

CATÁLOGO FLORÍSTICO DE LAS CYANOPROKARIOTAS BENTÓNICAS DEL LITORAL DE ANDALUCÍA

Julio DE LA ROSA ÁLAMOS

Dpto. Botánica. Facultad Ciencias. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva. 18171 Granada.
jdlarosa@ugr.es

Recibido el 18 de octubre de 2016, aceptado para su publicación el 28 de noviembre de 2016

RESUMEN. *Catálogo florístico de las cyanoprokariotas bentónicas del litoral de Andalucía.* El catálogo contiene 82 taxones recogidos en 17 estaciones de muestreo repartidas a lo largo de la costa andaluza. De ellos, 15 especies suponen nuevas citas para Europa, 4 suponen nuevas citas para las costas españolas y 39 representan nuevas citas para el litoral de Andalucía.

Palabras clave. Andalucía, cyanoprokariotas bentónicas, Listado, Microfitobentos.

ABSTRACT. *Checklist of the benthic cyanoprokariotas in Andalusian coast.* The checklist registers 82 species collected at 17 sampling stations distributed along the Andalusian coast. Among them, 15 represent new records for Europe, 4 are new records for Spain and 39 are new records for the Andalusian coast.

Keywords. Andalusia. Benthic cyanoprokariota. Checklist. Microphytobenthos.

INTRODUCCIÓN

La elaboración y actualización de la ficoflora marina bentónica de España constituye la principal herramienta para el conocimiento de la diversidad de este grupo de organismos. El principal objetivo de este trabajo supone la elaboración de una flora de las cyanoprokariotas del litoral andaluz. En relación a las cyanoprokariotas marinas, a excepción de los trabajos de Miranda (1931) y González Guerrero (1945, 1947), las referencias a este grupo de organismos 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), Calvo & Bárbara (2002, 2003), De la Rosa, J. (2012) y De la Rosa *et al.*, (2013), los cuales abordan de forma más particular y precisa el estudio de este grupo de microalgas. Especialmente evidente es su escaso conocimiento en el sur de España. A diferencia de los tres grandes grupos de macroalgas cuyo conocimiento está aceptablemente desarrollado,

no ocurre lo mismo con las cyanoprokariotas, las cuales se encuentran ausentes en los principales catálogos y floras de referencia y en las posteriores actualizaciones de los mismos (Varo *et al.*, 1979; 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; Invernón *et al.*, 2009; Sánchez Castillo *et al.*, 2010). En Andalucía las únicas referencias corresponden a los trabajos de González Guerrero (1945, 1947) y Seoane Camba (1965) donde se citan una decena de especies para el litoral de Cádiz. Solo de forma reciente se aborda el estudio de este grupo de organismos de forma específica en el litoral de Andalucía (De la Rosa, 2012) el cual ha servido de base tanto para para la elaboración del presente catálogo como para la elaboración de la nueva lista crítica de las algas bentónicas marinas de España (Gallardo *et al.*, 2016).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado un total de 17 estaciones de muestreo a lo largo de la costa andaluza (tab. 1). La selección y distribución de las localidades estudiadas se ha llevado cabo de forma que se recoja el mayor rango de variabilidad posible bajo diferentes puntos de vista, tales como tipo de sustrato, zonación, exposición de la costa, focos de contaminación, presión humana o tipos de hábitats, y reflejar así la mayor diversidad de este grupo de organismos. El área de estudio abordada comprende fundamentalmente el frente del litoral mediterráneo andaluz, si bien se incluyen también localidades del litoral atlántico que suponen ambientes muy particulares, que no están presentes en el resto del litoral andaluz y sin duda aportan elementos que enriquecen el objetivo de este trabajo. Los muestreos se han centrado fundamentalmente en el ámbito intermareal si bien se aportan observaciones sobre determinadas poblaciones

| Provincia | Localidad | Coord_X | Coord_Y |
|-------------|----------------------|---------|---------|
| Almería, AL | San Juan de Terreros | 619447 | 4135231 |
| | Villaricos | 609595 | 4123861 |
| | Carboneras | 597891 | 4093375 |
| | Roquetas de Mar | 537414 | 4072677 |
| Granada, GR | Calahonda | 465326 | 4062884 |
| | Puerto de Motril | 452671 | 4064282 |
| | Salobreña | 446168 | 4066847 |
| | La Herradura | 435230 | 4064590 |
| Málaga, MA | Maro | 423929 | 4067735 |
| | Caleta de Vélez | 404782 | 4067495 |
| | Fuegirola | 355599 | 4045377 |
| | Calaburras | 353016 | 4041646 |
| | Torre de la Sal | 301751 | 4028597 |
| Cádiz, CA | Punta Carnero | 280522 | 3998252 |
| | Punta Paloma | 264747 | 3987409 |
| | Bahía de Cádiz | 207621 | 4043339 |
| | Corrales de Rota | 196803 | 4058836 |

Tabla 1. Localidades estudiadas para la elaboración del presente catálogo, ordenadas por provincias y de este a oeste, indicando sus coordenadas UTM. Huso 30S. Datum ETRS89. *Sampling localities from east to west and for each province, indicating the UTM coordinates. Huso 30S. Datum ETRS89.*

infralitorales. La recolección de las muestras se ha llevado a cabo de forma manual mediante inspecciones litorales a pie o de buceo, tanto en apnea como con equipo autónomo. Los muestreos se han realizado en primavera y durante el periodo otoño-invierno. El periodo de muestreo ha comprendido entre enero de 2007 y noviembre de 2009. Todas las muestras fueron transportadas vivas, en frío y oscuridad al laboratorio. 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.

El catálogo se ha estructurado según la propuesta sistemática de Komárek *et al.*, 2014 y asumida en Guiry & Guiry (2016). Para facilitar su localización en el texto, la ordenación de las diferentes familias, géneros y especies se ha llevado a cabo alfabéticamente. Los taxones que corresponden a nuevas citas para Europa se han marcado con tres asteriscos, las nuevas citas para las aguas españolas con dos asteriscos y las nuevas citas para el litoral de Andalucía con un asterisco. Sobre cada taxón se ofrecen datos de su hábitat y distribución. Para la delimitación taxonómica se ha utilizado como bibliografía de base las obras de Bornet & Flahault (1886), Gomont (1892), Geitler (1932), Frémy (1934), Desikachari (1959), Umezaki (1961) y Komárek & Anagnostidis (1998, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CHROOCOCCALES

Aphanothecaceae (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen 2014

Hormothece sp.

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 mm de diámetro. Mesolitoral. Junto a *Entophysalis deusta* (Meneghini) Drouet et Daily. Punta Carnero, CA (GDA-F4112).

En Europa tan solo se ha descrito una especie de este género y para ambientes continentales, *Hormothece banyolensis* (Margalef) Komárek et Anagnostidis. La población estudiada presenta una distribución muy puntual, y con un desarrollo muy escaso.

Chroococcaceae Nägeli 1849

****Chroococcus ercegovicii*** Komárek et Anagnostidis 1994

Mesolitoral, epilítica, aerofítica, mezclada entre otras cyanoprokariotas. Calahonda, GR (GDA-F4203); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4277); Calaburras, MA (GDA-F4225); Fuengirola, MA (GDA-F4266).

****Chroococcus minutus*** (Kützing) Nägeli 1849

Mesolitoral. Epilítica tanto sobre roca natural como artificial (hormigón). Mezclada en tapetes con otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4068); Roquetas, AL (GDA-F4022); Calahonda, MA (GDA-F4203); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4281).

****Chroococcus thermalis*** (Meneghini) Nägeli 1849

Mesolitoral, subaerofítica. Mezclada con otras cyanoprokariotas en tapetes epilíticos tanto sobre sustrato artificial (hormigón) en aguas con elevada temperatura como sobre sustratos calizos naturales. Terreros, AL (GDA-F4054); Carboneras, AL (GDA-F4016).

****Chroococcus turgidus*** (Kützing) Nägeli 1849
Mesolitoral. Epilítica. Entre filamentos

de *Lyngbya* spp, y otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4054); Carboneras, AL (GDA-F4088); Maro, MA (GDA-F4259).

****Chroococcus varius*** Braun in Rabenhorst 1861

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. Terreros, AL (GDA-F4055); Salobreña, GR (GDA-F4167); Maro, MA (GDA-F4259).

Gloeocapsopsis crepidinum (Thuret) Geitler ex Komárek 1993

Mesolitoral. Epilítica o sobre limos compactados. Terreros, AL (GDA-F4054); Villaricos, AL (GDA-F4075); Carboneras, AL (GDA-F4087); Calahonda, GR (GDA-F4306); Maro, MA (GDA-F4248); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4277) Calaburras, MA (GDA-F4225); Punta Carnero, CA (GDA-F4214); Punta Paloma, CA (GDA-F4331).

Cyanobacteriaceae Hoffmann, Kastovsky et Komárek 2005

****Cyanobacterium cedrorum*** (Sauvageau) Komárek 1999

Supralitoral superior. Subaerofítico. Junto con *Entophysalis cornuana* Sauvageau. Zonas con aporte de agua dulce de regadío. Maro, MA (GDA-F4231).

Entophysaliaceae Geitler 1925

Chlorogloea sp.

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 mm diámetro. Epilítica, sobre rocas mesolitorales, en el fondo de pequeñas cubetas o sobre superficies expuestas. Salobreña, AL (GDA-F4167); Maro, MA (GDA-F4236); Calaburras, MA (GDA-F4225); Punta Paloma, CA (GDA-F4330).

Dado que todas las especies de *Chlorogloea* conocidas parecen tener una ecología muy especializada (Komárek & Montejano, 1994) y que nuestras observaciones no concuerdan con los rasgos descritos para *Chlorogloea tuberculata* (Hansgird) Wille única especie del género típicamente marina presente en Europa (Komárek et Anagnostidis, 1986) optamos, a la espera de posteriores estudios, por no asignar estas poblaciones a ninguno de los taxones reconocidos actualmente.

*****Entophysalis cornuana*** Sauvageau 1892

Supralitoral (subaerofítico). Epilítico. Zonas con aporte de agua dulce de regadío. Maro, MA (GDA-F4237).

Entophysalis deusta (Meneghini) Drouet et Daily 1948

Nivel mesolitoral junto cinturón de *Chthamallus stellatus* (Poli, 1791). Calahonda, GR (GDA-F4305); La Herradura, GR (GDA-F4369); Maro, MA (GDA-F4220); Fuengirola, MA (GDA-F4127); Calaburras, MA (GDA-F4223); Torre de la Sal, MA (GDA-F4318); Punta Paloma, CA (GDA-F4116); Punta Carnero, CA (GDA-F4212).

****Entophysalis granulosa*** Kützing 1843

Epilítica. Mesolitoral y supralitoral. Comúnmente asociado a la base de otras cyanoprokariotas filamentosas como *Calothrix* spp y *Lyngbya* spp. Terreros, AL (GDA-F4054); Calahonda, GR (GDA-F4158); Salobreña, GR (GDA-F4167); Maro, MA (GDA-F4220); Calaburras, MA (GDA-F4125); Fuengirola, MA (GDA-F4125); Punta Carnero, CA (GDA-F4109); Punta Paloma, CA (GDA-F4326).

Microcystaceae Elenkin 1933

****Gloeocapsa aeruginosa*** Kützing 1843

Mesolitoral epilítica. La Herradura, GR (GDA-F4369).

CHROOCOCCIDIOPSISIDALES

Chroococcidiopsidaceae Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen, 2014

Chroococcidiopsis fissuratum (Ercegovic) Komárek et Anagnostidis 1955

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 del mesolitoral con temperatura del agua en torno a los 30°C. Terreros, AL (GDA-F4136); Villaricos, AL (GDA-F4072); Roquetas, AL (GDA-F4022); Maro, MA (GDA-F4228).

NOSTOCALES

Nostocaceae Dumort. 1829

Cylindrospermum sp.

Tricomas rectos o más frecuentemente curvos y flexuosos. Tricomas cilíndricos, no atenuados, sin vaina. Células toneliformes, con citoplasma homogéneo, finamente granular. Heterocito terminal, oval a elíptico con polos redondeados. No se han observado acinetos. Dimensiones: tricomas 3.5-4 (5) mm de ancho; células 4-6 mm de longitud; heterocito: 4-5 x 5-8 mm. Tapetes de color verde pálido a verde intenso. Mesolitoral epilítico. Sobre sustrato artificial (hormigón). Caleta de Vélez, MA (GDA-F4273).

****Nostoc calcicola*** Brébisson ex Bornet & Flahault 1888

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). Maro, MA (GDA-F4247).

Rivulariaceae Kützing 1843

****Calothrix aeruginosa*** Thuret ex Bornet et Flahault 1886

Mesolitoral, epifita sobre *Porphyra linearis* Greville. Punta Paloma, CA (GDA-F4326).

Calothrix crustacea Thuret in Bornet & Thuret 1878

Supralitoral y mesolitoral. Se ha observado frecuentemente tapizando el fondo y paredes de pequeñas cubetas con acumulación de agua. Terreros, AL (GDA-F4379); Roquetas, AL (GDA-F4017); Calahonda, GR (GDA-F4203); Motril, GR (GDA-F4337); Salobreña, GR (GDA-F4167); Calaburras, MA (GDA-F4413); Torre de la Sal, MA (GDA-F4318); Punta Carnero, CA (GDA-F4109).

******Calothrix pilosa*** Harvey ex Bornet et Flahault 1886

Supralitoral. Se ha observado incluso en los niveles más superiores de este piso, muy alejada de la zona de salpicadura asociada a *Calothrix scopulorum* (Weber & Mohr) C. Agardh. Punta Carnero, CA (GDA-F4214).

****Calothrix pulvinata*** (Mertens) C. Agardh 1824.

Mesolitoral, tanto sobre sustrato duro como sobre limos compactados. Epifita sobre *Chthamalus stellatus*. Terreros, AL (GDA-F4177); Calahonda, GR (GDA-F4160); Maro, MA (GDA-F4253).

****Calothrix scopulorum*** (Weber & Mohr) C.

Agardh 1824

Supralitoral y parte superior del mesolitoral. Epilítica y también sobre fango compactado. Aparece formando tanto tapetes monoespecíficos como asociada con otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4172); Carboneras, AL (GDA-F4089); Roquetas, AL (GDA-F4017); Calahonda, GR (GDA-F4158); Fuengirola, MA (GDA-F4125); Calaburras, MA (GDA-F4225); Punta Carnero, CA (GDA-F4109); Punta Paloma, CA (GDA-F4331).

***Calothrix* sp**

Filamentos 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 mm. Tricomas atenuados progresivamente sin formar un pelo apical característico. Tricomas de color verde intenso. Células discoidales claramente estranguladas. Tricomas no ramificados. Entre 1-3 heterocitos basales. Heterocitos intercalares ausentes. Vainas bien desarrolladas, cerradas, hialinas, muy amplias y densas. Dimensiones: tricomas 16-19 mm de ancho; células hasta 3-4 mm de longitud; heterocitos: 17 mm diámetro; vaina: 2,5-4 mm de grosor. Epilítica, nivel supralitoral junto a *Verrucaria maura* Wahlenberg. Torre de la Sal, MA (GDA-F4318).

****Isactis plana*** Thuret ex Bornet et Flahault 1886

Piso mesolitoral, nivel de *Chthamalus stellatus* junto con *Kyrtuthrix maculans* (Gomont) Umezaki y *Entophysalis deusta*. Calaburras, MA (GDA-F4222).

Rivularia atra Roth ex Bornet et Flahault 1886

Sustratos rocosos mesolitorales, preferentemente en su franja inferior. Habitualmente asociada a *Chthamalus* spp y en localidades atlánticas también con *Fucus spiralis* Linnaeus. En zonas expuestas y batidas. Terreros, AL (GDA-F4176); Calahonda, GR (GDA-F4163); Fuengirola, MA (GDA-F4125);

Calaburras, MA (GDA-F4223); Punta Carnero, CA (GDA-F4106); Punta Paloma, CA (GDA-F4331).

Rivularia bullata (Poiret) Berkeley ex Bornet et Flahault 1886

Mesolitoral. Epilítica. Generalmente de ambientes expuestos. Terreros, AL (GDA-F4133); Calahonda, GR (GDA-F4307); Maro, MA (GDA-F4260); Fuengirola, MA (GDA-F4125); Calaburras, MA (GDA-F4287); Torre de la Sal, MA (GDA-F4325); Punta Carnero, CA (GDA-F4106); Punta Paloma, CA (GDA-F4115).

****Rivularia mesenterica*** [Kützing] Thuret ex Bornet et Flahault 1886

Sobre sustratos duros mesolitorales batidos, generalmente en la parte más baja de este piso. Terreros (GDA-F4067).

****Rivularia nítida*** C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886

Sobre sustratos duros mesolitorales, por lo general alejada de la zona de rompiente. Punta Carnero, CA (GDA-F4108).

Scytonemataceae Kützing 1843

*****Kyrtuthrix maculans*** (Gomont) Umezaki 1961

Sustratos duros mesolitorales. Terreros, AL (GDA-F4054); Carboneras, AL (GDA-F4201); Calahonda, GR (GDA-F4161); Salobreña, GR (GDA-F4169); Fuengirola, MA (GDA-F4262); Calaburras, MA (GDA-F4222); Punta Carnero, CA (GDA-F4105).

****Scytonematopsis crustacea*** (Thuret ex Bornet et Thuret) Kováčik et Komárek 1988

Nivel mesolitoral. Sobre sustrato rocoso artificial (bloques hormigón) en escolleras de puertos o sobre roca natural. En tapetes mezclada con otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4054); Calahonda, GR (GDA-F4203);

Motril, GR (GDA-F4337); Punta Carnero, CA (GDA-F4105).

Tolypothricaceae Hauer *et al.*, 2014

****Tolypothrix robusta*** Gardner 1927

Nivel mesolitoral, epilítico sobre sustratos naturales o sobre limos compactos. Tapetes mixtos junto con especies de *Calothrix o Scytonematopsis crustacea* (Thuret ex Bornet et Thuret) Kováčik et Komárek. Terreros, AL (GDA-F4054); Motril, GR (GDA-F4337); Salobreña, GR (GDA-F4176); Maro, MA (GDA-F4248); Calaburras, MA (GDA-F4226); Punta Carnero, CA (GDA-F4218); Punta Paloma, CA (GDA-F4407).

OSCILLATORIALES

Coleofasciculaceae Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen, 2014

Coleofasciculus chthonoplastes (Thuret ex Gomont) Siegesmund, Johansen & Friedl 2008

Supralitoral y mesolitoral. Epilítica y sobre arenas fangosas. Bahía de Cádiz, CA (GDA-F4341); Rota, CA (GDA-F4421).

******Geitlerinema exile*** (Skuja) Anagnostidis 1989

Epilítica. Mesolitoral. En tapetes mezclada con otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4056); Roquetas, AL (GDA-F4027); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4272).

Cyanothecaceae Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen, 2014

*****Cyanothece halobia*** Roussomoustakaki et Anagnostidis 1991

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 en tapetes multiespecíficos. Terreros, AL (GDA-F4055).

Gomontiellaceae Elenkin ex Geitler, 1942

****Komvophoron bourrellyi*** Turon *et al.*, 1991

Tapetes mesolitorales epilíticos. Sólo se ha observado durante la primavera y el otoño, donde presenta un desarrollo abundante. Villaricos, AL (GDA-F4076).

Microcoleaceae O.Strunecky, J.R.Johansen & J.Komárek in Strunecky *et al.*, 2013

****Arthrospira miniata*** (Hauck) Gomont 1892

Infralitoral, epifita sobre *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, entre -7 y -9 m. La Herradura, GR (GDA-F4430).

****Microcoleus lacustris*** (Rabenhorst) Farlow ex Gomont 1892

Sobre paredes rezumantes con continuo aporte de agua y en bordes de charcas estacionales. Roquetas, AL (GDA-F4093); Maro, MA (GDA-F4229).

****Microcoleus vaginatus*** (Vaucher) Gomont 1892

Mesolitoral. Epilítica. Mezclada en tapetes con otras cyanoprokariotas. Caleta de Velez, MA (GDA-F4275).

******Planktothrix suspensa*** (Pringsheim) Anagnostidis et Komárek 1988

Planctónica en cubetas mesolitorales. En tapetes mixtos desecados sobre fondo de cubetas temporales. Roquetas, AL (GDA-F4090).

Oscillatoriaceae (Gray) Harvey ex Kirchner 1898

Blennothrix lyngbyacea (Kützinger ex Gomont) Anagnostidis et komárek 1988

Epifítica sobre *Corallina* sp (-1,5 m.). Epilítica, sobre sustrato artificial (hormigón), mezclada con otras algas. Salobreña, GR (GDA-F4209); Maro, MA (GDA-F4441); Fuengirola, MA (GDA-F4263); Punta Carnero, CA (GDA-F4217).

****Lyngbya aestuarii*** Liebman ex Gomont 1892

Intermareal y zona inferior del nivel supralitoral tanto sobre roca como sobre cúmulos de material limoso. Terreros, AL (GDA-F4056); Carboneras, AL (GDA-F4015); Roquetas, AL (GDA-F4017); Calahonda, GR (GDA-F4161); Salobreña, GR (GDA-F4170) Punta Carnero, CA (GDA-F4217).

Lyngbya confervoides C.Agardh ex Gomont 1892

Mesolitoral e infralitoral superior. Tanto sobre sustratos duros como sobre cúmulos de limo-fango donde desarrolla tapetes muy aparentes. Terreros, AL (GDA-F4053); Villaricos, AL (GDA-F4002); Carboneras, AL (GDA-F4088); Salobreña, GR (GDA-F4166); Maro, MA (GDA-F4230); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4480); Calaburras, MA (GDA-F4225); Punta Carnero, CA (GDA-F4109); Bahía de Cádiz, CA (GDA-F4421); Rota, CA (GDA-F4344).

Lyngbya majuscula Harvey ex Gomont 1892

Mesolitoral. Infralitoral, epifita sobre *Corallina officinalis* Linnaeus y *Ceramium* sp. La Herradura, GR (GDA-F4368); Punta Carnero, CA (GDA-F4417); Punta Paloma, CA (GDA-F4432).

****Lyngbya meneghiniana*** Gomont ex Gomont 1892

Intermareal y epítita sobre *Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau. Terreros, AL (GDA-F4375); Villaricos, AL (GDA-F4002); Punta Carnero, CA (GDA-F4427); Rota, CA

(GDA-F4340).

Lyngbya salina Kutzing ex Starmach 1966

Sobre sustratos arenosos intermareales. Terreros, AL (GDA-F4129); Roquetas, AL (GDA-F4020); Maro, MA (GDA-F4236); Calaburras, MA (GDA-F4015); Punta Carnero, CA (GDA-F4427); Punta Paloma, CA (GDA-F4410).

****Lyngbya sordida*** Gomont ex Gomont 1892

Tanto epilítica como mezclada con otras especies de *Lyngbya* en tapetes sobre sustrato fangoso. Villaricos, AL (GDA-F4146); Calaburras, MA (GDA-F4225); Punta Paloma, CA (GDA-F4410).

Oscillatoria bonnemaisonii Crouan ex Gomont 1892

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. Roquetas, AL (GDA-F4090); Punta Carnero, CA (GDA-F 4425); Punta Paloma, CA (GDA-F4409); Rota, CA (GDA-F4342).

******Oscillatoria funiformis*** (Vouk) Komárek in Anagnostidis 2001

Epilítica, en la zona intermareales en el interior de los corrales. Formando tapetes junto a otras especies. Rota, CA (GDA-F4340).

Oscillatoria margaritifera Kutzing ex Gomont 1892

Epifita; Epilítica zona mesolitoral. Terreros, AL (GDA-F4130); Carboneras, AL (GDA-F4349); Calaburras, MA (GDA-F4286); Punta Carnero, CA (GDA-F4114); Punta Paloma, CA (GDA-F4409).

****Oscillatoria nigro-viridis*** Thwaites in Harvey 1846

Supralitoral mesolitoral e infralitoral. Tanto

epilítica, formando tapetes de color verde intenso y aspecto afeltrado o mezclada con otras especies (*Phormidium* spp, *Lyngbya* spp), como epifita sobre coralináceas articuladas (*Jania* sp y *Corallina* sp), *Halopteris scoparia* y sobre mata muerta de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. Terreros, AL (GDA-F4062); Villaricos, AL (GDA-F4084); Roquetas, AL (GDA-F4090); Calaburras, MA (GDA-F4300); Maro, MA (GDA-F4229); Fuengirola, MA (GDA-F4268); Rota, CA (GDA-F4330).

****Oscillatoria perornata* Skuja 1949

Episámmica. Tapetes (perifiton) en el borde de arroyo y cuerpos de agua someros sobre sustrato arenoso. Planctónica en cubetas mesolitorales. Roquetas, AL (GDA-F4027).

****Oscillatoria pulchra* Lindstedt 1943

Infralitoral, epifita sobre macroalgas y distintos animales. Sobre *Halopteris scoparia* y *Peyssonnelia* sp a -7 m; sobre *Pinna nobilis* Linnaeus a -11 m y sobre *Pentapora fascialis* (Pallas, 1766) a -21 m. La Herradura, GR (GDA-F4440); Maro, MA (GDA-F4420).

****Oscillatoria rupicola* Hansgirg 1890

Subaerofítica. Epilítica. Paredes rezumantes con influencia de aguas de riego. Maro, MA (GDA-F4229).

**Phormidium acuminatum* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Sobre sustrato limoso-fangoso. Asociada a zonas con hidrodinamismo o en el fondo de pequeñas cubetas y siempre con una elevada temperatura del agua. Villaricos, AL (GDA-F4076).

**Phormidium corium* Gomont 1892

Intermareal. Subaerofítico. En tapetes mixtos con otras cyanoprokariotas sobre sustratos arenosos compactados. Rota, CA (GDA-F4340).

**Phormidium crassior* (Behre) Anagnostidis 2001

Mesolitoral. Tapetes epilíticos. Caleta de Vélez, MA (GDA-F4273); Fuengirola, MA (GDA-F4263).

**Phormidium formosum* (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Tapetes epilíticos en el fondo de cubetas mesolitorales e infralitorales, tapetes episámmicos en lagunas temporales interiores. Villaricos, AL (GDA-F4078); Roquetas, AL (GDA-F4027); Rota, CA (GDA-F4342).

**Phormidium gracile* (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis 2001

Tapetes infralitorales sobre fondo de arena (-17 m). Epifita sobre *Halopteris scoparia* y *Aglaophenia pluma* Linnaeus entre -6-9 m. La Herradura, GR (GDA-F4431); Maro, MA (GDA-F4303).

****Phormidium holdenii* (Forti) Anagnostidis 2001

Mesolitoral. Epilítica. Aparece mezclada con otras especies, sin formar tapetes claramente individualizados. Terreros, AL (GDA-F4375).

**Phormidium subuliforme* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Sobre *Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V. Lamouroux (-15 m), sobre *Leptogorgia sarmentosa* Esper (-25 m), sobre *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing (-15 m) y *Salmacia* sp (-25 m). Infralitoral, epifito sobre macroalgas y esqueletos calcáreos. Villaricos, AL (GDA-F4346); Maro, MA (GDA-F443); Torre de la Sal, MA (GDA-F4370).

**Phormidium uncinatum* Gomont ex Gomont 1892

Paredes rezumantes. Tapetes sobre cúmulos de sedimento. Epilítica, en ambientes claramente marinos. Villaricos, AL (GDA-F4186); Maro, MA (GDA-F4232);

Fuengirola, MA (GDA-F4263).

PLEUROCAPSALES

Dermocarpellaceae Ginsburg-Ardre ex Christensen 198

***Cyanocystis violacea** (Crouan) Komárek et Anagnostidis 1986.

Mesolitoral epifita sobre cyanoprokariotas filamentosas. Mezclada con otras cyanoprokariotas. Aguas de elevada temperatura (25-30°C). Terreros, AL (GDA-F4197).

***Stanieria sublitoralis** (Lindstedt) Anagnostidis et Pantazidou 1991

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 stellatus*. Carboneras, AL (GDA-F4088); Villaricos, AL (GDA-F4072); Terreros, AL (GDA-F4132); Salobreña, GR (GDA-F4210); Maro, MA (GDA-F4228); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4280); Calaburras, MA (GDA-F4225); Torre de la Sal, MA (GDA-F4318).

Xenococcaceae Ercegovic 1932

Xenococcus schousboei Thuret 1880

Mesolitoral, epifito sobre vainas de cyanoprokariotas filamentosas, principalmente sobre *Lyngbya* spp. Terreros, AL (GDA-F4053); Villaricos, AL (GDA-F4003); Carboneras, AL (GDA-F4088); Roquetas, AL (GDA-F4019); Calahonda, GR (GDA-F4161); Salobreña, GR (GDA-F4207); Maro, MA (GDA-F4259); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4280); Calaburras, MA (GDA-F4225); Fuengirola, MA (GDA-F4125); Punta Carnero, CA (GDA-F4109); Punta Paloma, CA (GDA-F4326).

SPIRULINALES

Familia Spirulinaceae (Gomont) Hoffmann, Komárek & Katovský 2014

Spirulina major Kützing ex Gomont 1892

Mesolitoral. Epilítica. En tapetes mixtos con otras cyanoprokariotas. Terreros, AL (GDA-F4069); Villaricos, AL (GDA-F4346); Calahonda, GR (GDA-F4204); Calaburras, MA (GDA-F4286); Punta Carner, CAO (GDA-F4114).

Spirulina subsalsa Oersted ex Gomont 1892

Infralitoral epifita sobre *Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux y junto con *Phormidium subuliforme*. Mesolitoral, mezclada con otras algas en tapetes multiespecíficos. Terreros, AL (GDA-F4054); Salobreña, GR (GDA-F4209); Calaburras, MA (GDA-F4286); Rota, CA (GDA-F4342).

***Spirulina subtilissima** Kützing ex Gomont 1892

Tapetes mesolitorales mezclada con otras cyanoprokariotas. Calahonda, GR (GDA-F4202); Salobreña, GR (GDA-F4209); Punta Carnero, CA (GDA-F4425); Rota, CA (GDA-F4342).

*****Spirulina versicolor** Cohn ex Gomont 1892

Infralitoral sobre suelos arenosos. Entre -17 y -20 m. Calahonda, GR (GDA-F4338); Maro, MA (GDA-F4303).

SYNECHOCOCCALES

Heteroleibleniaceae Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen, 2014

***Heteroleibleinia infixa** (Frémy) Anagnostidis et Komárek 1988

Epilítica, mesolitoral. Filamentos entremezclados con otras cyanoprokariotas. Carboneras, AL (GDA-F4089); Terreros, AL

(GDA-F4131).

Leptolyngbyaceae Komárek, Kastovsky, Mares & Johansen 2014

****Leibleinia epiphytica* (Hieronymus) Cómpera 1985

Epifito sobre *Lyngbya confervoides* y *Lyngbya aestuarii* en ambientes intermareales. Terreros, AL (GDA-F4065), Carboneras, AL (GDA-F4088).

Leibleinia sp.

Filamentos enrollados helicoidalmente a lo largo de toda su longitud sobre *Lyngbya 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 mm de diámetro. Epifita sobre vainas de *Lyngbya confervoides*. Intermareal. Terreros, AL (GDA-F4059).

**Leptolyngbya ectocarpi* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Mesolitoral. Epilítica. Villaricos, AL (GDA-F4148); Maro, MA (GDA-F4238).

**Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorts ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

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. Maro, MA (GDA-F4238).

**Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Mesolitoral, epilítica, mezclada con otras algas o formando tapetes diferenciados. Villaricos, AL (GDA-F4147).

****Leptolyngbya jadertina* (Kützing ex Hansgird) Anagnostidis et Komárek 2001
Mesolitoral, epilítica. Fuengirola, MA

(GDA-F4263).

****Leptolyngbya mycoidea* (Frémy) Anagnostidis 2001

Mesolitoral. Epilítica. Tanto sobre sustratos naturales como artificiales (hormigón). Generalmente aparece mezclada con otras cyanoprokariotas como *Lyngbya* spp y *Phormidium* spp. Villaricos, AL (GDA-F4082); Terreros, AL (GDA-F4375); Caleta de Vélez, MA (GDA-F4273); Rota, CA (GDA-F4342).

Trichocoleus tenerrimus (Gomont)

Anagnostidis 2001

Epilítica. Supralitoral y mesolitoral. Terreros, AL (GDA-F4053); Salobreña, GR (GDA-F4167); Bahía de Cádiz, CA (GDA-F4421); Rota, CA (GDA-F4340).

Merismopediaceae Elenkin 1933

Merismopedia elegans Braun in Kützing 1849

Intermareal. Mezclada con otras cyanoprokariotas en tapetes multiespecíficos sobre sustratos fangosos. Bahía de Cádiz, CA (GDA-F4421).

**Merismopedia mediterranea* Nägeli 1849

Intermareal, corrales de rota. En tapetes sobre materiales finos-fangosos mezclada entre otras cyanoprokariotas filamentosas. Rota, CA (GDA-F4332).

Pseudanabaenacea Anagnostidis & Komárek 1988

****Limnothrix lauterbornii* (Schmidle) Anagnostidis 2001

Tapetes en el borde de charcas litorales estacionales eutróficas. Roquetas, AL (GDA-F4155).

****Pseudanabaena minima* (G.S. An) Anagnostidis 2001

Mezclada con otras algas en tapetes

intermareales sobre sustratos blandos compactados. Rota, CA (GDA-F4340).

Synechococcaeae Komárek et Anagnostidis 1995

Cyanobium sp.

Células en agregados o grupos irregulares, sin una morfología definida. Células cilíndricas, hasta elipsoidales de color verde intenso, con clara segregación entre centroplasma y cromatoplasma. Dimensiones: células; 5-6 mm de longitud; 3,4-5 mm de ancho; diámetro 3,4-5 mm. Mesolitoral. Epilitico, mezclado con otras cyanoprokariotas. VillaricosAL (GDA-F4140).

*****Synechococcus salinarum** Komárek 1956

En muestras de plancton a partir de aguas someras litorales y mezclada en tapetes episámicos en los bordes de cubetas. Roquetas, AL (GDA-F4155).

CONCLUSIONES

El presente catálogo amplía de forma notable el conocimiento de la flora de las cyanoprokariotas marinas en Andalucía, a la vez que actualiza la nueva lista crítica de las algas bentónicas marinas de España (Gallardo *et al.*, 2016). Se han identificado un total de 82 táxones de cyanoprokariotas microfítobentónicas del litoral de Andalucía, de los que 15 corresponden a nuevas citas para las costas europeas, 4 suponen nuevas citas para las costas españolas y 39 lo son para el litoral andaluz.

De los táxones identificados, 13 se incluyen en el orden Chroococcales, 1 en el orden Chroocidiopsidales, 16 en el orden Nostocales, 30 taxones al orden Oscillatoriales, 3 al orden Pleurocapsales, 4 al orden Spirulinales y 15 taxones al orden Synechococcales.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK -1988- Modern approach to the classification of Cyanophytes. 3-Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 80 1-4:327-427.
- ALTAMIRANO, M., B. DÍAZ-SUCH & J. GARCÍA-SÁNCHEZ -2006- Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía (España). VI. *Acta Bot. Malacitana* 31:172-174.
- ALTAMIRANO, M., E. LÓPEZ-BLANCO & R. ORRIACH -2008- Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía (España). VII. *Acta Bot. Malacitana* 33:1-3.
- BÁRBARA, I., J. CREMADES, S. CALVO, M.C. LÓPEZ-RODRÍGUEZ & J. DOSIL -2005- Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anal. Jard. Bot. Madrid* 62: 69-100.
- BORNET, E. & C. FLAHAULT -1886- Revision des Nostocaees hétérocystées. *Ann. Sci. Nat. Bot. Paris* 3:324-381.
- CALVO, S.-2001- *Algas bentónicas de marismas de Galicia: flora y vegetación*. Tesis Doctoral. Universidad da Coruña. 177 pp.
- CALVO, S. & I. BÁRBARA -2002- Algas bentónicas de las marismas de Ortigueira, Betanzos, Baldaio y Corrubedo (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 12: 5-34.
- CALVO, S. & I. BÁRBARA -2003- Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). *Algological Studies* 109: 139-170.
- CALVO, S., I. BÁRBARA & J. CREMADES -1999- Benthic algae of salt-marshes (Corrubedo Natural Park, NW Spain): the flora. *Botanica Marina* 42: 343-353.
- CONDE, F. & A. FLORES-MOYA -2000- Nuevas adiciones al conocimiento de las macroalgas marinas de la Isla de Alborán (Mediterráneo Occidental). *Acta Bot. Malacitana* 25: 180-184.
- CONDE, F. & J. SOTO -1986- Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía. *Acta Bot. Malacitana* 11:9-16.
- CONDE, F. M. ALTAMIRANO & A. FLORES-MOYA -1996- Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía (España). IV. *Acta Bot. Malacitana* 21: 303-305.
- CONDE, F., A. FLORES-MOYA, J. SOTO, M. ALTAMIRANO & A. SÁNCHEZ -1996b- Check-list of Andalusia (S.Spain) Seaweeds. III.

- Rhodophyceae. *Acta Bot. Malacitana* 21:7-33.
- DE LA ROSA, J. -2012- *Cyanoprokariotas microfítobentónicas del litoral de Andalucía*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 265 pp.
- DE LA ROSA, J., M. ALTAMIRANO & M. ZANOLLA -2013- Checklist of benthic marine cyanoprokariota of Chafarinas Islands (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Acta Bot. Malacitana* 38:182-186.
- DESYKACHARY, T. -1959- *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research, 686 pp.
- FLORES-MOYA, A. F. CONDE, A. SÁNCHEZ & M. ALTAMIRANO -1994- Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía (España). III. *Acta Bot. Malacitana* 19:211-213.
- FLORES-MOYA, A. J. SOTO, A. SÁNCHEZ, M. ALTAMIRANO, G. REYES & F. CONDE -1995- Check-list of Andalusia (S. Spain) Seaweeds. I. Phaeophyceae. *Acta Bot. Malacitana* 20:5-18.
- FRÉMY, P. -1934- *Cyanophycees des cotes d'Europe*. Mém. Soc. Naat. Sci. Natur. Math. Cherbourg, Saint-Lô. 232 pp y 66 Lám.
- GALLARDO, T., I. BARBARA, J. AFONSO-CARRILLO, R. BERMEJO, M. ALTAMIRANO, A. GÓMEZ GARRETA, M.C. BARCELÓ MARTÍ, J. RULL LLUCH, E. BALLESTEROS & J. DE LA ROSA -2016- Nueva lista crítica de las algas bentónicas marinas de España. *Algas. Boletín de la Sociedad Española de Ficología* 51:7-52.
- GEITLER, L. -1932- *Cyanophyceae*. In: Rabenhort's Kryptog. Flora 14. Leipzig. 1196 pp.
- GOMONT, M. -1892- Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). *Ann. Scien. Nat* 15 Serie 7:264-368.
- 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* 7:433-456.
- GUIRY, M.D. & G.M. GUIRY -2016- *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. National University of Ireland, Galway. <http://algaebase.org>; searched on 17 Octubre 2016.
- INVERNON, V., R. ORRIACH, E. BAÑARES, M. ALTAMIRANO, J. DE LA ROSA & A. FLORES-MOYA -2009-. Notas corológicas del macrofítobentos de Andalucía (España). VIII. *Acta Bot. Malacitana* 34:201-255.
- KOMAREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS -1986-. Modern approach to the classification of Cyanophytes. 2- Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 73:157-226.
- KOMAREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS -1998- Cyanoprokariota. Part 1. Chroococcales. In: Býdel, B., Gartner, G., Krienitz, L. & Schagerl, M. (Eds.). *Freshwater Flora of Central Europa*. Ed. Spektrum. Stuttgart. 548 pp.
- KOMAREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS -2005- Cyanoprokariota. Part 2. Oscillatoriales. In: Býdel, B., Gartner, G., Krienitz, L. & Schagerl, M. (Eds.). *Freshwater Flora of Central Europa*. Ed. Spektrum. Stuttgart. 759 pp.
- KOMAREK, J. -2014- Taxonomic classification of cyanoprokariotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia* 86: 295-335.
- MIRANDA, F. -1931- Sobre las algas y cianofíceas del Cantábrico especialmente de Gijón. *Trabajos Museo Nacional Ciencias Naturales. Serie Botánica* 25: 1-106.
- SÁNCHEZ CASTILLO, P., L. LUBIAN CHAICHINO & A. FLORES-MOYA -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.
- SEOANE-CAMBA, J. -1965-. Estudios sobre las algas bentónicas en la costa sur de la Península Ibérica (litoral de Cádiz). *Investigaciones Pesqueras* 29: 3-216.
- SOTO, J. & F. CONDE -1989- Catálogo florístico de las algas bentónicas del litoral de Almería (Sureste de España). *Botanica Complutensis* 15: 61-83.
- UMEZAKI, I. -1961- *The marine blue-green algae of Japan*. Memoirs of the College of Agriculture University of Kyoto 83: 8:147 pp.
- VARO, J., RAMIREZ, J. & RENTERIA, J. -1979- Estudio de la vegetación bentónica del litoral granadino. *Acta Bot. Malacitana* 5:79-89

