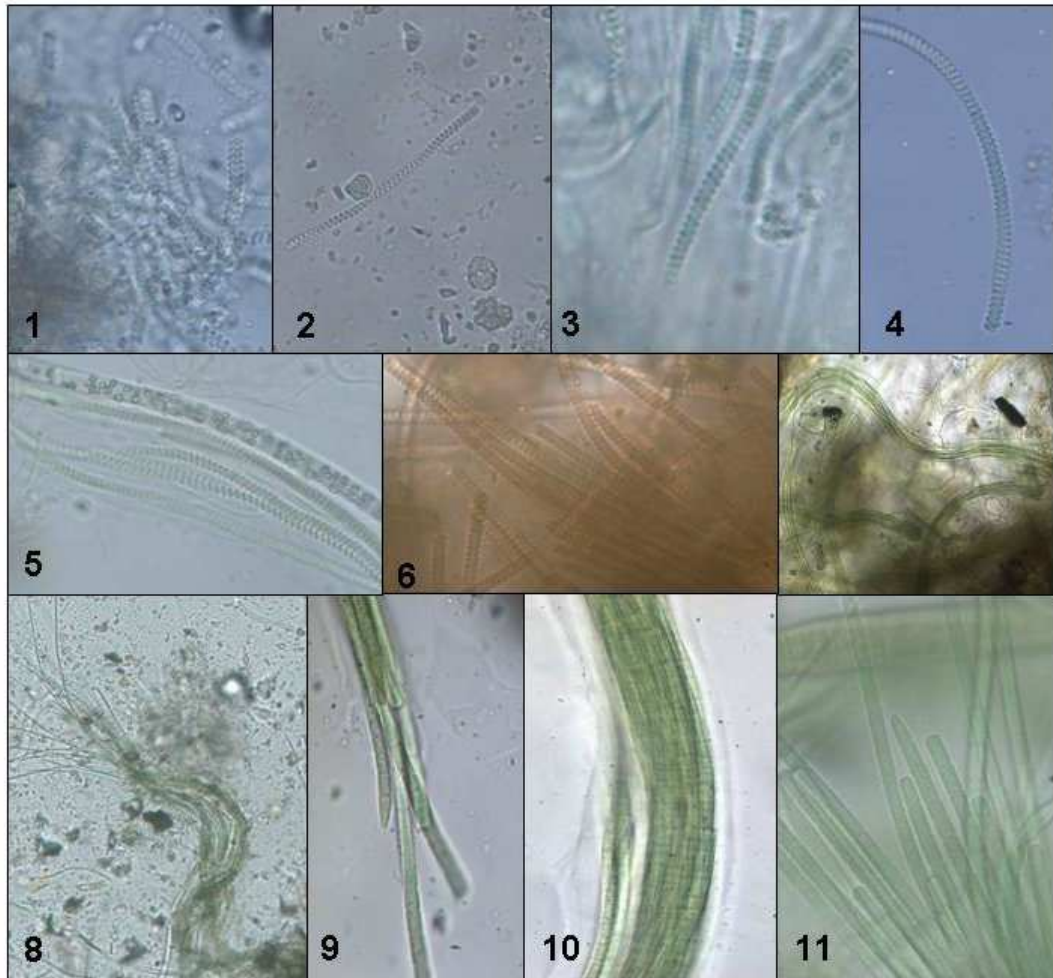


LÁMINA 22. 1. *Spirulina major*; 2-4 *Spirulina subsalsa*; 5 *Spirulina subtilissima*; 6. *Spirulina versicolor*; 8-11 *Trichocoleus tenerrimus*.

ORDEN SYNECHOCOCCALES

Familia *Merismopediaceae* Elenkin 1933

Formas cocoides libres o en colonias irregulares mucilaginosas planas o esféricas. Células esféricas, elipsoidales, ovals u oval-alargadas. División celular por fisión binaria en dos planos perpendiculares entre sí y la reproducción se hace por desintegración de las colonias o raramente por células solitarias. Tilacoides en disposición parietal.

Originalmente las especies de esta familia se clasificaban dentro de la familia *Chroococcaceae* (Geitler, 1932). Anagnostidis & Komárek (1986) establecen la subfamilia *Merismopedioideae* que sitúan dentro de la familia *Microcystaceae* Elenking 1933. Komárek & Anagnostidis (1998) le confieren el status taxonómico actual. Dentro de la familia se pueden distinguir dos grades grupos de especies en función del ciclo de vida, uno con células solitarias en colonias irregulares o tabulares (*Merismopedioideae*) y otro con células en colonias esféricas y con ordenación radial o perisférica en la misma (*Gomphosphaeroideae*). Se trata de una familia ampliamente diversificada tanto en géneros como en especies. Entre los géneros mas habituales están *Merismopedia*, *Apahanocapsa*, *Synechocystis*, *Coelosphaerium* o *Gomphospaeria*. La familia adquiere su mejor representación en el plancton de aguas continentales, estando pobremente representada en ambientes marinos.

Merismopedia Meyen 1839
Agmenellum Brébisson, 1839

Colonias microscópicas, planas, con una capa de células ordenadas en un plano. Colonias cuadradas o rectangulares. Colonias de pocas a numerosas células distantes unas de otras. Vainas hialinas, finas. Células esféricas a elípticas. Se trata de uno de los géneros mas diversificados de la familia con una veintena de especies en Europa, algunas de ellas propias de ambientes litorales costeros.

Merismopedia cf elegans A.Braun in Kützing 1849) (Lámina 23, foto 1).

Colonias planas regulares con células muy empaquetadas. Hasta 32 células por colonia. Vaina hialina muy tenue y difusa, muy imperceptible. Células color azul pálido con citoplasma muy homogéneo. Células: 4-6,5 micras diámetro.

Ecología: zona intermareal de marismas. Mezclada con otras cyanoprokariotas en tapetes multiespecíficos sobre sustratos fangosos.

Localidad: Bahía de Cádiz (GDA-F4421).

La morfometría y dimensiones de nuestras poblaciones coinciden con las características de *Merismopedia elegans* A.Braun in Kützing 1849, si bien *M. elegans* se considera propia de ambientes dulceacuícolas, aunque, como indica Calvo (2001), también ha sido citada ocasionalmente en ambientes marinos. Según Komárek & Anagnostidis (1998) los registros para ambientes marinos de esta especie necesitan ser confirmados, ya que aunque muy similares morfológicamente se trate probablemente de especies distintas. Teniendo en cuenta estas consideraciones y a la espera de nuevos estudios que confirmen la posición sistemática de las poblaciones de ambientes marinos de esta especie, nos inclinamos por asignar provisionalmente a *M. elegans* las poblaciones observadas durante nuestro estudio.

Merismopedia mediterranea Nägeli 1849 (Lámina 23, foto 2).

Merismopedia glauca f. *mediterranea* (Nägeli) Collins 1910

Colonias planas con hasta 32 células. Células elipsoidales o algo ovales. De contenido homogéneo y color verde-azul pálido. Vaina hialina muy tenue y poco perceptible. Dimensiones: células 4-6 micras de diámetro.

Ecología: Intermareal, corrales de roca. En tapetes sobre materiales finos-fangosos mezclada entre otras cyanoprokariotas filamentosas.

Localidad: Rota (GDA-F4332).

Distribución: De amplia distribución en todas las costas de la región templada y subtropical, especialmente referida en las costas de Portugal y región mediterránea. Para las aguas litorales españolas y en ambientes similares ha sido citada por Miranda (1931), Calvo (2001); Calvo & Bárbara (2002) y Bárbara *et al.* (2005). Sin datos sobre su presencia en Andalucía.

Se trata de una especie morfológicamente muy próxima a *Merismopedia elegans* A. Braun in Kützing 1849 en cuanto a morfología si bien las dimensiones celulares de esta última son algo mayores.

Se ha observado de forma muy escasa y muy puntual.

Familia *Synechococcaeae* Komárek et Anagnostidis 1995

Células solitarias o en colonias mucilaginosas, amorfas con ordenación irregular de las células. En ocasiones células ordenadas en una dirección o colonias esféricas con las células distribuidas en su periferia. En muchos géneros se presentan envueltas particulares alrededor de las células. Células claramente alargadas, ovales, elipsoidales, fusiformes o cilíndricas, raramente esféricas. División celular siempre en un plano perpendicular al eje longitudinal de la célula.

Originalmente gran parte de los géneros que actualmente componen la familia se clasificaban dentro de la familia *Chroococcaceae* (Geitler, 1932). Anagnostidis & Komárek (1986) establecen dentro de la familia *Mycrocystaceae* Elenking 1934 dos nuevos grupos taxonómicos con categoría de subfamilia: *Aphanothechoideae* y *Synechococcoideae* las cuales se separan por la capacidad de formar *involved cell* (células involucradas) irregulares o filamentosas. Komárek & Anagnostidis (1995) establecen el status taxonómico actual de la familia que incluye las dos subfamilias anteriormente comentadas.

Se trata de un grupo muy diversificado donde se incluyen un gran número de géneros entre los que se encuentran *Aphanothece*, *Cyanobium* o *Synechococcus*, los cuales adquieren cierta representación en el medio marino pero que algunos casos adquieren gran significado ecológico (Partensky *et al.*, 1999; Uysal, 2006).

Cyanobium Rippka et Cohen-Bazire 1983

Células solitarias o en grupos de dos tras la división, pequeñas, oval o elipsoidales, entre 1-4 micras de longitud y 1(3) micras de ancho. Vainas ausentes. Cromatoplasma bien visible y ordenación parietal de los tilacoides.

Actualmente en Europa se reconocen ocho especies, tres de las cuales son propias de ambientes marinos.

Cyanobium sp (Lámina 23, fotos 3-5).

Células en agregados o grupos irregulares, sin forma neta. Células cilíndricas, cortamente elipsoidales de color verde intenso, con clara segregación entre centroplasma y cromatoplasma. Dimensiones: células; 5-6 micras de longitud; 3,4-5 micras de ancho; diámetro: 3,4-5 micras.

Ecología: mesolitoral.

Localidad: Villaricos (GDA-F4140; GDA-F4186).

El género *Cyanobium* se trata de cyanoprokariotas unicelulares muy simples cuyas especies fueron descritas originariamente a partir de cultivos sin una adecuada caracterización morfológica (Komárek & Anagnostidis, 1998). Actualmente para Europa se reconocen tres especies propias de ambientes marinos, ninguna de las cuales refleja las dimensiones celulares (carácter taxonómico diacrítico) observadas en nuestras poblaciones, por lo que se prefiere no asignarle denominación específica hasta tener más datos.

***Synechococcus* Nägeli, 1849**

Anacystis Meneghini, 1837L

Lauterbornia Pringsheim 1968 incl.

Células solitarias o en irregulares agrupaciones micro o macroscópicas. Vainas mucilaginosas ausentes o muy tenues, hialinas envolviendo a cada célula. Células cilíndricas a ovales, de hasta varias veces más largas que anchas.

En Europa se reconocen actualmente 13 especies del género distribuidas en diversos ambientes. Dos de ellas son propias del litoral marino.

***Synechococcus salinarum* Komárek 1956 (Lámina 23, fotos 6-7).**

Células alargadas, solitarias, o de dos en dos tras la división, con citoplasma finamente granular y color verde-azulado pálido. Dimensiones: células: 7-8 micras de longitud, 2-3 micras de diámetro.

Ecología: Marina en diversos ambientes. En muestras de plancton a partir de aguas someras litorales y mezclada en tapetes episámmicos en los bordes de cubetas.

Localidad: Roquetas (GDA-F4155).

Distribución: mar Negro y mar Mediterráneo. Probablemente con amplia distribución. Sin datos sobre su presencia en España.

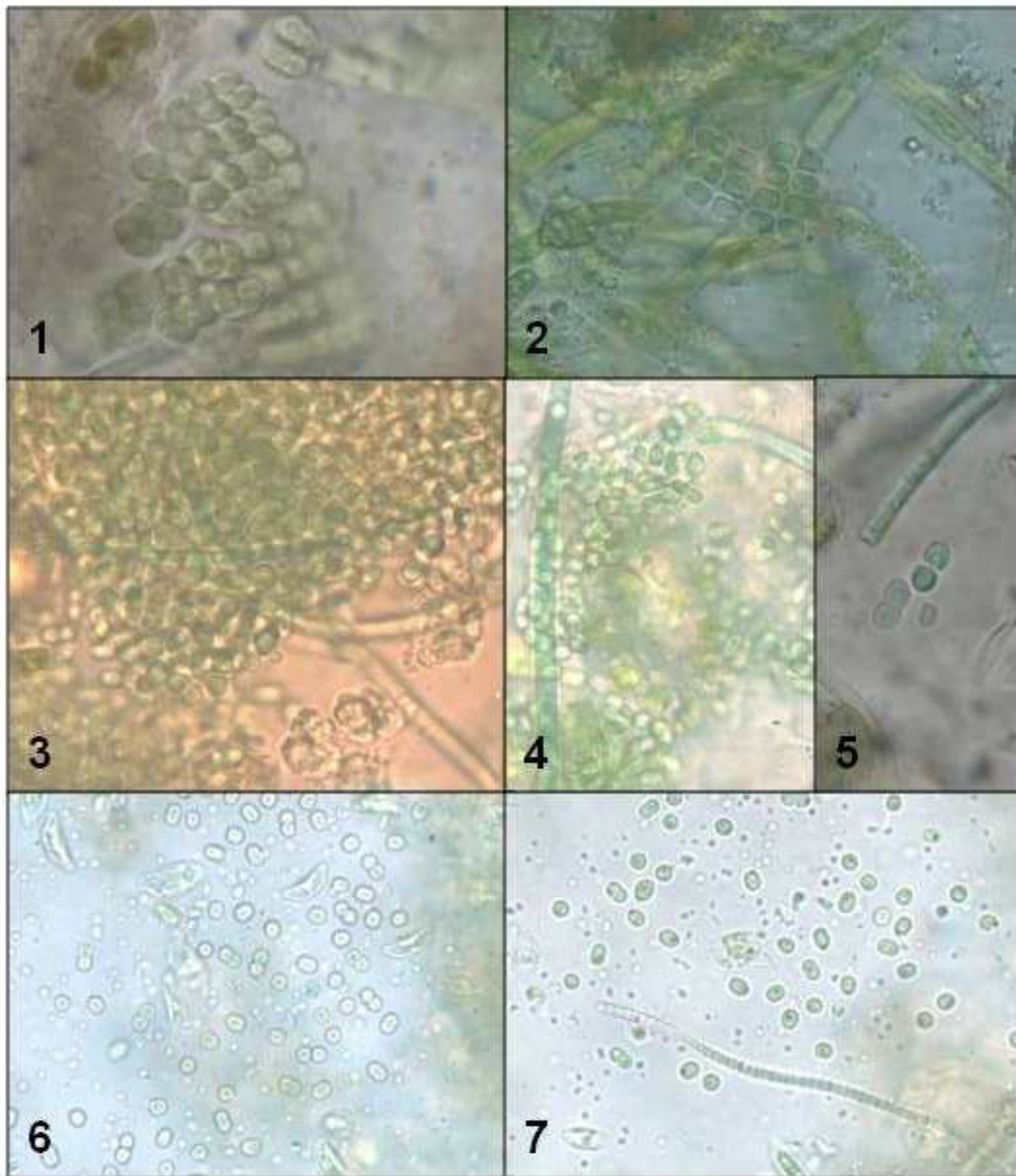
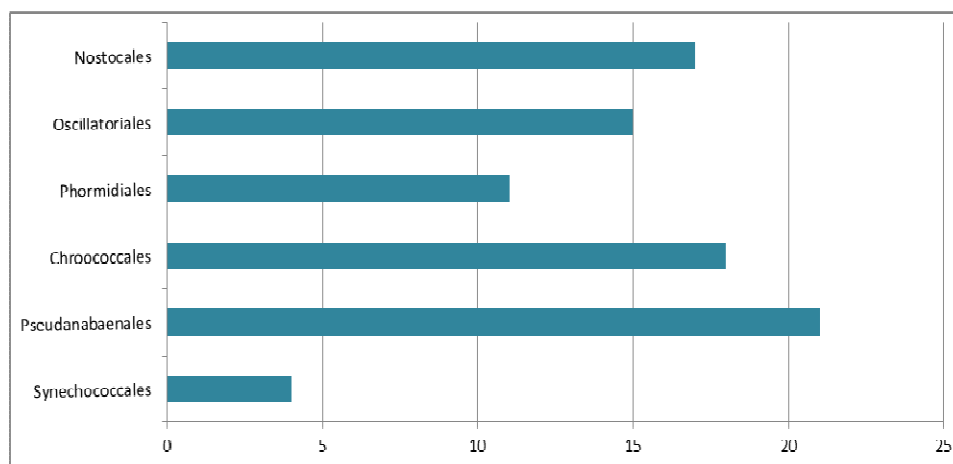


LÁMINA 23. 1 *Merismopedia cf elegans*; 2 *Merismopedia mediterranea*; 3-5 *Cyanobium* sp; 6-7 *Synechococcus salinarum*.

4.2. CONSIDERACIONES TAXONÓMICAS.

4.2.1. Diversidad taxonómica.

Se han identificado un total de 86 taxones pertenecientes a seis órdenes diferentes (tabla 5). En el apartado Anexos se incluye una tabla con la relación de los mismos (Anexo: listado de especies). Para el conjunto del periodo de estudio, y en relación a la distribución de los grandes grupos de cyanoprokariotas en el litoral de Andalucía, se puede observar como Pseudanabaenales, con 21 especies y Chroococcales, con 18 especies son los grupos mejor representados (gráfica 1) contribuyendo con un 26% y 21% respectivamente a la composición florística observada. El grupo de las Nostocales con 17 especies supone el 20% de la diversidad taxonómica observada. Oscillatoriales y Phormidiales con 15 y 11 especies respectivamente adquieren una representación media contribuyendo entre un 16% y 12 %. Synechococcales con 4 especies constituye el grupo con menor representación (5%).



Gráfica 1. Representación de los diferentes órdenes de cyanoprokariotas en relación al número de especies identificadas para el conjunto del periodo de estudio.

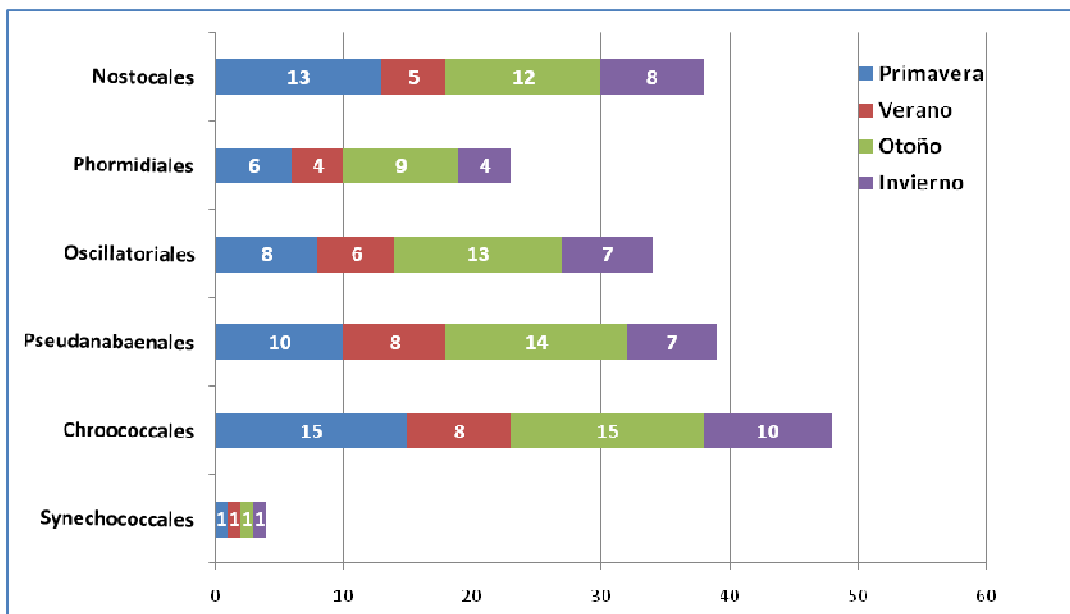
En relación a las especies que dan lugar a esta estructura taxonómica, entre las Pseudanabaenales destacan *Trichocoleus tenerrimus* y en menor medida *Leptolyngbya cf mycoidea*, *Spirulina subtilissima* y *S. subsalsa*. Entre las Oscillatoriales las especies con mayor contribución a la presencia del grupo son *Lyngbya confervoides* y *Oscillatoria nigro-viridis*, y en menor medida *Lyngbya aestuari* y *L. salina*. Las Phormidiales deben su presencia mayoritariamente a *P. formosum* y *Phormidium* sp.

Las Chroococales están representadas mayoritariamente por *Xenococcus schousboei*, *Staneria sublitoralis*, *Gloeocapsopsis crepidinum* y en menor medida por *Entophysalis granulosa*, *E. deusta* y *Chroococcus minutus*. Las Nostocales deben su representación a *Calothrix crustacea*, *Kyrtuthrix maculans* y *Rivularia bullata* y en menor grado a *Rivularia atra* y *Tolypothrix robusta*. Por último, entre las Synechococales destaca *Synechococcus salinarum*.

4.2.2. Desarrollo estacional.

De forma general se puede observar que en primavera y otoño son los periodos en los que se ha observado una mayor diversidad (gráfica 2). Los órdenes Chroococales y Nostocales presentan un desarrollo muy equilibrado en ambos periodos, el resto de grupos muestran la mayor parte de las especies en el periodo de otoño. Durante la primavera son Chroococales y Nostocales con 15 y 12 especies respectivamente los grupos mejor representados, seguidos de Pseudanabaenales con 10 especies. Oscillatoriales y Phormidiales con siete y seis especies respectivamente adquieren una menor representación. En verano, donde se observa una disminución en relación al número de especies con respecto al periodo anterior, Pseudanabaenales y Chroococales son los grupos mejor representados con ocho especies cada uno. Oscillatoriales, Phormidiales y Nostocales muestran una

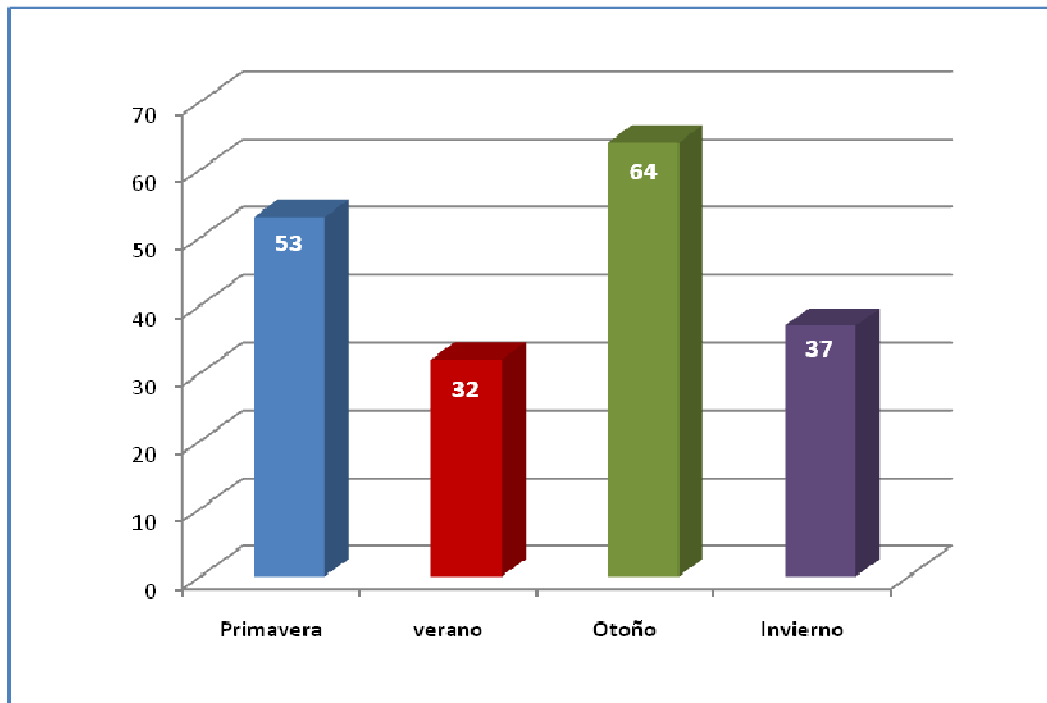
representación similar, oscilando entre las 4 y 6 especies. Durante el otoño son las Chroococales y Pseudanabaenales los grupos mejor representados con 15 especies, seguidas de Oscillatoriales y Nostocales con 13 y 11 especies respectivamente. Finalmente estarían las Phormidiales con nueve especies. Durante el invierno, son las Chroococales el grupo mejor representado (10 especies) seguido de Nostocales (ocho especies) y, Oscillatoriales y Pseudanabaenales (siete especies). Phormidiales con cuatro especies constituye el grupo menor representado durante este periodo. Las Synechococales adquieren una representación testimonial a lo largo de todo el periodo de estudio con tan solo una especie en cada uno de los periodos estacionales comentados.



Gráfica 2. Representación estacional (número especies) de los principales órdenes de cyanoprokariotas para el conjunto del periodo de estudio.

En la gráfica 3 se muestra, en términos absolutos de número de especies, la distribución estacional de las mismas. El periodo de otoño y el de primavera son donde mayor número de éstas se han observado con 64 y 53 especies respectivamente, mientras que durante el verano y el invierno se produce un

fuerte descenso en relación al número de especies observadas con 32 y 37 especies respectivamente.



Gráfica 3. Representación estacional en relación al número de especies para el conjunto del periodo de estudio.

En relación a la distribución estacional de las diferentes especies, se ha observado que un 39% de las mismas están presentes durante todo el ciclo estacional, se pueden observar durante todo el año, se trataría por tanto de especies de desarrollo anual. Entre ellas destacan *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Staneria sublitoralis*, *Xenococcus schousboei*, *Lyngbya confervicola*, *Lyngbya aestuarii*, *Calothrix crustacea* o *Kyrtuthrix maculans*. El 61% restante de las especies presenta un patrón estacional de desarrollo, apareciendo fundamentalmente durante el otoño y/o la primavera o en ambas estaciones (ver Anexo: tabla lista especies). Sólo en algunos casos se ha podido observar un desarrollo exclusivamente estival de algunas especies como es el caso de *Merismopedia cf*

elegans, *Anabaena* sp, *Nostoc calcicola*, *Oscillatoria funiformis*, *Phormidium corium* o *Pseudanabaena minima*.

En la tabla 17 del Anexo se muestra la estacionalidad de cada una de las especies observadas durante el desarrollo de este trabajo. Para el caso de las especies estacionales se muestra también el periodo en el cual están presentes.

4.2.3. Análisis taxonómicos locales.

Para tratar de establecer la contribución de cada localidad a la composición taxonómica, se ha analizado la flora observada en cada una de ellas (figura 3). Si bien cada localidad muestra un patrón propio, casi en el 50% de las mismas se puede apreciar una mayor representación de las Chroococales. Estas diferencias se dejan de apreciar para las localidades de Bahía de Cádiz y Rota donde se ha observado una estructura de la comunidad prácticamente idéntica en ambas localidades, con Pseudanabaenales y Oscilatoriales como grupos mejor representados. En ambas localidades se observa una ausencia de Nostocales. Esta última observación coincide con la llevada a cabo por Kirkwood *et al.* (2008) en ambientes similares, atribuyendo la fijación de nitrógeno a cyanoprokariotas sin heterocistes como *Microcoleus chthonoplastes* o del tipo Synechococales.

En ninguna de las localidades estudiadas las Nostocales destacan sobre el resto de los grupos, mostrando un desarrollo equilibrado con otros grupos en Calahonda, Salobreña, Calaburras y Torre de la Sal con las Chroococales o en Maro con Oscilatoriales. Las Pseudanabaenales predominan en cinco localidades, si bien en Motril y Rota, comparten importancia con Chroococales y Oscilatoriales respectivamente. Por su parte, las Oscilatoriales destacan ligeramente sobre el resto de los grupos en Roquetas, mientras que en localidades como Maro y Punta

Carnero comparten importancia con Nostocales; en Calaburras con Chroococales; con Pseudanabaenales en Rota, o con las Phormidiales en Villaricos, única localidad en la que éste último grupo llega a ser relevante en relación al resto de grupos.

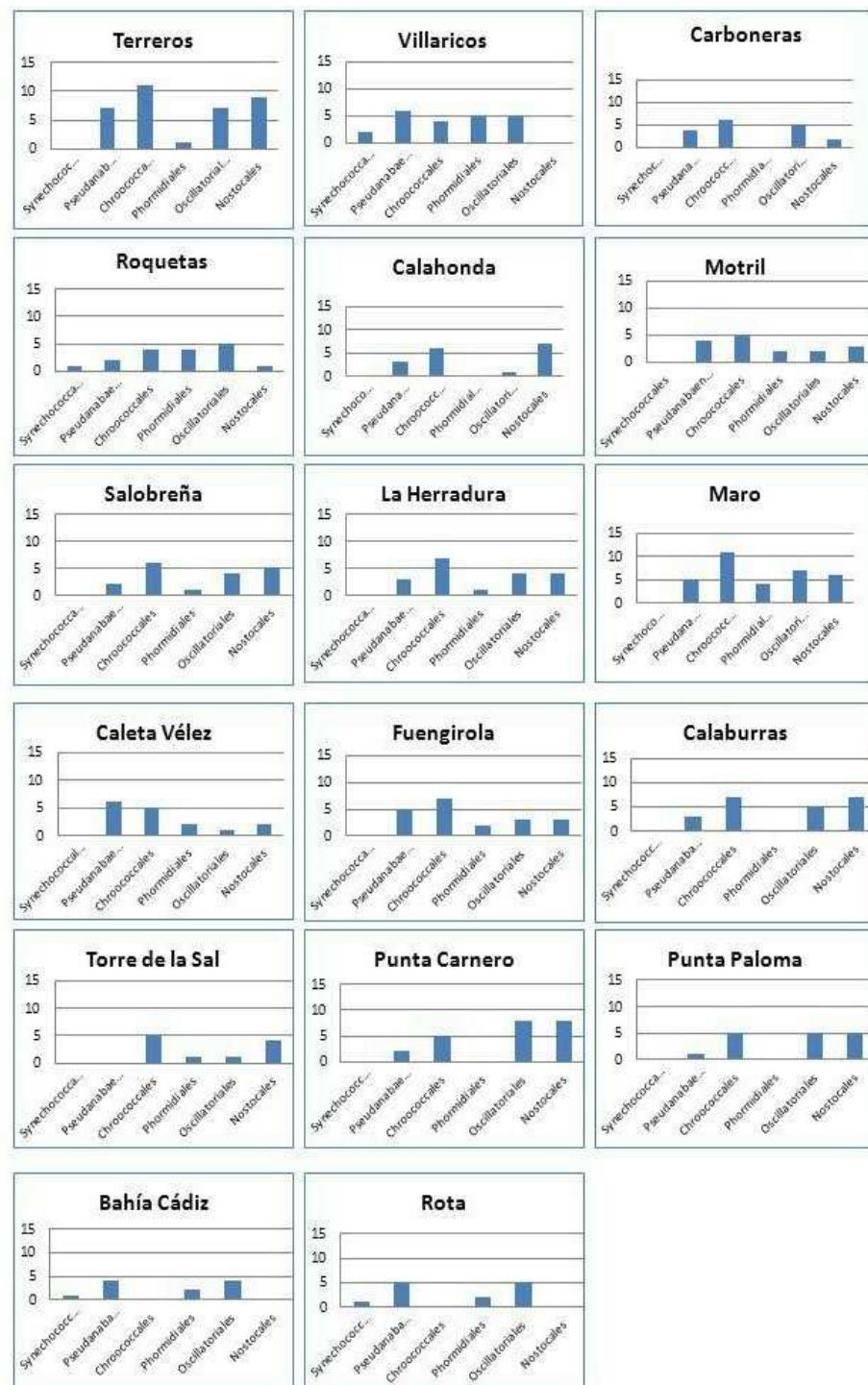
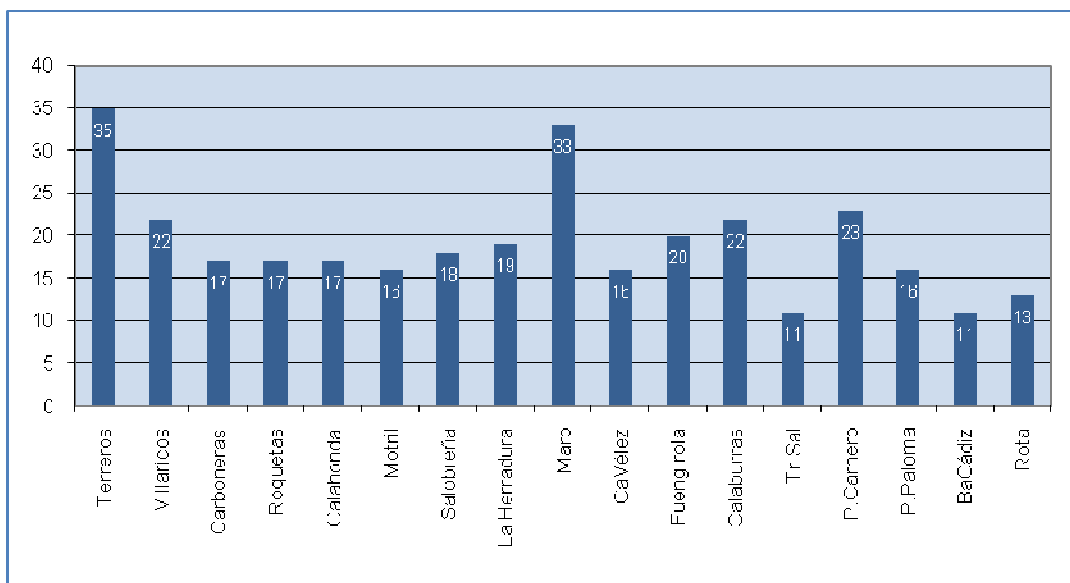


Figura 3. Distribución de los diferentes órdenes de cyanoprokariotas en cada una de las localidades estudiadas para el conjunto del periodo de estudio. En el eje de abcisas se refleja el número de especies de cada orden.

En la gráfica 4 se representa el número de especies identificadas en cada una de las localidades muestreadas y en el apartado Anexos se presenta la tabla 18 donde se tiene la distribución de las especies por localidades.

San Juan de Terreros (Almería) con 35 especies y Maro (Málaga) con 33 son las localidades con mayor riqueza taxonómica, lo que supone un 41% y un 38% respectivamente del total de especies identificadas. Villaricos, Calaburras, Fuengirola y Punta Carnero, presentan porcentajes de representación entre el 23% y el 27%, que en número de especies se traduce entre 20 y 23 especies, mientras que Torre de la Sal y la Bahía de Cádiz con 11 especies y Rota con 13 especies presentan el 13%, y 15% respectivamente. El resto de localidades mantienen una representación que oscila entre el 19% y el 21% lo que supone la presencia entre 16 y 18 especies en cada localidad.



Gráfica 4. Número de especies identificadas en cada una de las localidades muestreadas.

Rango de distribución de las especies.

Para interpretar de forma adecuada la amplitud de distribución de cada especie, se ha considerado el número de localidades en las que está presente cada una de ellas, para lo cual se han definido cuatro clases o categorías para establecer los rangos de distribución de cada una de las especies en el conjunto del litoral estudiado. Las diferentes categorías establecidas se reflejan en la tabla 12.

| Número de localidades con presencia de la especie | Categoría de distribución |
|---|---------------------------|
| 1-2 | Restringida |
| 3-4 | Local |
| 5-10 | Común |
| 11-17 | Amplia |

Tabla 12. Rango de distribución de una especie en relación al número de localidades en las que ésta ha sido observada para el conjunto del periodo de estudio.

En base a este criterio se tiene que el 52% de las especies observadas presentaría una distribución restringida, el 19% tendría una distribución local y el 24% serían de distribución común. Tan solo un 4.5% de las especies observadas podría considerarse de amplia distribución según el criterio establecido. En la tabla 17 del Anexo: lista de especies, se puede ver la categoría de distribución de cada una de las especies identificadas durante el presente estudio. Así, especies como *Xenococcus schousboei*, *Lyngbya confervoides*, *Trichocoleus tenerrimus*, *Staneria sublitoralis* y *Gloeocapsopsis crepidinum* serían de amplia distribución, mientras que en el otro extremo estarían con una distribución restringida especies como *Rivularia mesenterica*, *R. nitida*, *Phormidium acuminatum*, o *Cyanothece halobia*. Entre las especies con una distribución común estarían, entre otras, *Entophysalis*

deusta, *E. granulosa*, *Rivularia bullata* o *R. atra*, mientras que con una distribución local destacarían *Lyngbya majuscula*, *Phormidium crassior*, *Microcoleus lacustris* o *Chroococcidiopsis cf fissurarum* entre otras.

Para el conjunto del periodo de estudio *Lyngbya confervoides* y *Xenococcus schousboei* son las especies mejor representadas a nivel de distribución, observándose en el 80% de las localidades estudiadas. Con una presencia de entre el 50% y 70 % de las localidades (distribución común o local) están especies como *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Staneria sublitoralis*, *Entophysalis granulosa*, *E. deusta*, *Trichocoleus tenerrimus*, *Oscillatoria nigro-viridis*, *Rivularia bullata* o *Calothrix crustacea* entre otras. En el otro extremo, y observandose tan solo de manera puntual se encuentran un gran número de especies, referidas anteriormente con distribución restringida, como, *Merismopedia mediterranea*, *Merismopedia cf elegans*, *Cyanobium sp* o *Rivularia nitida* entre otras.

Por lo general las especies de desarrollo anual presentan una distribución amplia o común según los criterios establecidos en esta Memoria. No obstante se han observado excepciones donde especies como *Chroococcus turgidus*, *Cyanobium sp*, *Leptolygbya ectocarpi*, *Phormidium acuminatum* o *Rivularia mesenterica*, con distribución restringida, presentan un desarrollo anual. En relación a las especies con desarrollo estacional se ha observado que pueden presentar una distribución entre común y restringida, no habiéndose observado ningún caso de amplia distribución y desarrollo estacional.

Con el fin de poder establecer la riqueza proporcional de las comunidades de cyanoprokariotas en las diferentes localidades se han establecido tres clases o categorías. Para tal fin se ha considerado el número de especies presentes en cada

localidad para el conjunto del periodo de estudio frente al número total de taxones identificados. Estas categorías quedan como se indica en la tabla 13.

| Porcentaje especies presente/Localidad | Representación comunidad Cyanoprokariotas |
|--|---|
| <15% | Escasa |
| 15-30% | Buena |
| >30% | Muy Buena |

Tabla 13. Categorías de representatividad de la comunidad de cyanoprokariotas en cada localidad en relación al número de especies observadas en dicha localidad para el conjunto del periodo de estudio.

Según este criterio la mayoría de las localidades presentarían una buena representación de la comunidad de cyanoprokariotas mientras que en tan sólo dos de ellas, San Juan de Terreros y Maro, las comunidades de cyanoprokariotas estarían muy bien representadas. Las localidades de Torre de la Sal, Bahía de Cádiz y Rota, presentarían una escasa representación de las comunidades de cyanoprokariotas.

4.2.4. Comparación con otras floras.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el esfuerzo llevado a cabo y la gran riqueza de la flora de cyanoprokariotas del litoral mediterráneo de Andalucía, si se compara con otros trabajos de naturaleza similar realizados hasta la actualidad (tabla 14).

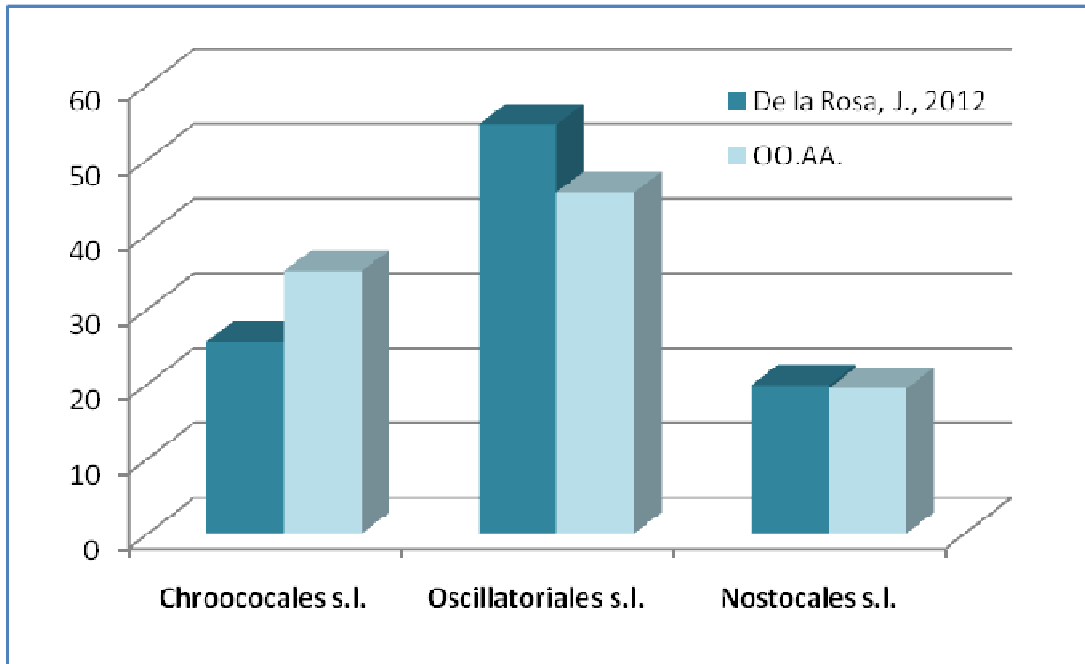
Estos resultados son equiparables a los ofrecidos por Komárek *et al* (2005) y Calvo & Bárbara (2003) y se sitúan en relación al número de taxones totales aportados claramente por encima del resto de autores. Tan solo los trabajos de Thajuddin *et al.*, (1992) y Bárbara *et al.* (2005), superan notablemente el número

de taxones aportados en este trabajo, si bien hay que tener en cuenta que el último autor incluye también los taxones de aguas continentales, endolíticos, y otros ambientes que no se han incluido en el presente estudio.

| Autor | Nº taxones | Chrooc. s./. | Oscill. s./. | Nostoc. s./. | Observaciones |
|--------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|---|
| González Guerrero, 1945 | 66 | 26 | 11 | 29 | Cianofíceas y algas continentales Cádiz |
| González Guerrero, 1947 | 39 | 23 | 12 | 4 | Algas invernales Cádiz |
| Seoane, 1965 | 14 | 1 | 9 | 4 | Algas litoral Cádiz |
| González <i>et al.</i> , 1975 | 40 | 12 | 25 | 3 | Intermareal Bahía Concepción, Chile |
| Lasala <i>et al.</i> , 1981 | 11 | 3 | 4 | 4 | Flora algal Tabarca |
| Zhang <i>et al.</i> , 1992 | 15 | 7 | 8 | | Salinas China |
| Thajuddin <i>et al.</i> , 1992 | 163 | 50 | 84 | 29 | Costa SE de India |
| Haroun <i>et al.</i> , 2002 | 59 | 13 | 44 | 2 | Check-list Islas Canarias |
| Calvo Barbara, 2003 | 60 | 15 | 28 | 17 | Marismas Galicia |
| De la Rosa, J., 2012 | 86 | 22 | 47 | 17 | Litoral Andalucía |
| Sangil <i>et al.</i> , 2003 | 6 | 3 | 2 | 1 | Catálogo Isla de la Palma |
| Giaccone <i>et al.</i> , 2003 | 62 | 25 | 24 | 13 | Algas mediterráneo |
| Komárek <i>et al.</i> , 2005 | 87 | 45 | 27 | 15 | Salinas Belize |
| Bárbara <i>et al.</i> , 2005 | 118 | 40 | 51 | 27 | Check-list Galicia |
| Blois <i>et al.</i> , 2006 | 24 | 6 | 12 | 6 | Islas Sao Paulo |
| Díez <i>et al.</i> , 2007 | 13 | 5 | 5 | 3 | Playa rocosa Australia |
| Araujo <i>et al.</i> , 2009 | 26 | 9 | 15 | 2 | Marinas bentónicas norte Portugal |

Tabla 14. Número de taxones de cyanoprokariotas aportados por los diferentes autores en trabajos de naturaleza similar al presentado en esta Memoria (sombreado). Se ofrece también el desglose por grandes grupos: formas cocoides (Chroococcales s./.); formas filamentosas sin heterocistes (Oscillatoriales s./.) y formas filamentosas con heterocistes (Nostocales s./.). La columna de observaciones hace referencia a la naturaleza u objeto del trabajo del autor correspondiente.

Respecto a la proporción de grupos taxonómicos en comparación con estos trabajos (tabla 14) se puede observar como se mantienen una proporción similar en todos ellos (gráfica 5). Así para las cyanoprokariotas cocales (en este trabajo incluirían al orden Chroococcales y Synechococcales) el porcentaje medio de representación en los diferentes trabajos es del 35% frente al 26% obtenido en este trabajo. Las formas filamentosas sin heterocistes (en este trabajo incluirían al orden Oscillatoriales, Phormidiales y Pseudanabaenales) tendrían valores medios de representación del 46% frente al 55% obtenidos en el presente estudio. Finalmente el grupo de las nostocales s./. presenta valores muy similares en ambos casos en torno al 20%.



Gráfica 5. Porcentajes de representación de los principales grupos de cianoprokariotas obtenidos en el presente trabajo (De la Rosa, J. 2012) frente a los obtenidos por otros autores (OO.AA, ver tabla 9). Para la elaboración de la gráfica los datos obtenidos durante este trabajo se han tratado conjuntamente Chroococales y Synechococales para las formas cocoides (Chroococales s.l.) y Oscillatoriales, Phormidiales y Pseudanabaenales para las formas filamentosas sin heterocistes (Oscillatoriales s.l.).

4.3. CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS.

4.3.1. Consideraciones macromorfológicas de los tapetes de cyanoprokariotas.

De forma general, las comunidades de cyanoprokariotas marinas suelen pasar habitualmente muy desapercibidas, y salvo casos excepcionales como los talos de *Rivularia bullata* (lámina 24, foto 1) y de algunas otras especies, se muestran por lo general como manchas o tapetes epilíticos poco conspicuos, con diferentes tonalidades de color sobre los sustratos en los que se desarrollan, y presentando una superficie muy resbaladiza (lámina 24, fotos 2-3). Si bien estas características son válidas de forma general para definir a estas comunidades, observaciones de detalle sobre estos tapetes o comunidades ponen de manifiesto que tanto su aspecto como consistencia pueden ser muy variables, dependiendo del tipo sustrato, composición específica o condiciones ambientales en las que se desarrollan.

Las observaciones llevadas a cabo durante este estudio muestran el desarrollo de distintos tipos de morfologías de tapetes de cyanoprokariotas. Estas formaciones se desarrollan tanto sobre sustratos duros como blandos, generalmente arenas o fangos compactados, así como de forma epifítica/epizoica sobre diferentes especies de macroalgas o de fauna marina. De otra parte, se ha observado, que en determinadas ocasiones constituyen la comunidad dominante en un determinado nivel del piso litoral, generalmente bajo condiciones ambientales más exigentes, situaciones semejantes han sido puestas de manifiesto por Golubic *et al.*, (1999). Así mismo, se ha observado como el aspecto de dichos tapetes puede variar de manera sustancial en función del grado de deshidratación del mismo. En condiciones de deshidratación los tapetes llegan a formar unas

costras finas y secas que se desprenden del sustrato a modo de una “fina piel” (Lámina 24, fotos 4-5).

A lo largo del desarrollo del presente estudio se han podido diferenciar, desde un punto de vista macromorfológico, diferentes tipos de talos o tapetes los cuales podemos asignar a dos grandes tipos estructurales. y que se ofrecen resumidos en la tabla 15.

1. Talos aislados. Ciertas especies constituyen núcleos poblacionales aislados que no intervienen en comunidades de mayor complejidad. Puede tratarse de poblaciones iniciales que derivaran hacia estructuras más complejas en el sentido pústulas y películas descritas por Sánchez Castillo & Bolívar (1997) para ambientes continentales. En este sentido se han diferenciado:

1.1. Talos vesiculares. Por lo general claramente individualizables, de color llamativo y de consistencia más o menos compacta o huecos. Se han observado únicamente sobre sustratos duros. Generalmente aparecen en el nivel mesolitoral superior y medio y en zonas generalmente expuestas. Ejemplos de este tipo lo constituyen los talos de *Rivularia atra*, *Rivularia bullata*, *Rivularia nitida*, o *Entophysalis spp.* En ocasiones estas vesículas pueden llegar a ser coalescentes de forma que se desarrollan tapetes en forma de costras amplias como ocurre con *Rivularia atra* o con *Rivularia mesenterica* (Lámina 24, fotos 6-8; lámina 25, fotos 1-3). Este tipo de tapetes se correspondería con los tapetes mamilados descritos por Golubic (1973) con *Entophysalis major* Ercegovic como especie más habitual en su desarrollo.

1.2. Talos expandidos/peliculares. Se caracterizan por un crecimiento horizontal, extendido sobre la superficie del sustrato o de forma epífita/epizoica. Se han identificado dos tipos:

1.2.1. Talos incrustantes epilíticos. Observados sobre sustratos duros, suelen formar costras muy adheridas al sustrato y su recolección implica un raspado que supone la destrucción de la morfología de la costra. Generalmente presentan colores oscuros (negros, verdes). Ejemplos de este tipo lo constituyen los talos de *Kyrtuthrix maculans*, *Calothrix* spp, *Staneria sublitoralis* o *Chroococidiopsis cf fissurarum* (lámina 25, fotos 4-6).

1.2.2. Talos Epifíticos/epizoicos. Se trata del desarrollo de formas claramente filamentosas de forma epifítica sobre diferentes especies de macroalgas (*Asparagopsis taxiformis*, *Stypocaluon scoparium*, *Halimeda tuna*, *Corallina* sp), moluscos (*Pinna nobilis*), cnidarios (*Leptogorgia sarmentosa*), hidrozooos (*Pentapora fascialis*), sobre esqueletos calcáreos de poliquetos (*Salmacina* sp.) o también epilíticos (pocetas mesolitorales). Suelen presentar colores llamativos (verdes, marrones, rojos) y mayormente se han observado en el piso infralitoral. Ejemplos de este tipo de desarrollo son *Phormidium gracile*, *Phormidium subuliforme*, *Oscillatoria pulcra*, *O. nigro-viridis*, *Blennothrix lyngbyacea* o *Lyngbya confervoides* (lámina 25, fotos 7-8; lámina 26, fotos 1-2).

2. Tapetes. El término “*microbial mats*” suele aplicarse a formaciones filamentosas de cyanoprokariotas que forman densos entramados que atrapan partículas de sedimento, generalmente descritos para ambientes arenosos e intermareales (Stal,

2000). En nuestro caso los tapetes que describimos se desarrollan fundamentalmente sobre sustratos rocosos, siendo por tanto básicamente epilíticos, y desarrollándose tanto en la franja intermareal como de forma infralitoral. Con el objeto de poder obtener una adecuada caracterización de estas comunidades se han establecido dos grandes grupos:

2.1. Tapetes desarrollados sobre sustratos duros (epilíticos).

2.1.1. Tapetes costrosos filamentosos: Generalmente estos tapetes están constituidos por formas filamentosas desarrolladas sobre partículas minerales compactadas, lo que confiere al tapete una superficie de aspecto filamentoso. Se han observado mayoritariamente en zonas de exposición media siempre a nivel mesolitoral. Ejemplos de este tipo de tapetes lo forman especies de *Lyngbya* y *Phormidium* (lámina 25, fotos 3-7). Asociadas a estas especies aparecen formas cocales y filamentosas de menor tamaño como *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Chroococcus* spp, *Chroococciopsis cf fissurarum* o *Leptolyngbya* spp. Estos tapetes se corresponderían con los tapetes definidos por Golubic (1973) como tapetes de bahías subtropicales donde *Lyngbya aestuarii* también aparece como una de las especies más significativas.

2.1.2. Tapetes pulvinulares de consistencia esponjosa. Generalmente sobre superficies rocosas y mantienen (en condiciones de humedad) un aspecto brillante. Ejemplos de este tipo de tapetes serían los dominados por ejemplo, por *Calothrix crustacea* y *Lyngbya confervoides* (lámina 27, fotos 4-5).

2.2. Tapetes desarrollados sobre sustratos blandos (episammicos).

2.2.1. Tapetes costrosos. En ocasiones, el componente filamentososo del tapete está ausente o es mucho menos abundante y no claramente diferenciable a primera vista, lo que se traduce en un tapete de superficie lisa, algo granulada o de aspecto rugoso. Este tipo de tapetes se han observado sobre sustratos blandos compactados. Estos tapetes suelen estar constituidos por un gran número de especies tanto de morfología filamentosa (*Spirulina* spp, *Trichocoleus tenerrimus*, *Phormidium* spp, *Leptolyngbya*, spp) como cocal (*Staneria sublitoralis*; *Xenococcus schousboei*; *Gloeocapsopsis crepidinum*). Ejemplos de este tipo de tapetes se han observado en las amplias zonas intermareales de la bahía de Cádiz o corrales de Rota (lámina 26, foto 8; lámina 27, fotos 1-3). Estos tapetes se asimilarían a los tapetes estratificados de cubeta intermareal (Golubic, 1973) si bien en este caso la especie dominante sería *Trichocoleus tenerrimus* junto a *Oscillatoria funiformis* y *Phormidium* spp.

2.2.2. Tapetes filamentosos frágiles. Se caracteriza por presentar una superficie muy homogénea y de apariencia lisa y suave. Se deshacen completamente al tacto. Su recolección implica también la del sustrato sobre el que se desarrollan que generalmente se corresponde con materiales finos (limos). Suelen tener color llamativo (verde claro intenso, rojo). Ejemplos de este tipo de tapetes lo constituyen los formados por *Spirulina versicolor* (-25 metros) o por *Leptolyngbya* spp o *Phormidium* spp (Lámina 27, fotos 6-8).

Variabilidad en la composición específica de los tapetes.

En relación a la composición específica de estos tapetes se ha podido observar que, salvo en los talos vesiculosos, en la mayoría de las ocasiones no se trata de tapetes monoespecíficos, si no que entre sus constituyentes aparecen especies pertenecientes a grupos muy diversos como diatomeas, algas verdes y distintos tipos de bacterias, si bien el componente mayoritario de dichos tapetes lo constituyen las cyanoprokariotas, y como indican Stal, (2000) y Golubic *et al.* (1999) éstas son el componente clave de dichas comunidades.

Se ha podido observar que tapetes de distinta tipología pueden presentar la misma o muy semejante composición específica y que talos de una misma tipología pueden presentar una composición específica diferente. Así, *Lyngbya confervoides* puede presentarse formando tanto tapetes costrosos filamentosos como en tapetes filamentosos. Los tapetes costrosos sobre sustratos sedimentario suelen estar dominados por *Trichocoleus tenerrimus*, mientras que sobre sustratos duros suelen estar dominados por especies como *Lyngbya confervoides* o *Calothrix crustacea*. De igual manera tapetes de tipo pulvinular suelen estar dominados por estas dos especies. *Chroococciopsis cf fissurarum*, *Kyrtuthrix maculans* y *Calothrix scopulorum* dan lugar a tapetes costrosos adherentes de aspecto muy semejante. Los talos vesiculares aparecen siempre constituidos por especies propias que desarrollan siempre el mismo tipo de talo. Zhang & Hofmann (1992) establecen la importancia de la composición específica de los tapetes en relación a la morfología que estos desarrollan, llegando a establecer hasta cinco topologías diferentes. Nuestras observaciones coinciden en parte con las llevadas a cabo por estos autores en relación a los tapetes costrosos mesolitorales sobre material sedimentario donde observamos a *Trichocoleus tenerrimus* como especie dominante. Este representa el taxon más habitual y cosmopolita en la constitución

de estos tapetes. *Lyngbya confervoides* se ha mostrado, así mismo, con una especie muy versátil en su desarrollo, observándose desde tapetes filamentosos, tapetes costrosos filamentosos y en tapetes costrosos, e incluso llega a formar costras adherentes si bien en estos casos se ha visto un enorme desarrollo de *Xenococcus schousboei* sobre sus vainas que puede traducirse en el desarrollo de este tipo de tapetes.

Los tapetes y la zonación litoral.

El desarrollo y diversidad de las comunidades de cyanoprokariotas se ha observado mayor en el nivel medio y superior del piso mesolitoral, estando menor representados tanto en el piso supralitoral como en el infralitoral.

De igual forma se ha visto un mayor desarrollo de tapetes en las localidades de exposición media o con cierto grado de protección, mientras que se han mostrado menos desarrolladas en las costas muy expuestas. Estas comunidades resultan también claramente dominantes en las zonas con amplias rasas o plataformas horizontales frente a las localidades con costas acantiladas verticales donde su presencia es mucho más reducida y generalmente en forma de talos tipo costra o talos vesiculares. Observaciones de este tipo coinciden con las realizadas por otros autores como Stal (2000), Golubic *et al.* (1999) o Kaehler *et al.* (1996).

En el piso supralitoral las cyanoprokariotas se han observado generalmente formando costras muy adherentes de color oscuro como habitualmente son referidas (Hofrichter, 2004, Lee, 2008; Fogg, 1973; Domenech, *et al.*, 1989; Calvin, 1995; Darren Fa, *et al.*, 1997). Sobre los sustratos duros supralitorales las comunidades de cyanoprokariotas presentan talos incrustantes, generalmente bien adheridos al sustrato y de colores oscuros (negros). Ejemplos de este tipo son, por

ejemplo, los desarrollos de *Entophysalis* spp, *Staneria sublitoralis* o de *Chroococciopsis cf fissurarum*. Estas comunidades coinciden con lo descrito habitualmente como *black zone*, o zona de cianofíceas (Fog, 1973; Hofrichter, 2004; Lee, 2008).

En el piso mesolitoral se pueden identificar la gran mayoría de los tipos morfológicos de tapetes descritos anteriormente. De manera general se ha podido observar tanto la presencia de tapetes adherentes como de tapetes costrosos con claro predominio de formas filamentosas (*Lyngbya* spp, *Phormidium* spp, *Oscillatoria majuscula*). Estos tapetes adquieren mayor desarrollo sobre áreas con amplias plataformas de abrasión y con escasa rugosidad del sustrato como en Terreros, Calaburras o Punta Carnero). En zonas más expuestas y con superficies mas verticales y rugosas como Calahonda, La Herradura, Maro o Torre de la Sal, se desarrollan tapetes adherentes (*Kyrtuthrix maculans*, *Calothrix* spp) así como talos vesiculares (*Rivularia* spp, *Entophysalis* spp). En las pequeñas pozas o charcas mesolitorales se ha podido observar tanto la presencia de tapetes adherentes como tapetes filamentosos (*Lyngbya* spp). Sobre sustratos sedimentarios mesolitorales como en Rota o la Bahía Cádiz, las comunidades de cyanoprokariotas forman tapetes costrosos compactos con predominio de formas filamentosas (*Lyngbya meneghiniana*, *L. confervoides*, *Trichocoleus tenerrimus*, *Phormidium corium*, *Oscillatoria* spp, *Spirulina subsalsa*) junto a formas cocales.

En el piso infralitoral se han identificado tapetes filamentosos epibióticos y tapetes filamentosos frágiles. Los tapetes epibióticos corresponden a desarrollos filamentosos monoespecificos epifíticos o epizoicos (*Phormidium subuliforme*, *Phormidium gracile*, *Blennothrix lyngbyacea*, *Oscillatoria nigro-viridis*). Los tapetes filamentosos frágiles corresponden a tapetes sobre sustratos blandos infralitorales (-25 metros) de *Spirulina versicolor*. Como hace notar Hoffmann (1999), existe poca

información disponible sobre la ecología y diversidad de estos tapetes. Estas comunidades epifíticas tienen una importante contribución a la productividad y constituyen una importante fuente de alimento de macroinvertebrados herbívoros (Klumpp, *et al.*, 1992; Mak & Williams, 1999).

| Nivel/piso | Sustrato | Tipo tapete/talo | Géneros más frecuentes |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|---|
| Supralitoral | Duro | Incrustante epilítico | <i>Staneria, Gloeocapsopsis; Chroococciopsis.</i> |
| Mesolitoral | Duro | Incrustante epilítico | <i>Kyrtuthrix, Calothrix,</i> |
| | | Talos vesiculares | <i>Rivularia, Entophysalis.</i> |
| | | Tapetes costrosos filamentosos | <i>Lyngbya, Oscillatoria, Phormidium.</i> |
| | | Tapetes pulvinulares | <i>Calothrix, Lyngbya</i> |
| | Sedimentario | Filamentosos frágiles | <i>Phormidium, Oscillatoria, Leptolyngbya</i> |
| | | Tapetes costrosos | <i>Trichocoleus, Oscillatoria Phormidium, Stanieria; Gloeocapsopsis</i> |
| Mesolitoral Infralitoral | | Filamentosos frágiles | <i>Phormidium, Oscillatoria, Leptolyngbya Spirulina</i> |
| Infralitoral | Algas Invertebrados | Epilíticos/epizoicos | <i>Phormidium, Oscillatoria, Blennothrix</i> |

Tabla 15. Diferentes tipos de talos identificados a lo largo del desarrollo del presente estudio. Se señala el nivel litoral, tipo de sustrato y género más frecuentes observados en su composición.

De forma general, y como se ha comentado anteriormente, las formaciones de cyanoprokariotas quedan excluidas de los listados que definen las biocenosis características e identificativas de los diferentes pisos (Pérés, 1967; Augier, 1982; Meinsesz *et al.*, 1983, Luning, 1990; Blois Crispino & Sant'Anna, 2006; Colin *et al.*, 2009) haciendo referencias muy generalistas y refiriéndose a éstas como zona negra o gris, o algo más definidas, como zona de *Kyrtuthrix*. No obstante, las comunidades de cyanoprokariotas adquieren un importante desarrollo e

identifican claramente determinados ambientes litorales. En una primera aproximación para definir las comunidades de cyanoprokariotas características e identificativas de un determinado nivel litoral, y a partir de las observaciones llevadas a cabo durante el desarrollo de este estudio, se han podido identificar los siguientes grupos de comunidades de cyanoprokariotas asociadas a los diferentes niveles litorales, las cuales se resumen en la tabla 16 y pueden definirse como sigue:

1. Comunidades de cyanoprokariotas epilíticas incrustantes (no endolíticas). Se desarrollan en los pisos supra y mesolitoral. Se corresponden con tapetes adherentes y entre los géneros más habituales observados destacan; *Chroococidiopsis*, *Stanieria*, *Calothrix* y *kyrtuthrix*.
2. Comunidades de cyanoprokariotas epilíticas no incrustantes. Se han observado en el piso mesolitoral. Se corresponden con talos vesiculares, tapetes costrosos filamentosos y tapetes de aspecto pulvinular. Constituidos por una gran diversidad de géneros, destacan *Entophysalis*, *Lyngbya*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Rivularia* y *Calothrix*.
3. Comunidades de cyanoprokariotas sobre fangos compactados. Se desarrollan en el piso mesolitoral y dominan géneros como *Trichocoleus*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* y *Spirulina*. Responden a tapetes del tipo costroso.
4. Comunidades infralitorales de cyanoprokariotas epibióticas. Se corresponden con el desarrollo de formas filamentosas epilíticas o epizoicas. Los géneros más característicos corresponden a *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Arthrospira* y *Phormidium*.
5. Comunidades infralitorales sobre sustratos blandos. Corresponden a desarrollos de tapetes filamentosos frágiles sobre fondos arenosos. El género más característico corresponde al género *Spirulina*.

| Comunidad | Géneros | Nivel característico |
|--|---|------------------------------|
| Cyanoprokariotas epilíticas incrustantes (no endolíticas). | <i>Gloeocapsopsis</i> , <i>Stanieria</i> , <i>Chroococciopsis</i> <i>Kyrtuthrix</i> | Supralitoral y mesolitoral. |
| Cyanoprokariotas epilíticas no incrustantes. | <i>Entophysalis</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Phormidium</i> ; <i>Oscillatoria</i> <i>Rivularia</i> <i>Calothrix</i> | Mesolitoral superior batida. |
| Tapetes de cyanoprokariotas sobre fangos compactados. | <i>Trichocoleus</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Spirulina</i> <i>Leptolyngbya</i> | Mesolitoral. |
| Cyanoprokariotas epibióticas | <i>Oscillatoria</i> <i>Lyngbya</i> , <i>Arthrospira</i> , <i>Phormidium</i> | Infralitoral |
| Comunidad de cyanoprokariotas sobre sustratos blandos | <i>Spirulina</i> | infralitoral |

Tabla 16. Tipos de comunidades de cyanoprokariotas característicos de los diferentes pisos litorales a la luz de las observaciones llevadas a cabo durante el desarrollo del presente estudio.

4.3.2. Análisis de agrupación.

Dada la amplitud geográfica de la zona de estudio, se ha realizado un análisis de agrupación para tratar de establecer posibles afinidades entre las localidades muestreadas.

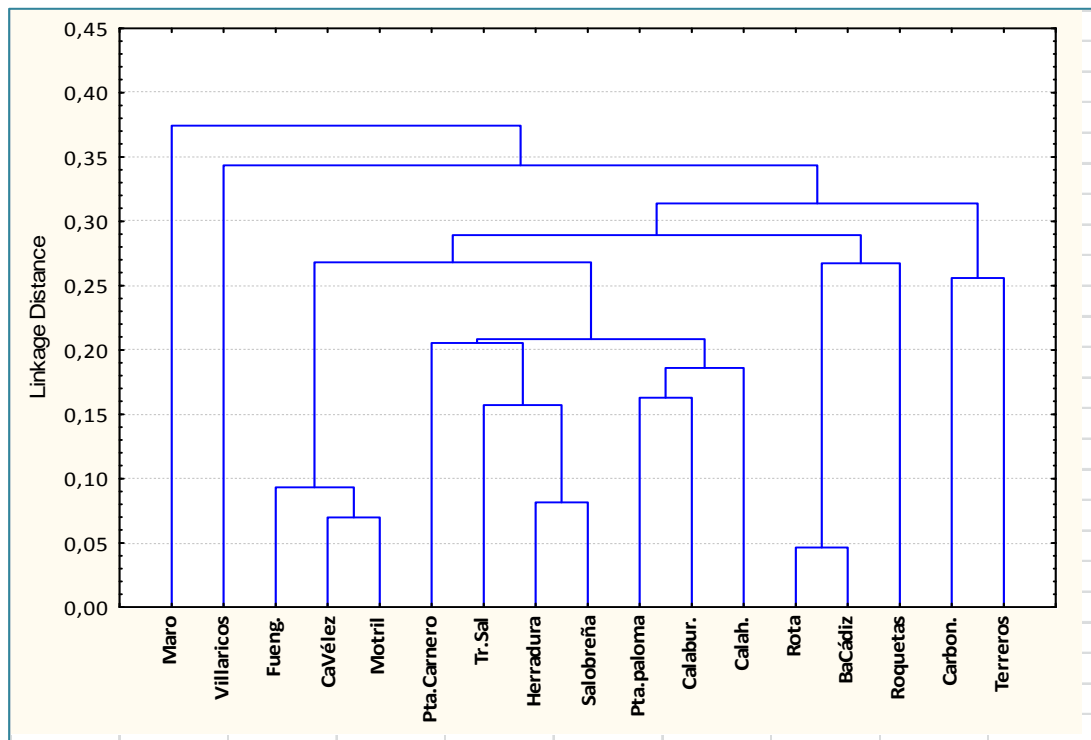
Como se puede observar en la gráfica 8 donde se representa la similitud entre las diferentes localidades en base a las especies que se desarrollan en cada una de ellas, se diferencian una serie de localidades con una flora muy similar.

Por un lado se segregan las localidades de Rota y Bahía de Cádiz. Se trata de las dos localidades típicamente atlánticas, próximas geográficamente y con el

mismo tipo de sustrato y una fuerte influencia antrópica. Comparten un total de 10 especies entre las que sobresale *Pseudanabaena minima* por ser una especie que solo está presente en estas dos localidades. Igualmente es destacable el hecho de constituir las únicas zonas en las que aparecen especies del género *Merismopedia*, taxones que suelen estar presentes en condiciones de moderada a considerable eutrofia (López-Rodríguez & Pérez-Cirera, 1996). Se trata por tanto de localidades muy semejantes y muy homogéneas en relación a los sustratos dominantes y al régimen de mareas y por tanto en el desarrollo de los diferentes tipos de comunidades y especies. De las 14 especies observadas entre ambas localidades, tan solo cuatro de ellas no son compartidas (*O. funiformis*, *L. cf mycoidea*, *M. mediterranea* y *Merismopedia cf elegans*).

De otra parte se tienen las localidades de La Herradura y Salobreña. Se trata de dos localidades muy próximas una a la otra, con el mismo tipo de sustrato y costa. La presencia de una amplia plataforma de abrasión en la primera y de especies infralitorales en la segunda pueden explicar las diferencias entre ambas localidades. Estas localidades no tienen ninguna especie en exclusividad como en el caso anterior, pero si comparten algunas que, podemos considerar caracterizan distintos grupos. Por un lado *Lyngbya majuscula*, *Spirulina subsalsa* y *S. subtilissima*, que comparten con las estaciones de carácter más atlántico de la provincia de Cádiz. Serían especies propias de tapetes costosos. También aparecen en estas localidades otras especies de escasa amplitud como *Chroococcus varius*, que comparte con localidades más mediterráneas como Carboneras y Terreros. De otra parte, una serie de especies generadoras de talos vesiculares, tales como, *Entophysalis deusta*, *E. granulosa*, *Rivularia atra* y *R. bullata* que comparten con otras localidades, si bien con un menor rango de afinidad. Este conjunto de especies caracterizan un grupo de localidades que podemos considerar de

transición entre el atlántico y el mediterráneo, ya que se sitúan intercaladas a lo largo del mar de Alborán, desde Calahonda hasta Punta Carnero.



Gráfica 8. Dendrograma de similaridad para las diferentes localidades en base a la presencia/ausencia de las diferentes especies observadas en cada una de ellas.

Un tercer grupo lo conforman las localidades de Motril, Caleta de Vélez y Estepona. Con respecto a este grupo de localidades su afinidad se puede explicar en base a que en todos los casos se trata de escolleras ligadas a puertos siendo los sustratos rocosos artificiales (bloques de hormigón) enormemente homogeneizadores del ambiente bentónico. La localidad de Fuengirola presenta adicionalmente sustratos rocosos naturales que sin duda introducen algo más de diversidad en sus comunidades y por tanto que se separe de las otras dos mencionadas. Estas localidades comparten el 48% del total de especies observadas entre ellas. Si solo se consideran los sustratos artificiales el grado de semejanza asciende hasta el 60%. Especies como *Entophysalis deusta*, *E. granulosa*, *Calothrix*

scopulorum, *Kyrtuthrix maculans* o *Blennothrix lyngbyacea* sólo se presentan sobre sustratos naturales lo que explica la mayor distancia entre la localidad de Fuengirola y las de Motril y Caleta de Vélez.

Del resto de localidades no se desprende ningún tipo de afinidad a partir del análisis llevado a cabo. En general cada una de las localidades presentan aspectos particulares (aportes de agua dulce, elevada temperatura del agua, charcas estacionales, etc.) que suponen un sello de identidad en relación a la presencia de las diferentes especies observadas. La fuerte influencia de agua dulce detectada en Maro debe ser la principal responsable de que esta localidad se encuentre totalmente desplazada del resto. Por su parte la presencia de especies exclusivas en la localidad de Villaricos, como son *Cyanobium* sp, *Leptolyngbya fragilis* y *Komvophorum cf bourrely* también aclara su aislamiento respecto al resto de localidades.



LÁMINA 24. 1. Cinturón de *Rivularia bullata*; 2-3. Aspecto de las comunidades de cyanoprokariotas en ambientes intermareales rocosos. 4-5. Finos tapetes de *Calothrix* sp y *Lyngbya confervoides* desprendidos del sustrato. 6-7 *Rivularia atra*. 8, *Rivularia bullata*.

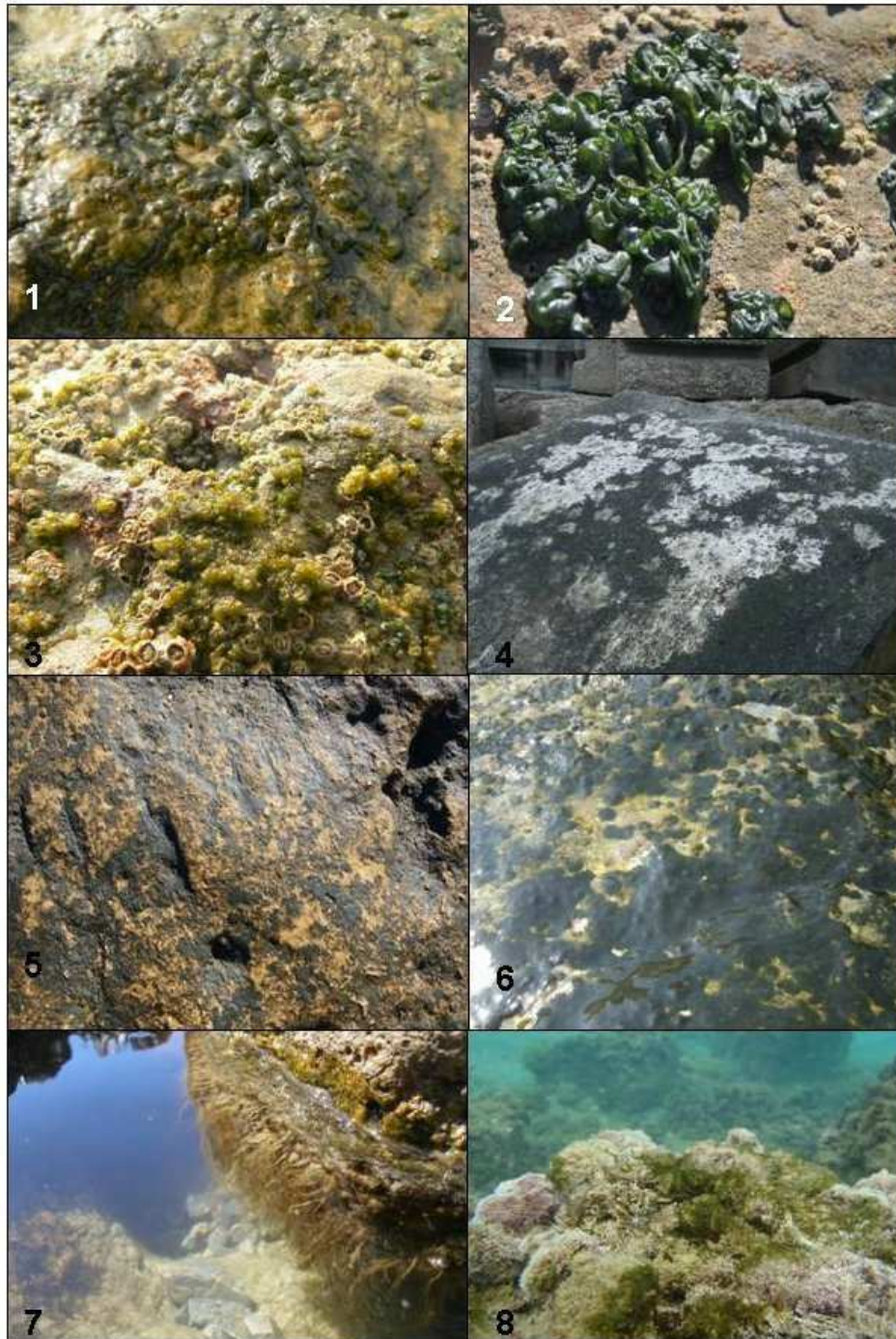


LÁMINA 25. 1. *Rivularia mesenterica*; 2. *Rivularia nitida*; 3. *Entophysalis deusta*; 4-6. Talos costrosos adherentes con *Chroococcidiopsis cf fissurarum* (4), *Stanieria sublitoralis* (5) y *Kyrtothrix maculans* (6); 7 *Lyngbya confervoides*. 8. *Oscillatoria nigro-viridis*.

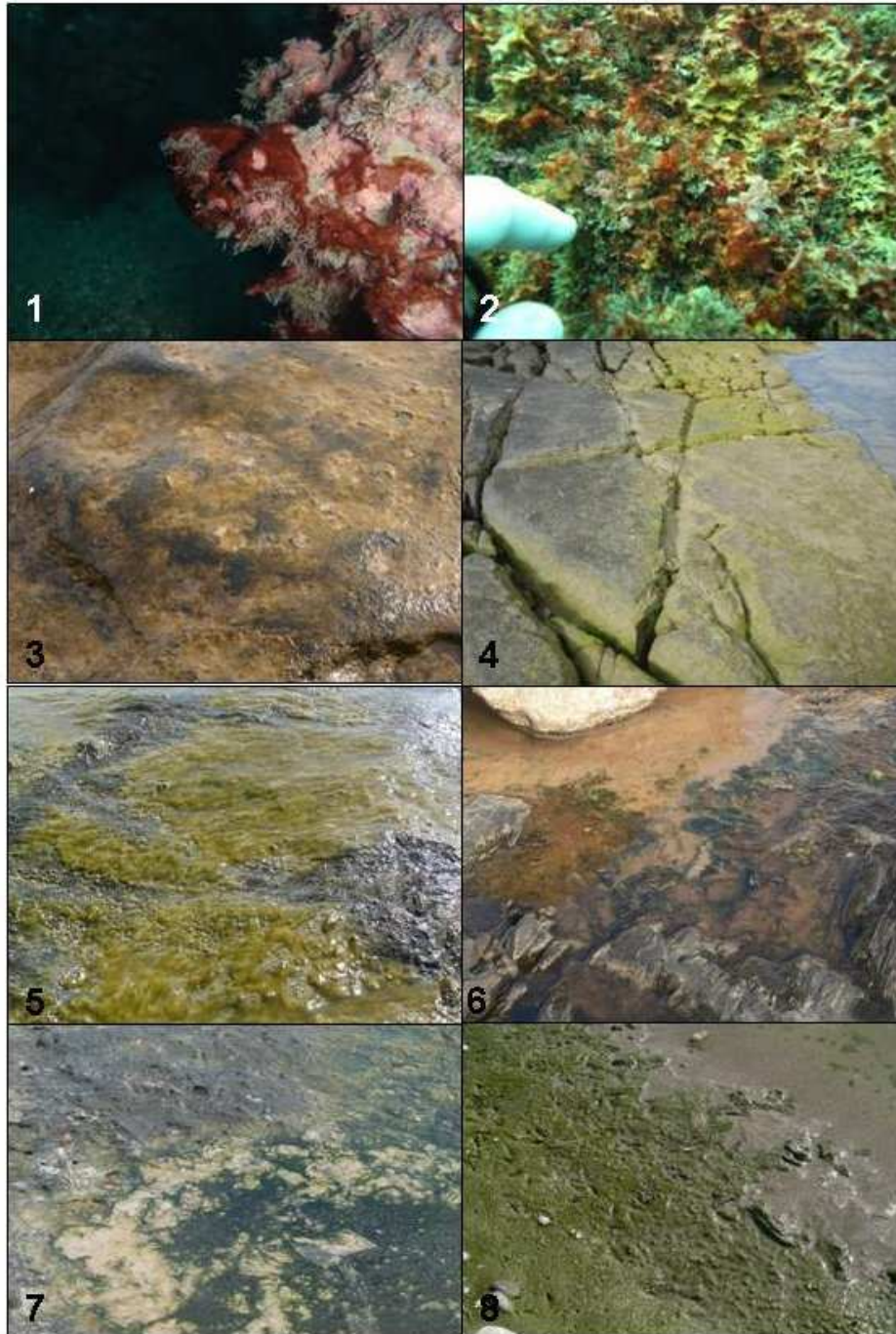


LÁMINA 26. 1. *Phormidium subuliforme*; 2. *Oscillatoria pulcra*; 3. *Oscillatoria margaritifera*; 4 *Calothrix* spp (color oscuro); 5-8. Tapetes costrosos filamentosos con *Lyngbya confervoiedes* (5), y *Phormidium* spp (6-7); 8. Tapetes costrosos.

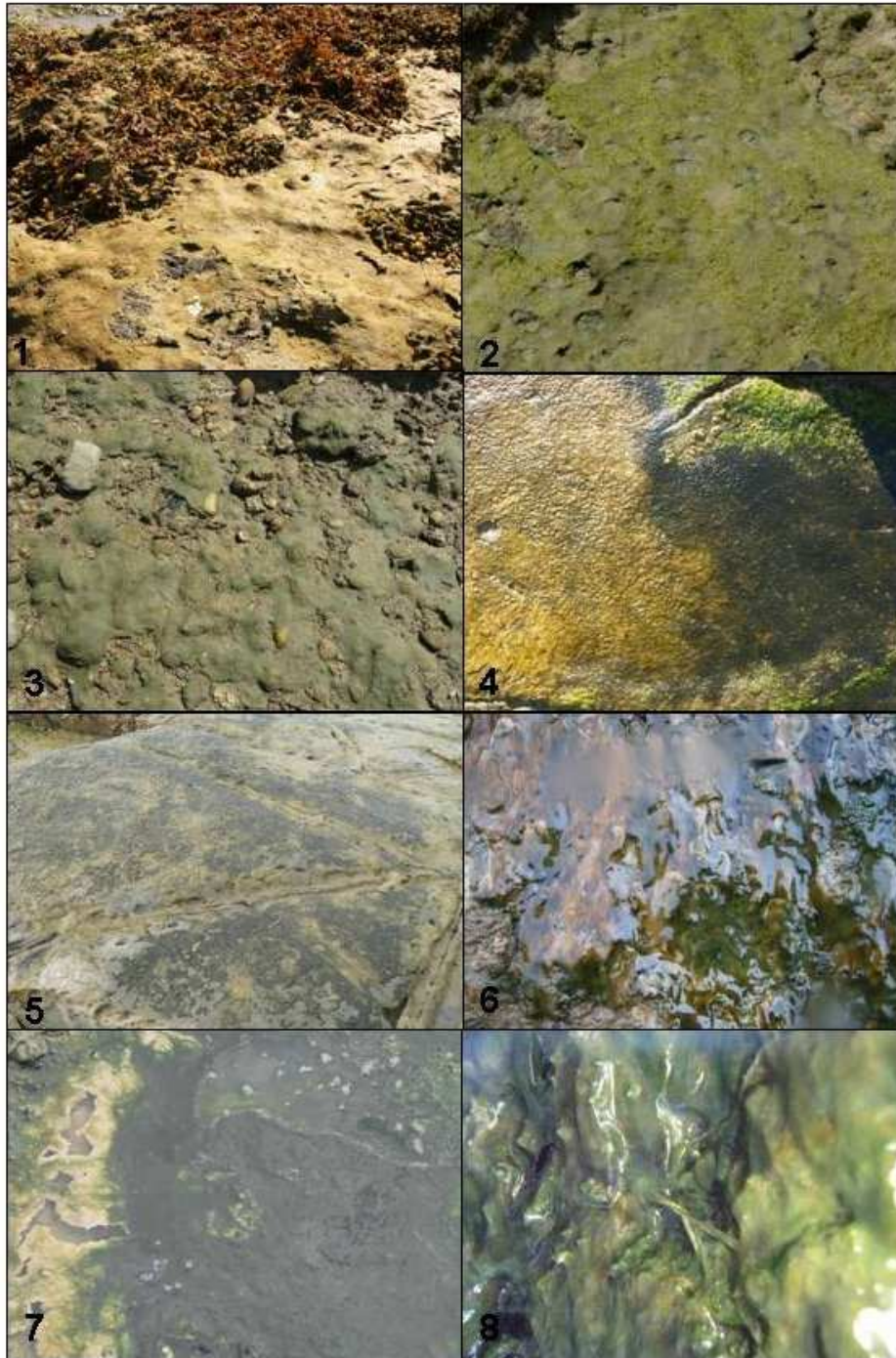
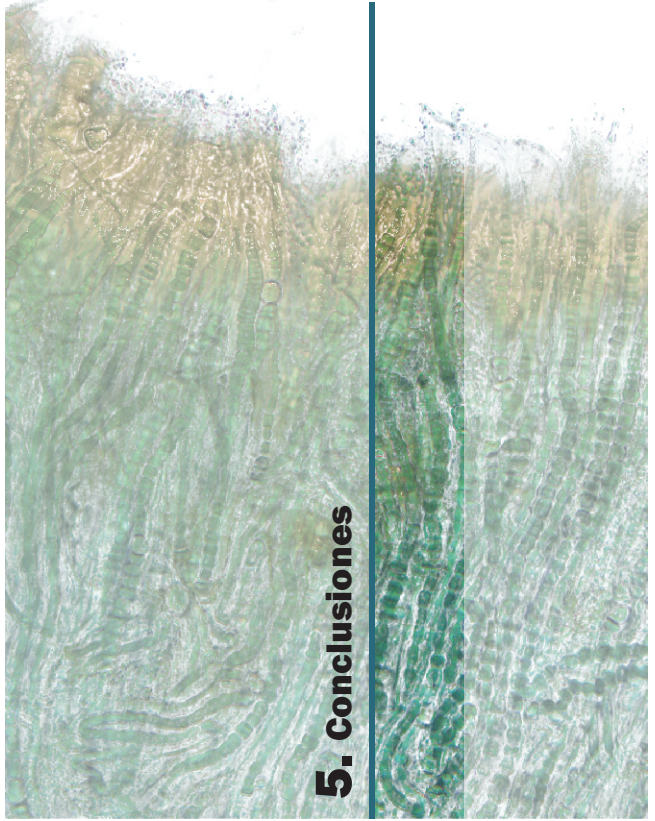


LÁMINA 27. 1-3. Tapetes costrosos; 4. *Lyngbya confervoides* (marrón) y *Calothrix crustacea* (negro). 5. Desarrollos de *Calothrix crustacea*. 6-8 Tapetes delicados de *Phormidium* spp (6-7) y *Microcoleus lacustris* (8).

5. Conclusiones



A continuación se exponen las principales conclusiones derivadas del presente trabajo.

1. Se han identificado un total de 86 táxones de cyanoprokariotas microfitobentónicas del litoral de Andalucía, de los que 19 corresponden a nuevas citas para España y 58 para el litoral andaluz.
2. Se han identificado 18 táxones pertenecientes al orden Chroococcales. Entre ellos destacamos por su desarrollo macroscópico e interés ecológico a: 1) *Entophysalis deusta* y *Entophysalis granulosa*, especies características del nivel superior del litoral, con talos vesiculares; 2) *Staneria sublitoralis* y *Chroococciopsis cf fissurarum*, igualmente propios del nivel superior del litoral y con tapetes incrustantes epilíticos y, 3) *Xenococcus schousboei*, especie epífita con una amplia representación a lo largo de todo el litoral de Andalucía. El género *Chroococcus* presenta la mayor riqueza taxonómica del grupo con cinco especies.
3. Se han identificado 17 táxones del orden Nostocales. Por su interés taxonómico destacamos a *Scytonematopsis cf crustacea*, se trata de un taxon poco frecuente y escasamente conocido. Por su desarrollo macroscópico e interés ecológico se mencionan a: 1) los tapetes incrustantes epilíticos de las especies del género *Calothrix* en los pisos superiores del litoral y, 2) las especies *Rivularia atra* y *Rivularia bullata*, con talos vesiculares y características del nivel mesolitoral. Destacamos así mismo a *Kyrtuthrix maculans* por su interés biogeográfico y el amplio desarrollo de sus talos epilíticos incrustantes en el nivel mesolitoral. El género *Calothrix* con seis especies es el mejor representado del grupo.

4. Se han identificado 15 taxones pertenecientes al orden Oscillatoriales, entre las que *Lyngbya confervoides*, *Lyngbya aestuarii* y *Oscillatoria nigro-viridis* son los taxones más abundantes. Se desarrollan en tapetes costrosos filamentosos o como talos epifíticos/epizoicos. Los géneros mejor representados son *Lyngbya* y *Oscillatoria* con 7 especies cada uno.

5. Se han identificado 11 taxones pertenecientes al orden Phormidiales. Destacamos por su significado ecológico a *Komvophoron cf bourellyi*, descrito originalmente sobre ascidias coloniales y conocido únicamente de las costas mediterráneas españolas. Así mismo destacamos a *Arthrospira miniata*, táxon escasamente conocido. Sus poblaciones se han observado a 9 metros de profundidad y hasta ahora siempre se habían asociado al piso mesolitoral.

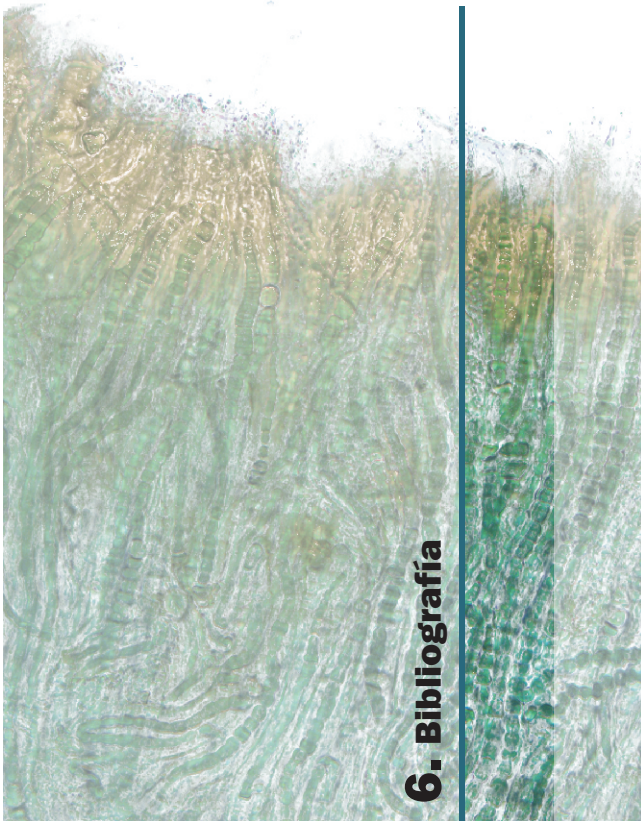
6. Se han identificado 21 taxones pertenecientes al orden Pseudanabaenales, siendo éste el grupo mejor representado a lo largo del periodo de estudio. Entre las especies de este grupo destacan las del género *Leptolyngbya*, las cuales desarrollan tapetes filamentosos frágiles en el nivel mesolitoral. Así mismo, *Trichocoleus tenerrimus* se muestra como la especie más abundante en los tapetes costrosos, acompañado por diversas especies del género *Spirulina*. Dentro del grupo el género mejor representado es *Leptolyngbya* con nueve taxones diferentes si bien cuatro de ellos no han podido ser asignados a nivel específico.

7. Se han identificado cuatro taxones del orden Synechococales, siendo éste el grupo menos frecuente a lo largo del periodo de estudio. Destacamos la presencia de *Cyanobium* sp el cual se desarrolla de forma abundante en

tapetes mesolitorales mezclado con otras cyanoprokariotas filamentosas en ambientes termófilos.

8. Un total de 52 taxones se comportan como estacionales y 34 como anuales, estando presentes la mayor parte del año. Entre éstos últimos destacamos a *Staneria sublitoralis*, *Chroococciopsis cf fissurarum*, *Xenococcus schousboei*, *Calothrix crustacea*, *Kyrtuthrix maculans*, *Trichocoleus tenerrimus*, *Lyngbya confervoides* y *Oscillatoria nigro-viridis*.
9. En relación al patrón de distribución y según las categorías establecidas en la presente Memoria, 45 taxones muestran una distribución restringida; 21 son de distribución común; 16 de distribución local y solo 4 taxones muestran una amplia distribución: *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Staneria sublitoralis*, *Xenococcus schousboei* y *Lyngbya confervoides*.
10. En relación a su composición específica se diferencian dos tipos de localidades. Por una parte las localidades de La Herradura y Salobreña en torno a las cuales se estructuran el núcleo de localidades propias del Mar de Alborán, tales como Calaburras y Calahonda. De otra parte, las localidades de Bahía de Cádiz y Rota de naturaleza atlántica.
11. Las localidades de San Juan de Terreros y Maro son las que mayor riqueza específica han mostrado con 35 y 33 especies respectivamente, si bien Maro muestra un fuerte componente de agua dulce. Por el contrario, Rota con 13 y Torre de la Sal y Bahía de Cádiz con 11 son las localidades con menor número de especies. El resto presentan una riqueza intermedia con valores que oscilan entre las 16 y 23 especies.

12. La naturaleza del sustrato y topografía de la costa condicionan fuertemente el establecimiento de las poblaciones de cyanoprokariotas. Así, las localidades con amplias rasas y plataformas horizontales se muestran mas diversas y con mayor desarrollo de estas comunidades que las localidades donde predominan sustratos verticales y expuestos. El piso mesolitoral es donde mejor representadas se encuentran las comunidades de cyanoprokariotas y donde mayor diversidad de tipos de tapetes y talos se presentan, siendo los talos vesiculares, los tapetes incrustantes epilíticos y los tapetes costrosos los más ampliamente distribuidos.



6. Bibliografia

- Aboal, M. (1988). Aportación al conocimiento de las algas epicontinentales del Sudeste de España. III. Cianofíceas (Cyanophyceae Schaffner 1909). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 45(1): 3-46
- Aboal, M. (1989). Flora algal del río Benamor (Cuenca del Segura, SE de España). *Limnética* 5: 1-11.
- Aboal, M. (1996). Epipellic algal communities in irrigation channels of Southeastern Spain. *Arch. Hydrobiol. Algological Studies* 82: 117-131.
- Aboal, M. & Puig, M.A. (2005). Intracellular and dissolved microcystin in reservoirs of the river Segura basin, Murcia, SE Spain. *Toxicon* 45: 509-518.
- Aboal, M., Llimona, X. (1984). Aportaciones al conocimiento de la flora del río Mula, Murcia, SE de España. *Limnética* 1: 141-147.
- Aboal, M. & Llimona, X. (1984b). Aportación al estudio algológico del sistema de Sierras de Ponce y Quipar (NO de Murcia, SE de España). *Anales Biología* 2: 1-17.
- Aboal, M., Prefasi, M. & Asencio, A.D. (1996). The aquatic microphytes and macrophytes of the Tránsito Tajo-Segura irrigation systems, southeastern Spain. *Hydrobiologia* 340: 101-107.
- Aboal, M., Puig, M.A. & Asencio, A.D. (2005). Production of microcystins in calcareous Mediterranean streams: The Alharabe River, Segura River basin in south-east Spain. *Journal of Applied Phycology* 17: 231-243.
- Albertano, P. & Kováčik, L. (1994). Is the genus *Leptolyngbya* (Cyanophyta) a homogeneous taxon? *Algological Studies* 75: 37-51.

- Aldanondo-Aristizábal, N., Domínguez-Alvarez, S. & Gil-Rodríguez, M.C. (2003). Diversidad algal asociada a *Patella candei candei* D'Orbigny, 1840, una lapa en peligro de extinción en la isla de Fuerteventura. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 19(1-4): 165-170.
- Altamirano, M., Díaz-Such, B. & García-Sánchez, J. (2006). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía (España).VI. *Acta Botánica Malacitana* 31:172-174.
- Altamirano, M., López-Blanco, E. & Orriach, R. (2008). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía (España). VII. 2008; *Acta Botánica Malacitana* 33:1-3.
- Álvarez-Cobelas, M. & Gallardo, T. (1988). Catálogo de las algas continentales españolas V. Cyanophyceae Schaffner 1909. *Acta Botánica Malacitana* 13: 53-76.
- Anagnostidis, K. (1989). *Geitlerinema*, a new genus of oscillatorialean cyanophytes. *Pl. Syst. Evol.* 164:33-46
- Anagnostidis, K. (2001). Nomenclatural changes in cyanoprokariota order Oscillatoriales. *Preslia, Praha* 73:359-375
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. (1985). Modern approach to the classification of Cyanophytes. 1-Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 71 1/2:291-302.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification of Cyanophytes. 3-Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80 1-4:327-427.
- Anon (2011). Listado preliminar de especies marinas de Canarias. pp. 1-174. Tenerife: Observatorio Ambiental Granadilla.

- Antic, M., Jovancicevic, B., Ilic, M., Vrvic, M. & Schwarzbauer, J. (2006). Petroleum pollutant degradation by surface water microorganisms. *Environ. Sci. Pollut. Res* 13: 5:320-327.
- Araujo, R., Bárbara, I., Tibaldo, M., Bercibra, E., Días Tapia, P., Pereira, R., Santos, R. & Sousa Pinto, I. (2009). Checklist of benthic marine algae and cyanobacteria of northern Portugal. *Botánica Marina* 52: 24-46.
- Asencio, A.D. & Aboal, M. (1996). Cyanophytes from Andragulla abrigo (Murcia, SE Spain) and their environmental conditions. *Algological Studies* 83: 55-72.
- Augier, H., (1982). *Inventaire et Classification des Biocenoses Marines Benthiques de la Mediterranee*. Conseil de L'Europe, 59 pp.
- Ballesteros, E. & Romero, J. (1982). Catálogo de las algas bentónicas (con exclusión de las diatomeas) de la Costa Catalana. *Col. Bot.* 13(2): 723-765.
- Bárbara, I. & Cremades, J. (1996). Seaweeds of the Ría de A Coruña (NW Iberian Peninsula, Spain). *Botanica Marina* 39: 371-388.
- Bárbara, I., Calvo, S., Cremades, J., Díaz, P., Dosil, J., Peña, V., López Varela, C. & Novo, T. (2003). Fragmenta chorologica occidentalia, Algae, 8641-8747. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 60(2): 409-416.
- Bárbara, I., Cremades, J., Calvo, S., López-Rodríguez, M.C. & Dosil, J. (2005). Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 69-100.
- Bellan-Santini, D., Bellan, G., Bitar, G., Harmelin, J.G. & Pergent, G., (2002). *Manuel d'interprétation des types d'habitats marins por la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intéret pour la conservation*.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Plan d'Action pour la Méditerranée. Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées, 225 pp.

Berendero, E., Perona, E. & Mateo, P. (2008). Genetic and morphological characterization of *Rivularia* and *Calothrix* (Nostocales, Cyanobacteria) from running water. *International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology* 58:447-460.

Blois Crispino, L.M. & Leite Sant'Anna, C. (2006). Cianobacterias marinhas bentônicas de ilhas costeiras do Estado de Sao Paulo, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 29 (4): 639-656.

Boon, D. & Castenholz, R. (2001). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Seconde Edition. Volumen One. Ed. Springer. 599 pp.

Bornet, E. & Flahault, C. (1886). Revision des Nostocacees hétérocystées. *Ann. Sci. Nat. Bot. Paris* 3:324-381.

Bourelly, P. (1970). *Les Algues d'eau douce. Algues bleus et rouges*. Ed. N.Boubée & Cia. 512 pp.

Calvín, J.C., (1995). *El ecosistema marino Mediterráneo. Guía de su flora y fauna*. J.C. Calvín (Ed.), Murcia, 797 pp.

Calvo, S. (2001). *Algas bentónicas de marismas de Galicia: flora y vegetación*. Tesis Doctoral. Universidad da Coruña. 177 pp.

Calvo, S. & Bárbara, I. (2002). Algas bentónicas de las marismas de Ortigueira, Betanzos, Baldaio y Corrubedo (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 12: 5-34.

- Calvo, S. & Bárbara, I. (2003). Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). *Algological Studies* 109: 139-170.
- Calvo, S. & Bárbara, I. (2003). Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). *Algological Studies* 109: 139-170.
- Calvo, S., Bárbara, I. & Cremades, J. (1999). Benthic algae of salt-marshes (Corrubedo Natural Park, NW Spain): the flora. *Botánica Marina* 42: 343-353.
- Castenholz, R. (2001). Phylum BX. Cyanobacteria. Oxygenic Photosynthetic Bacteria. In: *Bergey's Manual of systematic bacteriology*. Pp: 473-599.
- Cires Rodriguez, E. & Cuesta Moliner, C. (2010). Checklist of benthic algae from the Asturias coast (North of Spain). *Bol. Cien. Nat. RIDEA* 51: 135-212.
- Conde, F. & Flores-Moya, A. (2000). Nuevas adiciones al conocimiento de las macroalgas marinas de la Isla de Alborán (Mediterráneo Occidental). *Acta Botánica Malacitana* 25: 180-184.
- Conde, F. & Soto, J. (1986). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía. *Acta Botánica Malacitana* 11:9-16.
- Conde, F. Altamirano, M. & Flores-Moya, A. (1996). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía (España). IV. *Acta Botánica Malacitana* 21: 303-305.
- Conde, F. Flores-Moya, A. Soto, J. Altamirano, M. & Sánchez, A. (1996b). Check-list of Andalusia (S.Spain). Seaweeds. III. Rhodophyceae. *Acta Botánica Malacitana* 21:7-33.

- Consejería de Medio Ambiente (2010). *Informe Anual 2010. Provincia de Málaga*. Apoyo Técnico para la Gestión Sostenible del Medio Marino. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 37 pp y mapas.
- Consejería de Medio Ambiente (2011). LIC'S singulares litorales de la provincia de Granada. Servicio de Espacios Naturales Protegidos. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Granada.
- De la Rosa Álamos, J., & Sánchez Castillo, P.M. (2009). Introducción al conocimiento de la cianobacterias bentónicas marinas del litoral de Andalucía. *Algas, Bol. Soc. Esp. Ficología* 42: 15-16.
- Desykachary, T., (1959). *Cyanophyta*. Indian Councel of Agricultural Resecharch, 686 pp.
- Díaz-Tapia, P. & I. Bárbara (2005). Vegetación bentónica marina de la playa de Barrañán (A Coruña, Galicia). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 14: 13-42.
- Díez, B. Bauer, K. & Bergman, B. (2007) Epilithic cyanobacterial communities of a Marine Tropical beach rock (Heron, Island, Great BarrierReef): diversity and diazotrophy. *Applied and Environmental Microbiology* 73-11:3656-3668.
- Domenech, R.J., Romero, J., Ballesteros, E. & Gili, J.(1989). Buceando en el azul. El Bentos. En: Margalef, R.(Coord.), *El Mediterráneo Occidental*. Ed. Omega. 235-297.
- Domínguez-Alvarez, S., Cruz-Reyes, A., Soler-Onís, E., Hernández-González, C.L., González-Enriquez, N. & Gil-Rodríguez, M.C. (2005). Fouling en un sistema

adicionado a jaulas de cultivo en el sur de Tenerife, islas Canarias. *Vieraea* 33: 79-92.

El-Sheekh, M. Gharieb, M. M. & Abou-El-Souod, G. W. (2009). Biodegradation of dyes by some green algae and cyanobacteria. *International Biodeterioration & Biodegradation*; 63:699-704.

Ercegovic, A. (1929). Sur quelques nouveaux types des Cyanophycées lithophytes de la cote adriatique. *Arch. Protistenk* 66: 164-174.

European Commission DG Environment, (2003). *Interpretation Manual of European Union Habitats*. EUR 25. 127 pp.

Fernández, C. & Niell, F.X. (1982). Zonación del fitobentos intermareal de la región de Cabo Peñas (Asturias). *Investigación Pesquera* 46: 121-141.

Flores-Moya, A. Conde F. Sánchez A. & Altamirano M. (1994). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía (España).III. *Acta Botánica Malacitana* 19:211-213.

Flores-Moya, A. Soto J. Sánchez A. Altamirano M. Reyes G. & Conde F. (1995). Check-list of Andalusia (S.Spain) Seaweeds. I. Phaeophyceae. *Acta Botánica Malacitana* 20:5-18.

Fogg, G (1973). *Physiology and ecology of marine blue-green algae*. En: Carr, N.C. & Whitton, B. (Eds.). *The biology of blue-green algae*. ED. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Pags: 368-378.

Frémy, P. (1929-1933). Cyanophycees des cotes d'Europe. *Mém. Soc. Naat. Sci .Natur. Math*. Cherbourg, Saint-Lô. 232 pp y 66 Lám.

Frémy, P. & Børgesen, F. (1936). Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria IV. Cyanophyceae. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser* 12(5): 1-43.

Fuertes Lasala, F. & Gómez-Menor J. (1981). Contribución al estudio de la flora algal de la Isla de Tabarca (Alicante) Cyanophyta, Phaeophyta y Chlorophyta. *Trab. Dep. Botanica y F. Veg.* 11:73-82.

Gardner, N.L. (1927). New Myxophyceae from Porto Rico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 7: 1-144, Plates 1-23.

García-Pichel, F., Prufert Bebout, L. & Muyzer, G. (1996). Phenotypic and phylogenetic analyses show *Microcoleus chthoplastes* to be a cosmopolitan cyanobacterium. *Applied and Environmental Microbiology* 62 (9):3284-3291.

García Raso, E., Gofas, S., Salas, C., Manjón-Cabeza, E., Urra, J. & García Muñoz, J. (2006). *Estudio de la biodiversidad (macrofauna) y caracterización de las comunidades marinas del litoral occidental de Málaga (Punta de Calaburras-Cabo Pino)*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Informe Técnico. 140 pp.

García Raso, E., Gofas, S., Salas, C., Manjón-Cabeza, E., Urra, J. & García Muñoz, J. (2010). *El mar más rico de Europa: Biodiversidad del litoral occidental de Málaga entre Calaburras y Calahonda*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 138 pp.

Geitler, L. (1925). Cyanophyceae. In: *Susswasserflora*. Deutschlands, Osterreichs u. d. Schweiz 12. Gustav fischer-Verl. Jena. 481 pp.

Geitler, L. (1932). Cyanophyceae. In. *Rabenhort's Kryptog. Flora* 14. Leipzig.1196 pp.

- Giaccone, G., Alongi, G., Batelli, C., Catra, M., Ghirardelli, L.A., Pezzino, A. & Stefani, S. (2003). Guide alla determinazione delle alghe del mediterraneo. Parte I: alghe azzurre (Cyanophyta o Cyanobacteria). Ed. Giuseppe Giaccone., 92. pp.
- Golubic, S. (1973). *The relationship between blue-green algae and carbonate deposits*. In: Carr, N. & Whitton, B. (Eds). *The biology of blue-green algae*. Blackwell Scientific Publications. Chap. 21. 434-472.
- Golubic, S., Le Campion-Alsumard, T. & Campbell, S. (1999). Diversity of Marine Cyanobacteria. *Bulletin de L'Institut Oceanographique Monaco*. Nº special 19:53-76.
- Gomont, M. (1892). Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). *Ann. Scien. Nat* 15 Serie 7:264-368.
- Gomont, M. (1901). Myxophyceae hormogoneae. *Botanisk Tidsskrift* 24:202-211.
- González Guerrero, P. (1945). Cianofíceas y algas continentales de Cádiz. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 6:237-323.
- González Guerrero, P. (1947). Algas invernales gaditanas. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 433-456.
- González, M. & Parra O. (1975) Marine blue-green algae of Chile. 1. Blue-green algae of the intertidal zone of the bay of Concepcion. *Gayana Bot.* 31:3-69.
- Gorostiaga, J.M., Santolaria, A., Secilla, A., Casares, C. & Díez, I. (2004). Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 61: 155-180.
- Graham, E. & Wilcox, I. (2009). *Algae*. Prentice-Hall Inc. 2 Edición., 640 pp.

- Granja, A., Cremades, J. & Barbara, I. (1992). Catálogo de las algas bentónicas marinas de la Ria de Ferrol (Galicia, N.O. de la Península Ibérica) y consideraciones biogeográficas sobre su flora. *Nova Acta Cient. Compostelana (Biologia)* 3: 3-21, 4 figs, 6 tables.
- Guadalupe, M.E. Gil-Rodríguez M.C., Hernández-González, M. del C. (1995). Fitobentos de Arrecife de Lanzarote, reserva de la biosfera (Islas Canarias). *Cryptogamie Algologie* 16(1): 33-46.
- Guillermes, I. & Cremades, J. (1993). Algunas algas interesantes de las comunidades del "fouling" del puerto de Vigo (Galicia, España). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 51(1): 142-145, 1 Figure.
- Guillermes, I., Cremades, J. & Pérez-Cirera, J.L. (1994). Primeros resultados sobre la composición florística y sucesión de las comunidades algales del "fouling" en el puerto de Vigo (Galicia: N.O. España). *Studia Botanica* 13: 31-37
- Guyri, W. 2011. <http://www.algaebase.org>. Último acceso: marzo 2012.
- Haroun, R., Gil-Rodríguez, M.C., Berecibar Zugasti, E. & Herrera Morán, B. (2003). *Monera: Cyanophycota*. In: Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales). (Moro, L., Martín, J.L., Garrido, M.J. & Izquierdo, I. Eds), pp. 3-4. Las Palmas: Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- Haroun, R.J., Gil-Rodríguez, M.C., Díaz de Castro, J. & Prud'homme van Reine, W.F. (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.

- Hayes, P., Adel El Semary, N. & Sánchez-Baracaldo, P. (2007). The taxonomy of Cyanobacteria: molecular insights into a difficult problem. In: Brodie, J. & Lewis J. Eds. *Unraveling the algae. The past, present, and future of algae systematics*. Boca Raton.: C.R.C.Press. Pags: 93-101.
- Hernández-González, C.L., Cruz-Reyes, A., Soler-Onís, E., Domínguez-Alvárez,S. & Gil-Rodríguez, M.C. (2004). Comunidades vegetales submarinas. Seguimiento tras la instalación de un cultivo off-shore. *Rev. Acad. Canar. Cienc.* XVI (Núm. 4): 37-57.
- Hoffmann, L. (1999). *Marine cyanobacteria in tropical regions: diversity and ecology*. *Eur. J. Phycol.* 34:371-379.
- Hoffman, L., kastovsky, J. & Komárek, J. (2005). *Proposal of cyanobacteria system-2004*. In: Büdel, B. Gartner G. Krienitz L. & Schagerl M. Eds. *Freshwater Flora of Central Europa*. Cyanoprokariota. Part 2. Oscillatoriales Spektrum. 657-660.
- Hoffman, L., Komárek, J. & kastovsky, J. &. (2005b). System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) – state in 2004. *Arch. Hydrobiol. (Cyanobac. Res.* 6) 117: 95-115.
- Hofrichter, R. (2004). *El Mar Mediterráneo. Fauna. Flora. Ecología. I*. Ediciones Omega, 592 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. (1938). *Das Phytoplankton des Süßwasseres*. systematik und Biologie. Teil I. In. *Die Binnengewasser*. Stuttgart. 1-342 pp.
- Invernon, V., Orriach, R., Bañares, E., Altamirano, M., De la Rosa, J. & Flores-Moya, A. (2009). Notas corológicas del macrofitobentos de Andalucía (España).VIII. *Acta Botánica Malacitana* 34:201-255.

- Kaheler, S. & Gray, W. (1996). Distribution of algae on tropical rocky shorers: spatial and temporal patterns of non-coralline encrusting algae in Hong Kong. *Marine Biology* 125: 177-187.
- Kirkwood, A. Buchheim J. Buchheim M. & Henley W. (2008). Cyanobacterial diversity and halotolerance in a variable hypersaline environment. *Microb. Ecol.*:55:453-465.
- Klumpp, D.W. , Salita-Espinosa, J.S. & Fortes, M.D. (1992). The role of epiphytic periphyton and macroinvertebrate grazers in the trophic flux of a tropical seagrass community. *Aquatic Botany* 43: 327-349.
- Komárek, J. (2003). Coccoid and colonial Cyanobacteria. Cap. 3. In. *Freshwater Algae of North America*. USA: Elsevier Science; 59-116.
- Komárek, J. (2006). Cyanobacterial taxonomy: current problems and prospects for the integration of traditional and molecular approaches. *Algae* 21 (4): 349-375.
- Komárek, J. (2010). Modern taxonomic revision of planktonic nostocacean Cyanobacteria: a short review of genera. *Hydrobiologia* 639:231-243.
- Komárek, J. (2010b). *Oscillatoriales: tipos filamentosos sin heterocistes*. International training course on taxonomy and conservation of tropical and subtropical cyanobacteria. Marine Biotechnology Center. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Taliarte 12-19 marzo.
- Komárek, J. (2010c). Recent changes (2008) in cyanobacteria taxonomy based on a combination of molecular background with phenotype and ecological consequences (genus and species concept). *Hydrobiologia* 639: 245-259.

- Komárek, J. (2010d). *System of cyanoprokarites (cyanobacteria) –state in 2008*. International training course on taxonomy and conservation of tropical and subtropical *Cyanobacteria*. Marine Biotechnology Center. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Taliarte 12-19 marzo.
- Komárek, J. (2012). Nomenclatural changes in heterocytous *Cyanoprokariota* (*Cyanobacteria*, *Cyanophytes*). *Fottea* 12 (1) 141-1148.
- Komarek, J. & Anagnostidis, K. (1986). Modern approach to the classification of Cyanophytes. 2-Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 73- 2:157-226.
- Komarek, J. & Anagnostidis, K. (1989). Modern approach to the classification of Cyanophytes. 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82- 3:247-345.
- Komárek, J & Anagnostidis, K. (1995). Nomenclatural novelties in chroococcalean cyanoprokariotes. *Preslia* 65:15-23
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokariota. Part 2. Oscillatoriales. *En: Büdel, B. Gartner G. Krienitz L. & Schagerl M. Eds. Freshwater Flora of Central Europa*. Spektrum: 759 pp.
- Komárek, J. & Hauter, T. (2011). CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - Word-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, <http://www.cyanodb.cz>.
- Komárek, J. & Komarkova, J. (2004). Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. *Czech Phycology Olomouc* 4: 1-18.
- Komárek, J. & Zapomelova, E. (2007) Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* =subg. *Dolichospermum*-1.part:coiled types. *Fottea*, 7(1) 1-31.

- Komárek, J., Kastovsky, J. & Hoffmann, L. (2010). *System of cyanoprokariotes (cyanobacteria) – satate in 2008*. International training course on taxonomy and conservation of tropical an subtropical cyanobacteria. 12-19 marzo de 2010. Telde (Gran Canaria, España).
- Komárek, J. & Montejano, G. (1994). Taxonomic evaluation of several Chloroglea-species (Cyanoprokariota) from inland biotopes. *Algological Studies* 74:1-26
- Komárek, J., Ventura, S., Turicchia, S., Komarkova, J., Mascalchi, C. & Soldati, E. (2005). Cyanobacterial diversity in alkaline marshes of northern Belize (Central America). *Algological Studies* 117: 265-278.
- Komarkova, J. Jezberova J. Komárek O. & Zapomelova E. (2010). Variability of *Chroococcus* (Cyanobacteria) morphospecies with regard to phylogenetic relationships. *Hydrobiologia* 639:69-83.
- Kremer, B. (2006). Mat-forming coccoid cyanobacteria from early Silurian marine deposits of Sudetes, Poland. *Acta Paleontol. Pol.* 51 (1):143-154.
- Lang, N. & Whitton, B. (1973). *Arrangement and structure of thylakoids*. In: Carr, N. & Whitton, B. (Eds). *The biology of blue-green algae*. Blackwell Scientific Publications. Chap. 3. 66-79.
- Fuertes Lasala, E. & Gomez-Menor, Robles, J.M. (1981). Contribución al estudio de la flora algal de la Isla de Tabarca (Alicante) Cyanophyta, Phaeophyta y Chlorophyta. *Trab. Dep. Botánica y F. Veg.* 11 73-82
- Lemmermann, E. (1907-10). Algaen I. Kryp-Fl. *Mark Brandenburg* 3: 1-256
- Lee, R. E. (2008). *Phycology*. Ed. Cambridge University Press. 547 pp.

-
- Little, C., Williams, G. & Trowbridge, C. (2009). *The biology of rocky shores*. Second Edition. Oxford University Press. NY. 356 pags.
- Livingstone, D. & Whitton, B.A. (1983). Influence of phosphorus on morphology of *Calothrix parietina* (Cyanophyta) in culture. *Br. Phycol. J.* 18: 29-38.
- López López, F. & Zaballos M. (2005). Diversidad y actividad procariota en ecosistemas acuáticos. *Ecosistemas* 2: 1-11.
- López-Rodríguez, M.C. & Pérez-Cirera, J.L. (1996). Cianófitos en medios alterados por la contaminación industrial en el noroeste de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 54: 43-49.
- López Rodríguez, M.C., Cremades Ugarte, J. & Bárbara Criado, I. (2000). *Phormidium ectocarpi* Gomont (Oscillatoriales, Cyanophyta), una especie nueva para las costas de la Península Ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 58(1): 180-181.
- Lüning, K. (1990). *Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology*. Ed. J. Willey & Sons, Inc. 527 pp.
- Mahasneh, I., Grainger, S.L.J. and Whitton, B.A. (1990). Influence of salinity on hair formation and phosphatase activities of the blue-green alga (Cyanobacterium) *Calothrix viguieri* D253. *Br. Phycol. J.* 25:25-32.
- Mak, Y.M & Williams, G.A. (1999). Littorinids control high intertidal biofilm abundance on tropical, Hong Kong rocky shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 233: 81-94.

- Martínez-Alonso, M. & N. Gaju. (2005). El papel de los tapetes microbianos en la biorrecuperación de zonas litorales sometidas a la contaminación por vertidos de petróleo. *Ecosistemas* 2: 1-16.
- Meinesz, A., Boudouresque, C.F., Falconetti, C., Astier, J.M., Bay, D., Blanc, J.J., Bourcier, M., Cinelli, F., Cirik, S., Cristiani, G., Di Geronimo, I., Giaccone, G., Harmelin, J.G., Laubier, L., Lovric, A.Z., Molinier, R., Soyer, J. Y Vamvakas, C., (1983). Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses bentiques littorales de Méditerranée. *Annales de l'Institut Oceanographique*, París, 59 (2): 155-172.
- Miranda, F. (1931). Sobre las algas y cianofíceas del Cantábrico especialmente de Gijón. *Trabajos Museo Nacional Ciencias Naturales. Serie Botánica* 25: 1-106.
- Miranda, F. (1934). Materiales para una flora marina de las rías bajas gallegas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 34: 165-180.
- Nageli (1849). *Gattungen einzelliger Algen*. 139 pp. Zurich.
- Navarro, P. & Bellón Uriarte, L. (1945). Catálogo de la flora del mar de Baleares (con exclusión de las diatomeas). *Bol. Inst. Esp. Oceanografía*, Notas y Resúmenes serie II, num. 124:
- Noguerol-Seoane, A. & Rifón Lastra, A. (1999). Algunas Chroococcales nuevas o poco citadas para la Península Ibérica: *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing, *Eucapsis terrestris* Akiyama, *Aphanocapsa* cf. *rivularis* (Carmichael) Rabenhorts y *Pseudocapsa dubia* Ercegovic. *Botanica Complutensis* 23: 91-98.

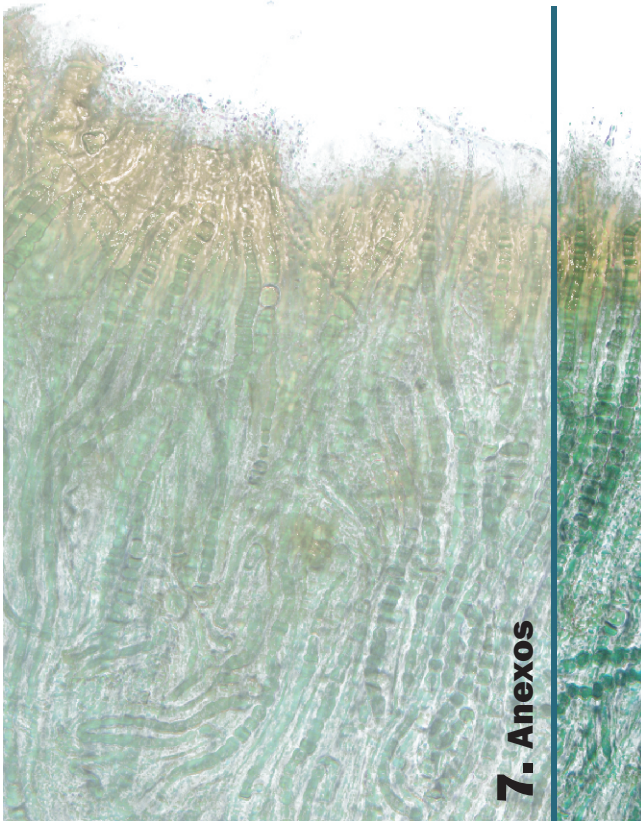
- Palenik, B. Toledo G. & Ferris M. (1999). Cyanobacterial diversity in marine ecosystems as seen by RNA polymerase (rpoC1) gene sequences. *Bulletin de L'Institut Oceanographique Monaco*. Nº special 19: 101-105.
- Partensky, F. Blanchot, J. & Valulot, D. (1999). Differential distribution and ecology of *Prochlorococcus* and *Synechococcus* in oceanic waters: a review. *Bulletin de L'Institut Oceanographique Monaco*. Nº special 19:457-475.
- Peña, V. & Bárbara, I. (2002). Caracterización florística y zonación de las algas bentónicas marinas del puerto de A Coruña (NO Península Ibérica). *Nova Acta Científica Compestelana (Biología)* 12: 35-66.
- Pérez, J.M., (1967). The mediterranean benthos. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 5: 449-533.
- Pérez-Ruzafa, I. & Honrubia, M. (1984). Aportación al conocimiento de la flora algal bentónica de la costa murciana. III. *Anales de Biología*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia 2 (Sección Especial, 2): 135-146.
- Pérez-Ruzafa, A., Hegazi. M.I., Pérez-Ruzafa, I.M. & Marcos, C. (2008). Differences in spatial and seasonal patterns of macrophyte assemblages between a coastal lagoon and the open sea. *Marine Environmental Research* 65 (2008): 291-314. Available online at www.sciencedirect.com.
- Pérez-Cirera, J.L. & Maldonado, J.L. (1982). Principales tipos de vegetación bentónica y su zonación en el litoral comprendido entre las rias de Camariñas y de Corme y Lage (Costa de Camelle, La Coruña). *Collectanea Botanica* 13(2): 893-910.

- Rodríguez y Femenías, J.J. (1889). Algas de las Baleares. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural* 18: 199-274, pls III, iV.
- Round, E. (1981). *The ecology of algae*. Cambridge University Press. London. 653 pp.
- Sabacká, M. & Elster, J. (2006). Response of cyanobacteria and algae from Antarctic wetland habitats to freezing and desiccation stress. *Polar Biol.* 30:31-37.
- Sangil, C. Sansón M. & Afonso-Carrillo J. (2003). Algas marinas de La Palma (islas Canarias): novedades florísticas y catálogo insular. *Vieraea* 31:83-119.
- Sánchez Castillo, P.M. (2006). Introducción al estudio de las algas. Algas procariotas. Cap. 5. In: Blanca, G. y Sánchez Castillo, P.M. (coord.). Proyecto Andalucía. Naturaleza XX, Botánica I. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules. Sevilla. Pag: 251-270.
- Sánchez Castillo, P.M. & Bolivar, F. (1997). Caracterización de las comunidades algales epilíticas en fuentes monumentales y su aplicación a la diagnosis del biodeterioro. *Limnetica* 13 (1): 31-46.
- Sánchez Castillo, P., Lubian Chaichino, L. & Flores-Moya, A. (2010). *Flora Ficológica de Andalucía*. Memoria Final. Resultados acuerdo específico entre la Universidad de Granada y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Consejería Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 155 pp.
- Sánchez, O., Ferrera, I., Vignes, N., Garcia de Oteyza, T., Grimalt, J. & Mas, J. (2006). Role of cyanobacteria in oil biodegradation by microbial mats. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 58: 186-195.

- Sauvageau, C. (1897). Note préliminaire sur les algues marines du golfe de Gascogne. *Journal de Botanique*, Morot 11: 166-179, 202-214, 252-257, 263-288, 301-311, 6 figs.
- Silva, S. & Pienaar, R. (2000). Benthic marine Cyanophyceae from Kwa-Zulu, Natal, South Africa. *Biblioteca Phycologica* 107 456 pp.
- Seoane-Camba, J. (1965). Estudios sobre las algas bentónicas en la costa sur de la Península Ibérica (litoral de Cádiz). *Investigacion Pesquera* 29: 3-216.
- Soto, J. & Conde, F. (1989). Catálogo florístico de las algas bentónicas del litoral de Almería (Sureste de España). *Bot. Complutensis*, 15: 61-83.
- Stal, J.L. (2000). *Cyanobacterial mats and stromatolites*. En: Whitton, B. & Potts, M. (Eds.). *The ecology of cyanobacteria*. Ed. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pags:61-120.
- Strunecky, O. Elster J. & Komárek J. (2010). Phylogenetic relationships between geographically separate *Phormidium cyanobacteria*: is there a link between north and south polar regions?. *Polar Biol* 33:1419-1428.
- Subramanian, G. & Uma, L. (1999). The role of cyanobacteria in environmental management. *Bulletin de L'Institut Oceanographique Monaco*. Nº special 19:599-605.
- Thajjuddin, N. & Subramanian, G. (1992). Survey of Cyanobacterial Flora of the Southern East Coast of India. *Botanica Marina* 35 : 305-314.
- Temes Casas, M. & Nogueroles-Seoane, A. (2000). Estudio del género *Microcoleus* (Oscillatoriales, Ccyanophyta) en el río Lourido (A Coruña, N.O. España). *Portugaliae Acta Biol.* 19 : 71-79.

- Turon, X., Hernández-Mariné, M. & Catalán, J. (1991). A new species of *Komvophoron* (Cyanophyta, Borziaceae) epibioe on ascidians from the Mediterranean Sea. *Algological Studies* 64 : 249-259
- Uher, B., Aboal, M. & Kovacik, L. (2005). Epilithic and chasmoendolithic phycoflora of monuments and buildings in South-Eastern Spain. *Cryptogamie Algologie* 26: 275-308.
- Umezaki, I. (1961). The marine blue-green algae of Japan. *Memoirs of the College of Agriculture University of Kyoto* 83: 8:147 pp.
- Uysal, Z. (2006). Vertical distribution of marine cyanobacteria *Synechococcus* spp. in the Black, Marmara, Aegean and eastern Mediterranean seas. *Deep-Sea Research II* 53:1976-1987.
- Valenzuela Miranda, S (2001). Catálogo de las algas recogidas por F. Miranda en la ría de Pontevedra (NO de España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 11: 5-39.
- Valenzuela Miranda, S. (2005). Catálogo de las Cyanophyta contenidas en los tubos y preparaciones microscópicas de la colección de F. Miranda. *Boletín de Ciencias del Real Instituto de Estudios Asturianos* 49: 77-89, 2 Figs.
- Van den Hoek, C. Mann, D.G. & Jahns, H.M. (1995). *Algae: An introduction to phycology*. Cambridge University Press. 623 pp. Cambridge.
- Veiga, A.J., Cremades, J. & Barbara, I. (1998). A catalogue of the marine benthic algae of the Sisargas Islands (N.W. Iberian Peninsula, Spain). *Boletim do Museu Municipal do Funchal Suppl. no. 5*: 481-493.

- Vidal, V., Jara, M.J., Hernández, M.C., Martínez-Germes, P. & Hernández, E. (1982). Fijación de nitrógeno por algas cianofíceas en los arrozales de la Albufera de Valencia. *Collectanea Botanica* 13(2): 997-1008.
- Vaccario, M. & Johansen, J. (2011). *Scytonematopsis contorta* sp. nov (Nostocales), a new species from the Hawaiian Island. *Fottea* 11 (1): 149-161.
- Villalobos Megía, M. & Pérez Muñoz, A. (2007). *Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía. Itinerario Geológico por Andalucía. Guía Didáctica de Campo*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 326 pp.
- Vincent, W.F., Mueller, D.F. & Bonilla, S. (2004). Ecosystems on ice: the microbial ecology of Markham ice Shelf in the high Arctic. *Cryptobiology* 48:103-112.
- Whitton, B. & Potts M. (2000). Introduction to the Cyanobacteria. In: B.A. Whitton and M. Potts (eds.). *The Ecology of Cyanobacteria*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Pags: 1-11.
- Wilmotte, A. & Golubic, S. (1991). Morphological and genetic criteria in the taxonomy of Cyanophyta/Cyanobacteria. *Arch. Hydrobiol.* 64: 1-24.
- Zanevled, J. The marine algae of the American Coast between Cape May, N.J. and Cape Hatteras, N.C. (1965) *Botanica Marina* 3/4 101-128.
- Zhang, X. & Hofmann, L. (1992). Blue-green algal mats of the salinas in San-ya, Hainan Island (China). structure, taxonomic composition, and implications for the interpretation of Precambrian stromatolites. *Precambrian Research* 56: 275-290.



7. Anexos

Anexo: Tabla 17: listado especies.

| Especie | Distribución | Desarrollo | *Prdo. |
|--|--------------|------------|--------|
| <i>Anabaena sp</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Arthrospira miniata</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Blennothrix lynngbyacea</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Calothrix confervicola</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Calothrix aeruginea</i> | Restringida | Estacional | p-i |
| <i>Calothrix crustacea</i> | Común | Anual | |
| <i>Calothrix pilosa</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Calothrix pulvinata</i> | Local | Anual | |
| <i>Calothrix sp</i> | Común | Anual | |
| <i>Chloroglea sp</i> | Local | Estacional | p-i |
| <i>Chroococcidiopsis cf fissurarum</i> | Local | Anual | |
| <i>Chroococcus varius</i> | Local | Anual | |
| <i>Chroococcus ercegovicii</i> | Común | Estacional | p-o |
| <i>Chroococcus minutus</i> | Común | Anual | |
| <i>Chroococcus thermalis</i> | Restringida | Estacional | o-i |
| <i>Chroococcus turgidus</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Cyanobacterium cedrorum</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Cyanobium sp</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Cyanocystis violacea</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Cyanothece halobia</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Cylindrospermum sp</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Entophysalis cornuana</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Entophysalis deusta</i> | Común | Anual | |
| <i>Entophysalis granulosa</i> | Común | Anual | |
| <i>Geitlerinema cf exile</i> | Local | Estacional | o |
| <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> | Amplia | Anual | |
| <i>Heteroleibleinia infix</i> | Restringida | Estacional | o-i |
| <i>Hormothece sp</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Isactis plana</i> | Restringida | Estacional | p-o |
| <i>Komvophoron cf bourrellyi</i> | Restringida | Estacional | p-o |
| <i>Kyrtuthrix maculans</i> | Común | Anual | |
| <i>Leibleinia epiphytica</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Leibleinia sp</i> | Restringida | Estacional | p-o |
| <i>Leptolyngbya cf mycoidea</i> | Común | Estacional | o |
| <i>Leptolyngbya ectocarpi</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Leptolyngbya foveolarum</i> | Restringida | Estacional | p-i |
| <i>Leptolyngbya fragilis</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Leptolyngbya jadertina</i> | Local | Estacional | o |
| <i>Leptolyngbya sp1</i> | Restringida | Estacional | o-v |
| <i>Leptolyngbya sp3</i> | Local | Estacional | p-i |
| <i>Leptolyngbya sp4</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Leptolyngbya sp5</i> | Local | Anual | |

*p=primavera; o=otoño; i=invierno; v=verano

| Espece | Distribución | Desarrollo | *Prdo. |
|-------------------------------------|--------------|------------|--------|
| <i>Limnothrix lauterbornii</i> | Restringida | Estacional | i |
| <i>Lyngbya aestuarii</i> | Común | Anual | |
| <i>Lyngbya confervoides</i> | Amplia | Anual | |
| <i>Lyngbya majuscula</i> | Local | Estacional | o |
| <i>Lyngbya meneghiniana</i> | Común | Estacional | o-v |
| <i>Lyngbya salina</i> | Común | Anual | |
| <i>Lyngbya sordida</i> | Local | Anual | |
| <i>Lyngbya sp</i> | Local | Estacional | p-i |
| <i>Merismopedia cf elegans</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Merismopedia mediterranea</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Microcoleus lacustris</i> | Local | Anual | |
| <i>Nostoc calcicola</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Oscillatoria bonnemaisonii</i> | Común | Estacional | o-v |
| <i>Oscillatoria funiformis</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Oscillatoria margaritifera</i> | Común | Anual | |
| <i>Oscillatoria nigro-viridis</i> | Común | Anual | |
| <i>Oscillatoria perornata</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Oscillatoria pulchra</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Oscillatoria rupicola</i> | Restringida | Estacional | p |
| <i>Phormidium acuminatum</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Phormidium cf uncinatum</i> | Común | Estacional | p-v |
| <i>Phormidium corium</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Phormidium crassior</i> | Local | Estacional | p-o |
| <i>Phormidium formosum</i> | Local | Anual | |
| <i>Phormidium gracile</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Phormidium holdenii</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Phormidium subuliforme</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Planktothrix suspensa</i> | Restringida | Estacional | o-i |
| <i>Pseudanabaena minima</i> | Restringida | Estacional | v |
| <i>Rivularia atra</i> | Común | Anual | |
| <i>Rivularia bullata</i> | Común | Anual | |
| <i>Rivularia mesenterica</i> | Restringida | Anual | |
| <i>Rivularia nitida</i> | Restringida | Estacional | o |
| <i>Scytonematopsis cf crustacea</i> | Local | Estacional | p-o |
| <i>Spirulina major</i> | Local | Estacional | o |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | Común | Anual | |
| <i>Spirulina subtilissima</i> | Común | Anual | |
| <i>Spirulina versicolor</i> | Restringida | Estacional | o-v |

*p=primavera; o=otoño; i=invierno; v=verano

| Especie | Distribución | Desarrollo | *Prdo. |
|--------------------------------|--------------|------------|--------|
| <i>Stanieria sublitoralis</i> | Amplia | Anual | o-i |
| <i>Synechococcus salinarum</i> | Restringida | Estacional | |
| <i>Tolypothrix robusta</i> | Común | Anual | |
| <i>Trichocoleus tenerrimus</i> | Común | Anual | |
| <i>Xenococcus schousboei</i> | Amplia | Anual | |

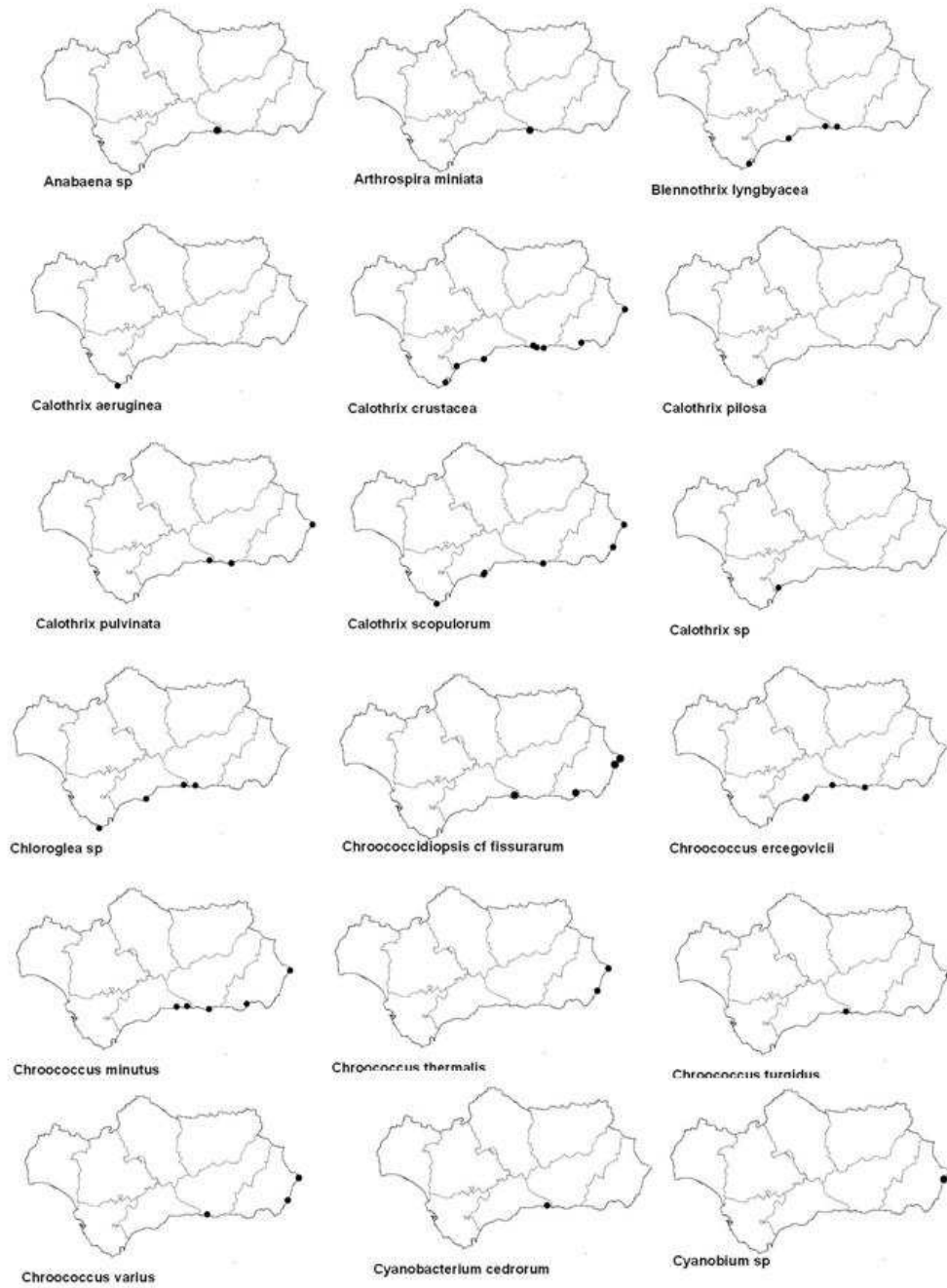
*p=primavera; o=otoño; i=invierno; v=verano

Anexo: Tabla 18: distribución especies por localidad.

| Especie | Barros | Milicos | Getaneas | Rojidas | Galtonia | Nábil | Sidreña | La-Heradura | Miro | Cikaváiz | Gilduras | Ranjada | Ti. de la Sil | Pa. Camero | Pa. Paloma | B. de G. de Z. | Rúa |
|--|--------|---------|----------|---------|----------|-------|---------|-------------|------|----------|----------|---------|---------------|------------|------------|----------------|-----|
| <i>Xenococcus schousboei</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| <i>Lynqbya confervoides</i> | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | |
| <i>Staniera sublitoralis</i> | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | |
| <i>Trichocoleus tenerrimus</i> | + | | + | | + | + | | | | | | | | | + | | + |
| <i>Calothrix crustacea</i> | + | | | + | | + | + | + | | + | + | + | + | | + | | |
| <i>Entophysalis granulosa</i> | + | | | | + | | + | + | + | + | + | + | + | | + | | + |
| <i>Entophysalis deusta</i> | | | | | + | | + | + | + | + | + | + | + | | + | | |
| <i>Kyrtuthrix maculans</i> | + | | + | | + | | + | + | + | + | + | + | + | | + | | |
| <i>Oscillatoria nigro-viridis</i> | + | + | | + | | + | | | | | + | + | | | | | + |
| <i>Rivularia bullata</i> | + | | | | + | | + | + | + | | + | | | + | + | + | |
| <i>Lynqbya aestuarii</i> | + | | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | + | | |
| <i>Rivularia atra</i> | + | | | | + | | + | | | | + | | + | | + | + | |
| <i>Tolypothrix robusta</i> | + | | | | | + | + | | | + | | | | | + | + | |
| <i>Chroococcus minutus</i> | + | | | + | + | + | | | + | + | | + | | | | | |
| <i>Lynqbya salina</i> | + | | + | + | | | | | | | | | | | + | + | |
| <i>Calothrix sp</i> | + | | + | | + | | | | | | + | + | | | | | |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | + | | | | | | + | + | | | + | | | | | | + |
| <i>Spirulina subtilissima</i> | | | | | + | | + | + | | | | | | | + | | + |
| <i>Chroococcus ercegovicii</i> | | | | | + | + | | | | + | + | + | | | | | |
| <i>Lynqbya meneghiniana</i> | + | + | | | | | | | | | | | | | + | | + |
| <i>Oscillatoria bonnemaisonii</i> | | | | + | | | | | | | | | | | + | + | + |
| <i>Oscillatoria margaritifera</i> | + | | + | | | | | | | | + | | | | + | + | |
| <i>Phormidium cf uncinatum</i> | | + | | | | + | | | + | + | | + | | | | | |
| <i>Blennothrix lynqbyacea</i> | | | | | | | + | | + | | + | | | | + | | |
| <i>Chloroglea sp</i> | | | | | | | | + | + | | + | | | | | | |
| <i>Chroococcidiopsis cf fissuratum</i> | + | + | | + | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus varius</i> | + | | + | | | | + | + | | | | | | | | | |
| <i>Geitlerinema cf exile</i> | + | | | + | | | | | | | + | | + | | | | |
| <i>Leptolyngbya cf mycoidea</i> | + | + | | | | | | | | | + | | | | | | + |
| <i>Leptolyngbya sp5</i> | | | | | | + | | | + | + | | | | | | | |
| <i>Lynqbya majuscula</i> | | | | | | + | + | + | | | | | | | + | + | |
| <i>Phormidium formosum</i> | | | + | + | | | | | | | | | | | | + | + |
| <i>Scytonematopsis cf crustacea</i> | + | | | | | + | | | | | + | | | | + | | |
| <i>Spirulina major</i> | + | + | | | | | | | | | + | | | | + | | |
| <i>Calothrix pulvinata</i> | + | | | | + | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya jadertina</i> | | | | | | + | | | | + | | + | | | | | |
| <i>Leptolyngbya sp3</i> | | | | | | + | | | | + | | + | | | | | |
| <i>Lynqbya sordida</i> | | + | | | | | | | | | + | | | | | + | |
| <i>Lynqbya sp</i> | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microcoleus lacustris</i> | | | | + | | | + | | + | | | | | | | | |
| <i>Phormidium crassior</i> | | | | | | + | | | | + | | | | | | | |
| <i>Phormidium subuliforme</i> | | + | | | | | | | + | | | | + | | | | |
| <i>Chroococcus thermalis</i> | + | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus turgidus</i> | + | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Cyanobacterium cedrorum</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | + | |
| <i>Heteroleibleinia infixa</i> | + | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leibleinia epiphytica</i> | + | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya ectocarpi</i> | | + | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya sp1</i> | | + | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya sp4</i> | | + | | | + | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria pulchra</i> | | | | | | | | + | + | | | | | | | | |
| <i>Phormidium acuminatum</i> | | + | | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium corium</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>Phormidium gracile</i> | | | | | | | | + | + | | | | | | | | + |
| <i>Pseudanabaena minima</i> | | | | | | | | | | | | | | | | + | + |
| <i>Synechococcus salinarum</i> | | + | | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anabaena sp</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Arthrospira miniata</i> | | | | | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Calothrix confervicola</i> | | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| <i>Calothrix aeruginosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| <i>Calothrix pilosa</i> | | | | | | | | | | | | | | | + | | |
| <i>Cyanobium sp</i> | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyanocystis violacea</i> | | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyanotheca halobia</i> | + | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cylindrospermum sp</i> | | | | | | | | | | + | | | | | | | |
| <i>Entophysalis cornuana</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Gloeocapsa aeruginosa</i> | | | | | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Hormotheca sp</i> | | | | | | | | | | | | | | | + | | |
| <i>Isactis plana</i> | | | | | | | | | | | | + | | | | | |
| <i>Komvophoron cf bourrely</i> | | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leibleinia sp</i> | + | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya foveolarum</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Leptolyngbya fragilis</i> | | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Limnothrix lauterbornii</i> | | | | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Merismopedia cf elegans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| <i>Merismopedia mediterranea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>Nostoc calcicola</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria funiformis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>Oscillatoria perornata</i> | | | | | + | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria rupicola</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Phormidium holdenii</i> | + | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Planktothrix suspensa</i> | | | | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rivularia mesenterica</i> | + | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rivularia nitida</i> | | | | | | | | | | | | | | | + | | |
| <i>Spirulina versicolor</i> | | | | | | | | | + | | | | | | | | |

Anexo: Mapas de distribución especies

Los mapas se presentan según ordenación alfabética de las especies.





Cyanocystis violacea



Cyanothece halobia



Cylindrospermum sp



Entophysalis cornuana



Entophysalis deusta



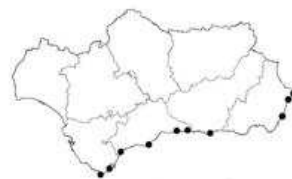
Entophysalis granulosa



Gettierinema cf *exile*



Gloeocapsa aeruginosa



Gloeocapsopsis crepidinum



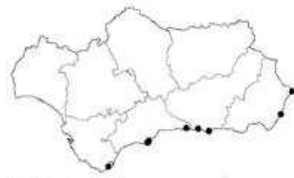
Heteroleibleinia infixa



Hormothece sp



Isactis plana



Kyrtothrix maculans



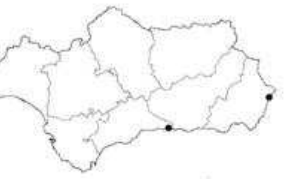
Komvophoron cf *bourrellyi*



Leibleinia epiphytica



Leibleinia sp



Leptolyngbya ectocarpi



Leptolyngbya foveolarum

