



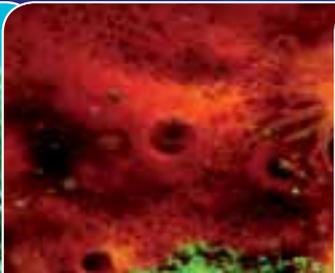
Publicado en **Español**
Inglés y Francés

Guía de vigilancia ambiental de los fondos rocosos de las áreas marinas protegidas y zonas aledañas en el Mediterráneo



José Carlos García-Gómez

*Laboratorio de Biología Marina,
Facultad de Biología, Universidad de Sevilla.
Área de Investigación Biológica I+D+i del Acuario de Sevilla*







GUÍA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LOS FONDOS ROCOSOS DE LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS Y ZONAS ALEDAÑAS EN EL MEDITERRÁNEO

Guía de identificación y seguimiento de especies-objetivo sésiles y bentónicas (fondos rocosos), sensibles a perturbaciones, orientada a buceadores científicos, profesionales y deportivos, universitarios vinculados a la temática, empresas especializadas y administraciones públicas relacionadas con el medio ambiente y, en general, a todos aquéllos comprometidos con la gestión, estudios de impacto, vigilancia y conservación del medio litoral.

José Carlos García-Gómez

**Laboratorio de Biología Marina (Departamento de Zoología)
Facultad de Biología, Universidad de Sevilla
Área de Investigación Biológica I+D+i del Acuario de Sevilla**



Primera Edición (español) publicada en España: 2015

Publicado por: RAC/SPA y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT)
de la Junta de Andalucía.

ISBN: 978-84-608-2173-1

Depósito Legal: SE-1602-2015

Impresión: Coria Gráfica, S.L.

Diseño y maquetación: Joaquín Mateos Casado, José Carlos García-Gómez y
Alexander Roi González Aranda.

Copyright Primera Edición (español), © 2015: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del
Territorio (CMAOT) de la Junta de Andalucía y
RAC/SPA.

Autor: José Carlos García-Gómez

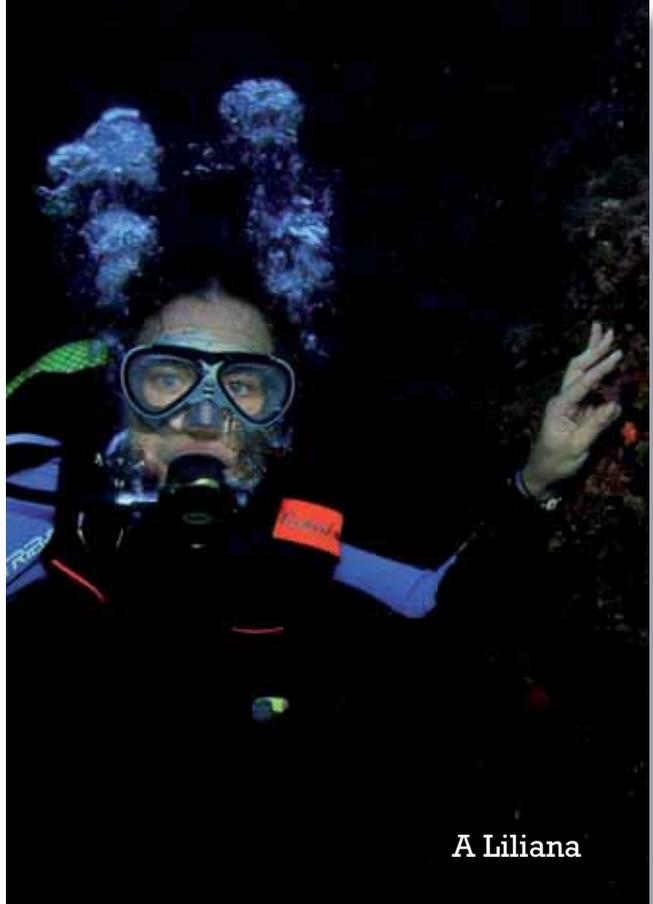
Figuras: Alexandre Roi González Aranda y José Carlos García Gómez

Fotografías:

- **José Carlos GARCÍA-GÓMEZ (JCGG):** 1- 71, 73-77, 92, 93, 95-99, 104-118, 122, 124-134, 138-161, 164-184, 187-189, 191-195, 204-211, 214-230, 232-235, 237-239, 245-247, 249, 250, 257-273, 276-280, 282-284, 285-295, 307-313, 316-341, 343, 344, 346, 349, 351-363, 367, 372, 374, 379-389, 394-404, 406-441, 444, 447, 448-460, 462-470, 472-528, 530-537, 540-549, 552- 559, 561-579.
- **Ignacio BÁRBARA (IB):** 119-121, 123, 135, 137, 296, 297, 299, 300-304.
- **Luis SÁNCHEZ TOCINO (LS):** 226, 369, 371, 378, 390-392, 393, 445, 446, 461.
- **Salvador MAGARIÑO (SM):** 81, 82, 185, 231, 370, 373, 538, 539, 544, 550, 551, 560.
- **Vincent MARAN (doris.ffessm.fr):** 101, 163, 199-201, 205, 240, 249, 281, 283.
- **Manuel MARTÍNEZ CHACÓN (MM):** 72, 79, 87-89, 90.
- **Alexandre Roi GONZÁLEZ, Manu MAESTRE, Free ESPINOSA (R-M-F):** 94, 186, 190, 314, 315, 342, 554.
- **Dominique HORST (doris.ffessm.fr):** 242, 243, 251, 252, 377, 443.
- **Denis ADER (doris.ffessm.fr):** 265, 267, 274, 275.
- **Frédéric ANDRE (doris.ffessm.fr):** 247, 248, 256, 345, 375.
- **Julio DE LA ROSA (JR):** 347, 348, 350.
- **Rocío ESPADA (RE):** 83, 84, 85.
- **Cesar MEGINA (CM):** 196-198.
- **Alfonso RAMOS (AR):** 244, 246, 248.
- **Frédéric ZIEMSKI (doris.ffessm.fr):** 253-255.
- **María ALTAMIRANO (MA):** 103, 298.
- **José Manuel ÁVILA (JA):** 442, 471.
- **Enric BALLESTEROS (EB):** 305, 306.
- **David FENWICK (www.aphotomarine.com):** 100, 102.
- **Keith HISCOCK:** 162, 203.
- **Jorge MARTIN (JM):** 236, 543.
- **Véronique LAMARE (doris.ffessm.fr):** 349, 368.
- **Javier PELLÓN (JP):** 405.
- **Uwe ACOSTA (UA):** 91.
- **Patrick HEURTEAUX (doris.ffessm.fr):** 241
- **Macarena ROS (MR):** 202
- **Ricardo BERMEJO (RB):** 136
- **ERWIN et al. (2011):** 376. (en Bibliografía).
- **Joao Pedro SILVA (JS):** 529.
- **Palma DEL VALLE (PV):** 86.
- **Club de Buceo Campo de Gibraltar/ Club Náutico de La Línea (CBCG-CNLL):** 78.
- **CIES Sub Algeciras (CIES):** 80.

Guía de vigilancia ambiental de los fondos rocosos de las Áreas Marinas Protegidas y zonas aledañas en el Mediterráneo





A Liliana

ÍNDICE

PRESENTACIÓN DE LA OBRA	15
AGRADECIMIENTOS... ..	17
1. PREFACIO	21
1.1. Antecedentes	22
1.2. Objetivos y justificación	24
1.3. Destinatarios o ¿a quienes dirigimos la obra?	28
2. DETECCIÓN DE IMPACTOS BAJO EL MAR, UNA CUESTIÓN COMPLEJA.....	31
3. BENTOS VERSUS PLANCTON Y NECTON ¿POR QUÉ EL PRIMERO?	35
4. BIOINDICADORES AMBIENTALES Y EL BENTOS COMO FILÓN.....	39
4.1. El concepto de bioindicador y su papel emergente.....	40
4.2. El bentos, gran emporio de especies indicadoras.....	42
4.3. Especies tolerantes vs sensibles, el punto de partida.....	42
5. ELECCIÓN DE LAS ESPECIES-DIANA: INMOVILIDAD (SÉSILES), GRAN TAMAÑO Y ABUNDANCIA, ASPECTOS CLAVE.....	45
5.1. Criterios de elección de bioindicadores sésiles (los más idóneos) vinculados a sustratos rocosos	46
5.2. Las praderas de fanerógamas marinas.....	50
6. OTROS BIOINDICADORES DE APOYO.....	55
6.1. Especies invasoras.....	56
6.2. Especies sensibles vágiles	58
6.3. Especies sésiles con esqueletos calcáreos frágiles	59

7. ÁMBITO GEOGRÁFICO, ZONIFICACIÓN Y BIOESTRATOS	61
8. AFECCIONES EN LOS FONDOS MARINOS Y EN LA BIOTA INTERMAREAL	67
8.1. Fondos inalterados <i>versus</i> perturbados	68
8.2. Fondos inalterados y su identificación	69
8.3. Fondos perturbados y su identificación	75
8.4. Enclaves verticales y horizontales	79
8.5. Enclaves infralapidícolas y consecuencias de su inversión	83
8.6. Enclaves infralapidícolas inalterados y perturbados	85
8.7. Cuevas marinas sumergidas y semisumergidas	88
8.8. "Blooms" algales.....	90
8.9. Epibiosis (o unos sobre otros)	92
8.10. Redes, anclas, buceadores y paseantes no instruidos	96
8.11. Suciedad inaceptable.....	99
9. PROTOCOLO METODOLÓGICO DE VIGILANCIA AMBIENTAL SUBACUÁTICA SBPQ: MONITORIZACIÓN TEMPORAL DE ESPECIES BIOINDICADORAS SÉSILES EN CUADRÍCULAS PERMANENTES	103
10. ESPECIES BENTÓNICAS (SÉSILES) TOLERANTES O EURIOICAS	121
Macroalgas	
10.1. <i>Codium bursa</i>	124
10.2. <i>Codium vermilara</i>	126
10.3. <i>Ulva compressa</i>	128
10.4. <i>Ulva lactuca</i>	130
10.5. <i>Ulva rigida</i>	132
10.6. <i>Asparagopsis armata</i>	134
10.7. <i>Asparagopsis taxiformis</i>	136
10.8. <i>Caulacanthus ustulatus</i>	138
10.9. <i>Ellisolandia elongata</i>	140
10.10. <i>Gelidium pusillum</i>	142
10.11. <i>Chondracanthus acicularis</i>	144
10.12. <i>Lithophyllum incrustans</i>	146
10.13. <i>Mesophyllum alternans</i>	148
10.14. <i>Padina pavonica</i>	150
10.15. <i>Pterocladia capillacea</i>	152

10.16. <i>Plocamium cartilagineum</i>	154
10.17. <i>Ectocarpus</i> spp.	156
10.18. <i>Halopteris scoparia</i>	158
10.19. <i>Sargassum vulgare</i>	160

Esponjas

10.20. <i>Cliona celata</i>	164
10.21. <i>Cliona viridis</i>	166
10.22. <i>Crambe crambe</i>	168
10.23. <i>Crella elegans</i>	170
10.24. <i>Hymeniacion perlevis</i>	172
10.25. <i>Oscarella lobularis</i>	174
10.26. <i>Spongia agaricina</i>	176

Cnidarios Antozoos

10.27. <i>Actinothoe sphyrodeta</i>	180
10.28. <i>Anemonia sulcata</i>	182
10.29. <i>Balanophyllia regia</i>	184
10.30. <i>Eunicella singularis</i>	186
10.31. <i>Leptogorgia lusitanica</i>	188
10.32. <i>Leptogorgia sarmentosa</i>	190

Cnidarios Hidrozoos

10.33. <i>Eudendrium carneum</i>	194
10.34. <i>Eudendrium racemosum</i>	196
10.35. <i>Obelia dichotoma</i>	198

Briozoos

10.36. <i>Bugula neritina</i>	200
10.37. <i>Myriapora truncata</i>	202
10.38. <i>Omalosecosa ramulosa</i>	204
10.39. <i>Pentapora fascialis</i>	206
10.40. <i>Schizobrachiella sanguinea</i>	208
10.41. <i>Smittina cervicornis</i>	210

Anélidos

10.42. <i>Sabella pavonina</i>	212
10.43. <i>Sabella spallanzanii</i>	214
10.44. <i>Salmacina dysteri</i>	216
10.45. <i>Serpula vermicularis</i>	218

Ascidias

10.46. <i>Microcosmus nudistigma</i>	222
10.47. <i>Microcosmus polymorphus</i>	224
10.48. <i>Microcosmus squamiger</i>	226
10.49. <i>Microcosmus vulgaris</i>	228
10.50. <i>Pyura dura</i>	230
10.51. <i>Pyura microcosmus</i>	232
10.52. <i>Pyura squamulosa</i>	234
10.53. <i>Pyura tessellata</i>	236
10.54. <i>Polycarpa pomaria</i>	238
10.55. <i>Botrylloides leachii</i>	240
10.56. <i>Phallusia fumigata</i>	242
10.57. <i>Clavelina lepadiformis</i>	244
10.58. <i>Pycnoclavella nana</i>	246
10.59. <i>Diplosoma listerianum</i>	248
10.60. <i>Diplosoma spongiforme</i>	250
10.61. <i>Trididemnum cereum</i>	252
10.62. <i>Aplidium turbinatum</i>	254
10.63. <i>Morchellium argus</i>	256
10.64. <i>Syonicum blochmanni</i>	258

11. ESPECIES BENTÓNICAS (SÉSILES)

SENSIBLES O ESTENOICAS	261
-------------------------------------	------------

Macroalgas

11.1. <i>Palmophyllum crassum</i>	264
11.2. <i>Cystoseira baccata</i>	266
11.3. <i>Cystoseira nodicaulis</i>	268
11.4. <i>Cystoseira amentacea var. stricta</i>	270
11.5. <i>Cystoseira tamariscifolia</i>	272
11.6. <i>Cystoseira usneoides</i>	274
11.7. <i>Fucus spiralis</i>	276
11.8. <i>Halopteris filicina</i>	278
11.9. <i>Laminaria ochroleuca</i>	280
11.10. <i>Phyllariopsis brevipes</i>	282
11.11. <i>Saccorhiza polyschides</i>	284
11.12. <i>Gelidium corneum</i>	286
11.13. <i>Halichrysis depressa</i>	288
11.14. <i>Osmundea pinnatifida</i>	290
11.15. <i>Lithophyllum byssoides</i>	292
11.16. <i>Mesophyllum expansum</i>	294
11.17. <i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	296
11.18. <i>Peyssonnelia rubra</i>	298

11.19. <i>Peyssonnelia squamaria</i>	300
11.20. <i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	302

Fanerógamas marinas

11.21. <i>Cymodocea nodosa</i>	306
11.22. <i>Posidonia oceanica</i>	310

Esponjas

11.23. <i>Aplysina aerophoba</i>	316
11.24. <i>Axinella damicornis</i>	318
11.25. <i>Axinella polypoides</i>	320
11.26. <i>Haliclona fulva</i>	322
11.27. <i>Ircinia oros</i>	324
11.28. <i>Sarcotragus spinosulus</i>	326

Cnidarios Antozoos

11.29. <i>Actinia equina</i>	328
11.30. <i>Alicia mirabilis</i>	330
11.31. <i>Ellisella paraplexauroides</i>	332
11.32. <i>Astroides calycularis</i>	334
11.33. <i>Dendrophyllia ramea</i>	338
11.34. <i>Leptopsammia pruvoti</i>	340
11.35. <i>Phyllangia americana mouchezii</i>	342
11.36. <i>Corallium rubrum</i>	344
11.37. <i>Paramuricea clavata</i>	348
11.38. <i>Parazoanthus axinellae</i>	352

Cnidarios Hidrozoos

11.39. <i>Aglaophenia</i> spp.	356
11.40. <i>Gymnangium montagui</i>	358
11.41. <i>Pseudoplumaria marocana</i>	360
11.42. <i>Sertularella</i> spp.	362

Briozoos

11.43. <i>Adeonella calveti</i>	366
11.44. <i>Bicellariella ciliata</i>	368
11.45. <i>Caberea boryi</i>	370
11.46. <i>Cellaria</i> spp.	372
11.47. <i>Chartella</i> spp.	374
11.48. <i>Reteporella</i> spp.	376

Anélidos (sésiles)	
11.49. <i>Bispira volutacornis</i>	380
Moluscos (sésiles)	
11.50. <i>Dendropoma petraeum</i>	382
11.51. <i>Pinna nobilis</i>	386
11.52. <i>Pinna rudis</i>	388
Ascidias	
11.53. <i>Halocynthia papillosa</i>	392
11.54. <i>Stolonica socialis</i>	394
11.55. <i>Clavelina dellavallei</i>	398
11.56. <i>Polysyncraton lacazei</i>	400
11.57. <i>Aplidium conicum</i>	402
11.58. <i>Aplidium punctum</i>	406
11.59. <i>Pseudodistoma obscurum</i>	408
11.60. <i>Polycitor adriaticus</i>	410
11.61. <i>Polycitor crystallinus</i>	412
12. OTRAS ESPECIES BENTÓNICAS SENSIBLES DE APOYO	415
Moluscos	
12.1. <i>Patella ferruginea</i>	418
12.2. <i>Lithophaga lithophaga</i>	422
12.3. <i>Charonia lampas lampas</i>	424
Equinodermos	
12.4. <i>Antedon mediterranea</i>	428
12.5. <i>Astrospartus mediterraneus</i>	430
12.6. <i>Centrostephanus longispinus</i>	432
12.7. <i>Gracilechinus acutus</i>	434
12.8. <i>Echinus melo</i>	436
12.9. <i>Ophidiaster ophidianus</i>	438
Peces	
12.10. <i>Apogon imberbis</i>	442
12.11. <i>Thalassoma pavo</i>	444
12.12. <i>Anthias anthias</i>	446
12.13. <i>Phycis phycis</i>	450
13. BIBLIOGRAFÍA CITADA	453
14. ANEXO	483

PRESENTACIÓN DE LA OBRA

Las Áreas Marinas Protegidas están incrementando progresivamente su importancia como herramienta de gestión para la conservación de la biodiversidad marina y la protección de los cursos naturales, de una forma global. La monitorización es un componente esencial para la gestión de los recursos, proveyendo de información científicamente contrastada para guiar las decisiones claves en la gestión, como dar prioridad a las diferentes estrategias de conservación, realizar una adecuada asignación de recursos y, en último término, dilucidar cuales de las áreas marinas protegidas consiguen alcanzar sus objetivos asignados.

A nivel del Mediterráneo, la monitorización de hábitats y especies no es una práctica común en las Áreas Marinas Protegidas y sus áreas adyacentes. Por ello, las Partes Contratantes del Convenio de Barcelona trabajan actualmente para implementar un Enfoque Ecosistémico en la Región, con el objetivo final de conseguir un Buen Estado Ecológico (BEE) del Mar Mediterráneo, mediante el establecimiento de un programa de seguimiento en línea con dicho Enfoque Ecosistémico. Esto permitirá realizar por primera vez un seguimiento cuantitativo sobre una base regional del estado del Mar Mediterráneo, destinado a la biodiversidad y especies no indígenas. En cualquier caso, los países del Mediterráneo necesitan el desarrollo de herramientas técnicas diversas, incluyendo guías, para apoyar este proceso.

La presente Guía se ha concebido para dar información técnica a todos los actores a diferentes niveles en el desarrollo de planes de monitoreo basados en lugares, para complementar los planes de gestión existentes o desarrollar otros nuevos. Su objetivo es crear una herramienta metodológica para la monitorización ecológica y ambiental de las Áreas Marinas Protegidas y los fondos litorales de sus áreas adyacentes, las cuales poseen una función como zonas amortiguadoras entre las Áreas Marinas Protegidas y áreas antropizadas cercanas.

Además, posibilitará la creación de una red de estaciones centinelas subacuáticas, que actúe como sistema de monitoreo ambiental y alerta, y que ayude a detectar cambios en los ecosistemas litorales y el paisaje que conforma, junto a su fauna y flora.

Finalmente, esta herramienta metodológica pretende estandarizar el monitoreo de los sustratos rocosos en las Áreas Marinas Protegidas, al proveer de una guía de objetivos de monitoreo, diseños muestrales, indicadores y metodología. Ha sido desarrollada para gestores de Áreas Marinas Protegidas, agentes de conservación e investigadores que realicen muestreos, incluyendo un amplio espectro de buceadores, tanto deportivos como profesionales, así como para entusiastas interesados en contribuir al monitoreo y la conservación del medioambiente marino.



JCCC

Estrecho de Gibraltar, lugar donde se ha realizado gran parte de las observaciones expuestas en esta obra. Al fondo, el continente africano con la montaña marroquí Jebel Musa (Mujer Muerta), estandarte paisajístico del frente litoral sur del mencionado enclave geográfico. Fot. 1

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco vivamente a los miembros del “Regional Activity Centre for Specially Protected Areas” (RAC/SPA) Atef Limam, Asma Kheriji, Daniel Cebrián y Souha El Asmi, por impulsar esta publicación (inicialmente acordada en inglés y francés) en el ámbito del *workshop* internacional “Climate change impact indicators on marine biodiversity in the Mediterranean MPAs” (23rd-24th October 2012, IUCN Centre for Mediterranean Cooperation) y a Fernando Molina, Manuel Rodríguez y Milagros Pérez, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio (CMAYOT) de la Junta de Andalucía, por promover la edición en formato digital en español. Asimismo, la financiación ha sido posible gracias al Proyecto Regional para el desarrollo de una Red en el Mediterráneo de AMPs, al proyecto MedMPAnet, al proyecto Interreg MedPan North, a la Comisión Europea (EC), a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y al “French Global Environmental Facility/ Fonds Français pour l’Environmental Mondial (FFEM). A la fase final de obtención de información ha contribuido el Convenio de Colaboración firmado en mayo de 2013 por la Autoridad Portuaria de Sevilla, Aquagestión Sur (Acuario de Sevilla) y la Universidad de Sevilla.

Esta obra, al recoger observaciones, experiencias y resultados publicados desde 1990, se ha visto beneficiada de proyectos financiados por Convocatorias Públicas (DGICYT PB87 0397, DGICYT PB89 0081, DGICYT PB95 0235, DGEISIC PB98-0532, REN2000-1602/GLO, REN2001-1956-C17-02/GLO y CGL2006-05182/BOS y por la Compañía española de Petróleos (CEPSA S.A.), la Autoridad Portuaria de Ceuta, la Autoridad Portuaria de Algeciras, Asamblea de Ceuta, OBIMASA, EGMASA y la CMAYOT de la Junta de Andalucía. Al respecto, agradezco profundamente a Marina Hércules y a su Presidente, José Manuel Ávila su cesión de infraestructuras para mantener actividades de investigación y buceo en Ceuta.

Encomiable esfuerzo de finura y entrega ha realizado mi estrecho colaborador Alexandre Roi González Aranda, sin cuya inestimable ayuda, especialmente en la revisión bibliográfica y en la elaboración de dibujos explicativos, esta obra no hubiera visto la luz en 2015. Vaya, pues, mi más profunda gratitud para él, la cual hago extensiva a Carlos María López, Liliana Olaya, Aurora Ruíz, Inés Martínez y Juanjo Díaz por su colaboración en la recopilación de información y, respecto al asesoramiento taxonómico sobre especies conflictivas, a María Altamirano, Julio de la Rosa, Ignacio Bárbara, Ricardo Bermejo e Ignacio Hernández (Macroalgas), José Luis Carballo (Esponjas), Pablo López y César Megina (Cnidarios), Carlos López (Briozoos), Santi Naranjo, Alfonso Ramos y Xavi Turón (Ascidias).

Agradecemos también a nuestros más íntimos colaboradores Manu Maestre, Free Espinosa, José Manuel Guerra, Emilio Sánchez, Mercedes Conradi, Juan Corzo, Darren Fa y María Eugenia Bandera sus recomendaciones y ayuda cuando ello

ha sido necesario. Igualmente, porque siempre han estado ahí para lo que hiciera falta, a las nuevas promesas Íñigo Donázar, Carlos Navarro, Enrique Ostalé, Juan Miguel Miró, Macarena Ros, Javi Pellón, Altai Pavón, Francisco Díaz, Juan Sempere, John Edward, Rocío Espada, Miguel Soto y Alexis Terrón.

En cuanto a las fotografías, agradezco las suministradas por Denis Ader, María Altamirano, Frédéric André, Ignacio Bárbara, Uwe Acosta, Julio de la Rosa, Ricardo Bermejo, Enric Ballesteros, Rocío Espada, Free Espinosa, David Fenwick, Alexandre Roi González, Patrick Heurteaux, Keith Hiscock, Dominique Horst, Véronique Lamare, Salvador Magariño, Vincent Maran, Jorge Martín, Manuel Martínez, Cesar Megina, Javi Pellón, Alfonso Ramos, Macarena Ros, Luis Sánchez Tocino, Joao Pedro Silva, Palma del Valle y Frédéric Ziemski.

También agradecemos a Trágora SCA, Agnès Philippart y Neil Ashby las tareas de traducción de los textos.

Reconocimiento muy especial merecen los miembros de los clubes/centros de buceo que se han integrado en la primera Red de Vigilancia Ambiental Subacuática que aplica la metodología de seguimiento ambiental que aquí se propone. Y a Gabriel García Gil y a David Manso de la empresa de gestión informática IT3 Cloud por su inestimable ayuda en el desarrollo del software de alerta ambiental para especies-objetivo, así como de la página web que permitirá su manejo. A ellos y a sus respectivos clubes y centros, se dedica el anexo de este libro.

Gran sentimiento de afecto y colaboración traslado a Fabio Badalamenti y a su grupo de investigación (CNR-IAMC, Sede di Castellammare del Golfo, Sicilia, Italia: Marco Torri, Dr. Luigi Musco, Dr. Tomás Vega, Dr. Carlo Pipitone, Dr. Giovanni D'Anna, Dr. Michele Gristina) quienes, concedores de la línea de trabajo expresada en esta obra y en estrecha colaboración con centros de buceo locales y el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, han instalado en 2014 las primeras estaciones-centinela del litoral italiano, en diferentes puntos de la isla de Sicilia.

También, expreso mi gratitud por el apoyo prestado al Parque Natural del Estrecho (integrante de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo), Centro Unesco del Campo de Gibraltar, Instituto de Estudios Campogibaltareños, Instituto de Estudios Ceutíes, al Museo de Gibraltar y a los Servicios de Investigación de la Universidad de Sevilla, así como a su Fundación de Investigación (FIUS).

A la “International Academy of Underwater Sciences and Techniques”, UNESCO, CMAS y al MAGRAMA, agradezco profundamente sus respectivos apoyos y reconocimientos a los resultados prácticos de investigación reflejados en esta obra, aplicados a la vigilancia y conservación del medio marino.

Debo una mención especial al complejo acuático Nemo 33 (el más profundo del mundo -récord Guinness- para buceo en sistemas artificiales), sito en Bruselas, cuyos responsables me mostraron sus innovadoras instalaciones con la inestimable colaboración del excelente amigo y colaborador Jorge Bayo. La experiencia, a tenor de lo expuesto en este libro, permite sugerir el interés que tendría ubicar un simulador artificial de estación-centinela en el complejo, con cuadrículas que incluyan reproducciones coloreadas de organismos marinos bentónicos, las cuales contribuirían al aprendizaje de la fotografía submarina en sistemas artificiales y estimularían a sus numerosos usuarios a participar en la vigilancia ambiental subacuática de otras zonas litorales del mundo donde frecuentemente disfrutan de sus vacaciones. Sería un atractivo adicional para incentivar el buceo en sus instalaciones, promoviendo la educación ambiental y la conservación en el medio marino.

A la Federación Andaluza de Actividades Subacuáticas, por su continuo esfuerzo en promover y consolidar el buceo en Andalucía, muy especialmente a Manuel Crespo y Pepe Daza.

Por último, vaya mi reconocimiento más profundo y sincero para mi esposa Liliana y mis hijos Gabriel, María de los Ángeles, Álvaro y Carlos, no sólo por su incondicional apoyo y comprensión en los momentos más difíciles, sino porque esta obra les ha sustraído mucho tiempo de dedicación personal que, sin duda, merecían. Es el caso también de mis hermanos, cónyuges e hijos uno de los cuales, mi sobrino José Luis, fallecido recientemente muy joven, a quien le brindo un recuerdo muy especial.

1 PREFACIO

1.1. Antecedentes

La presente obra tuvo su origen en el *workshop* internacional “Climate change impact indicators on marine biodiversity in the Mediterranean MPAs” (23rd-24th Octubre 2012, IUCN Centre for Mediterranean Cooperation) al exponer el autor, a petición de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, una metodología provisional para la vigilancia ambiental subacuática de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs), basada en indicadores bentónicos y orientada a detectar cambios significativos en la biota del sistema bentónico, ya sean originados por afecciones de carácter local, ya por otras de carácter geográfico más amplio (Calentamiento Global).

Intervinientes del Centro de Actividades Regionales para las Áreas Especialmente Protegidas (*Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, RAC/SPA*) en la mencionada reunión, decidieron apoyar la difusión de la mencionada metodología una vez estuviera convenientemente experimentada, así como la elaboración de una completa guía de bioindicadores ambientales que ayudara a su adecuada aplicación.

Esta guía metodológica ha sido elaborada dentro del marco del Proyecto Regional para el Desarrollo de una Red Mediterránea de Áreas Marinas y Costeras Protegidas (AMPs) a través del impulso a la Creación y

Gestión de AMPs Mediterráneas (Proyecto MedMPAnet), implementado dentro del marco del UNEP/MAP-GEF MedPartnership, con el apoyo financiero de la Comisión Europea (EC), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Fondo Francés para el Medioambiente Mundial (*Fonds Français pour l'Environnement Mondial, FFEM*)

En consecuencia, promovieron y financiaron la presente publicación en las lenguas francesa e inglesa. Paralelamente, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio (CMAOT) de la Junta de Andalucía, decidió impulsar a través del proyecto europeo MedPan North su publicación *online* en lengua española.

A la fase final de obtención de información ha contribuido el proyecto europeo MedPAN-North y el Convenio de Colaboración firmado en mayo de 2013 entre la Autoridad Portuaria de Sevilla, Aquagestión Sur (Acuario de Sevilla) y la Universidad de Sevilla, en el ámbito del cual ya se ha iniciado un programa de vigilancia ambiental, basado en indicadores bentónicos de sustrato blando (infauna) en el estuario del río Guadalquivir. Al albur del mencionado Convenio, en 2015 comenzará otro programa centrado en indicadores sésiles que serán monitorizados en cuadrículas permanentes localizadas en estaciones-centinela subacuáticas ubicadas en zonas externas de su

desembocadura, si bien éste pretende testar el protocolo aquí propuesto en sistemas fluctuantes y no en estructurados, estables y altamente biodiversos para los que había sido preferentemente concebido.

La obra aquí presentada es la continuidad de otra publicada con anterioridad titulada *Biota Litoral y Vigilancia Ambiental en la Áreas Marinas Protegidas* (García-Gómez, 2007), financiada por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio a través del Proyecto europeo MedPan. Rescata algunos aspectos íntegros, modificados o ampliados de ésta y acoge la herramienta metodológica ya referida (protocolo de actuación y seguimiento ambiental de especies-objetivo o especies-diana en cuadrículas permanentes fijadas en estaciones-centinela subacuáticas) depurada y experimentada en estrecha colaboración con clubes y centros de buceo deportivos, así como una guía convenientemente argumentada de especies indicadoras que ayudan a su implementación. Para la publicación, no obstante, se ha aguardado a los resultados del análisis científico de las coberturas de especies-objetivo de una serie temporal de diez años, obtenidos en una estación-centinela del Estrecho de Gibraltar ubicada en fondos impolutos, estables y biodiversos (García-Gómez *et al.*, en curso de publicación). Esta información resultaba esencial para testar las expectativas del protocolo metodológico que en esta obra se propone.

La publicación precursora, antes aludida, tuvo su origen en un proyecto INTERREG IIIC MedPan (2005-2007) del que era socio la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, que nació con el propósito de crear una Red de Gestores de Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo y que tenía por objetivo principal el desarrollo de herramientas de gestión que faciliten la tarea diaria de los gestores de estos espacios protegidos y a la vez impliquen a la ciudadanía en dicha gestión. Investigaciones posteriores en el marco de un proyecto posterior, MedPAN North, con el apoyo del RAC/SPA y de la CMAOT de la Junta de Andalucía, permitieron avanzar en la obtención de resultados y en el perfeccionamiento del protocolo metodológico que aquí incluimos.

La información aportada en esta obra y en su predecesora (García-Gómez, 2007) dimana de una intensa y continuada investigación científico-técnica desarrollada durante más de dos décadas en el sur de la Península Ibérica, en el ámbito geográfico del litoral andaluz y ceutí. En este sentido, el Estrecho de Gibraltar, zona límite del área de distribución de numerosas especies, no es una barrera absoluta, sino una zona de gradiente donde progresivamente disminuyen o aumentan los efectivos de muchas especies acantonadas por ambos lados del mismo, en función del paulatino cambio de las condiciones ambientales.

Conviene recordar que, en este enclave geográfico de conexión atlántico-mediterránea, confluyen las provincias biogeográficas Lusitana (de carácter templado-frío), Mauritana (de carácter cálido) y Mediterránea (García-Gómez *et al.*, 1997; García-Gómez, 2002) y las similitudes y diferencias de la biota de este enclave con la existente en otras áreas biogeográficas ha sido abordada en diversas contribuciones científicas (López de la Cuadra y García-Gómez, 1994; Carballo *et al.*, 1997; Naranjo *et al.*, 1998). Ha sido, pues, un escenario natural idóneo para contemplar procesos de cambio en la biota litoral no atribuibles a la influencia humana. Lo que ha servido para contrastar, a una escala diferente, respuestas de la biota marina a gradientes de contaminación, donde las especies sensibles a ésta progresivamente van desapareciendo (o disminuyendo numéricamente) en la medida que cambian las condiciones ambientales, esto es, conforme nos acercamos al principal foco de afección.

En el contexto de los bioindicadores marinos y, dentro del ámbito geográfico del cono sur ibérico y del Estrecho de Gibraltar, han sido desarrollados diversos trabajos científicos en grupos zoológicos concretos, como Poríferos (Carballo *et al.*, 1994, 1996), Poliquetos (Sánchez-Moyano *et al.*, 2002; Guerra-García y García-Gómez, 2004b), Crustáceos (Conradi *et al.*, 1997, 2000; Alfonso *et al.*, 1998; Sánchez-Moyano y García-Gómez,

1998; Guerra-García y García-Gómez, 2001, 2004a), Moluscos (Sánchez-Moyano *et al.*, 2000a; Espinosa *et al.*, 2007), Ascidiáceos (Naranjo *et al.*, 1996, 1998) o filtradores bentónicos (Carballo y Naranjo, 2002).

También se han publicado otras contribuciones centradas en el estudio integrado de diferentes grupos zoológicos, para conocer la estructura de las comunidades de la macrofauna endobentónica en sedimentos y otro tipo de sustratos, con el fin de dimensionar su capacidad bioindicadora (Estacio *et al.*, 1997, 1999; Sánchez-Moyano *et al.*, 2000b, 2003; Fa *et al.* 2003; Guerra-García *et al.*, 2003a, b, c; Guerra-García y García-Gómez, 2005a, b, 2006). La aportación de los bioindicadores bentónicos de sustrato blando a los programas de vigilancia ambiental de las aguas costeras ha sido confirmada en trabajos monográficos precedentes (Sánchez-Moyano *et al.*, 2005a, b). También han sido efectuados estudios sobre la macrofauna y macroflora de la fauna intermareal, teniendo en consideración gradientes ambientales (Guerra-García *et al.*, 2006).

1.2. Objetivos y Justificación.

Esta obra alumbrará como principal objetivo desarrollar una herramienta metodológica de vigilancia ambiental y ecológica de las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) y fondos litorales

de zonas aledañas, con inclusión de las que son áreas de amortiguación ubicadas entre las primeras y zonas antropizadas más alejadas. Paralelamente, se pretende con su implementación impulsar la creación de redes interconectadas de estaciones-centinela submarinas, de vigilancia y alerta ambiental subacuática, que permitan detectar cambios en el ecosistema litoral y en el paisaje que este configura, así como en su fauna y flora. Tales cambios pueden ser de origen natural o antrópico y, por otra parte, de origen local o derivados del Calentamiento Global.

Para ello se consideró básico incluir **aspectos biológicos esenciales** y ofrecer pistas de **cómo detectar amenazas e impactos en el medio marino litoral**, poniéndose especial énfasis en el seguimiento de **especies sensibles** (que sólo pueden vivir en zonas de alta calidad ambiental y tienden a desaparecer cuando ésta se deteriora), previamente seleccionadas (**especies-objetivo** o **especies-diana**), monitorizadas en **cuadrículas permanentes** instaladas en **estaciones-centinela** subacuáticas en fondos prístinos de gran estabilidad ambiental, preferentemente entre 25 y 35 metros de profundidad. La monitorización periódica de estas especies permitirá detectar impactos ambientales a corto plazo si éstos se produjeran y también cambios graduales a largo plazo atribuibles al Calentamiento Global.

El seguimiento de las **especies-objetivo sensibles** en zonas donde éstas son comunes puede contribuir eficazmente a determinar la existencia de perturbaciones de origen antrópico (aunque también éstas puedan ser de origen natural), en función del equilibrio de sus poblaciones o de regresión o desaparición de las mismas. En contraste y, especialmente para evitar pre-seleccionarlas por error como especies-diana (sensibles), se incluyen también descripciones de **especies tolerantes** (muy adaptativas a diferentes condiciones ambientales), las cuales pueden vivir tanto en medios perturbados como en zonas de buena calidad ambiental y, por tanto, no serían especialmente sensibles a cambios en el ambiente por lo que, de estar presentes, no desaparecerían. Otra cuestión es que, estas últimas, estando ausentes acaben instalándose en el sistema como consecuencia del deterioro de la calidad ambiental de éste, lo cual comporta también una valiosa información. De ahí que otro de los objetivos haya sido elaborar una completa **guía de identificación** que pueda ayudar a su reconocimiento y selección.

En el rango batimétrico 0-35 metros, como consecuencia de un incremento paulatino de la estabilidad ambiental y de la pérdida moderada de luz, aumenta progresivamente la diversidad de especies bentónicas y la complejidad estructural de las comunidades observadas. Aumentan, por tanto, las “fuentes biológicas” de

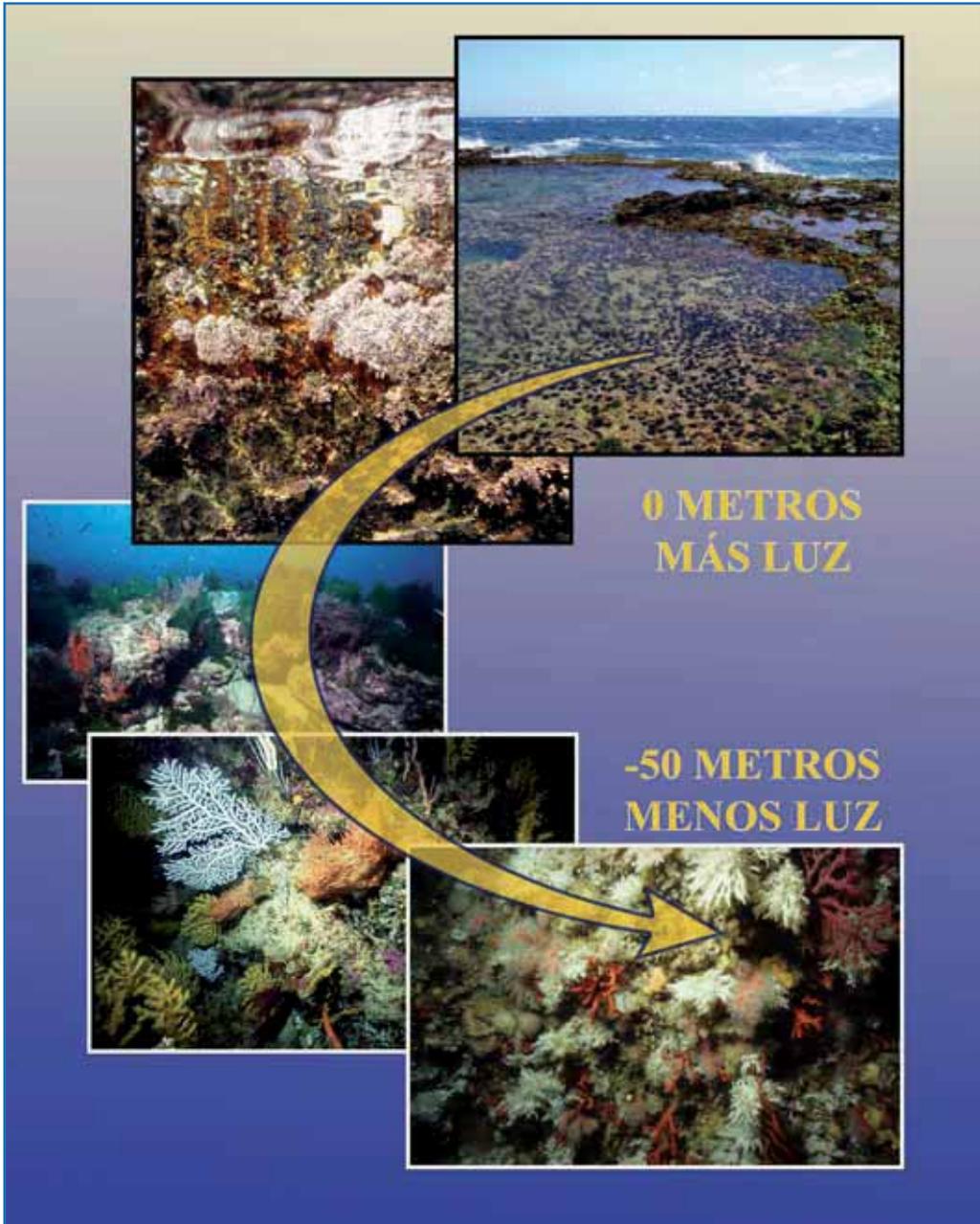


Fig. 1

información que pueden resultar más útiles a efectos de vigilancia y monitorización ambiental. (**fig. 1**).

No se trata, pues, de centrar la atención en la biodiversidad del sistema (aunque sea de grupos zooló-

gicos o botánicos concretos), sino de hacerlo sobre especies-objetivo sensibles a cambios o alteraciones ambientales que cumplan con los criterios señalados más adelante. Actuarían a modo de centinelas permanentes (o de carácter estacional, pero sensibles a las perturbaciones), fiables por su sensibilidad para inferir la salud del ecosistema y, por tanto, a través de ellos, para advertir de serias amenazas o identificar impactos en la biodiversidad de aquél. Ello evitaría, así, afrontar programas costosos de monitorización periódica de la biodiversidad en su conjunto (por ejemplo, centrados en el estudio de las comunidades de especies) y hacerlo con técnicas de muestreo invasivas (recolección de ejemplares) cuyas muestras quedan al albur de los únicos científicos que las utilicen en primera instancia (no pueden ser reutilizadas por destrucción o deterioro de parte del material durante su procesamiento), dificultándose extraordinariamente su intercambio y comprobación por otros miembros de la comunidad científica.

Es importante reseñar que las especies aquí designadas como indicadoras, se han propuesto según una hipotética base de “perfil amplio de respuesta”, basada en observaciones realizadas “in situ”, reforzadas generalmente con información obtenida de la bibliografía especializada. Pero en general, no existe para ellas estudios completos en ambientes controlados de tolerancia o sensibilidad

a los diferentes parámetros fisico-químicos que condicionan cambios importantes en su hábitat natural. De ahí que, en el futuro, avances de la investigación científica en este campo permitirán realizar los ajustes correspondientes de manera que pueda conocerse con mayor precisión qué puede esperarse de ellas como indicadores ecológicos respecto a su nivel de precisión y bajo qué incidencias ambientales (parámetros fisico-químicos en particular).

Para el desarrollo de la herramienta metodológica ya referida, era objetivo primordial elaborar un **protocolo de vigilancia ambiental** para buceadores, el cual también resultará útil a las Administraciones Públicas que han de velar por la vigilancia y conservación de nuestra zona litoral. Persigue con su aplicación que se generen series temporales largas de datos sobre la evolución de especies-objetivo sensibles, a partir de un estado cero o inicial (escala local) que permitan alertar sobre cambios o desajustes importantes en el bentos sublitoral, mediante una comparativa sencilla de imágenes y, a un nivel más complejo, mediante el uso de técnicas estadísticas de “medidas repetidas” (Lanyon y Marsh, 1995), dado que las especies monitorizadas se encuentran “atrapadas” en cuadrículas permanentes, fijadas al sustrato.

Un objetivo subsidiario de esta obra, como se explica en el **capítulo 4.1**, es contribuir a las exigencias

de implementación de la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE (DMA), especialmente en el contexto de los macroinvertebrados sésiles.

Aunque la mencionada herramienta está orientada a detectar afecciones en sistemas ecológicos prístinos, biológicamente estructurados y estables (sentido estructuración-degradación), también puede utilizarse para evaluar la recuperación de sistemas litorales perturbados, una vez se eliminan o mitigan las fuentes de impacto (sentido degradación -estructuración) (**fig. 2 y fig. 3**).

La obra tiene también una finalidad didáctica, pues pretende que los buceadores amantes del medio ambiente marino, desarrollen su capacidad de observación submarina, se formen adecuadamente en la detección de procesos anómalos que puedan ser trascendentes, y colaboraren voluntariamente con las autoridades competentes, poniendo en conocimiento de éstas señales de cambios ambientales o de perturbaciones que puedan acontecer en el medio marino, de forma que tales autoridades intenten validarlas posteriormente y, si ello procediera, emprender las acciones preventivas o correctoras a que hubiere lugar.

1.3. Destinatarios o ¿a quiénes dirigimos la obra?

La obra se ha elaborado con vocación

de tener una amplia proyección social (herramienta participativa) y de generar compromisos de colaboración en la vigilancia ambiental de las Áreas Marinas Protegidas y zonas litorales próximas. Debido a ello, va destinada fundamentalmente a los clubes y centros de buceo y, por tanto, a un amplio colectivo de buceadores (deportivos o de titulación profesional), además de científicos, técnicos ambientales, empresas y administraciones implicadas en estudios ambientales relacionados con el medio litoral, así como a alumnos universitarios relacionados con ciencias del mar, biología marina o ciencias ambientales y, en general, a todos aquellos ciudadanos entusiastas de la naturaleza submarina que deseen implicarse en su vigilancia ambiental y conservación (**foto. 2**).

Este trabajo se ha concebido también para incentivar a las diferentes Administraciones Ambientales (ya sean autonómicas, nacionales o europeas) las cuales, con el apoyo de instituciones profesionales de investigación -como la Universidad de Sevilla-, podrán estimular un nuevo frente de voluntariado ambiental con los clubes y centros de buceo, propiciando redes de vigilancia ambiental a un coste económico bajo y con las perspectivas de generar series temporales largas (cuya ausencia generalizada en estudios medioambientales dificulta enormemente detectar o predecir tendencias en la evolución de los ecosistemas marinos). Todo ello, a partir de una me-

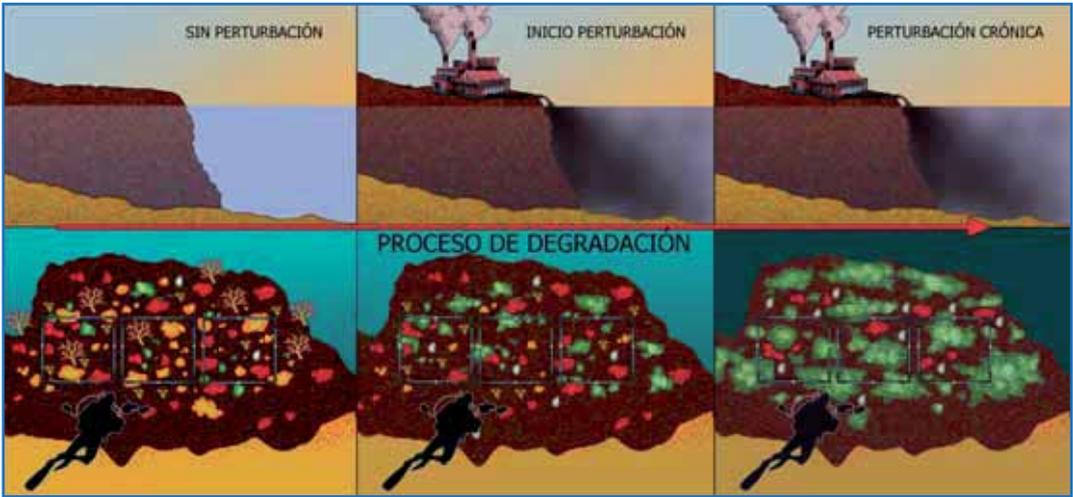


Fig. 2

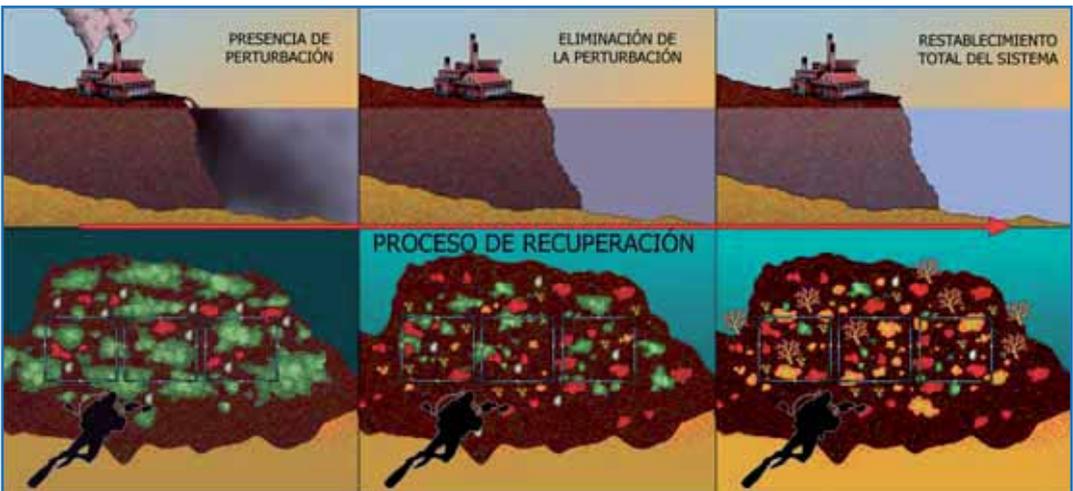
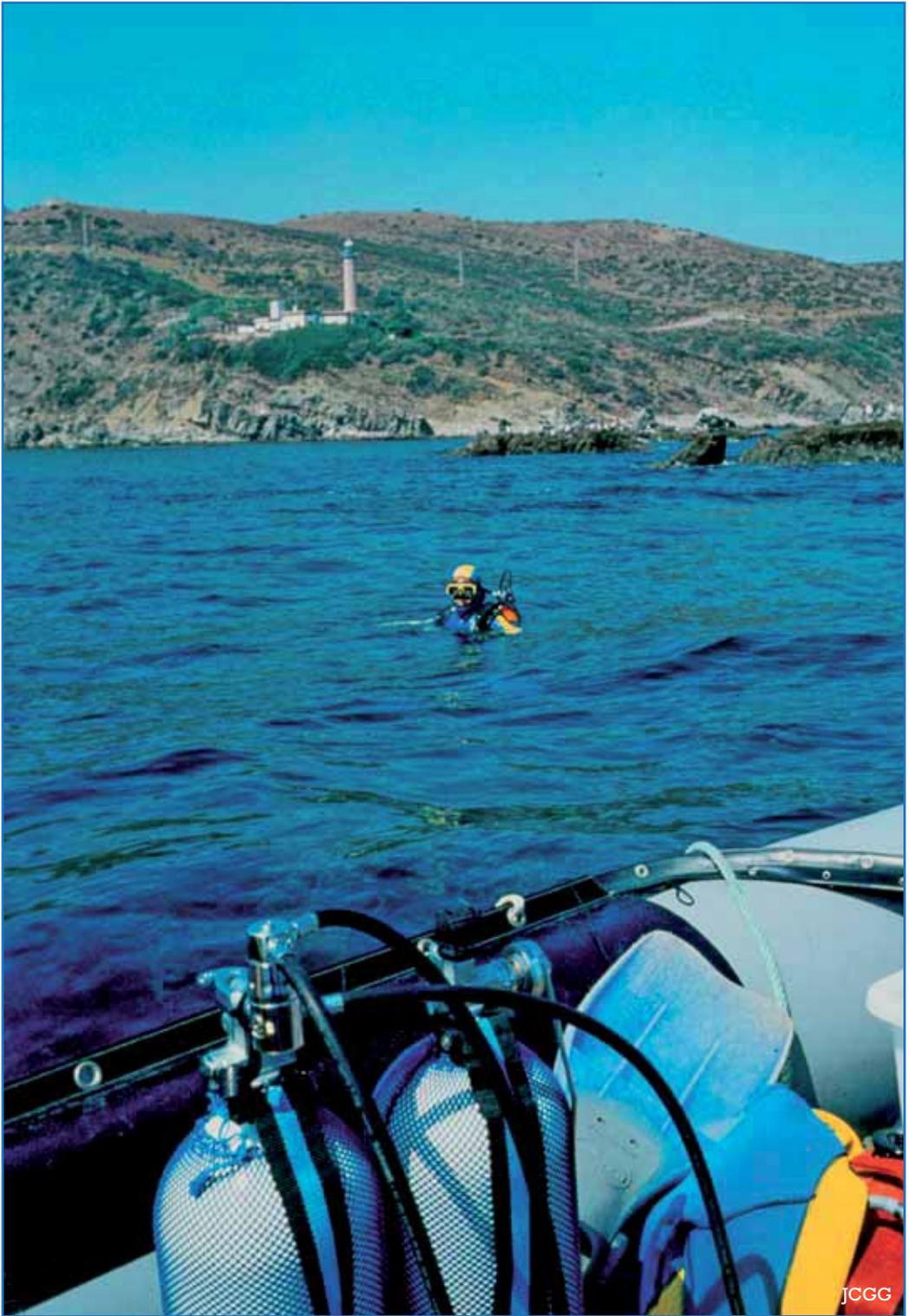


Fig. 3

metodología que, al basarse en análisis de fotografías tomadas periódicamente, es no invasiva, prevalente en el tiempo (de las series fotográficas pueden realizarse tantas copias de seguridad como se consideren) y

que aspira en el futuro a poder manejarse *online* por equipos científicos de diferentes zonas geográficas implicadas en las redes de vigilancia ambiental que utilicen idénticas o similares especies-diana.



JCGG

Fot. 2

2 DETECCIÓN DE IMPACTOS BAJO EL MAR. UNA CUESTIÓN COMPLEJA

El agua marina es casi novecientas veces más densa que el aire, de ahí que, por imperativo físico, no se pueda visualizar en ella, desde fuera, cambios deletéreos en el ecosistema derivados de perturbaciones físico-químicas (ya sean de origen natural o antrópico) registradas en su seno. Por ello, a diferencia del bosque cuando se quema (lo que podemos advertir a kilómetros de distancia, permitiéndonos reaccionar con prontitud para sofocar el incendio), los fondos litorales someros pueden palidecer, enfermar o desplomarse ambientalmente a escasos metros de distancia del observador, incluso cuando nos concedemos un gratificante baño y el agua nos llegue por la cintura. El mar, por imperativo físico, propende a ocultarse a sí mismo, dificultando sobremanera la exteriorización de cuantos problemas ambientales pueda padecer. Por tan seria desventaja respecto al sistema terrestre, el mar requiere de una atención especial y la mayor de las implicaciones de todos los colectivos sociales.

Por otro lado, a diferencia de la rapidez con la que los gases tóxicos se disipan en el aire, las sustancias contaminantes en el agua marina lo hacen con mucha mayor lentitud. El medio acuático es, pues, un valladar importante para los procesos físicos de dispersión, lo que tiende a maximizar los impactos a nivel local y a minimizarlos a una escala más amplia. No obstante, aunque vertidos an-

tropogénicos (por ejemplo, urbanos) que puedan acontecer en áreas concretas litorales tengan connotaciones preferentemente locales, la suma de ellos si están próximos, puede definir áreas geográficas más extensas de afección las cuales se pueden maximizar con cambios a mayor escala de carácter global, por ejemplo en relación al Calentamiento Global (aumento de temperatura y de la acidez del agua).

Además, en ocasiones puede ser difícil discernir entre alteraciones o impactos detectados de **origen natural** en relación a los que puedan tener un **origen antrópico**. Por ejemplo, una tempestad puede provocar aterramiento masivo de especies (perturbación de origen natural), por desplazamiento violento de áridos, propiciando un paisaje submarino de fuerte contraste respecto al preexistente en situación de bonanza y estabilidad ambiental. Si no se vigila periódicamente el fenómeno, un control ambiental posterior que detectase importantes cambios en el sistema bentónico no podría esclarecer con certitud el origen de los mismos. Adicionalmente, numerosas especies de ciclo de vida corto desaparecen en determinadas épocas del año de su zona habitual para reaparecer cuando estacionalmente les corresponda. En este caso, las ausencias en tales épocas son naturales y no deben atribuirse a cualquier incidencia antropogénica que pudiera producirse durante las mismas.

Uno de los principales problemas ambientales de las costas europeas, que concierne también a las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) próximas a zonas de elevada presión humana, deriva de los efluentes urbanos no depurados o deficientemente tratados de las ciudades costeras. Especialmente en verano, por incrementarse la carga total de contaminantes –mayoritariamente orgánicos- vertidos al sistema litoral, como consecuencia del incremento notable de turistas, los cuales elevan apreciablemente la densidad de población en tales ciudades. Sin olvidar las aportaciones periódicas a éste de productos químicos usados en la agricultura, los cuales provocan efectos indeseados de fertilización masiva y, por tanto, de eutrofización. Tampoco debemos desdeñar la contaminación de las industrias o la proveniente de la navegación marítima (el Mediterráneo es uno de los mares de mayor tráfico marítimo del mundo), además de los impactos derivados de obras de ingeniería civil o de actuaciones de extracción de áridos relacionadas con éstas, entre otras posibles fuentes de afección (**fot. 3**).

Por otra parte, hay impactos puntuales, pero severos, que resultan deletéreos a corto plazo para buena parte de la biota que los sufre (especialmente las especies sensibles). Pero también hay otros más sutiles sólo perceptibles a más largo plazo, como los derivados de una pequeña pero persistente contaminación or-

gánica en un área costera, los cuales pudieran producir una inicial y casi imperceptible afección, pero que a medio o largo plazo podrían provocar un severo impacto ambiental, de repercusiones impredecibles. Al principio sólo se intuiría que algo está pasando pero, con el transcurrir del tiempo, se producirán probablemente cambios apreciables en la estructura de las comunidades biológicas.

En otro contexto, el control físico-químico de las aguas no es suficiente para prevenir o detectar impactos a corto o largo plazo en el medio litoral. Harían falta series temporales largas y tomas de datos a corto plazo para sospechar de afecciones importantes en la biota (especialmente para detectar cambios a medio-largo plazo), pues, por ejemplo, en zonas próximas a estuarios se pueden tomar muestras en marea creciente (entra agua limpia, renovada) cuyos análisis devienen normales y existir afecciones serias en la biota que sólo serían detectables por análisis de aguas efectuados con muestras obtenidas en marea vaciante (por arrastre de contaminantes vertidos al río). Por otra parte, no se conoce bien la influencia en la biota de determinados contaminantes, según su concentración por unidad de volumen y, sobre todo, según su prevalencia en el medio. Ello permite, en no pocas ocasiones, que las comunidades de organismos no muestren señales de afección (al menos a nivel de efectos letales) cuando en la

columna de agua se pueden detectar concentraciones de sustancias contaminantes por encima de los umbrales de normalidad o tolerancia ambiental.

Por todo ello, dado que, desde tierra, en el mar no se pueden apreciar sus “alteraciones internas” y sólo con muchas limitaciones bajo su superficie (dada su escasa visibilidad y difícil accesibilidad), debemos afinar en los métodos de detección, seguimiento y evaluación de aquéllas. Constituye, pues, un continuo reto, avanzar con nuevas propuestas en el diseño de protocolos y metodologías integradoras de vigilancia

ambiental de bajo o moderado coste, que permitan su implementación en zonas geográficas próximas o distantes y analizar -de forma integrada pero continuada en el tiempo- los resultados de su aplicación. Esta obra pretende, pues, sumar en tal sentido al impulsar un nuevo método de vigilancia ambiental subacuática y detección de impactos, basado en el seguimiento de especies-objetivo indicadoras (sensibles o estenoicas) atrapadas en cuadrículas permanentes de estaciones-centinela subacuáticas, el cual será mejorado en el futuro con la colaboración de todos cuantos se impliquen en su perfeccionamiento.



Fot. 3

3 BENTOS VERSUS PLANKTON Y NECTON ¿POR QUÉ EL PRIMERO?

El vertido accidental o recurrente de un agente perturbador en el medio marino tiene el efecto inmediato de provocar cambios físico-químicos en las propiedades del agua, y un efecto a corto, medio o largo plazo en la biota. Para obtener información de este tipo de alteración sobre los organismos litorales, el **plancton** (conjunto de organismos que se desplazan con las corrientes por no tener capacidad de hacerlo en contra de ellas) no es el compartimento de la biota marina que puede resultar más útil a escala local, pues generalmente sus integrantes son de pequeño tamaño, tienen ciclo de vida corto, son siempre transportados por las corrientes (con lo que no suelen permanecer en el área localmente afectada) y tienen una gran capacidad de restitución de sus poblaciones (gran capacidad reproductiva). El **necton** incluye organismos (principalmente peces) que, pese a su tamaño y fácil visualización en inmersión, poseen una amplia movilidad, teniendo capacidad de huida y desplazamiento en busca de mejores condiciones.

El **bentos** concierne al conjunto de organismos vinculados estrechamente al fondo marino, los cuales pueden vivir muy próximos a éste sin estar en contacto con él (**suprabentónicos**), sobre el mismo en estrecho contacto físico (**epibentónicos**) o dentro de él (**endobentónicos**), pudiendo estar fijados al sustrato (**sésiles**) o desplazarse sobre él (**vágiles**). Algunos autores conceden el calificativo de **nectoben-**

tónicos a los peces que se mueven activamente sobre el fondo, “posándose” o no circunstancialmente sobre él.

Por otra parte, la columna de agua –medio por excelencia del plancton y el necton– ofrece pocas oportunidades a la diversificación evolutiva y, por tanto, a la especiación (debido a su gran homogeneidad) lo que no sucede en hábitats rocosos del fondo marino, cuya heterogeneidad espacial y mayor estabilidad, brinda mayores posibilidades evolutivas y, por tanto de especiación. En una inmersión desde embarcación, ello se aprecia perfectamente durante su recorrido hasta el fondo, al apreciarse la baja diversidad observada en la columna de agua en relación a la que surge, súbitamente, al alcanzarse las rocas del fondo. Por otra parte, en los recubrimientos biológicos de éstas pueden identificarse numerosas especies en lucha permanente por el espacio, parte de las cuales podría utilizarse como una potente herramienta de información ambiental.

El **bentos** es, pues, a tenor de lo expuesto, el compartimento de la biota marina que **más y mejor información ofrece para satisfacer los objetivos que se pretenden cubrir en esta obra**. En efecto, los organismos bentónicos, especialmente los que viven fijos al sustrato (**sésiles**) durante toda su fase adulta, o aquellos que poseen movimientos muy lentos y son intrínsecamente sedentarios, permanecen en el área afectada durante todo

su tiempo de vida y no tienen capacidad de eludir los cambios ambientales que puedan acontecer en su hábitat (**fots. 4 y 5**). Por tanto, o sobreviven a tales cambios si ellos se produjeran, o se mantienen con evidentes señales de estrés y merma parcial de sus efectivos, o perecen en su totalidad desapareciendo del sistema. Pueden utilizarse, por tanto, como **bioindicadores** (a nivel de efectos subletales y letales), actuando como “centinelas” permanentes o periódicos (en este último caso, si no son perennes y tienen un ciclo anual o subanual, pudiendo ofrecer información ambiental durante sólo algunos meses del año) del nivel de calidad ambiental de las aguas donde viven y contribuir sobremanera a la vigilancia ambiental de las aguas litorales. Por tales razones, estos organismos, especialmente los de mayor tamaño (el cual facilita su localización y reconocimiento por los buceadores, lo que permite a éstos mayor motivación en su seguimiento) y que sean sensibles, son los más adecuados para utilizarlos como especies-objetivo por su vulnerabilidad ambiental ante posibles cambios ambientales que puedan producirse en su hábitat. Al respecto, los animales que más información reportan para vi-

gilar ambientalmente nuestros fondos litorales son los macroinvertebrados sésiles en su estado adulto (Esponjas, Cnidarios, Briozoos...) y los tunicados bentónicos (Ascidiás). Entre los vegetales, las macroalgas, especialmente las perennes.

Los fondos blandos, por ser más inestables y uniformes que los duros tienen menos diversidad epibentónica asociada y casi siempre devienen con apariencia de desiertos submarinos. No obstante, sobre ellos se establecen las **praderas de fanerógamas marinas**, joyas evolutivas que deben conservarse, las cuales desempeñan un papel ecológico importante en nuestras costas. Los buceadores que deseen implicarse en la vigilancia ambiental de nuestras costas y que habitualmente recorran fondos blandos, deben prestar particular atención a las mencionadas praderas (especialmente de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*), pues éstas son muy visibles, localizables y, en general sensibles a los eventos de perturbación y contaminación ambiental (especialmente de carácter orgánico, proveniente de aguas residuales no depuradas de origen urbano).



Fot. 4



JCGG

Fot. 5

4 BIONDICADORES AMBIENTALES Y EL BENTOS COMO FILÓN

Aunque las alteraciones ambientales son fundamentalmente de tipo físico o químico, éstas pueden desencadenar directa o indirectamente otras de tipo biológico. Por acción indirecta -efecto cascada- al permitir que nuevos cambios ambientales en el sistema (por ejemplo, elevación de la temperatura) posibiliten la penetración de especies exóticas que pudieran convertirse en invasoras, desplazar a otras autóctonas y desestructurar parte del ecosistema. O bien por acción directa, si aquéllas generan en la biota local una afección de diferentes niveles de intensidad, dependiendo de la sensibilidad a tales perturbaciones de las especies que la integran. Por tanto, también las perturbaciones pueden incidir de forma medible en la estructura de la comunidad y de las poblaciones integrantes, pues provocan en ellas cambios cuantitativos y cualitativos.

Por otra parte, no sólo las especies marinas -como unidades genéticas y funcionales diferentes que son- experimentan respuestas distintas según la variedad y naturaleza de las alteraciones (dependiendo de su sensibilidad a las mismas), sino también los individuos que las conforman ya sean de similar o diferente edad (por ejemplo, juveniles o adultos), lo que añade particular complejidad al tema. A comprender mejor esta última afirmación puede ayudar el caso de la especie humana, pues las personas pueden

mostrar desigual nivel de tolerancia a diferentes tipos de agresiones o responder de manera distinta a un similar tratamiento médico. No hay enfermedades, sino enfermos, dicen los galenos.

Lo expresado anteriormente pone de manifiesto la complejidad del problema y permite comprender la insuficiencia del alcance de numerosos programas de monitorización ambiental que no contemplan la respuesta directa de los organismos a posibles alteraciones introducidas en su medio. Por tanto, en ausencia de la información que puede proveer la biota marina, tales programas no pueden propiciar un diagnóstico ambiental fino ya que aquélla es directamente perceptora de las perturbaciones que puedan producirse en su propio medio y, en razón a ello, reacciona también con señales específicas, como cambios en el aspecto (afecciones en el fenotipo), disminución de efectivos de la población o pérdida neta de especies en función de su sensibilidad ambiental a tales cambios.

4.1. El concepto de bioindicador y su papel emergente.

Existen numerosas definiciones de bioindicador (o indicador biológico) en la literatura científica. Entre otras, Iserentant y De Sloover (1976) consideran como tal aquel organismo

o sistema biológico utilizado para apreciar una modificación del ecosistema; Lebrun (1981) entiende que aquél es todo parámetro cualitativo o cuantitativo (medido a nivel de individuos, de poblaciones o de comunidades) susceptible de indicar las condiciones de vida particulares que corresponden a un estado dado, a una variación natural, o bien a una perturbación del medio; y Blandin (1986) define los bioindicadores como los organismos, determinadas combinaciones de los mismos, así como comunidades biológicas completas que, por referencia a variables bioquímicas, citológicas, fisiológicas, etológicas o ecológicas, permiten de forma práctica y segura caracterizar el estado de un ecosistema o de un eco-complejo y de poner en evidencia también precozmente sus posibles modificaciones, naturales o provocadas. Al respecto, el término eco-complejo es definido por Blandin y Lamotte (1985) como un conjunto localizado de ecosistemas interdependientes que han sido modelados por una historia ecológica y humana común.

El uso de bioindicadores es una línea de investigación ambiental emergente pues, como ya hemos significado, el control físico-químico de la zona litoral (esto es, el análisis tradicional de muestras de agua o sedimentos) no resulta suficiente para conocer, detectar y/o prevenir cambios en la composición de especies y en la estructura del

ecosistema marino. Por ello, la implementación de la actual Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE (DMA) del Parlamento Europeo y del Consejo (23 de octubre de 2000), pone especial énfasis en el manejo de bioindicadores para evaluar el estado de los ecosistemas costeros y la calidad de las aguas de la que forman parte.

Sin embargo, aunque la mencionada DMA incluye a los animales invertebrados entre los organismos indicadores a monitorizar, lo cierto es que los índices desarrollados por parte de la comunidad científica para los controles de vigilancia ambiental que aquella promueve, se han centrado selectivamente en la infauna (incluye a los invertebrados que viven dentro de los fondos blandos, como arenas y fangos), pero no en los invertebrados que viven adheridos a los sustratos rocosos (dado, probablemente, la dificultad de muestreo por su dureza y heterogeneidad espacial), los cuales pueden aportar una poderosa información ambiental, como se muestra en esta obra. Por esta razón, el protocolo metodológico SBPQ (Sessil Bioindicators Permanent Quadrats) que aquí se propone -muy volcado sobre invertebrados que viven adheridos al sustrato rocoso- puede contribuir, convenientemente adaptado, a cubrir en el futuro esta laguna de la DMA (deben establecerse valores de referencia y umbrales de calidad ambiental).

4.2. El bentos, gran emporio de especies indicadoras

Ya hemos argumentado las ventajas del bentos –respecto al plancton y necton– para el desarrollo de un protocolo de vigilancia ambiental como el que aquí se promueve. Sin embargo, debe advertirse que el bentos (mucho más biodiverso que el plancton y el necton), aunque incluye **numerosas especies con verdaderas prestaciones como bioindicadores** para la implementación de aquél, excluye otras muchas ya sea porque pueden desplazarse y huir ante condiciones ambientales adversas, ya porque su tamaño es muy pequeño o bien, simplemente, porque tienen gran plasticidad adaptativa y no ofrecen apenas respuestas ante cambios significativos (aunque no drásticos) o graduales que puedan acontecer en el sistema litoral.

4.3. Especies tolerantes vs sensibles, el punto de partida

Como ya se ha indicado, las alteraciones ambientales que se producen en la columna de agua que baña los fondos litorales, pueden influir en su biota bentónica provocando señales fenotípicas de estrés, disminución de su abundancia o pérdida neta de biodiversidad (especies sensibles), entre otras afecciones.

Entre las especies que viven adheridas al sustrato en su estado adulto (sésiles) y, por tanto, no pueden huir de cambios ambientales en su medio, puede haber distintos tipos de respuestas a diferentes perturbaciones ambientales. Las hay que desaparecen o exhiben pérdidas netas de abundancia (**especies sensibles o estenoicas**), las que pueden sobrevivir y prevalecer con normalidad sin mostrar externamente afección (**especies tolerantes o eurioicas**), y también las que, sin disminuir de abundancia, pueden mostrar anormalidades morfológicas (mal aspecto, bajo crecimiento, enfermedades visibles por manchas provocadas por microorganismos, etc.). Cabe la posibilidad de que no suceda ninguno de tales supuestos y de que las especies puedan contaminarse dentro de umbrales moderados de sustancias tóxicas que durante un tiempo no desaten mortalidad o muestren señales externas de afección, pero tal enfoque excede del alcance de esta obra.

El espíritu de esta publicación, centrado en el control ambiental periódico de las comunidades bentónicas (sustrato rocoso) en el tiempo centra su foco en **especies indicadoras sensibles** y, dentro de éstas, en **especies-objetivo o diana** que, con su presencia-ausencia o cambios de abundancia puedan proveer de información ambiental relevante que debemos saber interpretar. Al respecto, en un mundo azul refractario a mostrar sus secretos y en el que la foto-

grafía aérea o los satélites no conforman valiosas herramientas de ayuda para controlar su evolución (como sucede en el sistema terrestre), debe aspirarse a generar **estados “cero o inicial”**, en lugares prístinos de ambientes estructurados y estables (cuyas comunidades bentónicas, clímax o pre-clímax, apenas fluctúan con el transcurso del tiempo), amenazados por diferentes vectores debido a su proximidad a zonas antropizadas. Se pretende controlar la evolución temporal de las referidas **especies-diana** y, muy especialmente, el “antes” y el “después” de posibles impactos ambientales que se produjeran de forma súbita (accidental) o lenta, por tener un origen más global y “suave”, pero más persistente en el tiempo.

La herramienta de vigilancia ambiental que se propone es, como mínimo, un **método de alerta ambiental subacuática** que permitirá detectar cambios en el sistema bentónico ya sea a corto o a medio-largo plazo. El protocolo expuesto más adelante, incide específicamente en la **evolución temporal de coberturas de especies-diana sensibles atrapadas en cuadrículas permanentes** (fijadas al sustrato), que permita una cuantificación clara de pérdidas, estabilización o ganancia de las mismas a corto, medio o largo plazo. Tiene la vocación de propiciar la creación de series temporales largas y responde a la filosofía de los métodos BACI (Before/After Control-Impact) (Green, 1979; Underwood,

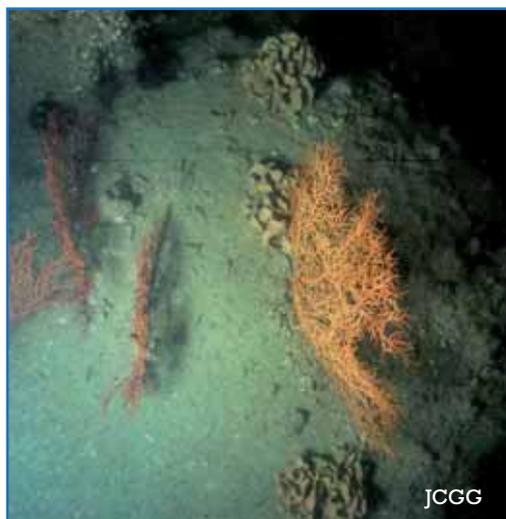
1992). Incluye un método de muestreo y de obtención de datos no invasivo y permite detectar cambios importantes a simple vista (pues se trabaja comparativamente con imágenes superpuestas de las mismas cuadrículas permanentes, aunque se propicie el cruce de la información en estaciones-centinela de la misma red), si bien a un nivel científico, para testar si los cambios son o no significativos, se recomienda que las matrices temporales de cobertura de los taxones seleccionados se procesen por profesionales mediante análisis estadísticos de “medidas repetidas” (Lanyon y Marsh, 1995), por centrarse las observaciones periódicas en la evolución de especies-objetivo en las mismas cuadrículas permanentes. Las especies seleccionadas son, en general de un tamaño adecuado para ser reconocidas “in situ”, de forma que el observador pueda advertir su presencia con relativa facilidad. Se ha evitado, por tanto, incorporar especies de pequeño tamaño que imposibiliten o dificulten extremadamente su reconocimiento durante la inmersión y en las fotografías de cuadrículas permanentes obtenidas periódicamente.

Las especies **tolerantes o eurioicas** son de amplia valencia ecológica y poseen gran plasticidad adaptativa (**fot. 6**). Pueden observarse tanto en ambientes estresados como en impulsos y no sólo soportan situaciones de moderada o elevada perturbación, sino que pueden convertirse

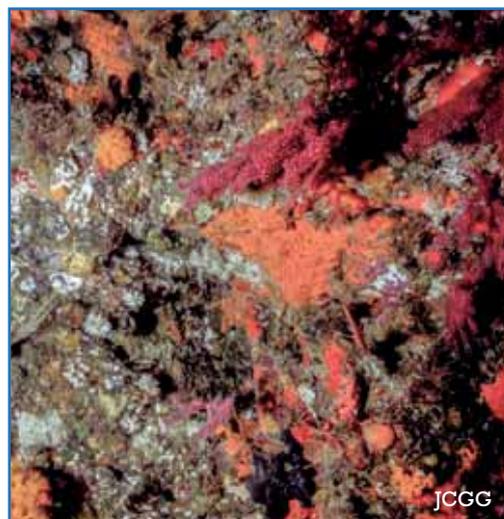
en especies **transgresivas** o **invasivas** al aumentar anormalmente su número (desplazando a otras especies más sensibles). Por ello pueden ser utilizadas como **indicadoras de estrés ambiental o contaminación**. En contraposición, las especies **sensibles o estenoicas** poseen estrecha valencia ecológica, escasa capacidad de adaptación a ambientes diferentes y, por tanto, son selectivas de aguas con elevada calidad ambiental. Éstas no son capaces de adaptarse (o lo hacen muy precariamente) cuando las condiciones empeoran, de ahí que sean potencialmente **regresivas** y, por tanto, las que más información pueden reportar en controles de vigilancia ambiental subacuática implementados con el protocolo de actuación más adelante expuesto (**fot.7**).

Debe matizarse que una especie **sensible** lo puede ser en relación **directa** a un factor perturbador (las nuevas condiciones ambientales no

son soportadas por la especie en cuestión) o **indirecta** al mismo. Como ejemplo de esto último, una especie depredadora vágil (puede desplazarse sobre el sustrato) podría tolerar la presencia de cierta carga contaminante que, en sí misma, no la eliminaría del sistema, pero sus presas sí podrían verse afectadas letalmente. Al desaparecer éstas, también lo haría la primera por falta de alimento (esto puede ocurrir con ciertas especies de nudibranquios depredadores específicos de esponjas si éstas desaparecen al no soportar las nuevas condiciones, por ejemplo, debido a una contaminación orgánica creciente). Por tanto, la especie depredadora de nuestro ejemplo no es directamente sensible al factor perturbador considerado, pero sí lo es indirectamente, pues se ve seriamente afectada por la ausencia de presas, lo que motiva su inexorable desaparición del sistema alterado (García-Gómez, 2007).



Fot. 6



Fot. 7

5

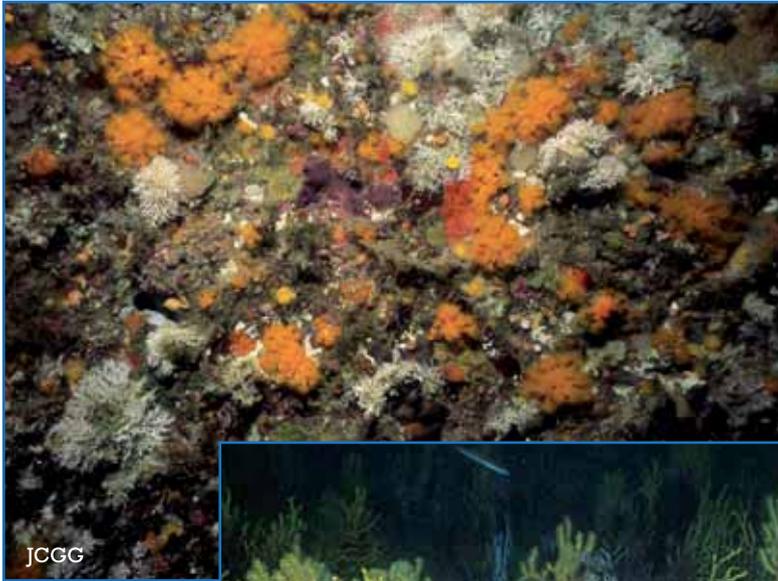
**ELECCIÓN DE LAS
ESPECIES-DIANA:
INMOVILIDAD (SÉSILES),
GRAN TAMAÑO Y
ABUNDANCIA,
ASPECTOS CLAVES**

Los buceadores que deseen implicarse en la vigilancia de nuestros fondos litorales, se encontrarán con importantes dificultades que deben afrontar. La primera de ellas es que las inmersiones son siempre muy limitadas, por lo que deben intentar organizarlas muy bien para que les cundan lo más posible. En segundo lugar, a escasos metros de profundidad los colores vivos (como el rojo y el naranja) se pierden hasta que sólo domina el azul (radiación del espectro lumínico que tiene mayor poder de penetración en el agua), por lo que no se puede distinguir la llamativa coloración que exhiben los organismos que habitan nuestros fondos rocosos, especialmente en zonas umbrías y a una cierta profundidad. Y en tercer lugar, debido en parte a lo anteriormente expresado, puede resultar compleja la identificación de especies útiles en la vigilancia ambiental de nuestros fondos litorales, por lo que es importante instruirse en ello. De ahí la razón de ser de esta guía de especies indicadoras con las que el buceador debe familiarizarse previamente para elegir, de forma adecuada, las especies-objetivo o diana que determinarán la ubicación de las cuadrículas de seguimiento y, por ende, de la estación-centinela sub donde aquellas se instalarán.

5.1. Criterios de elección de bioindicadores sésiles vinculados al sustrato rocoso

Los **bioindicadores sésiles en su estado adulto**, conforman el selecto grupo de organismos dentro del cual debemos elegir las **especies-diana** para implementar el protocolo de vigilancia ambiental que se detalla en esta obra. Sin embargo, entre aquellos **no todas sus especies son sensibles** (podrían ser también tolerantes) ni tienen las prestaciones de monitorización por análisis de cobertura requerido en la metodología de vigilancia ambiental que se propone en esta obra (por ejemplo, porque no muestren “agilidad” en las respuestas a impactos, o por tener un tamaño pequeño que no permite su captación en las fotografías o ésta es deficiente).

Partiendo de la base de que podamos identificar a una **especie bentónica como indicadora y sensible**, ésta podrá ser elegida como **especie-objetivo o diana** a efectos de su monitorización periódica por imágenes, si cumple los tres siguientes requisitos básicos: **1) Inmovilidad** sobre el fondo (es decir, ha de ser **sésil**, por estar **fijada** al sustrato en su estado adulto, con el fin de que su presencia-ausencia pueda ser controlada periódicamente dentro de las cuadrículas y se descarte la posibilidad de huida o desplazamiento); **2) Tener moderado o gran tamaño**, de forma que el buceador pueda descubrirla y reconocerla con cierta facilidad “in situ” y se observe bien en las fotografías que se efectúen periódicamente de las cuadrículas que esta-



Fot. 8

JCGG



Fot. 9

JCGG

rán sujetas a seguimiento; y **3**) Debe ser **abundante** (o común, pero nunca rara), pues ello no sólo comporta su firme -y no accidental- presencia en el hábitat que se vigile, sino que por tal razón su posible desaparición a nivel local, o merma notable de sus efectivos, tenga relación directa con cambios ambientales significativos acontecidos en su hábitat. En las **fot. 8 y fot. 9**, a modo de ejemplo,

el coral naranja (*Astroides calycularis*) y la gorgonia (color amarillo) *Paramuricea clavata*, ambas especies sensibles, cumplen las tres premisas antes expuestas.

Además, si poseen **larga vida** y su **presencia es continua durante todo el año**, mejor, pues los mismos individuos o colonias pueden testimoniar con su presencia condiciones

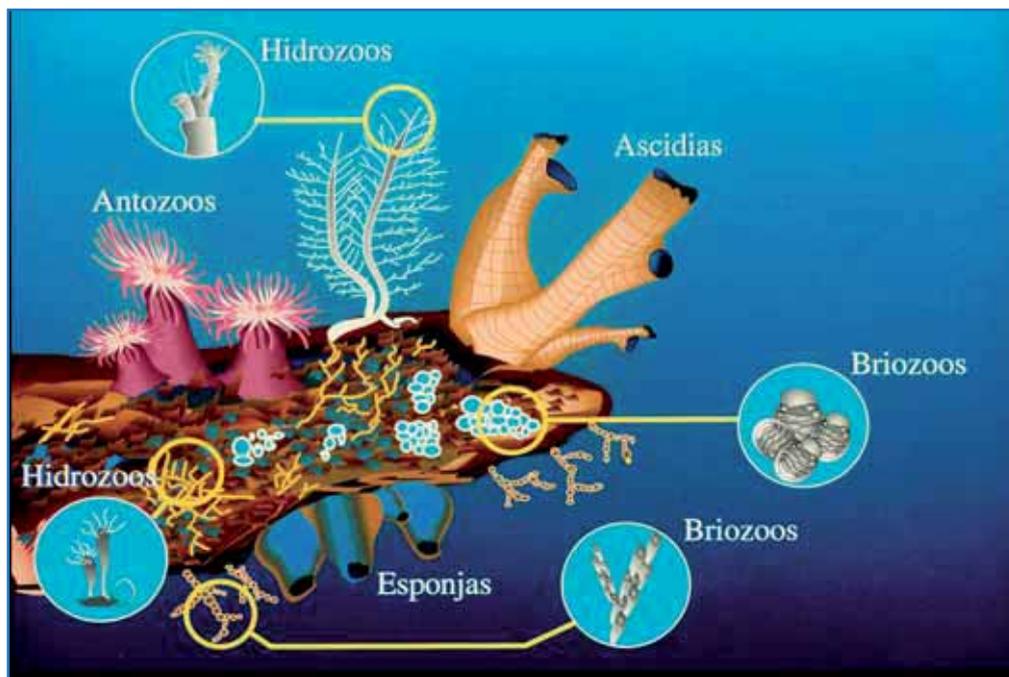


Fig. 4

no cambiantes durante largo tiempo (por ejemplo, la gorgonia *Paramuricea clavata* puede vivir muchos años) y en cualquier época del año. Conviene reseñar que una especie de distribución mediterránea no sólo puede estar -de forma natural- ausente en ciertas áreas geográficas de este mar, sino que puede ser abundante en una zona y accidental o rara en otras. Así, pues, donde una especie sea accidental o rara, su utilización como bioindicadora debe evitarse. Por tanto, el concepto de abundancia que transmitimos aquí tiene fuertes connotaciones locales, pues del espíritu de la obra se desprende la vigilancia efectiva de roquedos o zonas

marinas restringidas, no amplias o extensas.

En relación con lo expuesto, los grupos animales que más especies indicadoras sensibles pueden aportar para vigilar ambientalmente nuestros fondos litorales son las **Esponjas**, los **Cnidarios** bentónicos (**Antozoos** e **Hidrozoos**), las **Ascidiias**, y, en menor grado, los **Briozoos** (fig. 4). Entre Moluscos y Anélidos también pueden designarse como indicadoras sensibles algunas especies sésiles (o vágiles, pero sedentarias estrictas, como ciertas especies de lapas. Entre los vegetales, muchas **macroalgas** fijadas a las rocas son sensibles y pueden también

coadyuvar a un adecuado seguimiento de la evolución del ecosistema y de la evaluación de alteraciones que en éste pudieran producirse. Las que son perennes pueden ofrecer una información válida durante todo el año pero las que son estacionales deben monitorizarse en los periodos del año que exhiben los máximos tipos de desarrollo y, por tanto, de cobertura a efectos de las imágenes que deben analizarse de acuerdo con los postulados del protocolo que en esta obra se detalla.

Las especies sensibles que cumplan los requisitos anteriormente expuestos, tanto de macroalgas como de macroinvertebrados y tunicados (ascidias) que viven fijadas al sustrato, especialmente las coloniales (**fig. 5 y fig. 6, fot. 10 y fot. 11**) suelen responder a tres configuraciones morfológicas principales (entre las cuales se podrían caracterizar otros tipos intermedios): **1) laminar o aplanada**, como la de muchas esponjas, ascidias coloniales y briozoos que tapizan superficies rocosas, la cual responde a una estrategia “compulsiva” por recubrir el sustrato (con ella se intenta un crecimiento rápido en un plano hacia los bordes, en el mayor número de direcciones posibles de la superficie colonizada, y evitar hacerlo hacia arriba); **2) masiva**, como la de muchas esponjas, corales y ascidias, las cuales pueden adoptar una apariencia globosa o de sección irregular (explotan, pues el ámbito tridimensional y crecen en todas las direcciones posibles; y **3) erecta o arborescente**, como la exhibida

por las gorgonias, las cuales sólo necesitan de una mínima superficie rocosa para erigir una compleja estructura de cientos de pólipos o zooides que se “abre” por encima de los competidores por el sustrato (recordando la copa de copa de un árbol sin hojas, cuyas ramificaciones propenden a disponerse en torno a un plano, con el fin de situarse perpendicularmente a la corriente y hacer, así, más efectiva la captura de alimento), minimizando, así, el efecto de la competencia por el sustrato.

Entre las macroalgas, la configuración erecta es la más frecuente (mayor número de especies) y la que ofrece un mayor rango de tamaño (desde especies de pequeño porte que se yerguen a muy poca altura del sustrato hasta las grandes laminarias). En zonas bien iluminadas y moderadamente umbrías también son frecuentes las formas laminares, especialmente representadas por las algas calcáreas incrustantes. La configuración masiva es la más rara y se observa claramente como tal (forma globosa) en algunas especies como *Codium bursa*, *Colpomenia sinuosa* y *Lithophyllum byssoides*. Entre los macroinvertebrados “prisioneros” del sustrato, las tres configuraciones son frecuentes si bien a medida que el ecosistema es más maduro y estructurado, la fuerte competencia por el espacio desplaza a las especies de morfotipo laminar en beneficio de las formas masivas y erectas, las cuales se reparten la mayor parte de la cobertura útil de las superficies rocosas disponibles.

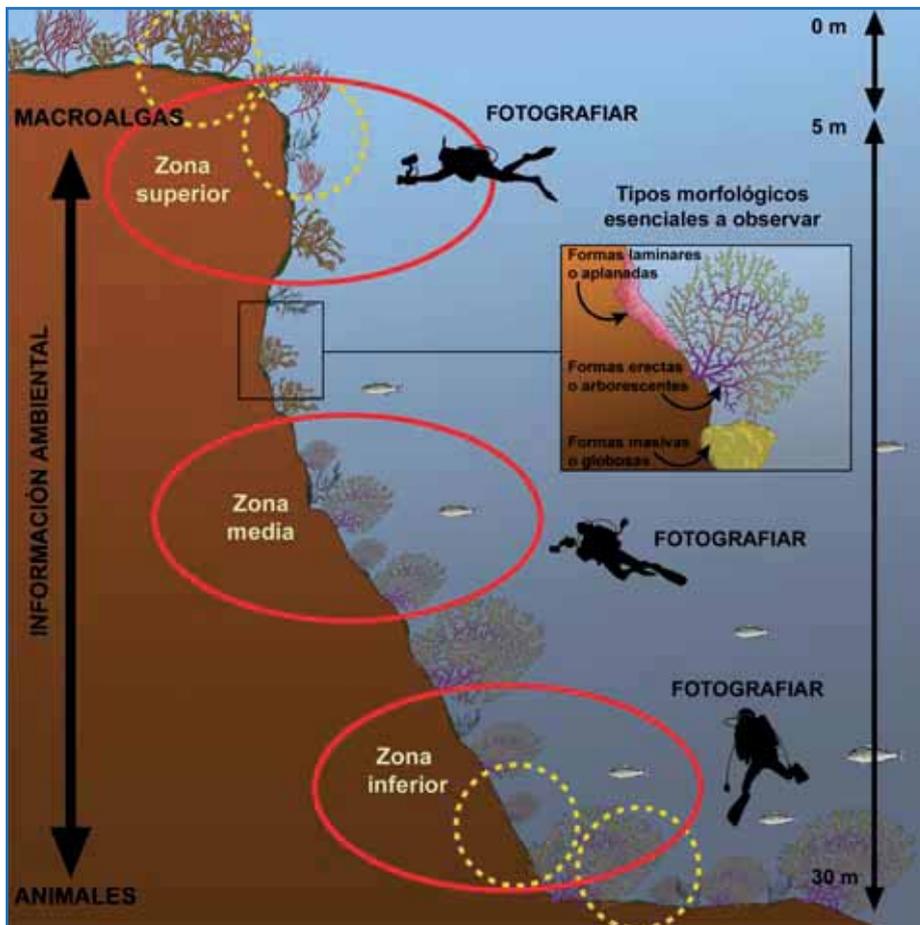


Fig. 5

Debe considerarse, por otra parte, que en el seguimiento ambiental por imágenes de las cuadrículas de las estaciones-centinela, una eventual desaparición de especies indicadoras sensibles podría ir acompañada de la intrusión de otras especies que no estaban instaladas anteriormente en la zona monitorizada, lo que podría reforzar la hipótesis de una alteración ambiental, ya sea por cambios físico-químicos acontecidos en el medio, o bien porque las “nuevas” pudieran

tratarse de **especies invasoras** (lo que también sería una alteración, aunque los parámetros físico-químicos medioambientales preexistentes en la columna de agua no se hubieran modificado).

5.2. Las praderas de fanerógamas marinas

Las fanerógamas marinas, especialmente *Posidonia oceanica*

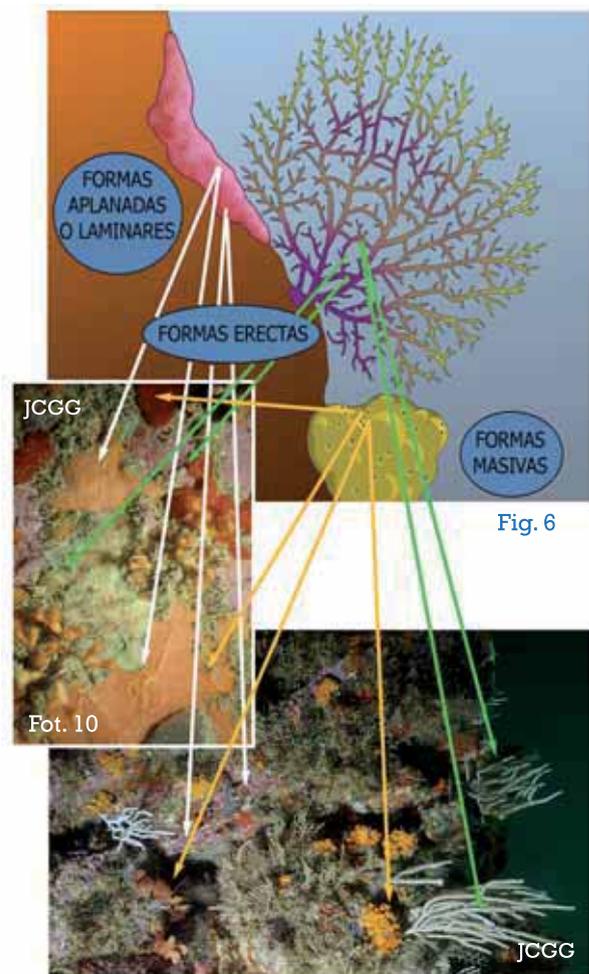


Fig. 6

Fot. 11

y *Cymodocea nodosa*, pueden también ser especies-objetivo idóneas para la implementación de controles de vigilancia subacuática (en el Mediterráneo, además de las dos especies citadas, existen otras tres especies: *Zostera noltii*, *Zostera marina* y *Halophylla stipulacea*, esta última, proveniente del mar Rojo, sólo establecida en el Mediterráneo oriental), las cuales pueden constituir densos céspedes sobre sustrato blando (aunque

P. oceanica puede también hacerlo sobre rocas). Es recomendable familiarizarse con los bordes periféricos de las mismas, pues estos pueden advertir en función de su inmovilidad, avance o retroceso, respectivamente, de situaciones de estabilidad ambiental, progresión o regresión de las praderas (la utilización de cuadrículas ligeras de muestreo, como la observada en la **fotografía 12**, puede ayudar a ello). En este sentido, ofrecen buena información los bordes más extremos y antagónicos dispuestos a lo largo de la línea de costa, así como los ubicados a menor y mayor profundidad. La **figura 7** muestra un hipotético caso de regresión de una pradera hasta su total desaparición.



Fot. 12

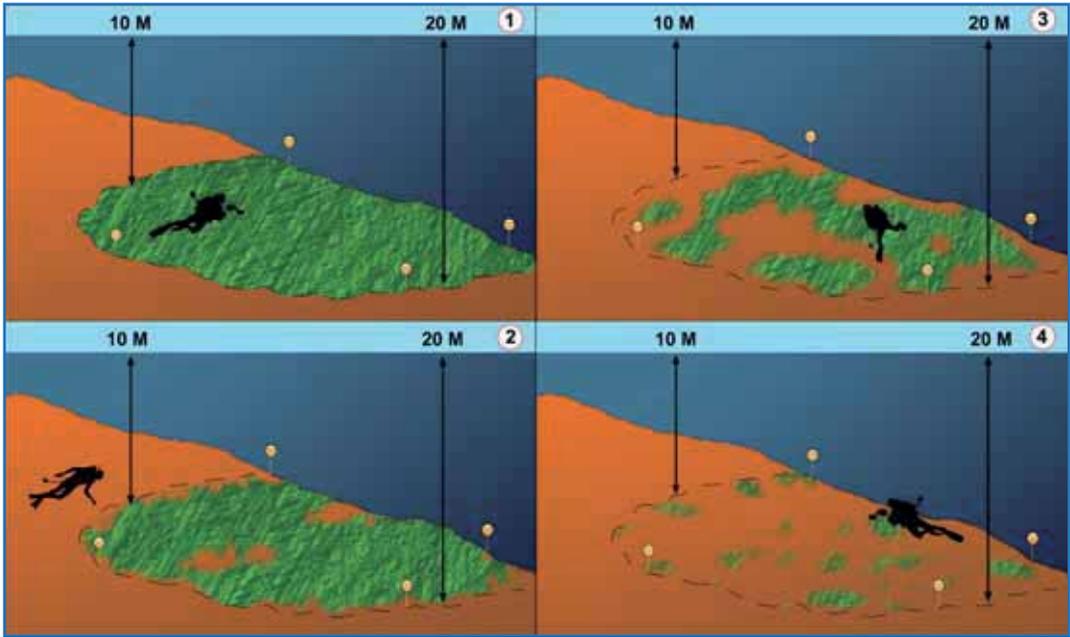


Fig. 7

Por estar fundamentalmente vinculadas a sustrato blando, no son especies idóneas para adaptarse al protocolo de vigilancia ambiental subacuática expuesto en esta obra. Sin embargo, a efectos de su consideración en programas de vigilancia ambiental de la franja litoral, el borde periférico más profundo de las praderas resulta especialmente relevante, pues si la columna de agua se enturbia progresivamente como consecuencia de un proceso de pequeña pero continuada contaminación orgánica (por ejemplo, proveniente de vertidos de aguas residuales), este borde retrocederá a menor profundidad, donde la luz llegue convenientemente para que la planta pueda efectuar fotosíntesis. Por ejemplo, si el borde más profundo “marcado” por un buceador se encuentra a 20 metros y en el control de seguimiento este desciende a 15

metros, la causa de ello podría estar relacionada con un aumento de turbidez derivado de un persistente evento de contaminación del tipo antes referido (**fig. 8, fot. 13**). Puede ayudar a “marcar” cada borde, no sólo el control batimétrico exacto del mismo (lo que puede facilitar un profundímetro colocado sobre el fondo), sino la colocación de pequeñas boyas de corcho coloreadas (conviene que no excedan de 10 centímetros de diámetro, con cordel corto para que no queden muy distanciadas del fondo y con ello tener mayores probabilidades de pérdida), o de gavillas metálicas -preferiblemente de aluminio- también coloreadas, enterradas sólida y verticalmente en el sustrato blando, de forma que la parte coloreada sobresalga del fondo al menos 50 cm para que pueda localizarse fácilmente por el buceador. (**fot. 14**).



JCCG

Fot. 13

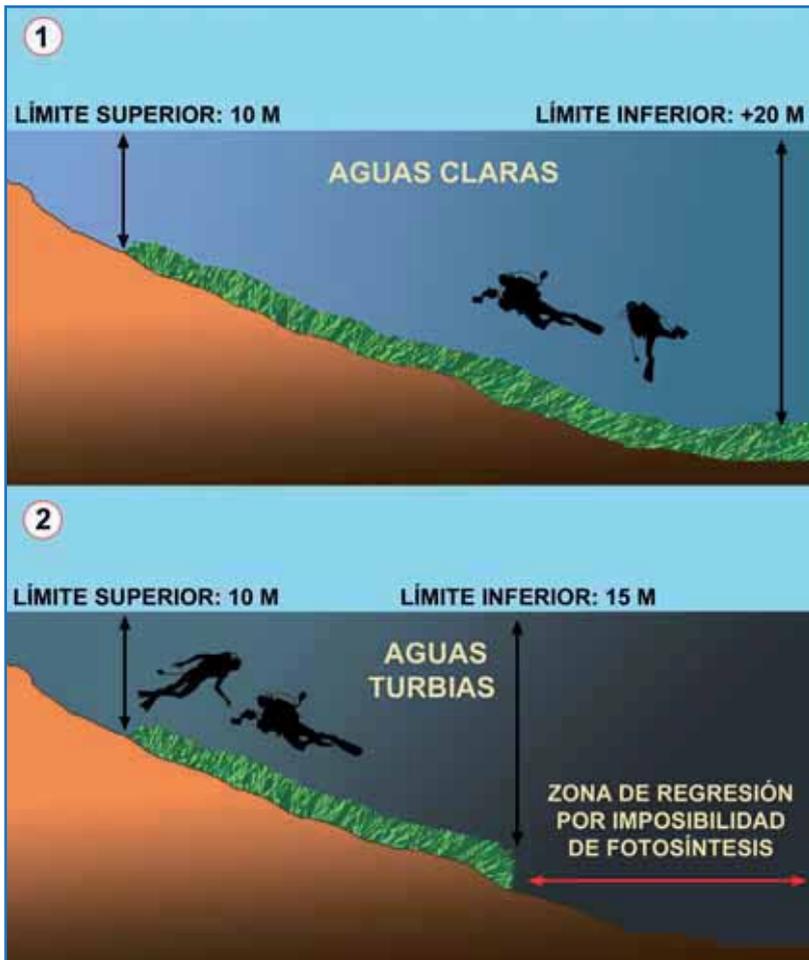


Fig. 8



Fot. 14

6 OTROS BIOINDICADORES DE APOYO

6.1. Especies invasoras

Las especies **alóctonas** son organismos de naturaleza vegetal o animal que por acción humana son introducidos en áreas que se hallan fuera de su ámbito de distribución natural. Estas especies pueden acabar compitiendo con las especies autóctonas por los recursos de la zona (espacio, nutrientes) e incluso desplazarlas totalmente, constituyendo un agente de cambio. En este caso es cuando se las denominan **especies invasoras**. El mejor factor para distinguir a las especies invasoras de otras alóctonas, según Boudouresque y Verlaque (2002), es que puedan probar su potencial invasivo en otras zonas del mundo.

Las principales características que singularizan a estas especies como muy competitivas y con alta proliferación, son las siguientes:

- **Amplitud ecológica:** pueden colonizar fácilmente medios de muy diferentes características, tolerando un amplio rango de condiciones ambientales.
- **Alta capacidad de multiplicación vegetativa:** son muy eficientes aumentando su número de individuos, sin recurrir a la reproducción sexual.
- **Medidas eficientes de defensa frente a depredadores:** presencia de sustancias o estructuras

que las hacen indigestas o tóxicas frente la ingestión.

Las especies invasoras constituyen una de las mayores amenazas para la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas autóctonos. Esto se debe a que, partiendo del progresivo desplazamiento de las especies nativas con las que compiten, pueden acabar transformando totalmente la comunidad biológica (Abrams, 1996; Walker y Kendrick, 1998), dando lugar a complejos cambios estructurales y funcionales en los citados ecosistemas (Galil, 2007, 2012).

El número de especies introducidas se ha incrementado a nivel global en las últimas décadas de una forma notable, debido a factores como la ruptura de fronteras naturales, el cultivo de especies acuáticas, el tráfico de especies exóticas y, sobre todo, el aumento de los transportes internacionales. En el Mediterráneo se han introducido numerosas especies bentónicas sésiles, invasoras, tanto animales como vegetales, provenientes de otras zonas geográficas, siendo actualmente el mar con más especies introducidas del mundo, contabilizándose más de 700 especies invasoras, de las cuales en torno a un 50% se encuentran actualmente bien establecidas (Zenetos *et al.*, 2005).

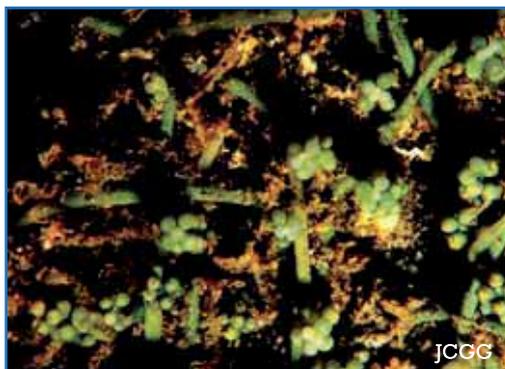
Una vez que las especies invasoras han medrado, su control y su erradicación son procesos costosos y, a veces, imposibles de implementar.

De esta forma, la mejor opción para evitar estos problemas es la prevención, identificando a los potenciales invasores y frenando su establecimiento. Su detección temprana puede ser determinante para su erradicación, contribuyendo así a evitar su expansión. Por tanto, al respecto, los buceadores implicados en la vigilancia ambiental del medio litoral, deben estar convenientemente instruidos en la detección de este tipo de especies.

Las principales especies invasoras sésiles citadas por Otero *et al.* (2013) que deben tenerse en consideración para su identificación en inmersión, son las siguientes:

Algas

- *Acrothamnion preissii*
- *Asparagopsis armata*
- *Asparagopsis taxiformis*
- *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (fot. 15)
- *Caulerpa taxifolia*
- *Codium fragile* sp. *fragile*
- *Lophocladia lallemandii*
- *Stypopodium schimperi*



Fot. 15

- *Womersleyella setacea*

Angiospermas

- *Halophila stipulacea*

Cnidarios

- *Oculina patagonica* (fot. 16).

Ascidias

- *Herdmania momus*
- *Microcosmus squamiger*

Moluscos

- *Arcuatula* (*Musculista*) *senhousia*
- *Brachidontes pharaonis*
- *Chama pacifica*
- *Crassostrea gigas*
- *Limnoperna* (*Xenostrobus*) *escurris*
- *Pinctada imbricata radiata*
- *Spondylus spinosus*

Los moluscos *Venerupis* (*Ruditapes*) *philippinarum* y *Crepidula fornicata* son especies que en estado adulto no son sésiles sino sedentarias estrictas, pero también deben tenerse en consideración.



Fot. 16

Imágenes de las especies anteriormente mencionadas (*Asparagopsis armata*, *A. taxiformis* y *Microcosmus squamiger* son descritas, como especies tolerantes, en esta obra) pueden observarse en la web en el siguiente enlace:

<https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/2013-008-Es.pdf>

Por otra parte, también debe aludirse a las especies alóctonas que no son invasoras. Estas no suelen generar un impacto negativo sobre los ecosistemas donde se introducen pero pueden ofrecer una información ambiental útil. Así, un aumento de su área de distribución puede indicar la aparición de posibles cambios en el sistema (por ejemplo, un aumento gradual de la temperatura como consecuencia del calentamiento global), o bien, simplemente que ha sido transportada a un nuevo lugar por el hombre (por ejemplo, en las sentinas de los buques).

Además, es importante detectar si estas especies alóctonas, invasoras o no, se introducen en ecosistemas estables y diversos, desplazando a una o varias de las especies que los componen. Por ello, el sistema de monitorización mediante cuadrículas fijas posibilita no solamente dicha detección, sino también una cuantificación de su presencia y de los hipotéticos efectos perjudiciales sobre otros organismos (como el

descenso en la cobertura de las especies más sensibles).

Adicionalmente (y no sólo durante el proceso de seguimiento y fotografiado de las cuadrículas, sino en cualquier inmersión realizada) es también muy importante prestar atención al entorno en general, para tratar de ayudar a una posible detección temprana de alguna de las mencionadas especies alóctonas. Este tipo de actuaciones puede implementarse dentro de programas técnicos o científicos ya implantados, o incluso dentro de diferentes iniciativas medioambientales altruistas, como la Red de Vigilantes Marinos de FEDAS: una red nacional de intercambio de información relativa a especies invasoras, contaminación, residuos o especies inusuales, que pueda ser rápidamente comunicada a la Administración para una adecuada toma de medidas.

6.2. Especies sensibles vágiles

Con independencia de las especies-objetivo sésiles cuya elección es preceptiva para la correcta aplicación del plan de vigilancia ambiental aquí propuesto, también existen otras especies bentónicas no sésiles, que tampoco son especies-objetivo, las cuales pueden contribuir a consolidar las observaciones (Cranston *et al.*, 1996; Whitfield y Elliott, 2002; Azzurro *et al.*, 2010; Greenstreet *et al.*, 2012).

Estas pueden desplazarse lentamente por el sustrato como ciertos equinodermos o numerosas especies de crustáceos y moluscos de pequeño tamaño (entre estos últimos, especies de nudibranchios que, pese a su pequeño tamaño, pueden ser detectables por sus vistosos colores o libreas de contraste) o que son muy móviles pero de hábitos sedentarios, como algunos peces nectobentónicos o vinculados al fondo (*Anthias anthias*, *Apogon imberbis*, *Thalassoma pavo*). Entre los peces, la familia Lábridos (posee numerosas especies en las aguas europeas) es una de las que más información ambiental reporta pues, en general, sus representantes adultos, que requieren de aguas limpias y renovadas, son sedentarios o no suelen desplazarse muy lejos de los hábitats donde se establecen (García-Gómez., 2007). Como ejemplo de esta otra fauna no sésil que también puede proveer de valiosa información ambiental, incluimos en la guía algunas de tales especies, las cuales servirán de apoyo para reforzar el diagnóstico ambiental y ecológico de un hábitat marino sometido a un programa de vigilancia ecológica.

Por otro lado, hay especies sensibles de interés comercial, como ciertos peces (meros, falsos abadejos, corvallos, etc.) o crustáceos (langostas, bogavantes), pero su ausencia en zonas donde antes abundaban no tiene porque significar que han huido por cambios en las condiciones ambientales de su hábitat, sino por haber

sido extraídos por pescadores submarinos o de superficie, de ahí que, por tales razones, **no sea recomendable incorporar este tipo de animales a guías de monitorización ambiental** que pretendan contribuir a la detección de cambios en el sistema **no relacionados con capturas** (aunque sí hayamos considerado destrozos mecánicos derivados del mal uso de las artes). Sin embargo, para la evaluación del “**efecto reserva**” en zonas protegidas, monitorizar periódicamente la evolución de las especies de interés comercial, es ciertamente relevante (Claudet *et al.*, 2006).

6.3. Especies sésiles con esqueletos calcáreos frágiles

Existen también especies sésiles con esqueleto calcáreo que, con independencia de que sean sensibles o tolerantes, por el tamaño y fragilidad de sus estructuras calcáreas, pueden ayudar a la monitorización ambiental de impactos mecánicos en nuestros fondos litorales (Sala *et al.*, 1996; Lloret *et al.*, 2006). Es el caso, por ejemplo, de algunos corales coloniales (*Dendrophyllia ramea*, *Astroides calycularis*) (**fot. 17**), gusanos poliquetos (*Salmacina dysteri*) y briozoos (*Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*) (**fot. 18**). Al ser sus llamativas formaciones fácilmente reconocibles (tamaño y vistosidad) durante un itinerario de buceo, y, por ser sus colonias muy frágiles ante la acción

abrasiva de redes de arrastre, garreo de anclas, o de submarinistas inexpertos, tales especies pueden ser vigiladas en términos de controlar sus pérdidas o destrozos en ambientes muy estables y estructurados, de gran belleza paisajística submarina. Por ejemplo, los buceadores no suficientemente instruidos en el respeto

de los fondos marinos, se arrodillan frecuentemente sobre éstos (para tomar fotografías o realizar una determinada observación, o porque no van bien lastrados o tienen un deficiente dominio del chaleco compensador). Al respecto, la fotografía submarina resulta también muy útil para certificar el antes y el después.



Fot. 17



Fot. 18

7 ÁMBITO GEOGRÁFICO, ZONIFICACIÓN Y BIOESTRATOS

La obra ha sido concebida para que su herramienta metodológica (protocolo anteriormente mencionado) sea aplicada en fondos litorales del **Mediterráneo**, incluyendo el **Estrecho de Gibraltar y sus áreas limítrofes**, teniendo en consideración que las especies indicadoras sensibles que forman parte de esta guía no tienen una distribución homogénea y que, por tanto, pueden estar ausentes en numerosas zonas litorales de este mar. Además, su uso no se halla restringido a las Áreas Marinas Protegidas, sino que es extensible a toda la cuenca Mediterránea. Los diferentes países mediterráneos pueden contribuir a desarrollarla con una futura aportación de otras especies sensibles que sean comunes o abundantes en sus específicas zonas litorales.

Como los organismos del bentos y, en nuestro caso, la elección de especies-objetivo están vinculadas al sustrato rocoso de la franja litoral, en ésta podemos usualmente distinguir las zonas **supralitoral** (ambiente extremo, sólo beneficiado por las salpicaduras de las olas), **mediolitoral** (llamada también **intermareal** o de mareas), **infralitoral** (desde el límite inferior de la marea hasta la profundidad máxima donde pueden desarrollarse las fanerógamas marinas y las algas fotófilas) y **circalitoral** (desde el límite inferior de la zona infralitoral hasta donde pueden vivir las algas multicelulares autótrofas capaces de tolerar bajas condiciones de iluminación). Los límites batimétricos entre

las zonas infralitoral y circalitoral dependen de la turbidez de las aguas, la cual condiciona enormemente la capacidad de penetración de las macroalgas y fanerógamas marinas). Las comunidades bentónicas del Mediterráneo se extienden, pues, desde la zona supralitoral (la más iluminada y expuesta a la desecación), hasta el límite inferior de la circalitoral y desde éste hasta las cotas más profundas, oscuras y expuestas a la presión (el Mediterráneo tiene una profundidad media de 1.500 metros, menos de la mitad de la media cifrada para los océanos, de 3.800 metros).

De las zonas anteriormente referidas, la que disfrutan los buceadores por excelencia es la **infralitoral** y, dentro de ella, hemos fijado la cota de profundidad máxima operativa en inmersión, para el desarrollo del protocolo de vigilancia ambiental que en este libro se propone, en **35 metros**. En superficies iluminadas de los niveles superiores, las algas son dominantes, protagonizando la mayor parte de la cobertura de los asentamientos biológicos. En la medida que descendemos hacia niveles más profundos y la luz disminuye, las algas declinan progresivamente en pro de los animales, los cuales cada vez son más abundantes y ricos en especies. Como consecuencia de ello, en los enclaves iluminados de aguas someras las formas erectas y masivas dominantes son algas (**fot. 19**), mientras que en las aguas más profundas son esponjas o animales

coloniales (antozoos, briozoos, ascidias) (**fol. 20**), si bien en este último caso las macroalgas esciáfilas (éstas prefieren ambientes umbríos, con escasa iluminación) suelen estar muy bien representadas con especies calcáreas incrustantes, las cuales cementan y concrecionan gran parte de la estructura bioarquitectónica de la comunidad.

Para entender gráficamente lo recién expuesto, describimos sinópticamente los **bioestratos o niveles estructurales espaciales** que, en el Mediterráneo, pueden contemplarse en zonas bien iluminadas con predominio total de macroalgas, y



Fot. 19

los que existirían en una zona de semipenumbra, altamente estructurada y de predominio animal. En el primer caso, podemos destacar **tres estratos biológicos (fig. 9)**, con formas laminares incrustantes

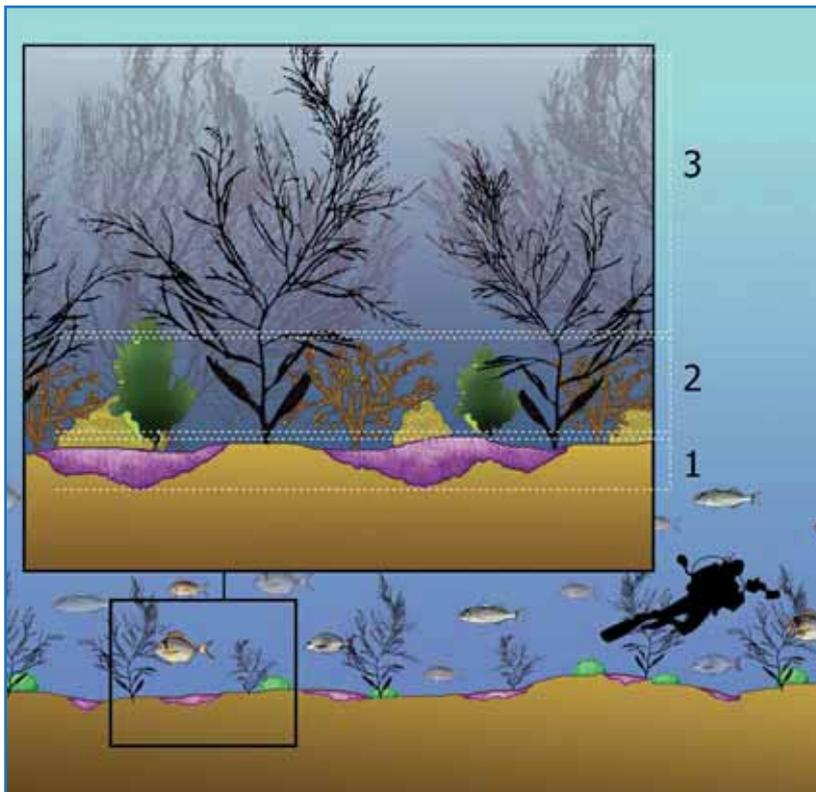


Fig. 9

como *Lithophyllum incrustans* y *Mesophyllum alternans* (estrato 1), masivas (*Codium bursa*) y de porte erecto discreto (*Dictyopteris membranacea*) (estrato 2), y de porte erecto desarrollado (*Cystoseira mediterranea*, *C. usneoides*, *Saccorhiza polyschides*) (estrato 3). Al respecto, el número de estratos que pueden perfilarse depende de la sensibilidad de los autores y de la diversidad y morfotipos de algas preexistentes. Hemos considerado tres niveles por razones didácticas y de simplificación.

En el segundo caso, concerniente a ambientes donde la luz está muy debilitada y existe predominio animal, se pueden distinguir hasta **cinco estratos biológicos** (fig. 10, fots. 21 y 22), con morfotipos similares a los citados anteriormente, apreciándose situaciones de frecuente epibiosis en ambientes muy estructurados y compactos donde la competencia por el espacio deviene extrema. El estrato 1 lo componen especies perforadoras de la roca madre, como el bivalvo *Lithophaga lithophaga*. El estrato

2, inerte pero de origen biogénico, lo definen concreciones calcáreas de organismos que en su día estuvieron vivos. El estrato 3 lo componen organismos incrustantes (*Mesophyllum alternans*, *M. expansum*) o perforantes (esponjas Clionidae), de configuración laminar o ligeramente masiva (numerosas esponjas) y baja elevación. En el 4 destacan esencialmente esponjas masivas de mayor porte y altura (*Sarcotragus spinosulus*, *Crella elegans*, *Spongia officinalis*) o corales masivos (*Astroides calycularis*) y especies coloniales de porte erecto discreto (*Myriapora truncata*, *Omalo-secosa ramulosa*, *Gymnangium montan-gui*). El estrato 5 lo justifican especies de morfología erecta de gran porte, como las gorgonias en general, sobre las cuales pueden existir frecuentes manifestaciones de epibiosis. Asociados a los niveles 3, 4 y 5 pueden vivir numerosas especies de pequeño tamaño por razones diversas (endobiosis, epibiosis, ocultamiento, alimentación) de ahí que los mismos constituyan, intrínsecamente, un factor de diversidad.



Fot. 20

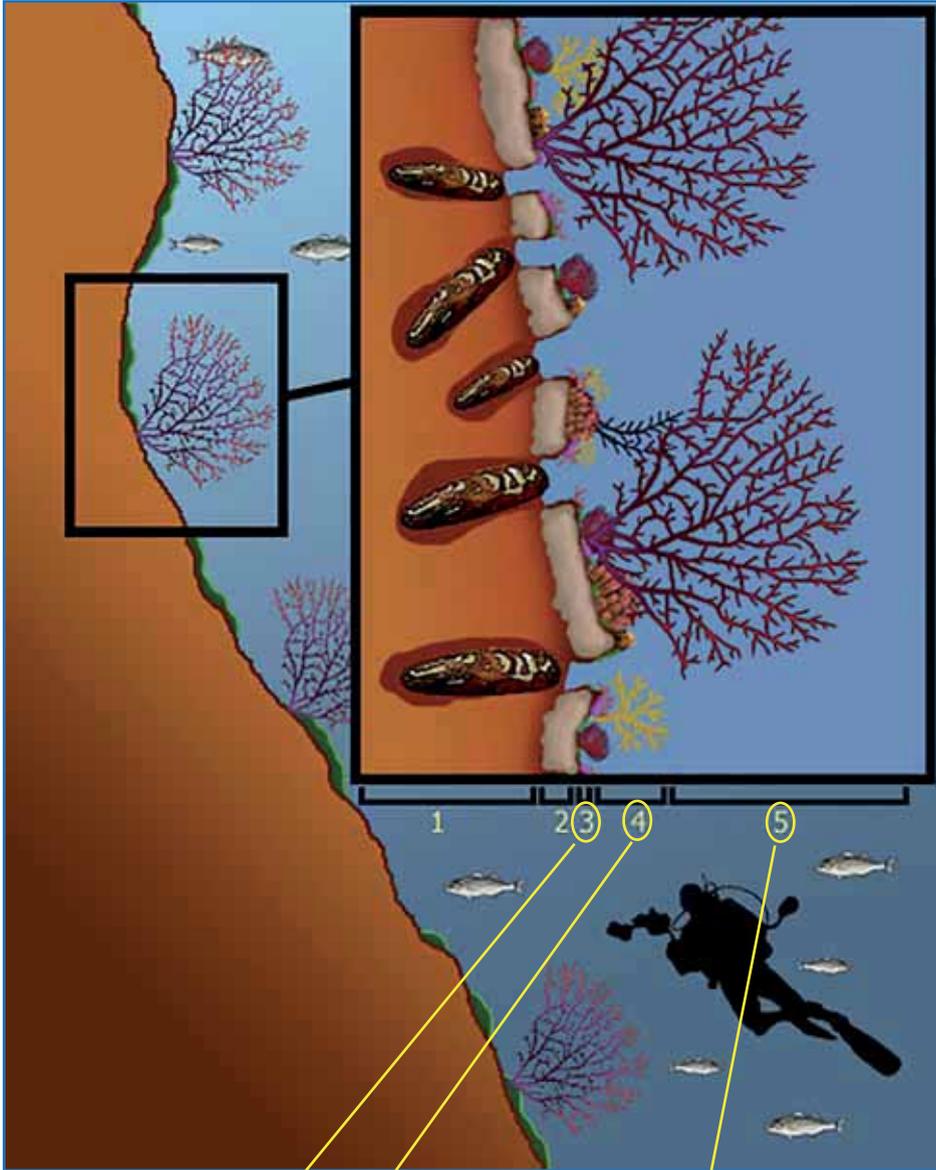
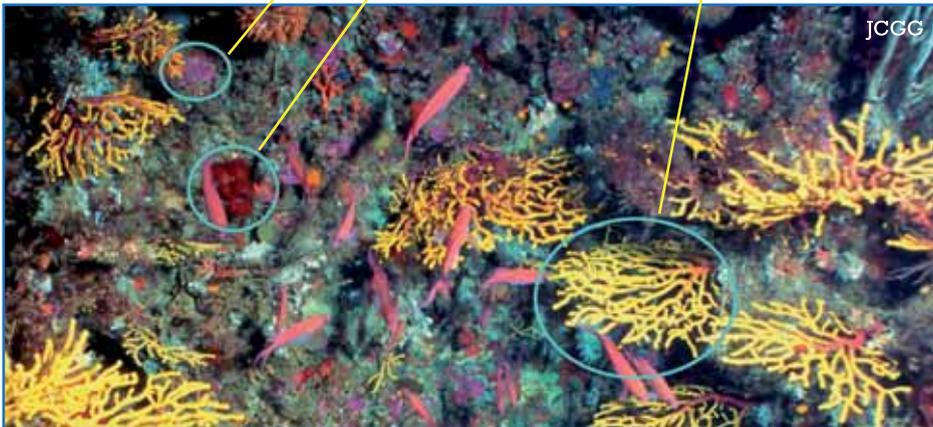


Fig. 10



Fot. 21



JCCG

Fot. 22

8

AFECCIONES EN LOS FONDOS MARINOS Y BIOTA INTERMAREAL

Este apartado ha sido reproducido íntegramente, por su interés, de una obra relacionada, preliminar, elaborada por el autor (García-Gómez, 2007).

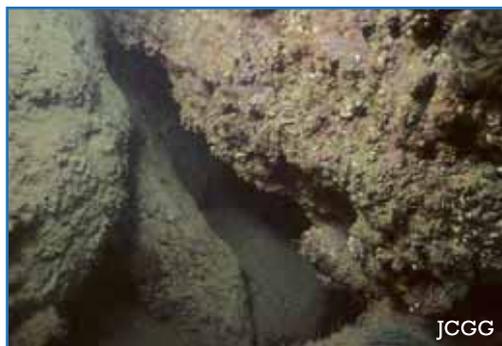
8.1. Fondos inalterados versus perturbados

La comparación de un sistema inalterado, biodiverso y altamente estructurado (fot. 23), con uno fuertemente perturbado (fot. 24), representa los extremos del “continuum” existente en un proceso de progresiva transformación del primero al segundo. Es como asumir que ambos sistemas encarnan el blanco y el negro y que, entre ambos colores, existe una gama de grises. Este imaginario “gradiente de color”, expresa la dificultad de implementar diagnósticos ambientales correctos en las situaciones intermedias, lo que da idea de la extrema complejidad del tema que tratamos. Procede recordar que no sólo las especies son unidades biológicas independientes, con diferente capacidad de respuesta a las altera-

ciones antrópicas, sino que los individuos de cada una de ellas también lo son (como ocurre con los humanos, que podemos tener diferente tolerancia y comportamiento ante un mismo tipo de contingencia perturbadora). Por tanto, la respuesta integrada a un determinado factor de perturbación, de un sistema constituido por numerosas especies biológicas (sobre las cuales existe una gran laguna de conocimiento) es difícilmente predecible en situaciones de baja o moderada contaminación. Como los elementos perturbadores pueden ser múltiples así como las combinaciones de sus concentraciones, carga total y prevalencia en el sistema, la posición de quienes intentamos interpretar la salud de los ecosistemas costeros es de absoluta y total desventaja. Aunque la prevención, como en medicina, es siempre lo mejor. Y en el caso que nos ocupa, debemos conformarnos (aunque sin menoscabar máximas aspiraciones) con saber aplicar una metodología sencilla que nos permita detectar cambios negativos en los fondos litorales que podamos poner en conocimiento de las



Fot. 23



Fot. 24

autoridades competentes en aras de paliar o revertir sus efectos.

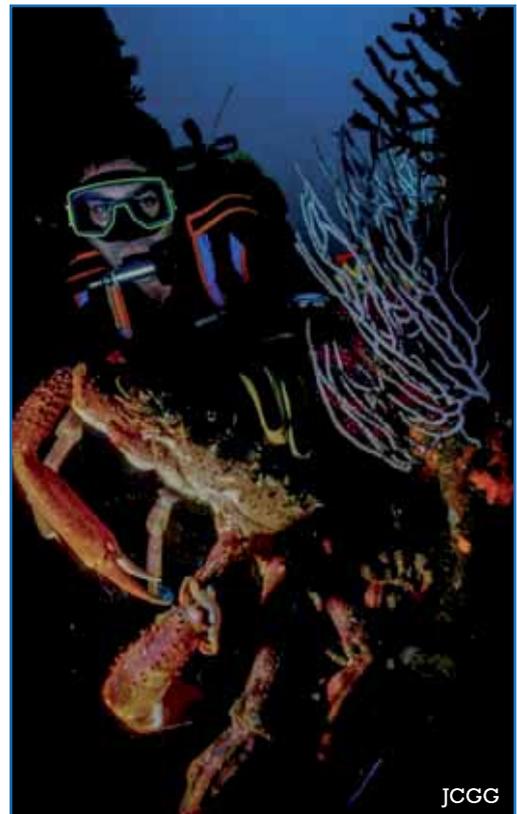
La **fotografía 23** (como la **fot. 25**) revela un elevado nivel de organización y equilibrio de las comunidades bentónicas, con especies sésiles (que viven fijas al sustrato) de diferente tamaño y diseño espacial, las cuales conforman el soporte bioarquitectónico del sistema (algas pétreas, corales, briozoos, esponjas, ascidias), ofreciendo numerosas posibilidades de vida a otras muchas especies, incluyendo peces sensibles a la calidad de aguas (*Anthias anthias*), mientras que la **fotografía 24** muestra un paisaje submarino prácticamente yermo, en el que la diversidad bentónica se ha desplomado y donde la sensación de desolación es absoluta.

La **figura 11** contribuye a explicar en cuatro pasos cómo podría producirse un evento de progresiva degradación del ecosistema bentónico, desde un escenario de alta diversidad y complejidad estructural de las comunidades (**A**), hasta otro donde esta se desploma, con invasión generalizada de algas oportunistas (mancha vercosa en la imagen) asociadas a procesos de contaminación que conlleven un importante suministro de nutrientes (**D**). En **B** no se produce aún pérdida de efectivos, pero éstos manifiestan señales morfológicas de estrés (zonas necrosadas, cambios de tonos de color, blanqueamientos anormales, modificaciones en las formas corporales, etc.); asimismo, pue-

den observarse tímidos o importantes recubrimientos de algas generalistas (manchas verdosas en la imagen). En **C** se advierte un empeoramiento de la situación con pérdida medible de efectivos y aumento de la presencia de algas oportunistas (manchas verdosas en la imagen).

8.2. Fondos inalterados y su identificación

Si en la naturaleza no hay nada que involucre a la vida que sea estrictamente estable en el tiempo, debemos



Fot. 25

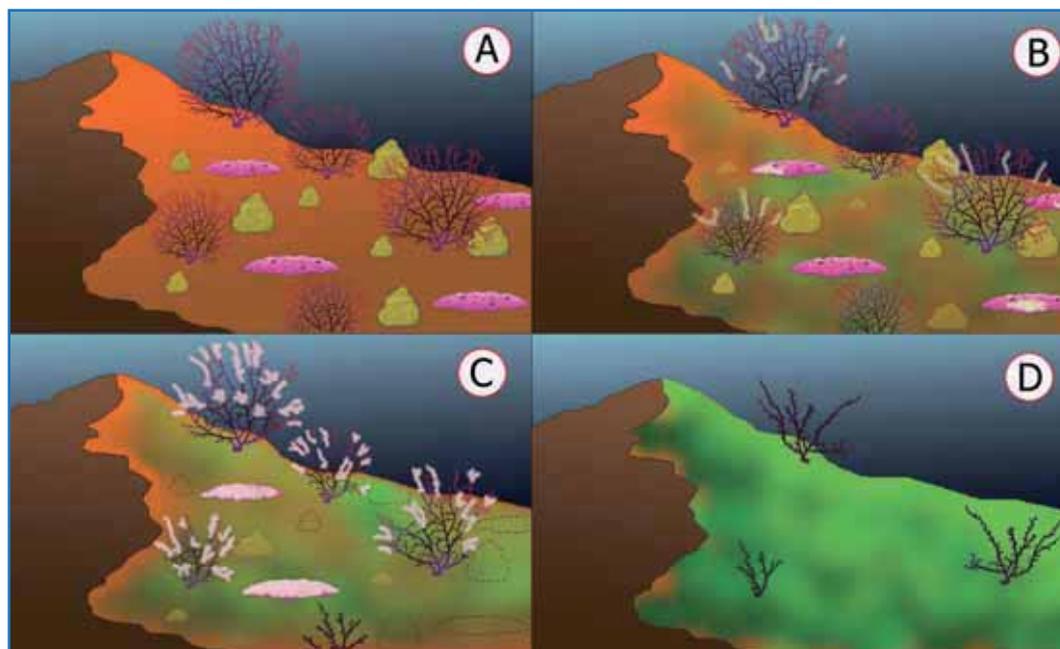


Fig. 11

convenir que, de forma natural, la naturaleza está siempre sujeta al vaivén de múltiples alteraciones y de gradientes de las mismas. Las líneas rojas que avisan del paso de alteraciones sostenibles por la estructura del sistema y su biota constituyente, a otras de estrés ambiental que provoquen tensión funcional en la biota (individuos, poblaciones y comunidades) pudiendo desatar mortalidades masivas que culminen en impacto ambiental medible, son realmente imaginarias y dependen en gran medida de la opinión de expertos. Por tanto, para referirnos a situaciones de estrés ambiental (este puede ser de origen natural o antrópico) provocado por el hombre, que, en definitiva, constituyen un tipo de alteración de las muchas que podrían significarse, preferimos utilizar

los términos **perturbados e inalterados**, pues, en la práctica, son más cercanos y descriptivos para referirnos a situaciones del grado de conservación, salud ambiental, equilibrio o desajuste de nuestros fondos litorales.

No deben confundirse expresiones tales como “alta calidad ambiental de los fondos” de una zona litoral con “alto valor ecológico de los mismos”, pues la calidad ambiental puede ser alta (aguas renovadas e impolutas) y el valor ecológico bajo (baja diversidad, presencia de especies generalistas, ausencia de especies protegidas, etc.). Por ejemplo, una zona de rompientes en costa abierta donde el embate del oleaje es casi continuo, puede ser de alta calidad ambiental (por ser sus aguas muy limpias y

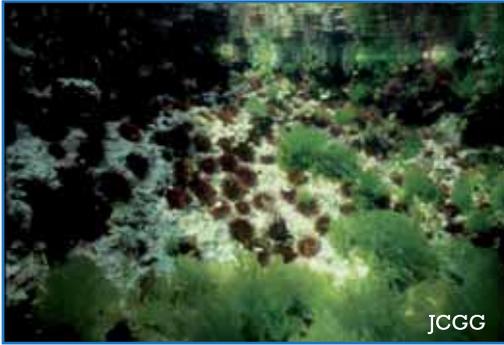
exentas de contaminación), pero de bajo valor ecológico por existir pocas especies y muy baja estructuración del ecosistema, debido al continuo impacto mecánico del oleaje y al intenso movimiento subsuperficial derivado de él. Lo contrario, sin embargo, sí suele cumplirse, es decir, una zona de “alto valor ecológico” en buen estado de conservación es, por extensión, de “alta calidad ambiental” (salvo que se haya introducido un factor contaminante no detectado en la estructura y composición de la comunidad). Además, no necesariamente la calidad ambiental “alta” de unas aguas va asociada a la pureza o transparencia de las mismas, pues pueden ser crónicamente turbias y merecer tal calificativo (por ejemplo, las aguas impolutas y continuamente renovadas de estuarios de gran caudal). Es, pues, que la semántica debe utilizarse con prudencia contextualizándola en cada ámbito concreto, pues los mensajes que pueden dimanar del uso de algunas palabras o expresiones incorrectamente elegidas y sacadas de contexto, podrían conducir a interpretaciones erróneas.

Nótese, sin embargo que, en la práctica, el concepto de “valor ecológico” es intrínsecamente subjetivo y también puede asumirse en términos cualitativos y no necesariamente cuantitativos. Por ejemplo, una zona de baja diversidad y escaso interés paisajístico puede ser significada como de “alto valor ecológico” por su singularidad o porque pueda in-

cluir poblaciones estables de una especie considerada en “peligro de extinción”. Este es el caso, en el Mediterráneo occidental, de la lapa ferruginosa (*Patella ferruginea*), la cual es indicadora de aguas limpias y renovadas (ver descripción de la especie en la guía), pero puede vivir en la zona intermareal de tramos costeros donde apenas existe estructuración del sistema y el número de especies acompañantes es mínimo. Su hábitat posee, sólo por esta razón, indiscutible valor ecológico, pues resulta “ecológicamente fundamental” para la supervivencia de la especie.

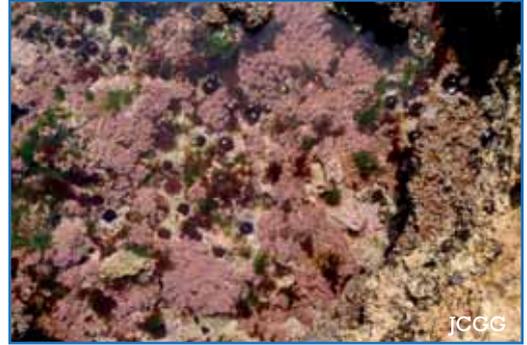
En nuestras aguas litorales, un nivel de transparencia habitual que pueda remitir con el tiempo, denotándose un lento pero progresivo aumento de la turbidez, puede significar la intrusión en el sistema de elementos extraños que disminuyen la calidad del agua (por ejemplo, debido a la puesta en funcionamiento de un nuevo emisario de aguas residuales en zonas próximas). Al revés puede significar una mejoría en el sistema.

En las fotografías **26 a 35** se observan diferentes tipos de fondos no perturbados, de alta calidad ambiental y diferente valor ecológico. Por la simple apariencia de la biota, en ellas se pueden significar aquellos fondos que parecen más biodiversos y estructurados (**fots. 30-35**) de los que son menos (**fots. 26-29**). En la zona de buceo habitual (situemos el rango entre 0 y 40 metros de profundidad) las



Fot. 26

JCGG



Fot. 27

JCGG



Fot. 28

JCGG



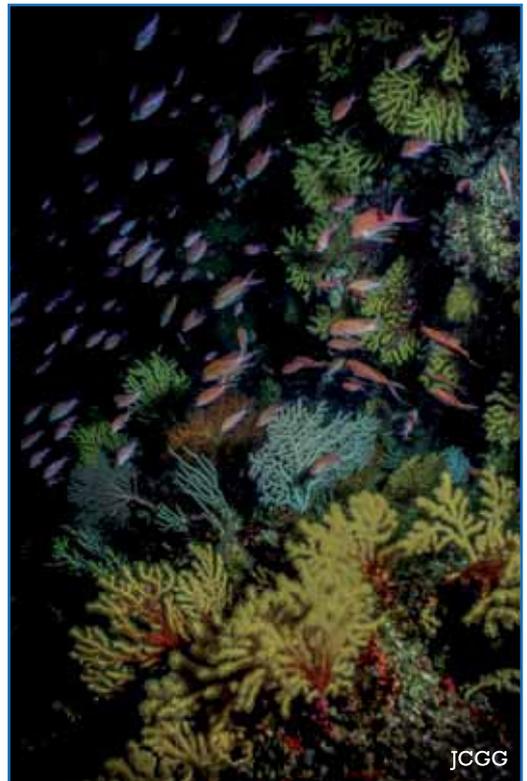
Fot. 29

JCGG



Fot. 30

JCGG



Fot. 31

JCGG



Fot. 32

comunidades devienen más organizadas, estructuradas y ricas en especies a medida que la profundidad aumenta, de ahí que, aunque la alta calidad de las aguas sea idéntica en un recorrido lineal sobre las rocas desde 0 a 40 metros, la diversidad aumente



Fot. 34



Fot. 33

y también el valor ecológico de lo observado (en términos de complejidad estructural y riqueza de especies).

Así, pues, en fondos no perturbados puede existir baja estructuración espacial y escaso número de especies, y lo contrario. A reconocerlos ayuda el criterio de que cuanto más próximo a la superficie del mar nos encontremos, el sistema es más dinámico e inestable y la estructuración de sus comunidades y número de especies, menor. La situación contraria subviene a mayor profundidad (como se argumenta más adelante), donde resulta fácil (al menos relativamente) distinguir fondos no perturbados y distinguirlos de los que lo están.



Fot. 35

La razón de ello estriba en que los fondos con muchas especies y elevada heterogeneidad espacial de la biota fijada al sustrato, no suelen padecer perturbación significativa alguna, mientras que los fondos perturbados nunca exhiben tal tipo de diversidad y organización. La finura diagnóstica debe experimentarse, sin embargo, a escasa profundidad donde, al existir comúnmente pocas especies y escaso nivel de organización estructural, ello pudiera ser atribuido, no a la inestabilidad natural del sistema (la cual, en cierto modo, también es un tipo de alteración que lo estresa, como los temporales de invierno) sino a un factor de perturbación de origen antrópico (contaminación orgánica, por ejemplo). En estos casos, si las características de generalizada pobreza de especies y formas que se observa, no están acompañadas de la abundancia desmedida de algunas de ellas fijadas al sustrato, se puede inferir con aceptable posibilidad de acierto que la calidad de las aguas es buena y que no hay aparentemente motivo alguno para pensar que son fondos perturbados.

Un ejemplo de lo expuesto puede ilustrarlo algunos tramos submareales de escasa profundidad donde las aguas pueden ser de excelente calidad ambiental, pero podría desconcertarnos la sensación de gran pobreza florística y faunística imperante, derivada fundamentalmente de la presencia de algas calcáreas litotamniáceas, algunas especies de

esponjas (éstas asociadas a enclaves umbríos) y erizos, entre otros organismos (**fots. 26, 27 y 29**). Nuestras dudas debieran disiparse si comprobamos la ausencia de algas generalistas (asociadas frecuentemente a episodios puntuales o crónicos de contaminación) y de gusanos tubícolas, ascidias solitarias y otros organismos que, cuando existe abundancia de nutrientes o materia orgánica en suspensión explotan numéricamente, se hacen muy abundantes y desplazan a otras especies del sistema que no pueden competir con ellas; o bien, simplemente, no se adaptan al nuevo y más deficiente estado de calidad de las aguas donde viven (ver **capítulo 8.3**). Otro ejemplo lo proporcionan los bosques de *Cystoseira usneoides* (**fot. 28**) de los fondos someros del Mar de Alborán, donde la diversidad aparente de especies es baja y el paisaje monótono, los cuales el observador no experimentado podría asociar a procesos de eutrofización, confundiendo el taxón citado con un alga generalista. Sin embargo, la abundancia natural de esta especie, muy competitiva en su hábitat, es señal de todo lo contrario, es decir, de aguas límpidas, renovadas e impolutas, siendo una de las especies vegetales más sensibles al deterioro de la calidad del medio en que vive.

De lo expuesto se deduce que lo esencial para colaborar en la vigilancia de nuestro litoral es saber elegir el escenario que pueda aportar mayor información y que ésta pueda ser más

fácilmente interpretable y susceptible de ser controlada en el tiempo. Para evitar que un fondo paisajísticamente monótono y con pocas especies observables pueda ser tildado erróneamente de perturbado, conviene centrarse en el intervalo 20-35 metros (¡el preferido por la mayor parte de los buceadores!), donde lo usual es que, al menos sobre enclaves verticales umbríos, existan instaladas comunidades complejas y ricas en especies. Esto se confirma si, en el entramado de especies fijadas a la pared que podamos contemplar, las hay de tipo **laminar** (propenden a crecer en un plano) pero, sobre todo, si las hay de tipo **masivo** y **erecto** (explotan el espacio tridimensional, obteniendo el máximo partido de las posibilidades espaciales que le brinda el sistema). Estos tres tipos morfológicos y su fijación al sustrato, generan sobre este un microcosmos de concreciones biológicas (débil o fuertemente cementado), con numerosos intersticios, cavidades y recovecos donde viven muchísimas especies de pequeño tamaño que el buceador no ve. La belleza paisajística que generan, no sólo se justifica por la compleja arquitectura de los jardines que conforman, sino por los variados e intensos colores que frecuentemente exhiben (sólo apreciables, en el rango de profundidad antes señalado, con la ayuda de una linterna o foco). Además, con excepción de las algas pétreas (litotamniáceas) y otras macroalgas esciáfilas, la mayor parte de las especies fijadas al sustrato y que son visibles

“in situ” por los buceadores, son animales invertebrados, generalmente coloniales, de coloración muy diversa. Este tipo de sistemas, por ser muy estructurados y ricos en especies, son muy sensibles y vulnerables a las perturbaciones de origen humano. De ahí que su elección por los submarinistas en una zona de buceo habitual que estos consideren amenazada por circunstancias diversas, es una de las mejores opciones para vigilar con acierto nuestros fondos litorales.

8.3. Fondos perturbados y su identificación

Resulta obvio que por métodos indirectos podrían diagnosticarse en laboratorio perturbaciones en el medio marino a través de la biota que está presente pero que en inmersión “no se ve” (por su pequeño tamaño o permanecer oculta), o de análisis físico-químicos y microbiológicos que pudieran realizarse en agua, sedimentos y organismos. Ello excede, sin embargo, del espíritu de esta obra, ideada para detectar perturbaciones a través de la fauna y flora que, por su tamaño, se aprecia a simple vista e “in situ”, sin necesidad de obtener muestras y, por tanto, de realizar daño alguno al ecosistema. Expresado esto, huelga indicar que la detección de perturbaciones sobre las recomendaciones aquí expuestas, no implica garantizar la inexistencia de otro tipo de perturbaciones de “**efectos invisibles**” que

sólo podrían ser diagnosticadas a través de métodos indirectos del tipo de los anteriormente reseñados. La obra está orientada, pues, a la vigilancia del medio litoral bien conservado y exento de elementos contaminantes, de forma que se levante un **estado cero o inicial**, a partir del cual puedan identificarse en el tiempo perturbaciones de **“efectos visibles”**. Mediante la comparación de un “antes” (estado cero) y un “después”, se puede determinar fehacientemente si las comunidades sometidas a seguimiento se mantienen en equilibrio o no, en cuyo caso se advertirán cambios cuya tipificación nos aproximaría a un diagnóstico ambiental de la situación. Otra cuestión es, en el supuesto de concluir que se ha producido o se está produciendo una alteración significativa en el ecosistema, dirimir la relación causa-efecto. A las autoridades competentes correspondería validar esta circunstancia, identificar la causa que la origina y arbitrar las medidas oportunas para corregirla.

Dicho lo anterior, como para establecer un punto de partida es recomendable elegir lugares “ajardinados”, multicolores y de alta riqueza específica (ver **capítulo 8.2**), las perturbaciones significativas podrán reconocerse como tales cuando, en una actuación de vigilancia ambiental, se confirme una pérdida neta de especies sensibles o de cobertura neta de las mismas, sustitución de las habituales por otras diferentes, o más

raramente, intrusión de alguna nueva no esperable (especies invasoras).

Tras lo expuesto, el reconocimiento de fondos perturbados, no monitorizados con anterioridad, adolece de ausencia de información del “antes”, lo que impide comparar con el “después”, de ahí que el observador juegue con clara desventaja. Con independencia de que éste intente imaginar lo que pudo haber “antes”, intencionalidad elogiada pero no recomendable (por entrar de lleno en el terreno de la estricta conjetura), debe al menos intentar pronunciarse (¡todo un reto!) sobre si existe o no perturbación en base a lo que en ese momento puede contemplar. La práctica inexistencia de vida es una pista obvia (**fot. 36**), pero la escasa abundancia de ésta ya no lo es tanto. Y así hasta encontrar situaciones intermedias en las que la confusión puede ser total. No obstante, aunque el problema es extraordinariamente complejo y multifactorial, ello no es óbice para intentar aproximarnos a lo que realmente pudiera acontecer. Algunos



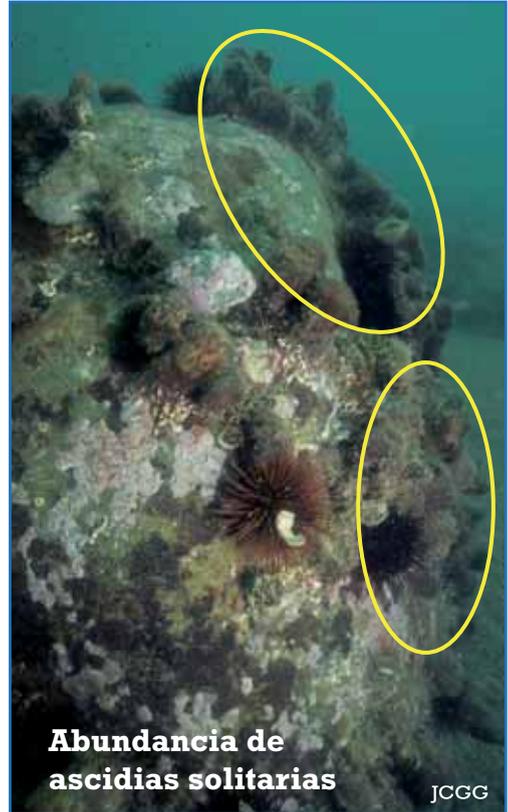
Fot. 36



Fot. 37

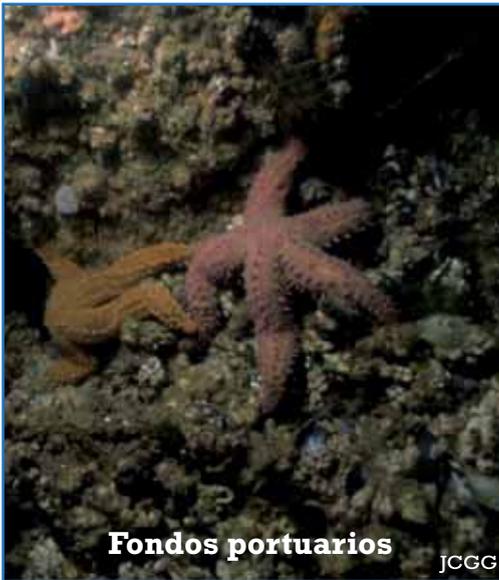
ejemplos comentados a continuación pueden resultar aclaratorios de lo recién expuesto y, a su vez, contribuir a guiarnos para diagnosticar adecuadamente una serie de perturbaciones que pudieran advenir donde no son esperables.

Ya hemos señalado con anterioridad que una baja diversidad y estructuración espacial de las comunidades bentónicas no tiene porque significar baja calidad ambiental de las aguas del medio donde viven. Es más, si estas circunstancias se observan en ausencia de abundancia de



Fot. 38

organismos filtradores o suspensívoros, relacionados habitualmente con la presencia de materia orgánica en la columna de agua, es muy probable que no erremos si afirmamos que, pese a la penuria de especies, la calidad ambiental de las aguas es buena o excelente. Como ya se indicó en el **capítulo 8.2** esto puede suceder a escasa profundidad donde existan bloques rocosos apenas recubiertos por organismos, excepto por algas calcáreas litotamniáceas (otorgan un color rosado o violáceo a las rocas que incrustan o tapizan), claramente dominantes, erizos en abundancia (se



Fot. 39

alimentan de tales algas) y algunas otras especies. El paisaje es de tonos monótonos y puede inducir a confusión, pero ésta se disipa si en los enclaves iluminados y paredes verticales, no existen organismos filtradores o suspensívoros de los habitualmente asociados a carga orgánica y elevada tasa de sedimentación (algunas especies de gusanos poliquetos, ascidias solitarias, holoturias dendroquirotas) o su abundancia es mínima.

Sin embargo, cuando tal abundancia de organismos filtradores o suspensívoros (generalmente son blanquecinos, amarillentos, oscuros, o de colores apagados, raramente de colores vivos) es grande y el número de especies que se aprecia bajo, debemos sospechar que la calidad ambiental puede ser deficiente (**fots. 37 a 41**). En estos casos, las aguas suelen ser turbias, existe una alta tasa de



Fot. 40

sedimentación, y, si se mide la materia orgánica en agua y sedimentos, esta puede ser ligeramente elevada. La **fotografía 38** ilustra este supuesto, advirtiéndose abundante presencia de ascidias solitarias, recubiertas de algas generalistas. La **fotografía 37** plasma una situación similar de moderada o baja calidad ambiental, debido a la presencia masiva de gusanos tubícolas filtradores (en la imagen, tubos irregulares de coloración blanquecina). La **fotografía 40** muestra un exceso de sedimentación proveniente del rebose de las cántaras de una draga en un proceso de extracción de áridos.

En síntesis, cuando se observe baja diversidad de organismos, debe comprobarse si hay abundancia de macroalgas generalistas (tanto verdes como rojas), ascidias solitarias, poliquetos filtradores, o todos a la

vez, y si ello ocurre es muy probable que los fondos sufran alguna perturbación cuyo alcance real extralimita nuestra capacidad diagnóstica. En este tipo de escenarios, los tonos de los recubrimientos biológicos son apagados (entre blanquecinos, verdosos, pardos y oscuros), a diferencia del colorido vivo y variado de la biota multicolor que caracteriza los fondos bien conservados de alta riqueza biológica.

8.4. Enclaves horizontales y verticales

Los fondos rocosos son, por la estabilidad del sustrato y la heterogeneidad espacial de los mismos, los que albergan mayor diversidad de organismos reconocibles en las inmersiones, particularmente de aquellos fijos al sustrato con capacidad bioindicadora, que son los que más atención deben suscitarlos para colaborar en

la vigilancia ambiental de los fondos litorales.

Aunque la morfología de las formaciones rocosas sumergidas es intrínsecamente irregular, podemos distinguir fundamentalmente entre enclaves verticales y horizontales, o similares a éstos por su disposición y pendiente. Los enclaves verticales suelen ser umbríos, más cuanto mayor sea nuestra aproximación al fondo y muy especialmente en cuevas. Los enclaves horizontales o de mínima pendiente son generalmente iluminados, tanto menos cuanto a mayor profundidad se encuentren; en techos de cuevas, bajo piedras –enclaves infralapidícolas- y entre grandes paredes, son esencialmente umbríos.

Los **enclaves horizontales**, por disponer de mayor iluminación, suelen tener una mayor cobertura de macroalgas y menor presencia de animales invertebrados que los



Fondos de restos biogénicos y anormal carencia de vida recubriente y/o cementante

JCCG

verticales, lo que debemos tener en cuenta si nuestra capacidad de maniobra es limitada y decidimos elegir uno u otro tipo de organismos para desarrollar nuestro propio programa de vigilancia ambiental. A cierta profundidad (no puede establecerse una cota prefijada, pues factores locales como la turbidez condicionan fuertemente la zonificación batimétrica de los organismos bentónicos, aunque en el cono sur ibérico, puede considerarse a partir de 15-20 metros), donde la luz ha sido significativamente filtrada, en tales enclaves pueden coexistir macroalgas y animales invertebrados sensibles a perturbaciones, por lo que pueden someterse a seguimiento ambos tipos de organismos sobre una misma superficie rocosa horizontal -o de mínima pendiente- elegida. Este tipo de enclaves es más vulnerable a la sedimentación tanto de origen natural (temporales y dinámica litoral) como antrópicos. En este último caso, los sedimentos pueden provenir de diferentes fuentes, por ejemplo, del "overflow" de dragas de succión (fot. 42) en procesos de extracción de áridos en el mar; el "overflow"



Fot. 42

es el rebose de elementos finos que se produce desde las embarcaciones que utilizan dragas de succión cuando éstas extraen áridos y es, por tanto, un vertido de sedimentos finos que, a modo de lengua de turbidez, se desplaza en la columna de agua decantando progresivamente sobre los fondos marinos, con afección directa a las comunidades asentadas sobre roquedos sumergidos. Por, tanto, la biota que los recubre es más sensible a este tipo de perturbaciones que la fijada a enclaves verticales (fots. 43 y 44). Los pares de fotografías 45-46 y 47-48 ilustran un "antes" y un "después" en la misma zona, tras el influjo de sedimentos provenientes del "overflow" de un dragado.

Los **enclaves verticales** son generalmente más ricos en especies y biológicamente más estructurados que los horizontales, por lo cual son más frágiles y sensibles que éstos en relación a procesos generales de perturbación que conlleven pérdida progresiva de biodiversidad. Por ejemplo, aunque ante una sedimentación anormal proveniente de dragados intempestivos de corta o mediana duración, puede producirse una seria afección en los enclaves horizontales (menos diversos y organizados) y de menor grado en los verticales (pudiendo prevalecer ante el impacto las zonas de mayor complejidad estructural y riqueza biológica), en un lento pero inexorable proceso de contaminación por vertido



JCGG

Fot. 43

de aguas residuales, a medio-largo plazo, las consecuencias pueden ser peores en los enclaves verticales, con pérdida masiva e irreversible de estructuración y número de especies, siendo también sensibles las pérdidas en los enclaves horizontales. La **fotografía 49** ilus-



JCGG

Fot. 45



JCGG

Fot. 44

tra un episodio de afección directa (exceso de sedimentación) a enclaves verticales, sobre colonias del antozoo *Astroides calycularis* y de la ascidia colonial *Stolonica socialis*, impacto que en este tipo de enclaves también se observa en las **fotografías 46 y 48**.



JCGG

Fot. 46



JCGG

Fot. 47



JCGG

Fot. 48



JCGG

Fot. 49

8.5. Enclaves infralapidícolas y consecuencias de su inversión

Se llaman así las superficies inferiores de las rocas sueltas existentes en la zona litoral, las cuales no contactan con el sustrato subyacente siendo, por tanto, susceptibles de colonización por la biota marina. Cuando se voltea una piedra y observamos su zona inferior contemplamos, pues, un **enclave infralapidícola**.

Este tipo de enclaves puede proveer de importante información ambiental que no debemos desdeñar. No obstante, resulta preceptivo efectuar algunas recomendaciones para evitar cometer errores que puedan tener un coste ambiental no deseable. Como se expone en las ilustraciones adjuntas (**figs. 12 y 13**), una roca suelta en el medio litoral (ya se intermareal o submareal) posee una zona iluminada (la superior) y otra umbría (la inferior), esta última coincidente,

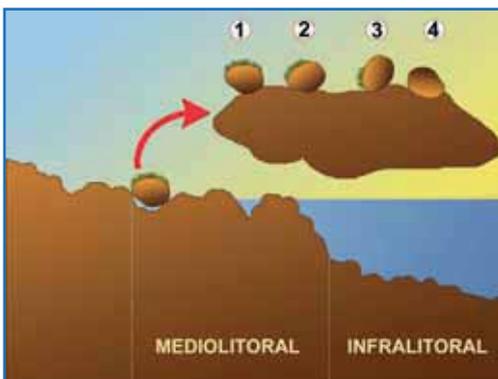


Fig. 13

en esencia, con el enclave infralapidícola. Básicamente, en la primera se instalan las macroalgas y en la segunda los animales. Son pues, dos sistemas completamente diferentes que, si se invierten, provocará la pérdida generalizada de sus especies constituyentes. No existe información ambiental relevante en aquellas piedras que yacen sobre fondos blandos y

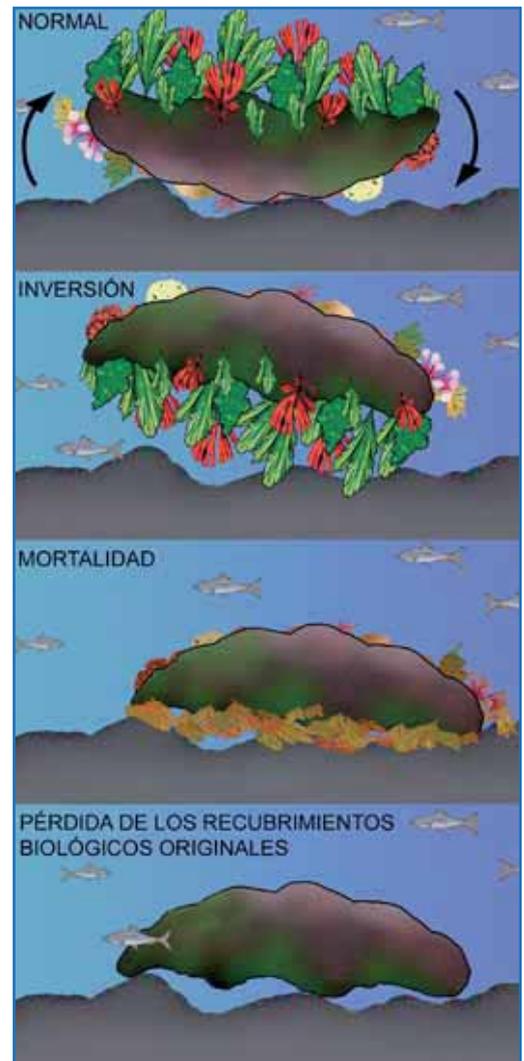


Fig 12

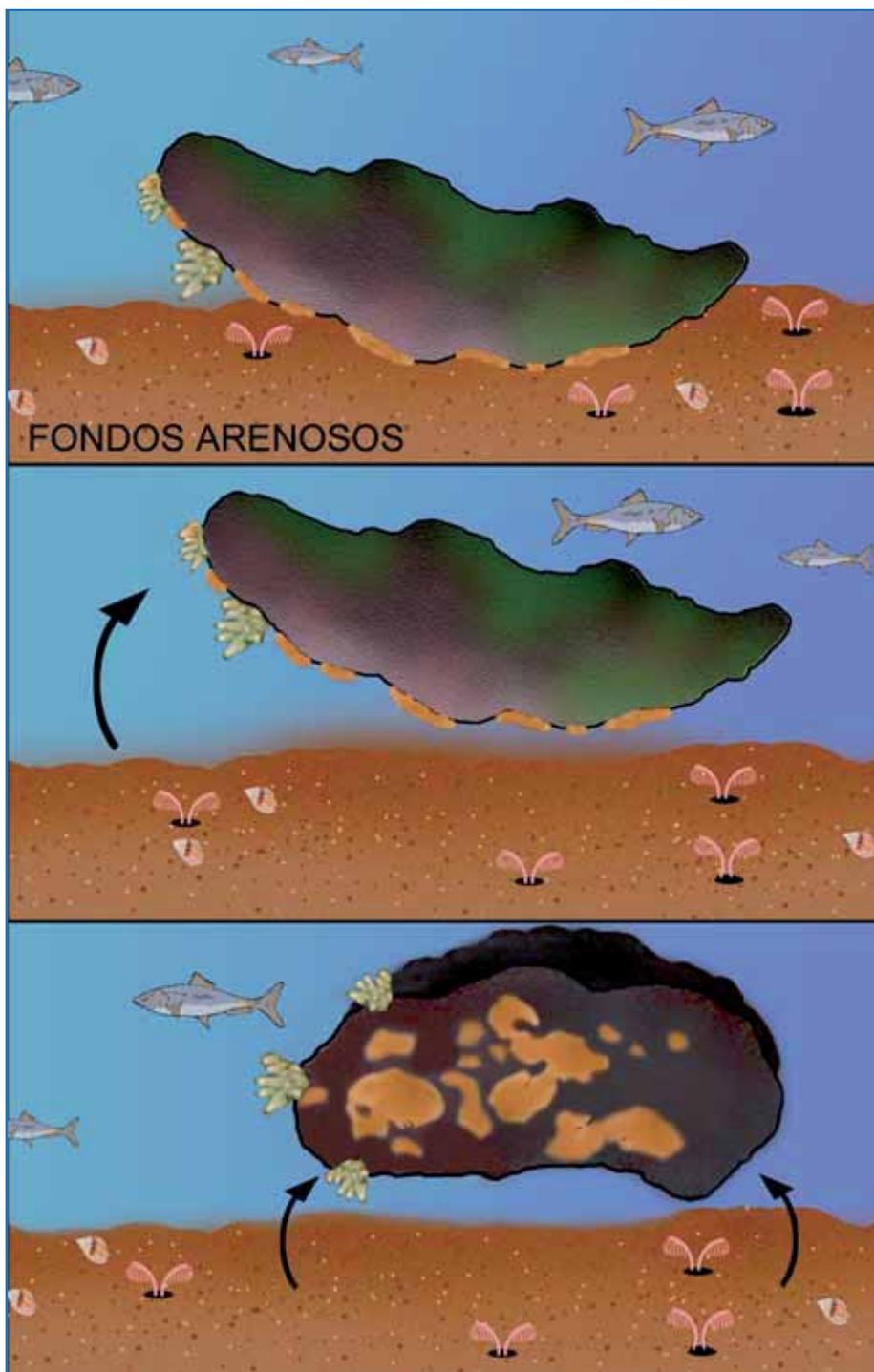


Fig. 14

están parcialmente enterradas en él (**fig. 14**), por lo que éstas no deben voltearse ya que la actuación no sólo será estéril, sino que provocará re-suspensión masiva de sedimento con posible afección a la biota inmediatamente colindante.

Por tanto, el volteo de piedras en la zona intermareal debe evitar efectuarse por razones de curiosidad o de capturar ejemplares (por ejemplo, de gusanos para pescar) y, de realizarse, debe ponerse especial precaución en colocarlas de nuevo en la posición original, minimizándose posibles daños. Estas consideraciones se hacen extensivas, por razones obvias, a las rocas sueltas de la zona infralitoral, donde están cubiertas por agua permanentemente. En el caso de los fondos submareales, si por razones que deben ser justificadas (por ejemplo, para obtener información adicional del estado de nuestras aguas litorales) se eligen bloques sueltos relativamente fáciles de voltear durante la inmersión, el volteo debe efectuarse con un ángulo máximo de 90° (sosteniéndose la piedra por el buceador o un acompañante) y no de 180° (esto provoca inversión total de las superficies y aplastamiento de la macrobiota instalada en la zona iluminada, como se describe gráficamente en las **figuras 12 y 13** antes referidas. Posteriormente a las observaciones y toma de fotografías, los bloques rocosos deben situarse nuevamente, con el mayor cuidado posible, en su posición original.

8.6. Enclaves infralapidícolas inalterados y perturbados

Aparte la afección por inversión mecánica de los bloques (explicada en el **capítulo 8.5**) las comunidades establecidas en los enclaves infralapidícolas, especialmente de bloques sumergidos a cierta profundidad donde el movimiento de áridos provocado por los temporales apenas les influye (a partir de unos 15 metros) y donde el medio físico es más estable, pueden aportar importante información para pulsar el nivel de salud ambiental de nuestras costas y vigilar su evolución futura.

Los enclaves infralapidícolas, a modo de techos colonizados muy próximos al sustrato subyacente, no ofrecen muchas posibilidades -por falta de espacio- para el crecimiento en altura (en este caso, hacia abajo), de modo que su biota sólo puede devenir espacialmente estructurada cuando los bloques sueltos descansan sobre dos o más piedras sueltas, dejando a la fauna sécil espacio para desarrollarse y, por tanto, posibilidades de crecimiento vertical. Estos enclaves acogen numerosos organismos que pueden suministrar valiosa información ambiental, especialmente porque en los mismos no suelen producirse los efectos perniciosos

de la sedimentación (salvo en situaciones de severo aterramiento de los bloques rocosos), por lo que en ellos vive es fiel reflejo de las características físico-químicas de la columna de agua y de lo que esta suministra (por ejemplo, mayor o menor cantidad de plancton, de materia orgánica en suspensión, o de contaminantes).

Cuando tales enclaves, en fondos estabilizados en torno a 20-30 metros, están sometidos al flujo de aguas límpidas y renovadas (inalterados), su biota colonizadora presenta habitualmente una variedad multicolor de formas y especies que ofrecen tonos intensos y variados (**fig. 15 y fot. 51**), con organismos sensibles a la disminución de la calidad de agua como las comátulas

(crinoideos de la especie *Antedon mediterranea*) (**fot. 50**). Se denotan, pues, al voltear las piedras en un ángulo de 90°, parches y variedad de colores, y, por tanto, de especies que la exhiben. En fondos perturbados, por exceso de sedimentación o carga orgánica en la columna de agua (ésta es por ello generalmente turbia), se facilita el asentamiento de especies generalistas o ubiquestas, que se alimentan de materia orgánica en suspensión esencialmente, las cuales desplazan a otras especies del sistema haciéndose éstas más abundantes. El resultado es que tales enclaves presentan una exigua o mínima variedad de especies, mucha abundancia en los efectivos de éstas, y ausencia de las que son indicadoras de aguas limpias (**fig. 16 y fot.52**).



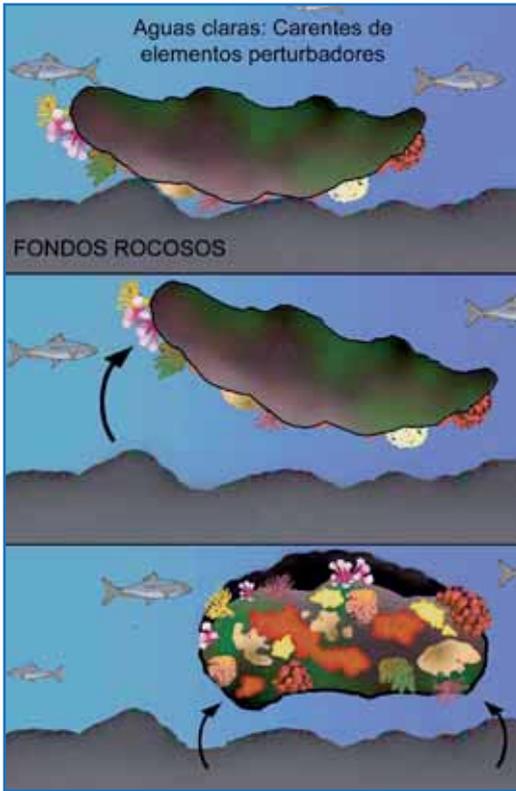


Fig. 15

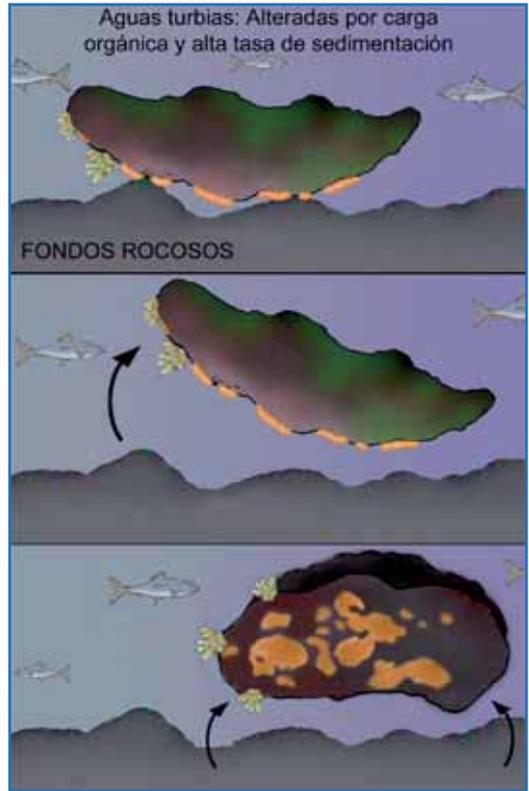
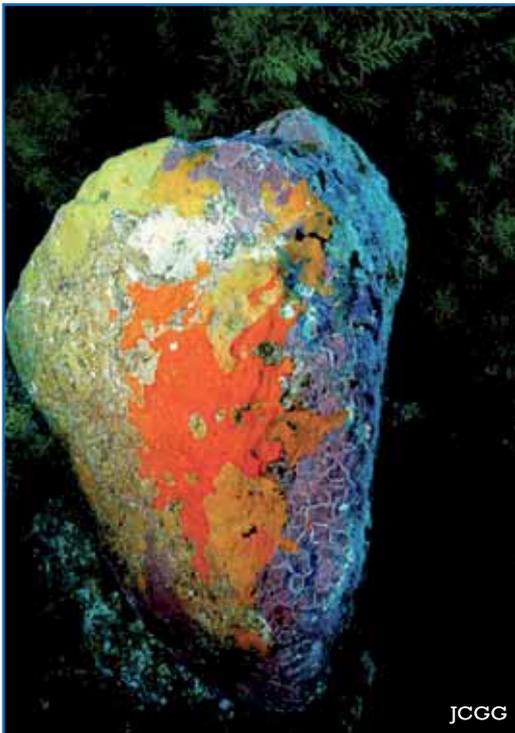


fig. 16.



Fot. 51



Fot. 52

8.7. Cuevas marinas sumergidas y semisumergidas

La Directiva 92/43/ CEE del Consejo, contempla las “cuevas marinas sumergidas y semisumergidas” como hábitat a proteger dentro del Anexo I (“Hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario asignar zonas especiales de conservación”), de ahí su particular relevancia de considerarlo en esta obra.

Las cuevas son ambientes donde la luz progresivamente disminuye hacia el interior, posibilitando gradientes de distribución florísticos y faunísticos. A partir del punto donde la luz es completamente insuficiente para la realización de fotosíntesis, la flora esciáfila (que prefiere zonas umbrías) desaparece y las paredes se tapizan de animales invertebrados (esponjas, antozoos, briozoos, etc.) los cuales, más hacia el interior donde las condiciones para vivir pueden ser extremas, acaban por desaparecer. Esta sería la zona final del gradiente donde, en todo caso, sobrevivirían organismos muy especializados.

Las cuevas semisumergidas tienen elevado valor ecológico, aunque notablemente inferior que las sumergidas, especialmente porque estas últimas, al menos cerca de su entrada, acogen comunidades de estructuración más compleja y mayor número de especies. En la zona intermareal

de las primeras, debido a la tenue luz preexistente, pueden establecerse especies submareales protegidas como *Astroides calycularis* y *Dendropoma petraeum*, lo que contribuye a realzar la fragilidad ambiental de este tipo de hábitats, especialmente ante amenazas emergentes (por ejemplo, manchas de hidrocarburos). En las cuevas sumergidas puede encontrarse ocasionalmente fauna profunda sésil (esto es, que en estado adulto vive fija sobre el sustrato), pues los severos umbrales de oscuridad que pueden caracterizar algunas partes de ellas, se corresponden con los existentes a gran profundidad. Si las larvas de especies de esta zona deambulan con las corrientes por aguas superficiales y recalcan en este tipo de enclaves, el ambiente oscuro de las cuevas puede propiciar su fijación y metamorfosis en las paredes de la misma, alcanzándose en algunos casos la fase adulta. Esto se ha observado recientemente en ciertas esponjas de profundidad, espectaculares por ser carnívoras y no suspensívoras.

Las cuevas sumergidas, singularmente reputadas en los itinerarios de ecoturismo subacuático, devienen especialmente amenazadas en su zona de entrada, donde los buceadores provocan destrozos perceptibles en las frágiles estructuras calcáreas de numerosos organismos sésiles (**fol.53**), incluso en los que poseen esqueletos córneos, como las gorgonias de la **fotografía 54** (*Paramuricea clavata*, entrada de cueva), sensibles a la ac-



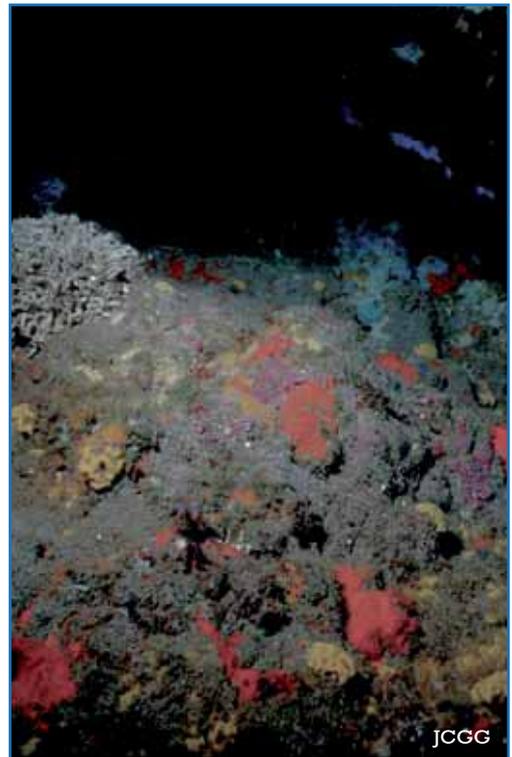
Fot. 53



Fot. 55



Fot. 54



Fot. 56

ción abrasiva de grupos de buceadores que visitan habitualmente este tipo de enclaves. Además, la techumbre de las cuevas resulta especialmente vulnerable a la acción de los submarinistas, pues si no hay zonas de escape para las burbujas de aire, estas quedarán retenidas (formando bolsas) en

la parte superior matando a todas las especies recubrientes que, en escena surrealista, quedan en emersión y, por tanto, excluidas del seno del agua que les da la vida. Las **fotografías 55 y 56** ilustran, respectivamente, techo y suelo de cuevas, en la zona interna próxima a la entrada de las mismas.

La **vigilancia ambiental** de este tipo de enclaves debe efectuarse incidiéndose en la existencia o no de burbujas en la parte superior de la cueva, o de destrozos palpables en la fauna sésil de la entrada o zona interna. Si ello se apreciara con certeza, debería comunicarse a las autoridades competentes para que corrijan esta tendencia, den instrucciones a los guías clubes de buceo y, en casos en los que las cuevas sumergidas no permitan la evacuación del aire, contemplar la posibilidad de prohibir la inmersión con equipos autónomos dentro de ellas. También puede ser indicador del mal uso de este tipo de hábitats el exceso de sedimentación que en la zona interna próxima a la entrada, pueda percibirse sobre la superficie de los organismos suspensívoros, lo que podría estar relacionado con el sedimento levantado por las aletas de buceadores inexpertos, que no manejan bien el chaleco compensador o que, sencillamente, deben mejorar su desenvoltura en el agua.

8.8. “Blooms” algales

Los “blooms” de macroalgas costeros encajan adecuadamente como elementos de perturbación, dentro de la filosofía que impregna esta obra, por ser perfectamente “tangibles” e identificables por los observadores, ya que físicamente –por su tamaño– pueden contemplarse sin el menor esfuerzo. Por su extrema abundancia, pueden teñir el paisaje submarino configurando en ocasiones auténticas

alfombras que tapizan gran parte de los organismos que viven en el fondo. Sin embargo, los “blooms” de microalgas exceden del alcance de este trabajo, pues, aunque pueden también ser perceptibles por los buceadores, incluso por el paseante desde fuera del agua (mareas rojas), la escala microscópica de sus protagonistas no recomienda su tratamiento aquí.

Diversas especies de algas macroscópicas protagonizan estas explosiones reproductivas con incremento exponencial de biomasa, que sólo puede ser explicable por un exceso de nutrientes que, circunstancialmente, se introduce en el sistema, fertilizándolo en demasía, de lo que se aprovechan algunas algas que se reproducen y crecen con extremo vigor.

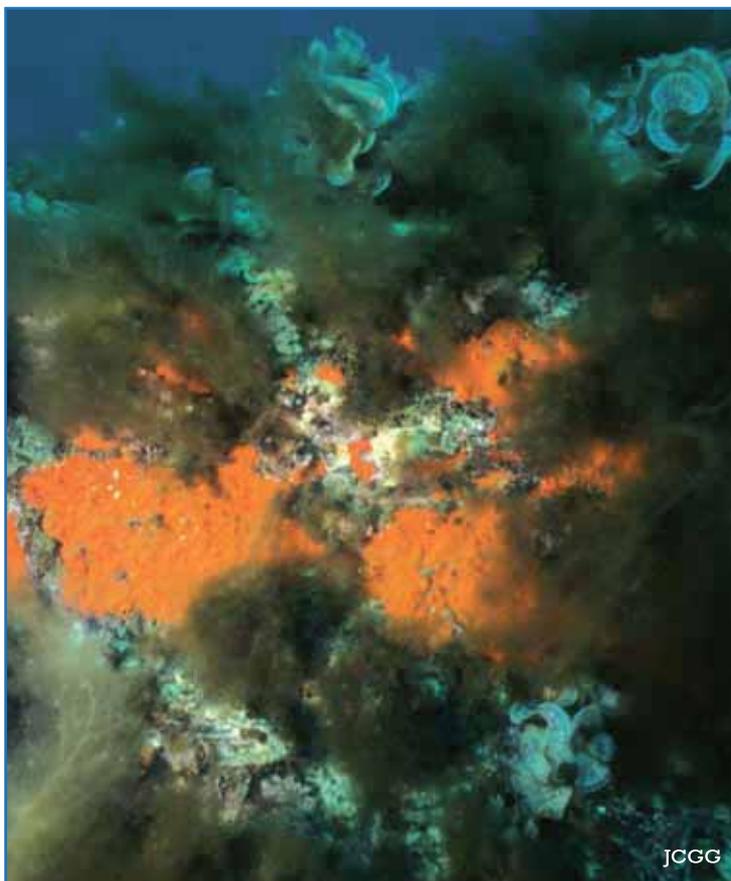
Como ejemplo, hemos elegido el alga parda *Ectocarpus sp.* (ver descripciones de especies tolerantes), de color verde amarillento, aspecto filamentosos y consistencia gelatinosa. Está formada por ejes finos y largos (de hasta 50 cm). Es cosmopolita y puede aparecer ramificada sobre fondos rocosos o epífita de otras algas grandes. Se localiza desde zonas superficiales hasta varios metros por debajo de la marea. Suele aparecer abundantemente en primavera.

Ectocarpus sp., capaz de acumular metales pesados, puede propiciar “blooms” especialmente en primavera, cuando la sinergia entre carga de

nutrientes, claridad del agua y temperatura se optimiza. Estas explosiones reproductivas que acaban atosigando a la biota que recubre (fot. 57) no tienen mayor trascendencia si no son de larga duración, exceptuando zonas de modo calmo donde puede disminuir el oxígeno cerca del fondo, bien por la noche (por el añadido de la respiración de esta alga), bien por la muerte y descomposición masiva de ésta. Si la persistencia de este tipo de “plaga recubriente” es grande, las macroalgas subyacentes pueden verse afectadas, así como otro tipo de organismos. La presencia masiva de este alga, podría asociarse a pulsos anormales de eutrofización, de ahí, que, cuando sea

detectada, debe vigilarse su tiempo de prevalencia, su evolución, así como la de la biota parcial o totalmente recubierta por ella.

Como ya se ha indicado, existen también otras especies algales que protagonizan estos “blooms” visibles que recubren masivamente los organismos bentónicos sésiles. Si bien a simple vista su identificación taxonómica puede resultar muy complicada o virtualmente imposible, ello es secundario a efectos de lo que pretende esta guía, pues lo relevante es que el observador pueda advertir en sus zonas habituales de buceo la aparición del fenómeno (esto es, la abundante



Fot. 57

o masiva presencia de este tipo de algas) y sospechar que pueda estar asociado a un factor de perturbación (por ejemplo, inyección de exceso de nutrientes en el sistema proveniente de actividades humanas incontroladas), cuya persistencia debe intentar vigilar antes de comunicarlo a las autoridades competentes ya que la presencia de estas algas puede ser efímera y de carácter natural, sin apenas provocar daños en el sistema.

8.9. Epibiosis (o unos sobre otros)

La epibiosis o facultad de vivir sobre otros organismos, como la endobiosis (vivir dentro de otros organismos) es una realidad natural que, en la mayor parte de los casos, no guarda relación con perturbaciones antrópicas. Al margen de que pueda existir una relación mutualística o parásita, lo cierto es que la epibiosis puede ser, desde un punto de vista ambiental, desconcertante. Así, puede significar que hay perturbación por exceso de nutrientes y subsiguiente eutrofización (el caso de los “blooms” algales, recogido en el **capítulo 8.8**) o bien confirmar que un ecosistema es altamente estructurado y frágil, exento de cualquier tipo de perturbación significativa. Este último sería el caso de los fondos coráligenos, de elevada heterogeneidad espacial en sus comunidades, donde el efecto de la competencia extrema por encontrar un hueco en el sustrato,

impulsa a numerosas especies a ubicarse sobre otras preexistentes, las cuales le sirven de soporte. Es por ello que el diagnóstico ambiental de un determinado escenario ecológico puede resultar complejo, aunque no por ello renunciaremos seguidamente a ofrecer algunas pistas de cómo afinar, en la medida de lo posible, en nuestras observaciones.

Las **fotografías 58 a 60** recogen situaciones normales de epibiosis del briozoo *Membranipora membranacea* sobre algas laminariales, frecuentemente anunciando el tiempo de vida del alga (por el nivel de recubrimiento), lo que se aprecia en la imagen inferior derecha, que plasma un ejemplar grande de alga, de aspecto deficiente y prácticamente tapizado del citado briozoo. También se da este tipo de epibiosis sobre fanerógamas marinas, como el caso del briozoo *Electra posidoniae* sobre las hojas de *Posidonia oceanica*. Las **fotografías 61 a 64** ilustran el fenómeno sobre invertebrados bentónicos, en fondos biodiversos de alta competencia espacial, por lo que su consideración no debe asociarse a procesos anormales de perturbación. Sin embargo, las **fotografías 65 a 68** sí están asociadas a perturbaciones moderadas, derivadas de un exceso de sedimentación. Un alga verde como *Codium bursa* frecuentemente presenta incrustaciones sedimentarias, pero si éstas son excesivas, ello posibilita el asentamiento de otras algas (**fot. 65**). Es el caso también de

la gorgonia *Eunicella singularis*, casi siempre libre de epibiontes, pero cuando sufre un evento de anormal sedimentación, las incrustaciones de áridos o finos posibilitan el anclaje de hidozoos generalistas (fot. 66). El centollo (*Maia squinado*) puede vivir en zonas de alta sedimentación, la cual no sólo es perceptible por la superficie de su cefalotórax, sino por los organismos capaces de

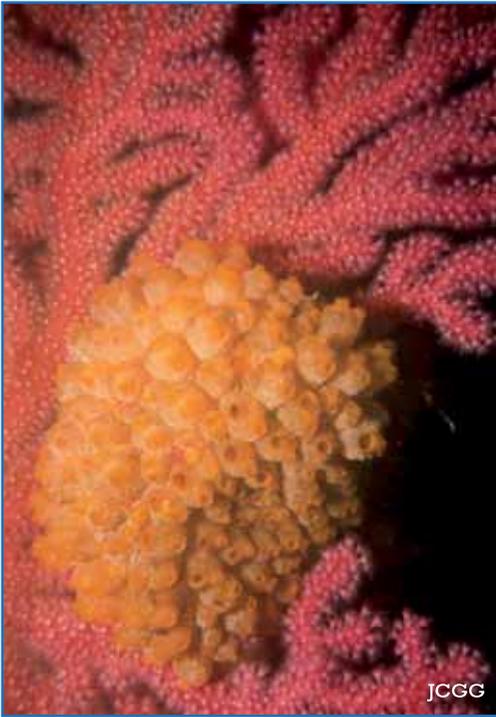
asentarse sobre él (fot. 67; el círculo destaca el ojo izquierdo del animal). La ascidia *Halocynthia papillosa*, de estrecha valencia ecológica y excelente indicadora de aguas limpias y renovadas, sólo excepcionalmente presenta epibiontes y cuando ello sucede, habitualmente está asociado a eventos puntuales o persistentes de moderada perturbación (fot. 68).



Fot. 59

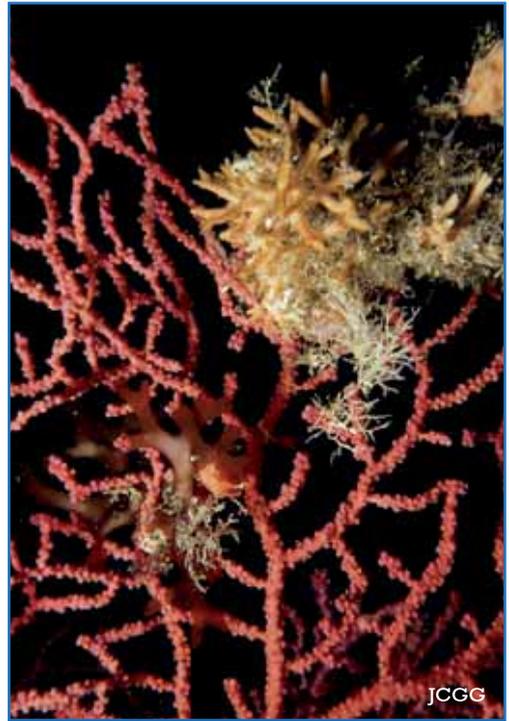


Fot. 60



JCGG

Fot. 61



JCGG

Fot. 62



JCGG

Fot. 63



JCGG

Fot. 64



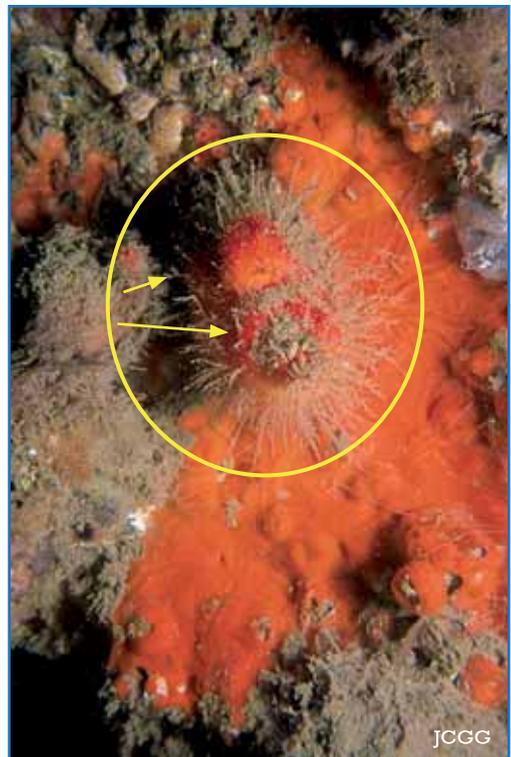
Fot. 65



Fot. 66



Fot. 67



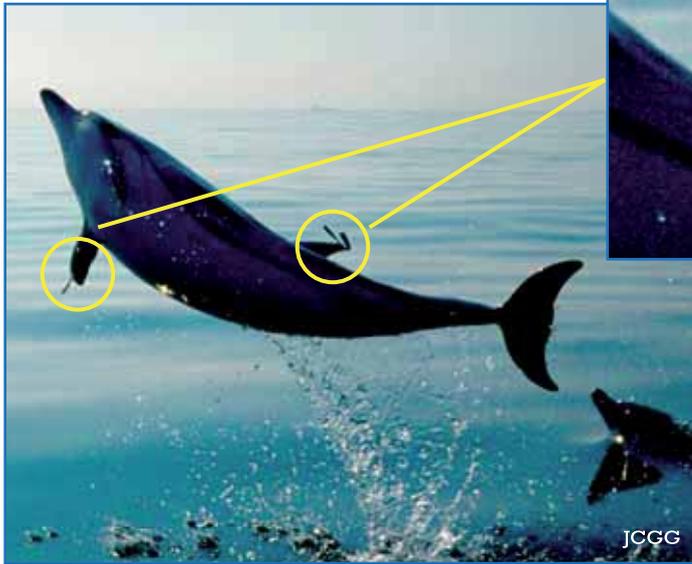
Fot. 68

La epibiosis con “mensaje ambiental negativo” también puede advertirse en organismos marinos no bentónicos, como cetáceos y tortugas. En los delfines, que no suelen presentar ectoparásitos, la presencia de los mismos (**fots. 69 y 70**) puede revelar que los ejemplares afectados son viejos o están levemente enfermos, lo que puede tener un origen natural o antrópico (contaminación). Como los delfines, a diferencia de otros cetáceos, no son proclives a facilitar la adhesión de ectoparásitos, si una situación como la expuesta se observa casualmente en un determinado ejemplar, debe intentar corroborarse en más ejemplares de la manada. Si un porcentaje elevado de delfines exhibe similar tipo de parasitosis, ello debería ponerse en conocimiento de las autoridades competentes para que se interesen por el caso, pues podrían concurrir causas directamente relacionadas con la contaminación del medio en que viven. Con las tortugas marinas sucede algo similar, pues cuando están enfermas, suelen tener ectoparásitos en la cabeza (zona supraorbitaria) e incluso algas generalistas, si bien en este tipo de animales las situaciones de epibiosis natural, especialmente asociadas a ejemplares más viejos suele ser frecuente. Esto último, junto al hecho de que las tortugas se observen más raramente y de forma aislada (no en grupo), dificultan enormemente cualquier intento de conclusión general más allá de la que pueda detraerse del episodio puntual que la genere.

8.10. Redes, anclas, buceadores y paseantes no instruidos

En zonas litorales no incluidas en espacios protegidos, son sobradamente conocidas las frecuentes incursiones de barcos arrastreros a profundidades no permitidas. Este tipo de intrusión adquiere especial relevancia en zonas litorales que, por sus valores ecológicos y ambientales, están bajo la custodia de cierta figura de protección. Por ello, en zonas protegidas adquiere particular importancia la vigilancia ambiental de este tipo de actividades, ya sea por detección de las marcas que dejan sobre el fondo las artes de arrastre (bien patentes en fondos de praderas de fanerógamas), bien por la presencia física de éstas donde no deben estar (por ejemplo, trasmallos o nasas) (**fot. 71 y 72**). El buceador debe tomar conciencia de este tipo de actividades cuando son ilegales, las cuales también pueden suponer peligro para su integridad física, y ponerlas en conocimiento de las autoridades competentes cuando las detecten. El furtivismo en zonas protegidas, en este sentido, merece mención especial.

El garreo de anclas es muy pernicioso para las praderas de fanerógamas marinas (**fot. 73**) y para la biota asentada sobre fondos precoralígenos y coralígenos (**fot. 74**) los cuales, en el cono sur ibérico, se



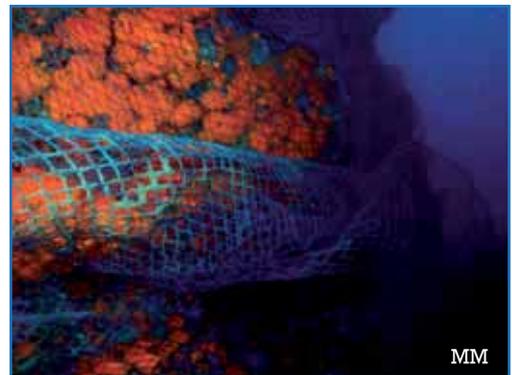
Fot. 69



Fot. 70



Fot. 71



Fot. 72



Fot. 73

localizan a partir de 15-20 metros de profundidad. Este aspecto es más espinoso porque en la mayor parte de los fondos marinos no existe prohibición legal expresa de este tipo de fondeos, por lo que la conciencia ambiental debe robustecerse en este caso en aquellos usuarios de embarcaciones deportivas, los cuales deben poner su interés en preocuparse por conocer el tipo de fondo donde habitualmente gustan de anclar. Si los buceadores deportivos frecuentan fondos de alto valor ecológico que no afectan con sus embarcaciones, donde observan frecuentemente anclas fondeadas de otras embarcaciones de recreo, deben poner ello en conocimiento de las autoridades para que éstas in-

tenten corregir los perniciosos efectos que se derivan de ello y gestionar la forma de minimizar este tipo de impactos.

Concerniente a los propios buceadores deportivos, científicos o profesionales, a quienes preferentemente va dirigida esta guía por ser ellos elementos-clave en la vigilancia ambiental que aquí se pretende estimular, debemos solicitarles continuo ejercicio de autocritica, de forma que, si no desean contribuir a tal vigilancia, al menos sepan comportarse bajo la superficie, nadando a cierta distancia del fondo, procurando rozar lo menos posible la biota instalada en éstos, evitando capturas para consumo o coleccionismo y enamorándose si pueden,



Fot. 74

en suma, de la fotografía submarina, la cual no sólo es inocua para la vida marina, sino que la realza, fomenta y engrandece.

En la zona intermareal, especialmente en las vulnerables plataformas de abrasión, debe advertirse a los paseantes no instruidos que adquieran unos conocimientos básicos de respeto a la biota, para que su paseo no revista incidencia ambiental alguna. En tal sentido, el efecto abrasivo de las pisadas puede ser muy pernicioso sobre recubrimientos vírgenes de macroalgas (especialmente si se trata de grupos de visitantes, turistas o alumnos a zonas específicas de alto valor ecológico en espacios protegidos). Al respecto, especialmente sensibles son las formaciones calcáreas del molusco *Dendropoma petraeum* o del alga *Lithophyllum byssoides*, ambos tratados en esta obra.

8.11. Suciedad inaceptable

El uso del mar como vertedero habitual, especialmente por dueños de embarcaciones que no tienen el menor reparo, por razones de comodidad, de liberarse de basuras o desechos de las embarcaciones que patronean, convierte determinadas áreas sumergidas en auténticos estercoleros (fots. 75 y 76). En este sentido, las zonas de mareas en las plataformas de abrasión y roquedos litorales, constituyen un sumidero de desechos que frecuentemente dejan los desaprensivos que las frecuentan, y también de las basuras flotantes arrojadas por el mar, en gran medida desde embarcaciones.

En fondos ricos en especies y de gran belleza paisajística, los buceadores que los frecuentan debieran implicarse en vigilar que no se produzca un deterioro del paisaje como



Fot. 75



Fot. 76

consecuencia de este tipo de vertidos al mar, los cuales tienen larga prevalencia en el fondo y, además pueden ser fuertemente contaminantes (por ejemplo, pilas o baterías de suministro eléctrico a embarcaciones, las cuales se observan en los fondos con más frecuencia de lo deseable). Aparte las iniciativas de limpieza de fondos (**fots. 77 a 80**), hoy afortunadamente prodigadas por numerosos clubes de buceo del mundo, los buceadores que simpatizan con la filosofía de vigilancia ambiental que dimana de esta obra, deben contribuir a detectar y denunciar situaciones antes no conocidas, por ejemplo, derivadas de itinerarios de buceo que “de novo” sufren fondeos de embarcaciones deportivas que no tienen reparos en tirar por la borda todo tipo de desechos, conculcando

flagrantemente los principios de respeto ambiental que aquí se pretenden estimular, cultivar y transmitir. Es decir, si los aludidos buceadores perciben que sus zonas habituales de buceo, supuestamente limpias, propenden a ensuciarse con cierta progresión, deben preocuparse de averiguar las causas y contribuir a que esta tendencia se frene o invierta.

La **fotografía 79** ilustra la recogida de 130 kg. de plomo, por buceadores del Club CIES de Algeciras. La contaminación por este metal puede seguir caminos insospechados. Uno de ellos, como ya sugerimos en una publicación anterior (García-Gómez y Magariño, 2010), podría ser a través de los pulpos, que tienen tendencia a introducir en sus cuevas las plomadas (**fot. 81**) y a rasparlas con su pico.



Fot. 77



Fot. 78

La “X frontal” que muestran algunos ejemplares (**fot. 82**) podría estar relacionada con la contaminación por este metal.

No debe olvidarse que, además del impacto estético que tiene sobre el fondo del mar el vertido de desechos de alta persistencia (y en muchos casos de no despreciable poder contaminante, como ya se ha indicado), parte de los mismos pueden provocar afección directa sobre

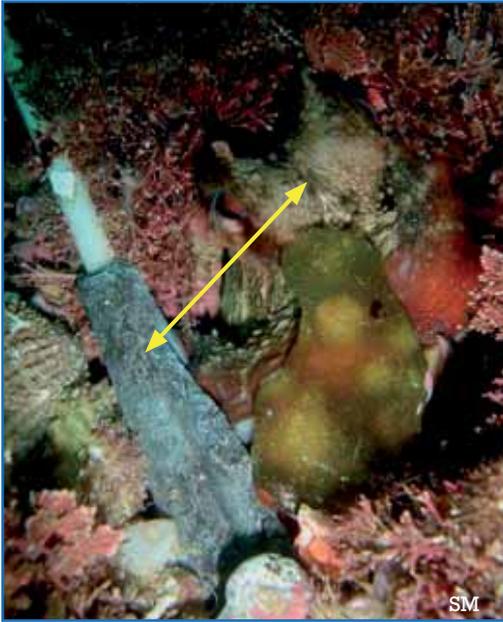
las especies marinas, aunque no podamos tan siquiera sospecharlo. Es el caso, por ejemplo de los plásticos transparentes, los cuales pueden ser confundidos con medusas por las tortugas marinas, pudiendo ocasionarles lesiones graves e incluso la muerte (**fot. 83**). O incluso otros tipos de plásticos, con los cuales pueden jugar los delfines, pero a los que puede provocar la muerte si quedan encajados entre sus mandíbulas (**fots.84 y 85**).



Fot. 79



Fot. 80



Fot. 81



Fot. 82



Fot. 83



Fot. 84



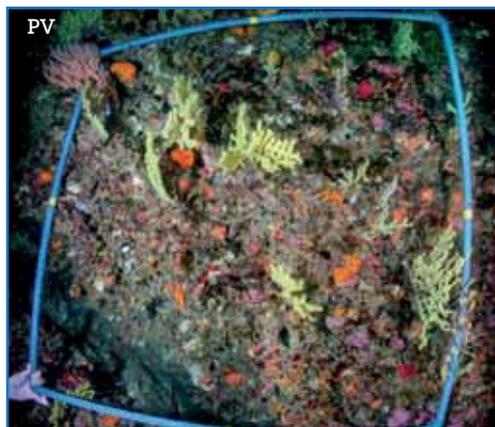
Fot. 85

9

**PROTOCOLO
METODOLÓGICO
DE VIGILANCIA
AMBIENTAL SUBAGUÁTICA
SBPQ: MONITORIZACIÓN
TEMPORAL DE ESPECIES
BIOINDICADORAS SÉSILES
EN CUADRÍCULAS
PERMANENTES**

A tenor de los resultados obtenidos en la serie temporal de diez años ya establecida y analizada en un trabajo anterior (García-Gómez *et al.*, en curso de publicación) y de la experiencia adquirida para su consecución, se propone el siguiente protocolo metodológico, **SBPQ (Sessil Bioindicators in Permanent Quadrats)**, como sistema de **vigilancia ambiental subacuática** para detectar cambios ecológicos provocados por alteraciones locales o de carácter global (Cambio Climático), el cual ha sido experimentado en 2013-14 en el marco del proyecto europeo MedPAN-North, para zonas sensibles de Áreas Marinas Protegidas (AMPs) y zonas próximas en el Mediterráneo. Se pretende con ello la coparticipación sinérgica de diferentes sectores sociales en planes de seguimiento, vigilancia ecológica y alerta ambiental de la zona litoral, con la finalidad de generar redes geográficas que sean susceptibles de interconexión.

El método **SBPQ** persigue establecer **redes de estaciones-centine-**



Fot. 86

la subacuáticas (a designar preferentemente en fondos prístinos, de excelente calidad y ambiental, donde habitan comunidades estructuradas, maduras y de elevada biodiversidad) en las cuales se instalan **cuadrículas permanentes** para monitorizar **bioindicadores sésiles (especies-objetivo)** previamente identificados como **sensibles** a cambios medioambientales en el sistema (**fots. 86 y 87**). Los programas que lo apliquen se iniciarán con una primera serie de imágenes de las cuadrículas (**estado cero o inicial**), las cuales serán clave para detectar en el futuro si se producen o no cambios significativos en el sistema y conocer sus posibles causas. A corto plazo, el método contribuirá a la detección de impactos de carácter más bien local y a largo plazo, de carácter más general (por ejemplo, derivado del lento pero progresivo Calentamiento Global).

Si las especies-objetivo que se comparan se encuentran en estaciones-centinela alejadas geográficamente (por ejemplo, *Astroides calycularis* y



Fot. 87

Paramuricea clavata en zonas distantes del Mediterráneo Occidental por donde se distribuyen), la información ambiental puede tener dimensión de mayor calado geográfico. En este caso, podrían establecerse **redes internacionales de estaciones-centinela** con participación de diferentes países que pudieran implicarse en el programa de vigilancia ambiental de las especies-objetivo seleccionadas para su monitorización.

No obstante, si las especies-objetivo son distintas, la información ambiental a una escala amplia también puede ser relevante. Por ejemplo, si aquéllas son sensibles al aumento de la temperatura, los efectos de ésta podrían dibujar un extenso mapa de progresivos cambios ecológicos al combinar los datos de estaciones-centinela muy alejadas geográficamente. Este enfoque sería especialmente útil para el seguimiento del Calentamiento Global.

El objetivo del método es, pues, controlar con precisión, de manera no invasiva y fiable, que las coberturas de las especies-objetivos sometidas a vigilancia no mengüen ni desaparezcan con el tiempo lo que, con independencia del seguimiento del Calentamiento Global, tendrá especial utilidad en la vigilancia ambiental de las Áreas Marinas Protegidas mediterráneas y zonas de amortiguación limítrofes de otras zonas costeras sometidas a fuerte presión antropogénica.

9.1 Ámbito geográfico experimental

La principal área geográfica de aplicación, tanto de la guía como de la metodología descrita, es el Mar Mediterráneo. Sin embargo, ya que dicha metodología ha sido experimentada en el Estrecho de Gibraltar, es igualmente posible usar la guía en las aguas Atlánticas cercanas al mismo.

9.2. Elección de especies-objetivo

Según se propone en publicaciones preliminares (García-Gómez, 2007, 2008) las especies-objetivo deben ser: 1) **sensibles** a cambios ambientales (estenoicas, de estrecha valencia ecológica); 2) **sésiles** (no pueden, pues, huir si las condiciones ambientales se deterioran); 3) de **moderado a gran tamaño** (visibles en inmersión e identificables en las fotografías: en cada cuadrícula, la suma de las coberturas de las especies-diana en el estado cero o inicial debe ser la mayor posible, **evitándose que sea inferior al 20%**, lo que también debe cumplirse si es una sola la especie-objetivo monitorizada); 4) **comunes o abundantes** en la zona; 5) preferentemente **perennes o de ciclo de vida largo**; y 6) preferentemente **macrófitos** de zonas umbrías o **animales bentónicos** pertenecientes a los taxones **Esponjas, Antozoos, Hidrozoos, Briozoos y Ascidiás**; de

ellos Esponjas, Antozoos y Ascidias ofrecen mejores prestaciones para la elección de especies-diana.

9.3. Elección de zonas litorales idóneas (estaciones-centinela)

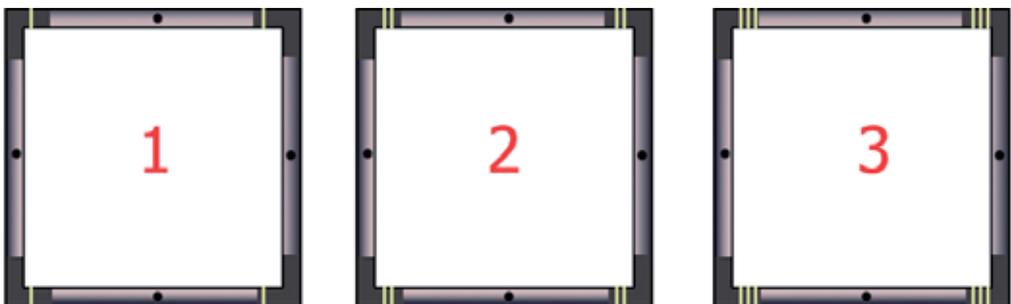
Las zonas litorales de emplazamiento de estaciones-centinela deben ser prístinas y de fondos rocosos o mixtos, de ubicación próxima a lugares antropizados (importancia para detección de impactos a escala local), o bien alejadas de éstos (importancia para detección de impactos a escala global, como el cambio climático) y de fácil localización (lo más próximas a la línea de costa). Las estaciones deben ubicarse preferentemente entre 20 y 35 metros de profundidad, en paredes verticales de al menos 4 metros de altura, con comunidades bentónicas estructuradas y maduras (potenciales *hot spots* de bioindicadores estenoicos o sensibles, donde la cobertura de las especies sésiles tiende a variar escasamente en el tiempo), entre las cuales debe identificarse al menos una especie objetivo

(colonial o individual). Para los clubs y centros de buceo deportivos será importante que los puntos de instalación de estaciones-centinela se elijan entre sus habituales zonas de inmersión, de manera que su participación en este tipo de iniciativas no les suponga un esfuerzo añadido.

De hecho, esta guía puede usarse no sólo en las Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo, sino en zonas fuera de las mismas, incluyendo las áreas del Estrecho de Gibraltar y aguas Atlánticas adyacentes.

9.4. Instalación de las cuadrículas permanentes de monitorización

- Las cuadrículas deben sumergirse previamente perforadas y pintadas según los requerimientos expresados más adelante (**fig. 17**).
- Se elige selectivamente una pared vertical conforme a las indicaciones expresadas en el **apartado 9.3**.



- Se decide el punto exacto de colocación de al menos tres cuadrículas de PVC de 1m x1m, dispuestas horizontalmente a una distancia máxima de 1 m entre ellas y al menos a 1 m del fondo para evitar perturbaciones originadas por el previsible levantamiento de sedimentos (incluso el derivado del aleteo de los buceadores), cada una de las cuales debe incluir **al menos una especie-objetivo, la cual ha de estar presente en todas las cuadrículas (en cada cuadrícula debe estar representada con al menos el 10% sobreestimado de la cobertura total)**. Si no estuvieran caracterizadas las especies-objetivo (ello abre una nueva línea de investigación para el futuro), se debe apostar por algunas especies que puedan ser “potenciales indicadores ambientales” (pertene-

cientes a los grupos taxonómicos mencionados en el **apartado 9.2**), pero que estén establecidas en comunidades de fondos rocosos bien estructurados y maduros (intrínsecamente frágiles a la antropización, por la potencial presencia de especies bioindicadoras estenoicas) según se especifica en el **apartado 9.2**, y pertenecientes a los taxones allí señalados. Si para el inicio de la serie fotográfica (estado cero) es necesaria una ratificación taxonómica en laboratorio, debe extraerse una pequeña muestra en zonas aledañas a las cuadrículas, pero nunca del interior de éstas.

- Para cada cuadrícula (perforada previamente con un agujero en el centro de cada lado) se taladran manualmente de dos a cuatro agujeros

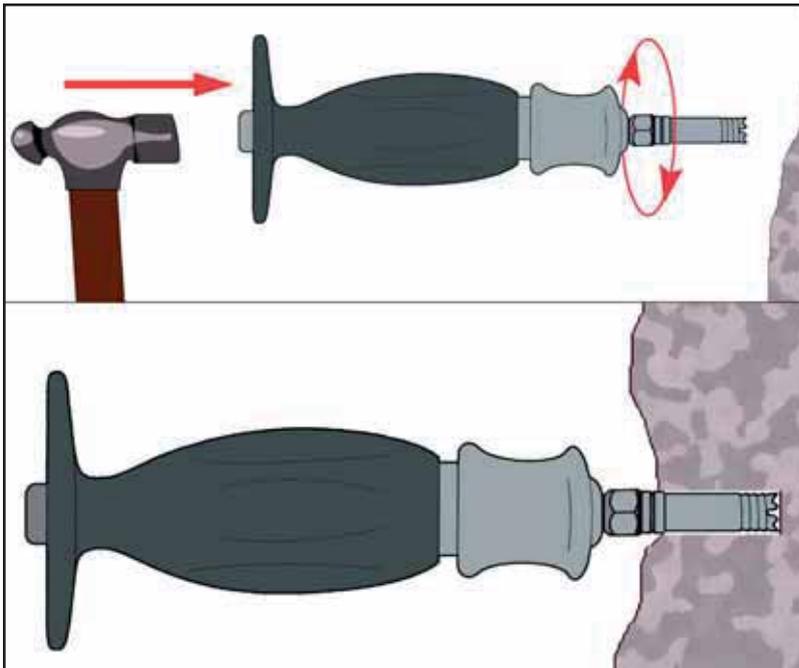


Fig.18

en la roca, con la ayuda de un burilador y un martillo tradicional (**fig. 18**), haciéndolos coincidir con los de cada cuadrícula. En ellos se insertarán gavillas metálicas graduables (**fig. 19**) y se afianzarán (para su mayor prevalencia en el tiempo) con cemento marino epoxi (Ivegor, Speed Blue, entre otros). Las cuadrículas se anclarán a la pared usando dichas gavillas y los agujeros que éstas poseen (**fig. 20, fot. 88**). Dado que la superficie del sustrato es usualmente irregular, con dos puntos de anclaje contrapuestos puede ser suficiente. Se evitará no ajustar excesivamente cada réplica a la roca, dejándose un espacio mínimo de unos 10 cm entre la cuadrícula y el sustrato rocoso, al objeto de permitir el paso de fauna vágil.

- Las cuadrículas serán señaladas próximas a cada vértice con una, dos o tres líneas pintadas (y protegidas con plástico transparente) bien visibles que permitan identificar su posición en el fondo, respecto a una serie de tres. Para una serie de tres, la cuadrícula 1 será la izquierda respecto a la posición del fotógrafo, la 2 la central y la 3 la de la derecha (**fig. 21**). Para tres series de tres (nueve cuadrículas de 1mx1m formando un macro-cuadrado), el procedimiento será similar para cada serie, siendo la serie 1 la más próxima al fondo y la 3 la más alejada de éste (**fig. 22**).
- Cada punto de instalación de una **serie horizontal de tres cuadrículas**

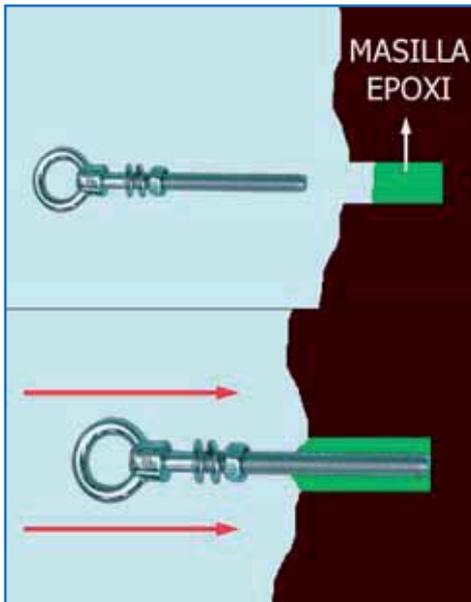


Fig. 19

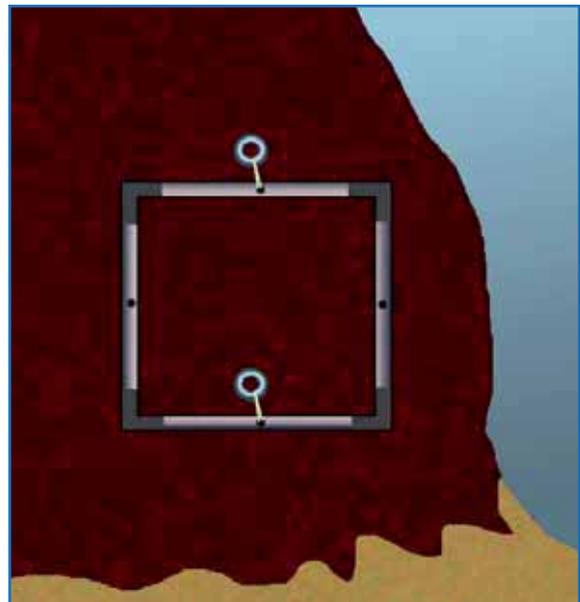


Fig. 20

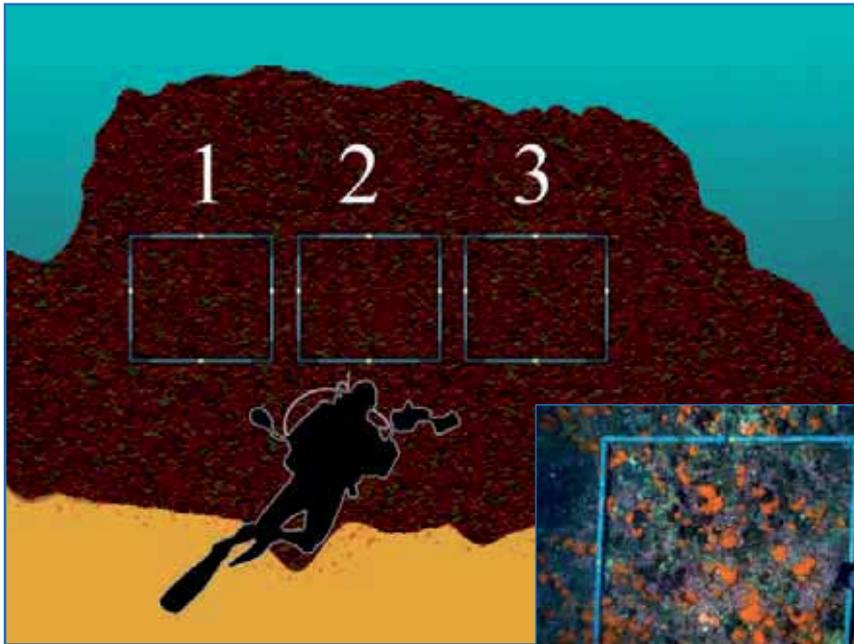
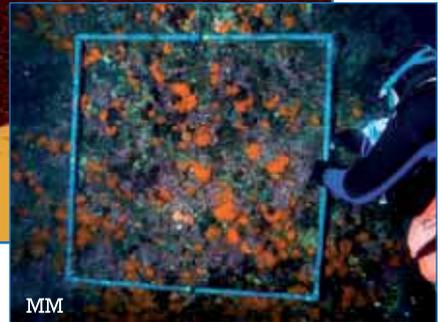


Fig. 21



Fot. 88

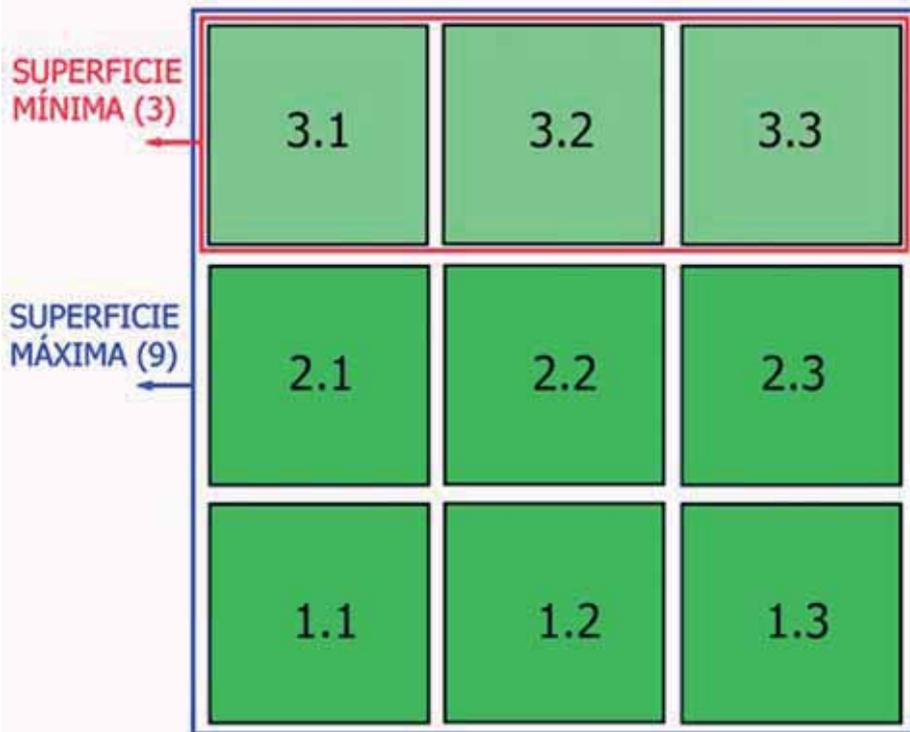
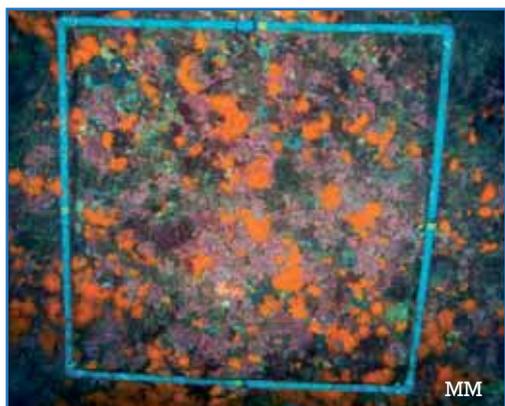


Fig. 22

culas será señalado por una pequeña boya sumergida (cabo de 1 metro máximo), que ayudará a facilitar la localización de la estación en inmersión y que, a largo plazo, resultará útil para restaurar réplicas que pudieran ser accidentalmente arrancadas por procedimientos mecánicos, al permitir la inmediata localización de los puntos de perforación en roca sobre los cuales habrán de reinstalarse las cuadrículas dañadas. La boya portará una etiqueta identificativa de la estación-sub, con información bien visible del programa y direcciones de contacto, en la que se persuadirá a buceadores ajenos al programa a que respeten las cuadrículas e invitándo-

les a comunicar a la dirección de contacto que figure en la etiqueta si advierten alguna incidencia (como posible reparación de las estructuras).

- El mantenimiento de las réplicas se limitará a la revisión de las marcas que indican el número de cuadrícula y a la restauración de cualquier daño accidental que provoque su deterioro. Con el tiempo, las cuadrículas se integrarán en el ecosistema debido al recubrimiento biológico, pero serán operativas a efectos fotográficos y de análisis de sus contenidos, como se aprecia al comparar las **fotografías 89 y 90**.



Fot. 89



Fot. 90

9.5 Señalización y coordenadas GPS de estaciones-centinela

Una vez instaladas las cuadrículas, si no es posible o conveniente su balizamiento con boya autorizada, se registrarán las coordenadas geográficas del punto Mediante GPS (preferiblemente, GPS diferencial de posición submétrica). En ausencia de balizamiento, el acceso a las cuadrículas se realizará mediante la técnica del cordel vertical manejado por dos buceadores (en superficie y en el fondo) explicada en la **figura 23** (de esta forma se corrigen posibles errores de precisión del GPS). De esta información debe guardarse copia de seguridad y trasladarse al centro de coordinación de la red de vigilancia ambiental a la que geográficamente se adscriba el club o centro responsable de la estación-sub.

9.6 Obtención de imágenes submarinas a partir de un estado cero o inicial

- *Material fotográfico.* Aunque los equipos de alta calidad fotográfica (cámaras semiprofesionales o profesionales Nikon o Canon con flashes externos de sincronización interna) son siempre más recomendables (especialmente los de formato completo), el uso de cámaras digitales compactas (con sus carcasas estancas correspondientes) puede ser suficiente para el seguimiento (lo que es importante para conseguir una mayor acogida de nuestra propuesta en los clubs y centros de buceo), aunque se recomienda el acoplamiento de al menos un flash externo lateral, para evitar la iluminación frontal estándar de este tipo de cámaras y, por tanto, el reflejo indeseable

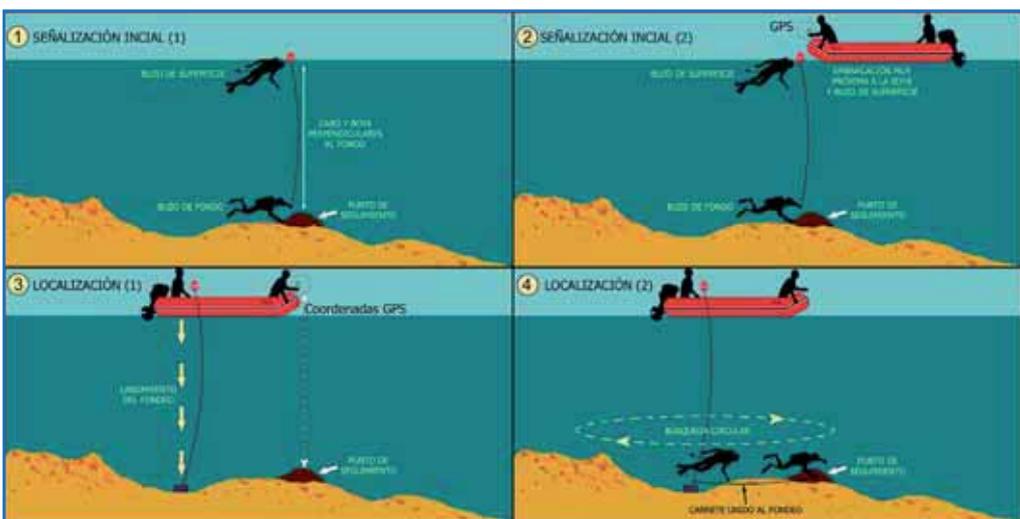


Fig. 23

de partículas en suspensión. Entre las segundas por su buena relación calidad-precio pueden ser útiles los packs (cámara y caja estanca) Olympus (TG-1, TG-2 o TG-3 y carcasas específicas; TG-820 y carcasa PT-052; XZ-1 y carcasa PT-050; TG-310 y carcasa Ikelite específica), Canon (G1X y carcasa WP-DC44 o carcasa Ikelite específica; S100 y carcasa WP-DC43 o carcasas Ikelite, FIX o Patima para S100) o Sony (DSC RX100 y carcasa Patima específica) y entre los flashes externos acoplables, diferentes modelos Inon (Epoque 230, Z-240, D-2000, S-2000). Para ser procesadas adecuadamente, las imágenes deben tener la mayor resolución posible, recomendándose un mínimo de 3MB. La captación de imágenes mediante vídeo digital también es posible, siempre que el manejo de imágenes fijas, obtenidas de aquél, tengan la conveniente resolución.

- *Procedimiento.* Se tomará 1 foto de cada cuadrícula de 1x1m (más 1 foto de seguridad, en previsión de posibles desenfoques no advertidos en inmersión) de forma que se capte íntegramente el marco entero. Para cada uno de los 4 cuadrantes de cada una de las tres cuadrículas de 1x1 m, se tomará 1 foto “macro” (más 1 foto de seguridad), de forma que el borde de la réplica siempre se capte en la imagen (para identificar durante el análisis de las cuatro imágenes “macro” la réplica grande a la que corresponden y cada una de las cuatro esquinas de ésta) (**fig. 24**). Son, pues, 5 fotos por cuadrí-

cula (+ 5 fotos de seguridad), que suman 15 (+ 15 de seguridad) para la serie mínima de 3 cuadrículas de 1x1 m. El estado cero o inicial debe levantarse en el periodo del año de máxima estabilidad meteorológica, razón por la que, para el Mediterráneo Occidental, recomendamos verano como estación más adecuada para ello.

- *Precauciones.* Los buceadores deben extremar el cuidado cuando se aproximen a las cuadrículas, al objeto de evitar cualquier roce indeseable con la biota sésil o levantar sedimento que la perjudique.

9.7. Periodicidad de la obtención de imágenes submarinas. Hacia series temporales largas

Para la implementación del método de monitorización ambiental-sub que se propone, en las Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo y zonas próximas, se recomienda una serie fotográfica cada período estacional (cuatro series por año), si bien la periodicidad de la toma de imágenes puede quedar muy abierta y estrecharse o dilatarse en el tiempo, dependiendo del grado de implicación que deseen adoptar centros científicos y deportivos. La creación formal de una red de vigilancia ambiental subacuática sí podrá proponer una periodicidad mínima que pueda ser común a los efectos de facilitar comparaciones entre estaciones alejadas,

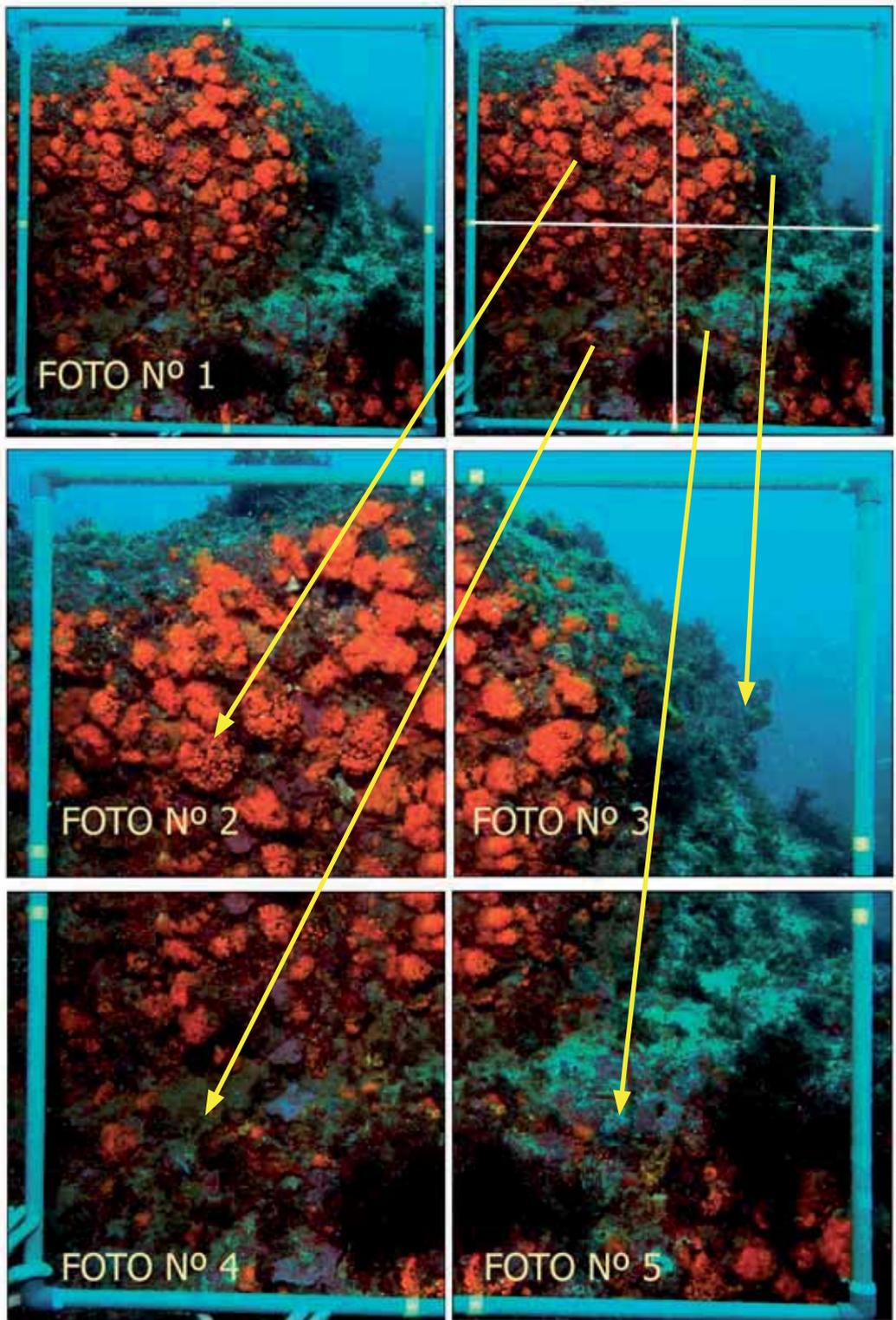


Fig. 24

las cuales permitan detectar cambios en el sistema en una escala geográfica amplia.

Para entidades científicas, técnicas ambientales o de buceo deportivo que reintegren en el plan de vigilancia ambiental-sub SBFQ, series cortas o largas en el tiempo aportarán siempre valiosa información, pues el estado cero permitirá apreciar, si los hubiere, cambios relevantes en el sistema bentónico.

9.8. Depósito de las series fotográficas en centros de coordinación de las redes de vigilancia ambiental donde queden integradas las estaciones-centinela. Hacia la creación de bancos de imágenes de monitorización ambiental subacuática.

Los clubes/centros de buceo que participen en la red de vigilancia donde sean integrados, deberán facilitar online las series fotográficas tomadas periódicamente al centro de coordinación y recepción de imágenes de aquélla, para un ulterior análisis por expertos, si bien es deseable que los buceadores deportivos puedan implicarse en una primera valoración, con-

virtiendo a la herramienta en altamente participativa.

Las redes de vigilancia ambiental no sólo integrarán toda la información generando copias de seguridad que puedan consultarse en el futuro para análisis directos o transversales, sino que deben contar con investigadores especializados implicados en su procesamiento y diagnóstico.

9.9 Análisis de las imágenes submarinas para identificación de cambios en el sistema

Aunque una simple comparación de las fotografías (del “antes”, el “durante” y el “después”) puede permitir detectar cambios importantes en las coberturas de las especies-diana pre-seleccionadas, el establecimiento de umbrales de diferentes grados de afección, puede ayudar a percibir, de manera rápida si se han producido o no alteraciones apreciables en el bentos.

Se fija la siguiente escala, que debe aplicarse al menos a una especie-diana: 1) **Pérdida de menos de 25% de cobertura**, el sistema sigue una evolución normal, sin afección aparente a nivel de efectos letales (efectos subletales no son detectados por el método, salvo que puedan ofrecer señales fenotípicas de estrés o enfermedad, como sucede con las man-

chas que aparecen en ciertas especies de esponjas, por ataque de cianobacterias); 2) **Pérdida de entre 25 y 50% de cobertura**, señal de alerta naranja (estimulará a los buceadores a confirmar la tendencia regresiva); y 3) **Pérdida de más de 50% de cobertura**, señal de alerta roja (se comunicará al centro de coordinación de la red de vigilancia ambiental a la que geográficamente pertenezcan y si ésta no estuviera establecida, a la Autoridad Ambiental Competente o al centro de investigación en quien ésta delegue, para su diagnóstico e intervención si procediera).

A un nivel estrictamente científico, lo adecuado es realizar análisis estadísticos de “medidas repetidas” (Mauchly, 1940; Geisser y Greenhouse, 1958; Greenhouse y Geisser, 1959; Lanyon y Marsh, 1995) los cuales pueden revelar si existen o no diferencias significativas entre las coberturas comparadas en el tiempo, dentro de las mismas cuadrículas fijadas al sustrato (son permanentes).

El análisis estadístico de las imágenes obtenidas en el tiempo sobre las mismas cuadrículas, se centra en la medición sobreestimada de cambios de cobertura de especies-objetivo que cumplan lo expresado en el **apartado 9.2**. Se puede efectuar con programas informáticos sencillos como Adobe Photoshop Elements, según la metodología ya expuesta en este trabajo. Como la matriz de cuadrículas que se superpone a cada

imagen, mide exactamente presencia-ausencia de la especie-objetivo en cada subcuadrícula de la trama, se computa el 100% de presencia para cada píxel aunque ésta sea parcial. El sistema, que siempre sobreestima la cobertura real de cada especie-objetivo, es muy sencillo de aplicar y eficiente como sistema de alerta ambiental, evitando la problemática de la medición precisa del parámetro teniendo en consideración superficies y volúmenes de las especies y si éstas son o no arborescentes (de porte erecto).

9.10. Síntesis del procedimiento y perspectivas de futuro: análisis de imágenes en la web, diagnóstico ambiental y coordinación

En la **figura 25** se resume el procedimiento de actuación a partir de la toma de las primeras imágenes submarinas en **al menos tres cuadrículas (ver 9.4)** de cada estación-centinela durante la **fase cero cero o inicial (t_0)**. Ello permitirá: A) comparaciones de coberturas de especies-diana a intervalos cortos de tiempo (t_1 con t_0 , t_3 con t_2 ... t_n con t_{n-1} ; pocos meses de diferencia), método útil para evaluar impactos o perturbaciones que puedan acontecer a escala local y también para un futuro

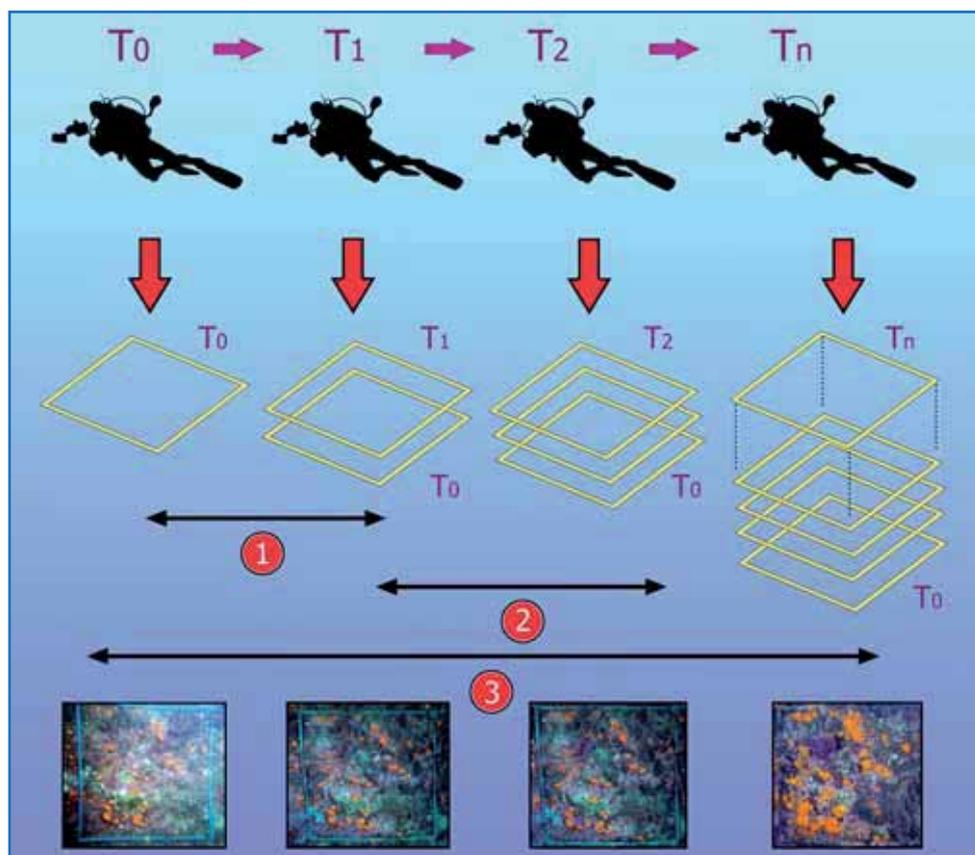


Fig. 25

control ambiental **BACI** (“**B**efore **A**fter **C**ontrol **I**mpact”); y B) comparaciones a largo plazo (t_n con t_0 ; varios años de diferencia), que informarán sobre otras posibles afecciones no perceptibles a corto-medio plazo, como las relacionadas con la progresiva elevación de la temperatura (Calentamiento Global), si bien también podrían alertar sobre perturbaciones antropogénicas a escala local siempre que fueran de “baja intensidad” pero continuadas en el tiempo.

En la **figura 26** se propone la elaboración de una página web que debe

tener rutas específicas para cuyo acceso habrán de registrarse los buceadores implicados en el control de estaciones-centinela. Una aplicación específica debe permitir comparar, de forma rápida y sencilla, las coberturas de las especies-diana en las cuadrículas permanentes. Los colores de un semáforo ilustrarán sobre el estado ambiental de la situación: **verde**, normalidad ambiental; **naranja**, disminución no esperable de la cobertura de al menos una especie-objetivo (pérdida de entre un 25% y un 50% de cobertura promedio); y **rojo**, regresión patente de al menos una

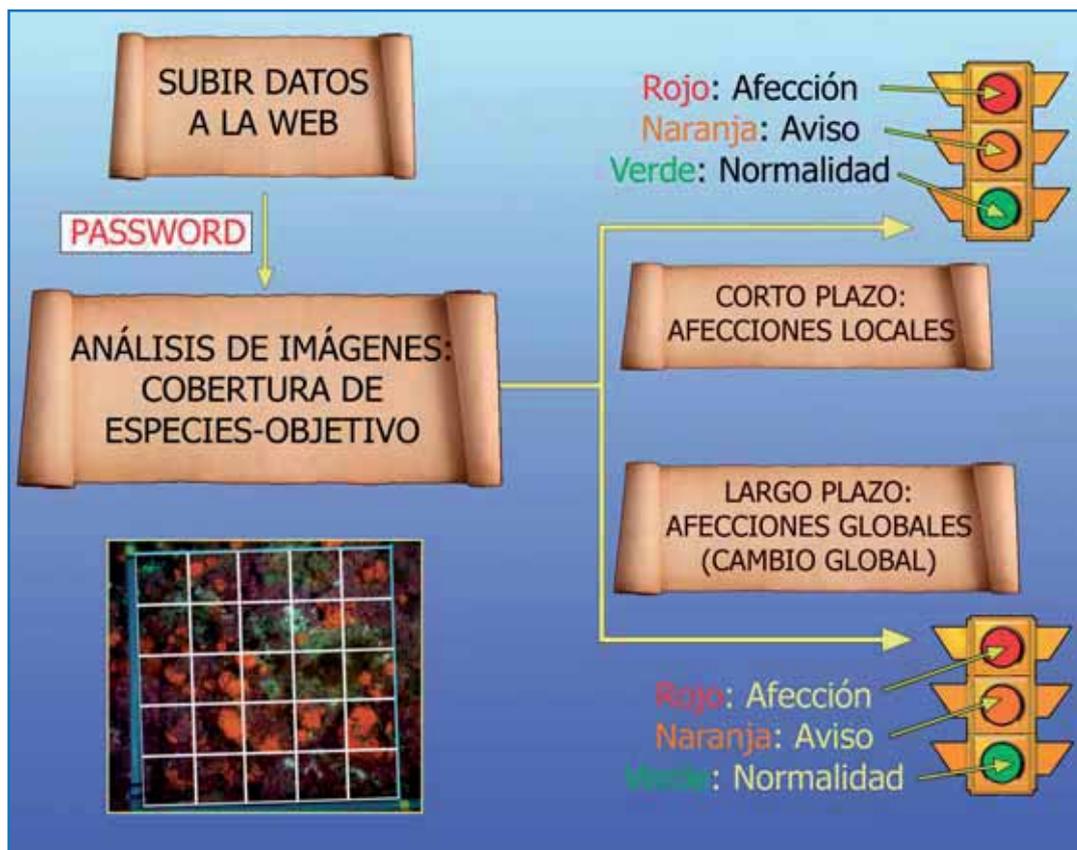


Fig. 26

especie-diana de las monitorizadas (pérdida de más de un 50% de su cobertura promedio). Al respecto, la empresa de gestión informática IT-3Cloud, en estrecha colaboración con el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, ha elaborado un software, actualmente en fase de experimentación, para las especies-diana *Astroides calycularis* y *Paramuricea clavata*, el cual permitirá comparar las coberturas de éstas en las cuadrículas permanentes, así como expresar los resultados, de manera inmediata y gráfica, a través de las luces del semáforo antes señala-

do. Este software se podrá adaptar a otras especies-objetivo que cumplan sus exigencias de contorno y coloración, así como adaptarse a la normalidad o no de sus valores de cobertura, según se vaya obteniendo nueva información ecológica y ambiental sobre las mismas especies-diana en diferentes zonas geográficas (**redes de estaciones-centinela**), lo que permitirá con el tiempo perfeccionar su capacidad diagnóstica.

Desde el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, en estrecha colaboración con la Con-

sejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT) de la Junta de Andalucía, el RAC/SPA y el MedPAN se pretende, a través de la referida página web y de los enlaces que correspondan, coordinar las actuaciones de monitorización subacuática llevadas a cabo por los participantes en el programa. La finalidad es que, en el futuro, pueda implementarse la herramienta aquí presentada en el marco de una macro-red mediterránea (y de áreas atlánticas próximas) de control y vigilancia ambiental de especies-objetivo en estaciones-centinela subacuáticas, asociada a AMPs y zonas aledañas.

9.11. Análisis de la biota acompañante (opcional) (SÓLO RECOMENDABLE PARA EXPERTOS)

El establecimiento de redes organizadas de vigilancia ambiental submarinas, debe aspirar a la creación de una gran base de datos, susceptible de ser permanentemente actualizada con nueva información, la cual pueda ser libremente consultada por la comunidad científica. Ello permitirá la comparación transversal de toda la información disponible y por cualquier científico acreditado y, además, trabajar las imágenes a un nivel de zoom que permita rescatar potente información de biota acompañante de las “especies-objetivo”, pues esta permitirá con el tiempo

que la información monitorizada sea más robusta, extensa y útil, pudiéndose identificar nuevas especies sensibles que por tener menor tamaño o no ser inicialmente designadas como especies-diana, puedan reportar una información igual o mayor que éstas.

9.12. Experiencia-piloto del protocolo SBPQ con centros de buceo del estrecho de Gibraltar y áreas atlánticas próximas

El protocolo metodológico antes expuesto, con la finalidad de explorar sus fortalezas y debilidades con el transcurrir del tiempo, se ha iniciado experimentalmente, bajo el impulso del proyecto europeo MedPAN-North, en enero de 2013, con la participación voluntaria de centros y clubs de buceo del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas (**foto 91, figs. 27 y 28**). Esta iniciativa pretende ser extendida a todo el litoral atlántico-mediterráneo de Andalucía (sur de la Península Ibérica), no sólo para detectar cambios anormales de carácter local (especialmente en zonas sensibles de AMPs y aledaños en el Mediterráneo) sino para vigilar cambios anormales que pudieran producirse en el futuro en el gradiente Atlántico-Mediterráneo (series largas), especialmente relacionados con el calentamiento glo-

bal. Las dos especies-objetivo seleccionadas, entre varias acompañantes que también son sensibles, son los antozoos *Astroides calycularis* y *Paramuricea clavata*, ambas abundantes en las costas del estrecho de Gibraltar y áreas próximas. En cualquier caso, es siempre deseable la expansión del seguimiento ambiental a la totalidad de la cuenca mediterránea, tanto dentro como fuera de las AMPs y zonas circundantes.

Los clubes/centros de buceo que participan en la experiencia son: Club Universitario de Actividades Subacuáticas de Sevilla (CUASS), Club de Buceo Campo de Gibraltar (La Línea), Real Club Náutico de la Línea (Sección Buceo), Club de Buceo El Estrecho (Algeciras), Caetaria (Algeciras), CIES Algeciras, CIES-SUB Tarifa, Scorpora (Tarifa), Nature Explorer (Barbate), Club Náutico URTA de Rota (Sección

Buceo) y Ocean Addicts (Conil de la Frontera). Los buceadores implicados son mencionados explícitamente en el anexo de esta obra y, con su colaboración, se estudia la creación de “secciones de buceo ambiental” en sus respectivos clubes.

Además, está prevista la instalación de varias estaciones-centinela en zonas atlánticas próximas a la desembocadura del río Guadalquivir, con la finalidad de estudiar la evolución de especies indicadoras bentónicas en función de su tolerancia a procesos extremos de turbidez y de sedimentación relacionados con la fuerte descarga de sólidos en suspensión del mencionado río en época de fuertes lluvias. Son las únicas estaciones-centinela que, para recabar información de contraste, se instalarán en sistemas bentónicos intrínsecamente fluctuantes.



Fot. 91

**BUCEO AMBIENTAL Y ESTACIONES-CENTINELA
PARA EL SEGUIMIENTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y
LA DETECCIÓN DE IMPACTOS EN LA ZONA LITORAL**



Club Universitario de
Actividades Subacuáticas
de Sevilla (CUASS)

CIES-SUB Algeciras

CIES-SUB Tarifa

Club de Buceo Caetaria

Club de Buceo Campo Gibraltar

Club de Buceo El Estrecho

Club de Buceo Nature Explorer

Club de Buceo Scorpura

Club Náutico Urta, Sección de Buceo

Real Club Náutico de La Línea

Fig. 27



Fig. 28

10

ESPECIES BENTÓNICAS
(SÉSTILES) TOLERANTES
O EURIOICAS



A diver in a black and pink wetsuit and mask, holding a yellow light, examining a field of macroalgae underwater. The diver is wearing a black wetsuit with pink accents on the sleeves and a pink and black diving mask with a yellow light attached. The diver is holding a yellow light that illuminates the surrounding macroalgae. The background is a dark blue underwater environment with some fish visible in the distance.

MACROALGAS

10.1. *Codium bursa* (Olivi) C. Agardh, 1817



Fot. 94

Filo: Chlorophyta
Clase: Ulvophyceae
Orden: Bryopsidales
Familia: Codiaceae
Género: *Codium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un alga con forma de globo y su diámetro oscila entre 5 y 40 cm. De color verde oscuro, su consistencia es esponjosa elástica. Por dentro es hueca, de ahí que los ejemplares más desarrollados puedan presentar la parte central hundida.

Hábitat

Suele estar en fondos rocosos con poca inclinación y bien iluminados, donde crece en forma aislada o en grupo. Se encuentra desde 1 m de profundidad hasta 45 m. No obstante, ha sido citada a 90 m.

Distribución

En el Atlántico oriental desde Irlanda hasta las Islas Canarias. Presente en todo el Mediterráneo incluyendo el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Esta especie es de amplia valencia ecológica y, por tanto, tolerante a los cambios ambientales (García-Gómez, 2007).

Gracias a su estrategia de crecimiento y a sus características morfológicas, *Codium bursa* es una especie paradigmática de la tolerancia frente a

condiciones de estrés (Vidondo y Duarte, 1995), e incluso a pesar de sus aparentes desventajas, posee un elevado éxito ecológico y competitivo (Geertz-Hansen *et al.*, 1994). Es una especie que ha sido incluida dentro del grupo ecológico de oportunistas y asociados a ambientes con algún grado de degradación (Orlando-Bonaca y Lipej, 2009; Bermejo *et al.*, 2012), siendo frecuente hallarla en zonas donde únicamente existen especies tolerantes a la contaminación (Parlakay *et al.*, 2005).

Sin embargo, en sistemas de alta calidad ambiental (**fots. 94 y 95**), pueden contribuir a detectar cambios negativos en el mismo, provocados por un exceso de sedimentación (por ejemplo, proveniente del “overflow” de un dragado próximo), pues el sedimento anormalmente depositado permite una atípica epibiosis de otras macroalgas, como la apreciada en la **fotografía 65 (apartado 8.9)**. Aunque esta especie soporta cierto recubrimiento de sedimentos (**fot. 96**), una sedimentación excesiva si no es posteriormente lavada (por las corrientes o efectos del oleaje) puede conllevar la muerte de los ejemplares afectados (**fot. 97**).



Fot. 95



Fot. 96



Fot. 97

10.2. *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje, 1829



Fot. 98

Filo: Chlorophyta
Clase: Ulvophyceae
Orden: Bryopsidales
Familia: Codiaceae
Género: *Codium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un alga de color verde oscuro. Presenta un eje cilíndrico que se ramifica dicotómicamente. Esta ramificación es muy frecuente y poco regular. Las ramas laterales son cortas. Se une al sustrato por un disco basal aplanado, ensanchado y en forma de costra. Tiene una consistencia esponjosa-elástica y la superficie está cubierta de pelos delicados que le dan aspecto lanoso. (Fots. 98 y 99)

Hábitat

Está presente durante todo el año. Se asienta sobre fondos rocosos, desde los 3 a los 50 m.

Distribución

En el Atlántico oriental desde Escandinavia hasta Marruecos. Presente en todo el Mediterráneo, con inclusión del Estrecho de Gibraltar. También en el Mar Negro.

Sensibilidad ambiental

Esta especie ha sido observada en ambientes portuarios de baja calidad ambiental (observación personal). No es aconsejable pues, su uso como indicador de buenas condiciones ecológicas.



JCGG

10.3. *Ulva compressa* Linnaeus, 1753



Fot. 100

Filo: Chlorophyta
Clase: Ulvophyceae
Orden: Ulvales
Familia: Ulvaceae
Género: *Ulva*
Nombre común: no tiene

Descripción

Su color es verde oscuro. Conforman tubos aplanados, los cuales pueden presentar ramificaciones que también son aplanadas. Éstas se ensanchan desde la base hasta el ápice. Tiene una longitud de entre 5 y 40 cm y hasta 2 cm de ancho. Es una especie anual pero más abundante en primavera e invierno. (Fots. 100 y 101).

Hábitat

Crece en fondos rocosos y arenosos con escasa inclinación y sobre todo en zonas donde el agua está agitada. Frecuente en aguas salobres. Se halla desde la zona influida por la marea hasta 10-15 m (fot. 102).

Distribución

Cosmopolita.

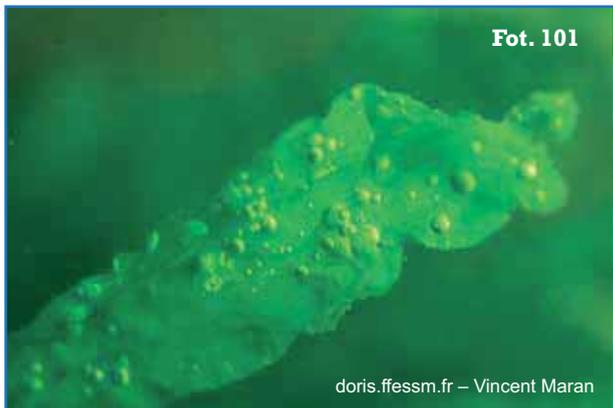
Sensibilidad ambiental

Posee un alto grado de tolerancia frente a las condiciones de contaminación orgánica y eutrofización (Yüsek *et al.*, 2006; Scanlan *et al.*, 2007). Puede exhibirse como especie oportunista (Orlando-Bonaca *et al.*, 2008) y también como dominante (López-Gappa *et al.*, 1990; Pinedo *et al.*, 2007).

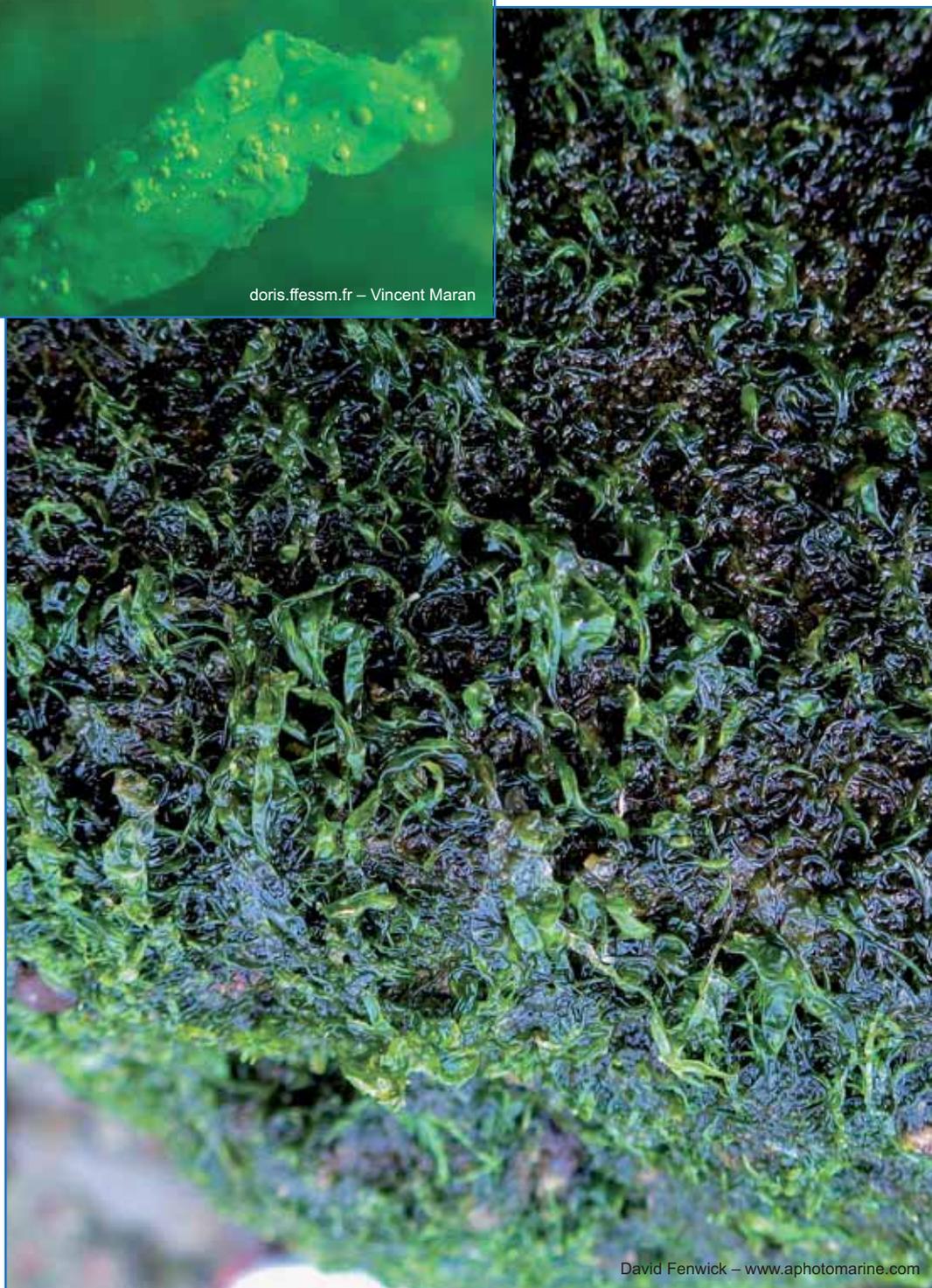
Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Enteromorpha compressa*.

Fot. 101



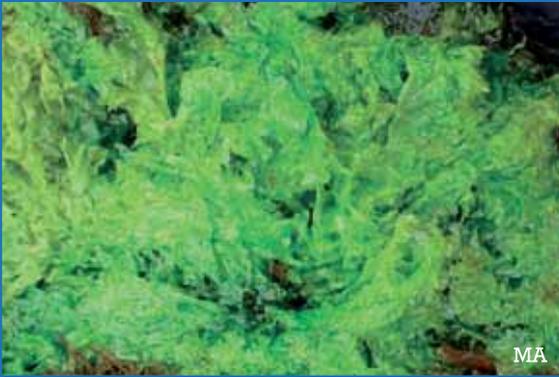
doris.ffesm.fr – Vincent Maran



David Fenwick – www.aphotomarine.com

Fot. 102

10.4. *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753



Fot. 103

Filo: Chlorophyta
Clase: Ulvophyceae
Orden: Ulvales
Familia: Ulvaceae
Género: *Ulva*
Nombre común: lechuga de mar

Descripción

El talo está constituido por expansiones aplanadas y finas de hasta 1 m de largo y 20 cm de ancho, de color verde claro a oscuro. Algunas partes son estrechas con el borde rizado y otras ensanchadas, con frecuencia perforadas. Se une al sustrato por un disco de sujeción pequeño. (**Fot. 103**).

Hábitat

Suele aparecer sobre rocas y otras algas. Se distribuye desde los niveles superiores del litoral hasta 10 m (**fot. 104**).

Distribución

Cosmopolita aunque escasa en el Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Ulva lactuca, al igual que otras especies del género *Ulva*, es una especie resistente a las condiciones de contaminación y perturbación asociadas a eventos de eutrofización y contaminación orgánica (Golubic, 1970; Pinedo *et al.*, 2007; Scanlan *et al.*, 2007). En diferentes estudios y metodologías asociadas a la Directiva Marco de Aguas Europea, *U. lactuca* es considerada como especie oportunista y con un bajo nivel de sensibilidad ambiental (Ballesteros *et al.*, 2007; Wells *et al.*, 2007).

Información adicional

Se utiliza como alimento, fertilizante en agricultura y también en cosmética.

Dada la gran similitud de esta especie con *Ulva australis*, la cual ha sido citada en la península Ibérica (Altamirano, comunicación personal), es conveniente examinar con detalle los ejemplares detectados si se requiere de una identificación fina, a nivel de especie.



JCGG

10.5. *Ulva rigida* C. Agardh, 1823



Fot. 105

Filo: Chlorophyta
Clase: Ulvophyceae
Orden: Ulvales
Familia: Ulvaceae
Género: *Ulva*
Nombre común: no tiene

Descripción

Su color varía entre verde oscuro y verde claro. Su talo puede alcanzar entre 5 y 30 cm, aunque puede superar los 100 cm en algunas zonas. Está formado por una lámina foliácea más o menos contorneada y cartilaginosa, bastante rígida; en los márgenes inferiores suele presentar dientes microscópicos. Se une al sustrato por un pedúnculo muy corto o casi inexistente. Especie perenne, pero más abundante en invierno y primavera. (Fot. 105).

Hábitat

Suele asentarse sobre fondos rocosos batidos. Común en puertos y lagunas litorales donde adquiere vida libre. Se encuentra desde los niveles superiores del litoral hasta 15-20 m (fots. 106 y 107).

Distribución

En el Atlántico oriental desde Escandinavia e Islandia hasta las Islas Canarias. También en el Atlántico occidental, Mar Mediterráneo, Mar Negro y Océano Pacífico.

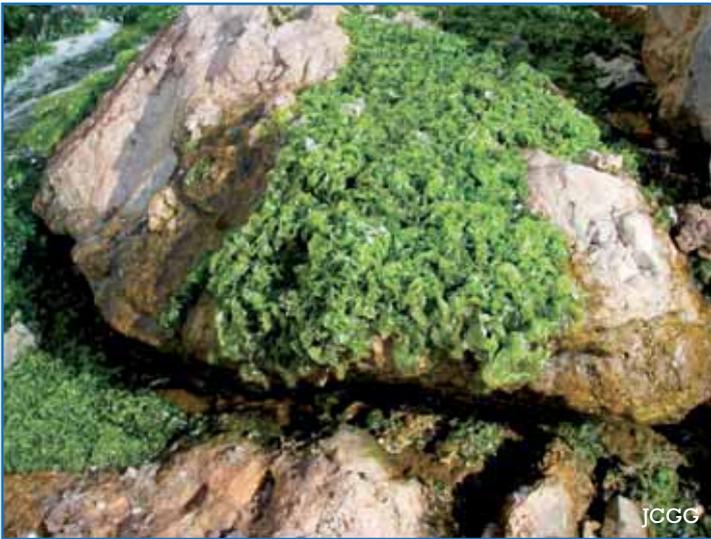
Sensibilidad ambiental

Especie comúnmente citada como oportunista (Orlando-Bonaca *et al.*, 2008; Sfriso y Facca, 2011; García-Sánchez *et al.*, 2012) que suele dominar en áreas

con presencia de contaminación orgánica (Sfriso *et al.*, 2001), eutrofización (Scanlan *et al.*, 2007) y anoxia, incluso para niveles altos de los citados parámetros de perturbación (Munda, 1993).

Información adicional

Esta especie soporta la contaminación y el estrés ambiental y cuando está presente en las comunidades de *Cystoseira mediterranea* o *Lithophyllum lichenoides* indica que existe cierta tensión ambiental que puede preludiar una primera etapa de regresión ambiental.



Fot. 106



Fot. 107

10.6. *Asparagopsis armata* Harvey, 1855



Fot. 108

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Bonnemaisoniales
Familia: Bonnemaisoniaceae
Género: *Asparagopsis*
Nombre común: no tiene

Descripción

Por su forma recuerda un espárrago y puede alcanzar los 30 cm de altura. Los ejes principales son cilíndricos y la ramificación es irregular, sobre la superficie de estos ejes parten unos penachos piramidales de ramitas laterales finas. Además, existen otras ramas laterales de unos 3 cm de largo que tienen forma de arpón. Es de color rojo claro a púrpura pálido y su contorno global es piramidal. Es una especie anual. (Fots. 108 y 109).

Hábitat

Se establece en zonas iluminadas de fondos rocosos someros. Frecuentemente se asienta sobre otras especies de algas. Se dispone por debajo de la línea de marea, generalmente hasta 3-5 metros de profundidad.

Distribución

Especie invasora, proveniente de Australia y Nueva Zelanda, la cual colonizó el Mediterráneo en 1925. También se encuentra en el Estrecho de Gibraltar y en el Atlántico oriental desde las Islas Británicas a Marruecos.

Sensibilidad ambiental

En el Mediterráneo se ha instalado con pleno éxito en un rango espacial definido, y vive perfectamente integrada en la comunidad de algas fotófilas

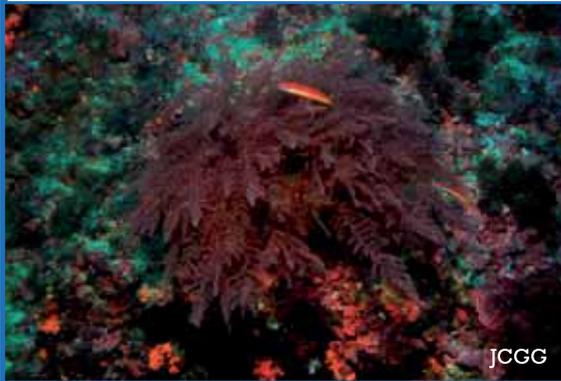
desde mediados de la segunda década del siglo XX (Horridge, 1951; Pacios *et al.*, 2011). Aunque aporta poco al ecosistema (apenas es comestible y los peces no pueden digerirla) no es dañina como la también especie invasora *Caulerpa taxifolia*, de ahí que no exista una razón de peso para excluirla de la filosofía de la presente obra. Su principal rasgo negativo lo constituye su elevado carácter invasivo (Klein *et al.*, 2005), pudiendo incluso desplazar a otras especies autóctonas menos competitivas (Boudouresque y Verlaque, 2002; Klein y Verlaque, 2009).



JCGG

Fot. 109

10.7. *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845



Fot. 110

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Bonnemaisoniales
Familia: Bonnemaisoniaceae
Género: *Asparagopsis*
Nombre común: no tiene

Descripción

De morfología y coloración similar a *Asparagopsis armata*. Posee un talo de 10 a 30 cm que consta de un eje principal rematado por un penacho piramidal y con ramificaciones radiales e irregulares a partir del primer tercio basal, también en forma de penachos piramidales. Se diferencia de *A. armata* por la ausencia de las râmulas en forma de arpones. Su color varía de rojo oscuro a púrpura pálido. Especie anual. (Fot. 110).

Hábitat

Prefiere fondos rocosos con buena iluminación (fots. 111 y 112). Generalmente se la halla por debajo de la línea de marea, hasta los 20 metros de profundidad en la zona del Estrecho de Gibraltar.

Distribución

Especie invasora cosmopolita, de zonas tropicales y subtropicales. Su penetración al Mediterráneo se produjo a través del Canal de Suez, aunque también se ha considerado su entrada desde el Atlántico.



Fot. 111

Sensibilidad ambiental

Asparagopsis taxiformis, considerada como altamente invasiva (Altamirano *et al.*, 2008; Tsiamis *et al.*, 2013), es capaz de tolerar situaciones de moderada contaminación y carga orgánica (Titlyanov y Titlyanova, 2013).

Información adicional

Es una especie que exhibe una elevada capacidad antimicrobiana (González del Val *et al.*, 2001; Manilal *et al.*, 2009) y «antifouling» (Manilal *et al.*, 2010), lo que la convierte en una excelente competidora.



Fot. 112

10.8. *Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützing, 1843



Fot. 113

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gigartinales
Familia: Caulacanthaceae
Género: *Caulacanthus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un alga de color rojo pardo a pardo oliva. Alcanza entre 1 y 2 cm de alto y se caracteriza por formar céspedes densos, enmarañados, cartilagosos y filamentosos (**fots. 113 y 114**). Está constituida por un eje segmentado que atraviesa el césped del que surgen muchas ramas laterales de entre 0.2 y 0.4 mm de ancho.

Hábitat

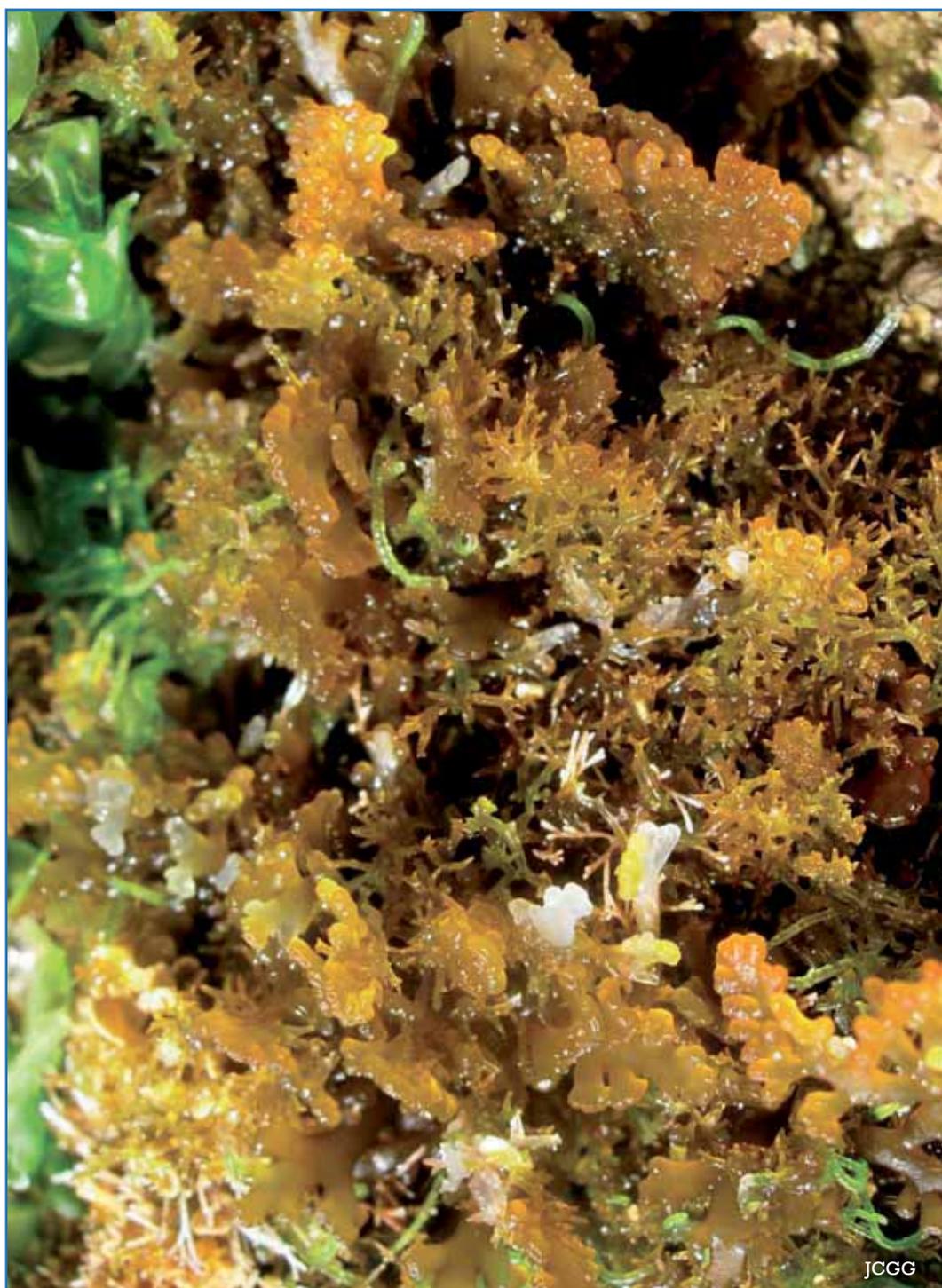
Se encuentra sobre rocas y piedras grandes y también sobre las partes basales del alga *Cystoseira*. Especie típicamente intermareal.

Distribución

Mediterráneo y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Caulacanthus ustulatus tiene un grado medio de tolerancia ante condiciones de perturbación (Bard, 1998) y es habitual encontrarla como oportunista en áreas no excesivamente contaminadas (Sfriso y Facca, 2011). Sin embargo, también se la ha localizado en zonas con altos niveles de contaminación o degradación (Díez *et al.*, 2009, 2013).



JCGG

Fot. 114

10.9. *Ellisolandia elongata* (J. Ellis y Solander) K. R. Hind y G. W. Saunders, 2013



Fot. 115

Descripción

Alga erecta, con ramificación pinnada y ejes ramificados, articulados y calcificados. De color rosado violáceo o gris violáceo, forma recubrimientos muy espesos y resistentes al embate del oleaje (**fol. 115**). Es muy similar a *Corallina officinalis*, pero se diferencia de ésta por poseer artículos (artejos) con alas, aplanados (**fol. 116**).

Hábitat

Vive sobre sustrato rocoso, en el mediolitoral inferior y primeros niveles infralitorales, pudiendo quedar en emersión. En las pozas o cubetas mediolitorales es frecuente.

Distribución

Mediterráneo, Mar Negro, Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar. Atlántico nordeste, desde las Islas Británicas hasta Mauritania.

Sensibilidad ambiental

Pese a la apariencia vigorosa de la especie,



Fot. 116

aunque prefiere aguas limpias y batidas (**fot. 115**), también resiste situaciones ambientales precarias (Gorostiaga *et al.*, 2004; García-Gómez, 2007), incluso sometidas a contaminación orgánica y donde la tasa de sedimentación puede ser alta (Díez *et al.*, 1999; Soltan *et al.*, 2001; Arévalo *et al.*, 2007). *Corallina elongata* forma parte importante de los conglomerados que sustituyen a las comunidades de *Cystoseira* en los enclaves rocosos, una vez que éstos empiezan a verse afectados por la contaminación (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2001). Es capaz de colonizar, con pleno éxito (más del 90% de la cobertura) bloques de escolleras artificiales dentro de recintos portuarios (**fots. 117 y 118**).

Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Corallina elongata* y *Corallina mediterranea*.

Fot. 118



JCGG



Fot. 117

JCGG

10.10. *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis, 1863



Fot. 119

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gelidiales
Familia: Gelidiaceae
Género: *Gelidium*
Nombre común: no tiene

Descripción

De color rojo pardo oscuro a rojo negro, se caracteriza por formar céspedes densos. Su talo alcanza únicamente entre 1-3 cm de alto. Es rígido, coriáceo y muy ramificado. Su aspecto es irregular y los ejes son cilíndricos y aplanados en las puntas, con los ápices de las ramas ensanchadas en forma de remo. (Fots. 119 y 120).

Hábitat

Vive en fondos rocosos, umbríos y expuestos al oleaje. Crece en zonas bastante contaminadas y sucias. Se dispone desde la superficie hasta 15-20 metros de profundidad.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Tolera el estrés ambiental provocado por la contaminación, siendo una de las especies características que comienzan a dominar conforme se produce un incremento de la misma (Littler y Murray, 1975; Díez *et al.*, 1999). Es citada como oportunista en sustitución de otras especies con una menor tolerancia a la eutrofización y polución orgánica (Littler y Littler, 1981; May, 1985; Sfriso y Facca, 2011; García-Sánchez *et al.*, 2012).



IB

Fot. 120

10.11. *Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq, 1993



Fot. 121

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gigartinales
Familia: Gigartinaceae
Género: *Chondracanthus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Talo de color rojo oscuro excepto en verano que está decolorado y deviene pardusco-oliva (**fot. 121**). Tiene una altura de entre 5 y 10 cm y el diámetro de las ramas es de entre 1 y 3 mm. Presenta un eje principal cilíndrico aunque algo comprimido, el cual se ramifica de forma irregular. Las ramas son apuntadas, curvas y terminadas en ramillas agudas y curvadas (**fots. 122 y 123**); éstas se fijan cuando contactan con algún sustrato por lo que en conjunto el alga presenta un aspecto rastrero. Su consistencia es cartilaginosa. Especie perenne, más abundante en otoño-invierno. Se caracteriza por formar céspedes extensos y compactos sobre rocas.

Hábitat

Se asienta en zonas bien iluminadas y tolera el recubrimiento por arena. Se distribuye desde la superficie hasta 5 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Camerún. También en el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar, y en el Atlántico noroccidental.

Sensibilidad ambiental

Chondracanthus acicularis tolera altas tasas de sedimentación (Gorostiaga

et al., 1998), así como niveles medios y bajos de contaminación (Mallia y Schembri, 1995; Díez *et al.*, 2009; Scherner *et al.*, 2013). Puede encontrarse en zonas altamente eutrofizadas (Chrysovergis y Panayotidis, 1995). También ha sido considerada especie característica de las últimas etapas de la sucesión ecológica (Borja *et al.*, 2012).

Información adicional

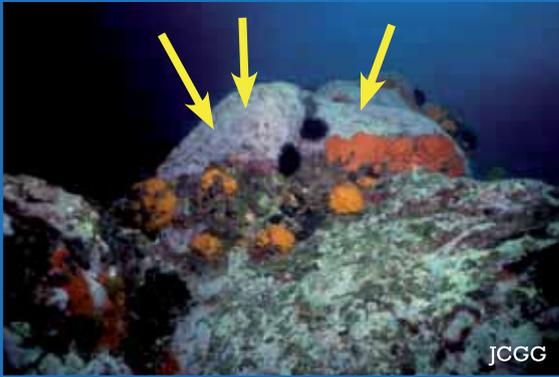
Especie citada en publicaciones anteriores como *Gigartina acicularis*.



Fot. 122

Fot. 123

10.12. *Lithophyllum incrustans* R. A. Philippi, 1837



Fot. 124

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Corallinales
Familia: Corallinaceae
Género: *Lithophyllum*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga calcárea incrustante, con talo de hasta 3-4 cm de diámetro y costras generalmente gruesas. Especie muy polimorfa, de color rosa violáceo o ligeramente grisáceo. Los ejemplares más viejos presentan talos con márgenes ondulados los cuales, cuando contactan con los de otros individuos en su continuo crecimiento, conforman crestas que son bien aparentes.

Hábitat

Tapiza generalmente bloques rocosos naturales expuestos al oleaje y también en zonas donde el hidrodinamismo es muy moderado. Recubre también restos calcáreos de origen biogénico. Vive en el mediolitoral inferior (incluyendo las pozas intermareales) y en la zona submareal, donde es muy común en los primeros 20 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico.

Sensibilidad ambiental

Es una especie de amplia valencia ecológica, tolerante a situaciones ambientales diversas (García-Gómez, 2007). Diversos estudios de indicadores de

calidad ecológica la señalan en un rango medio-bajo (Pinedo *et al.*, 2003; Torras *et al.*, 2003; Bermejo *et al.*, 2013).

La **fotografía 124** muestra los recubrimientos (tonos rosados) de las rocas en zonas semibatidas de aguas limpias, renovadas e impolutas (junto a indicadores de alta calidad ambiental, como el coral naranja *Astroides calycularis*). Es también el caso de la **fotografía 125**, en charcos intermareales de alta calidad ambiental (manchitas rosadas aisladas). También se encuentra en zonas de mediana calidad ambiental muy próximas a entornos portuarios (**fot. 126**) y de calidad aún menor, sometidos a moderada sedimentación y carga orgánica (Soltan *et al.*, 2001; Arévalo *et al.*, 2007) (**fot. 127**).



Fot. 125

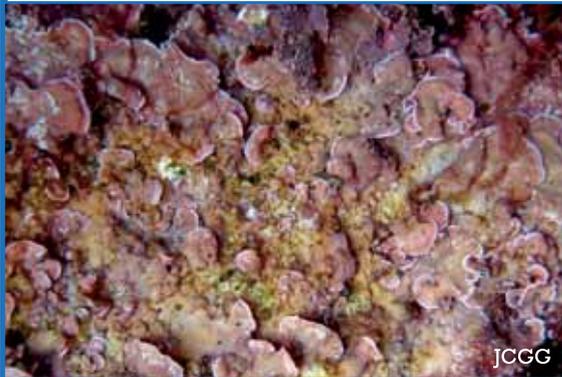


Fot. 126



Fot. 127

10.13. *Mesophyllum alternans* (Foslie) Cabioch y M. L. Mendoza, 1998



Fot. 128

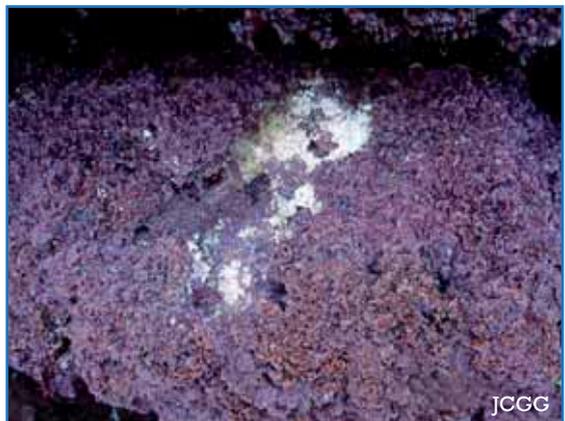
Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Corallinales
Familia: Hapalidiaceae
Género: *Mesophyllum*
Nombre común: no tiene

Descripción

Especie incrustante de entre 2 y 25 cm de diámetro. Está calcificada y forma láminas foliares o lobulares quebradizas y algo brillantes, además son muy onduladas y estriadas concéntricamente (**fol. 128**). El borde es lobular, curvo, redondeado, estriado, abombado y algo engrosado. Sobre la superficie pueden aparecer unas estructuras a modo de verrugas y están relacionadas con la reproducción. Su color varía entre el rosa violáceo al marrón amarillento con el borde de las láminas blanquecino. Perenne.

Hábitat

Se establece en fondos rocosos umbríos (**fol. 129**) y con el agua moderadamente batida. También se encuentran sobre otros organismos como algas del género *Laminaria* y fanerógamas marinas. Se encuentra desde la zona superficial hasta 30-35 metros de profundidad.



Fot. 129

Distribución

En el Mediterráneo y en el Atlántico oriental desde las Islas Británicas hasta Mauritania, también en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Mesophyllum alternans es una especie altamente tolerante en términos de iluminación, temperatura e hidrodinamismo (Hergueta *et al.*, 2004; Ballesteros, 2006), debido a lo cual es dominante en muchos ambientes, tanto de aguas someras como más profundas. También se la ha citado como moderadamente resistente a la contaminación orgánica (Terlizzi *et al.*, 2002). Sin embargo, es a su vez la principal alga formadora del coralígeno (Garrabou y Ballesteros, 2000; Piazzzi *et al.*, 2010), uno de los ecosistemas más ricos y diversos del Mediterráneo, característico de ambientes más profundos y estables (y por tanto, más sensibles).

Al conformar láminas recubrientes muy estructuradas y carentes de elasticidad, son muy vulnerables a los golpes con elementos duros, incluso al apoyo con la mano de los buceadores o de quienes curiosean en las piedras del intermareal (**fots. 130 y 131**), razón por la que estos organismos, que parecen piedras coloreadas, son muy proclives a ser deteriorados por inadvertencia o desconocimiento de quienes deambulan en sus proximidades.

Fot. 130



Fot. 131

10.14. *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960



Fot. 132

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Dictyotales
Familia: Dictyotaceae
Género: *Padina*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un alga de talo laminar foliáceo, de entre 4 y 15 cm de alto y casi lo mismo de ancho. Tiene forma de abanico o embudo y el borde superior está algo enrollado y tiene abundantes pelos. Es de color verde pardusco a blanquecino más o menos claro. La superficie presenta una serie de hendiduras radiales concéntricas y una zonación en bandas muy marcada, suele tener incrustaciones de cal que refuerzan esta zonación. Su consistencia es membranosa y recia. Está presente durante todo el año. (Fot. 132).

Hábitat

Se establece sobre rocas y piedras de fondos aplacerados bien iluminados, horizontales o de mínima pendiente, donde el agua está poco batida. Los ejemplares jóvenes aparecen en primavera. Se localiza desde el límite inferior de la marea hasta los 30 m. También puede encontrarse en pozas intermareales bien iluminadas (fots. 133 y 134).

Distribución

En el Atlántico oriental desde las Islas Británicas a Mauritania. También en el noroeste atlántico. En todo el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar. Presente también en el Mar Negro, Pacífico e Índico hasta Australia y la Polinesia Francesa.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que ha sido clasificada como sensible a la contaminación (Boisset-López, 1989; Mallia y Schembri, 1995) o las perturbaciones antropogénicas (García-Sánchez *et al.*, 2012). También distintos estudios la han catalogado como “*late successional*” (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Sin embargo, puede encontrarse presente en zonas con un grado de contaminación moderado o escaso, aunque siempre sustituyendo a comunidades mucho más sensibles a la contaminación (Munda, 1993). Es por ello que su idoneidad como indicadora ambiental es discutible y consideramos a esta especie como tolerante.



Fot. 133



Fot. 134

10.15. *Pterocliadiella capillacea* (S. G. Gmelin) Santelices y Hommersand, 1997



Fot. 135

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gelidiales
Familia: Pterocliadiaceae
Género: *Pterocliadiella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta alga tiene entre 5 y 20 cm de altura y su color es rojo negruzco. Presenta un eje principal aplanado con una anchura de entre 1 y 2 mm que se ramifica abundantemente desde el primer tercio inferior. Las ramas se disponen en un plano. Su consistencia es flexible y blanda. (Fots. 135-137).

Hábitat

Es una especie presente durante todo el año. Se encuentra en zonas poco iluminadas con aguas calmas o ligeramente batidas. Suele establecerse en las paredes de grietas estrechas. Distribuida entre 0 y 1 m.

Distribución

En el Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Marruecos. También en el Atlántico noroccidental, Mar Negro, Mar de China y Mar Mediterráneo.



Fot. 136

Sensibilidad ambiental

Pterocliadiella capillacea es una especie que puede hallarse en áreas con alta influencia de descargas contaminantes o eutrofización (May, 1985; Chryssovergis y Panayotidis, 1995), sustituyendo a otras especies más sensibles; a las perturbaciones (Littler y Murray, 1975). Se la ha citado como moderadamente tolerante a la polución orgánica (Mallia y Schembri, 1995) y a los hidrocarburos (Binark *et al.*, 2000).

Información adicional

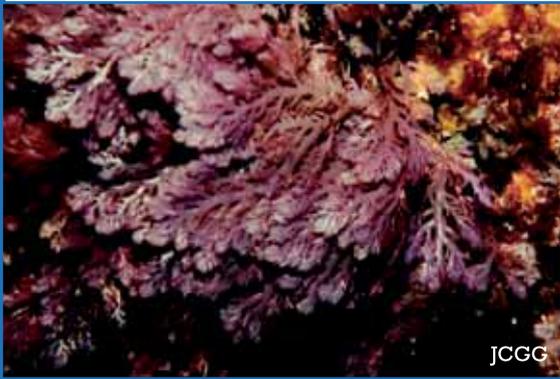
Especie citada en publicaciones anteriores como *Pterocladia capillacea*.



Fot. 137

10.16. *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus)

P. S. Dixon, 1967



Fot. 138

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Plocamiales
Familia: Plocamiaceae
Género: *Plocamium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga de color rojo intenso cuyos penachos alcanzan hasta 30 cm de alto y generalmente más de ancho. Tiene varios ejes principales de entre 2 y 4 mm de ancho en forma de zigzag y aplanados. De ellos parten abundantes ramificaciones laterales y ramas secundarias alternas. La ramificación es regular. Además, las ramillas últimas se disponen hacia el mismo lado formando las púas de un peine el cual se curva en forma de hoz (**fots. 138 y 139**). Tiene consistencia cartilaginosa. En conjunto y de perfil presenta un aspecto de abanico. Es un alga anual.

Hábitat

Suele crecer sobre fondos rocosos, en extraplomos y en superficies verticales. También sobre otras algas. Vive en zonas umbrías donde el movimiento del agua es entre fuerte y moderado. Se halla desde 1 m hasta grandes profundidades (**fots. 140-141**).



Fot. 139

Distribución

Atlántico oriental, desde Noruega hasta Senegal. Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar. Océano Pacífico.

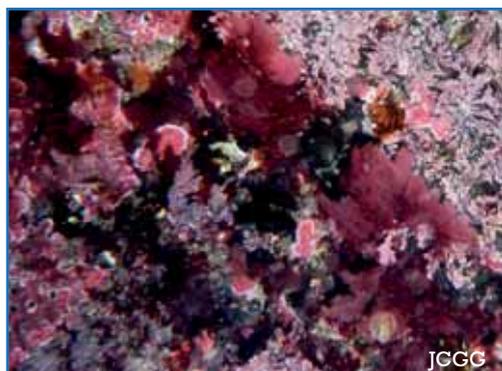
Sensibilidad ambiental

Existe cierta controversia respecto a sus cualidades como especie bioindicadora.

Por una parte, existen datos que favorecen su empleo como bioindicador sensible: es una especie que comienza a aparecer, junto a otras macroalgas, en las etapas intermedias y avanzadas de la recolonización de zonas contaminadas, una vez que dicha contaminación se reduce o cesa (Gorostiaga *et al.*, 2004). También ha sido empleada como especie representativa para el seguimiento de un puerto con unas condiciones de poca perturbación (Van Rein *et al.*, 2011).

Sin embargo, se la ha hallado a su vez en áreas con presencia de fuertes impactos ambientales (descargas urbanas, industriales y agrícolas), mostrando además altos niveles de acumulación de plomo (Benkdad *et al.*, 2011). Por otra parte, y frente a impactos debidos a hidrocarburos, a pesar de sufrir daños evidentes ha mostrado una rápida capacidad de recuperación (Cullinane, 1975).

Debido a esta ambigüedad, su idoneidad como especie indicadora ambiental es discutible, pero en esta obra la incluimos provisionalmente como tolerante pese a que, según nuestras propias observaciones siempre ha sido localizada en aguas límpidas y de moderado o alto hidrodinamismo, y nunca en aguas perturbadas en la línea de lo apuntado por Benkdad *et al.* (2011).

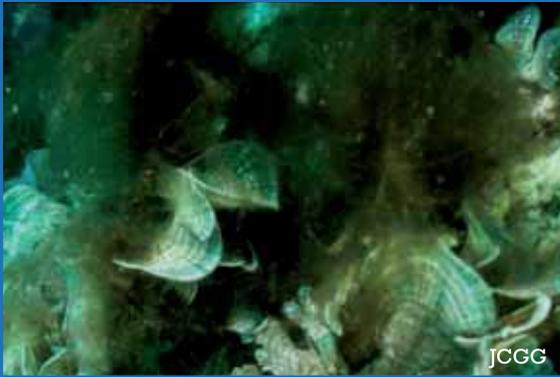


Fot. 140



Fot. 141

10.17. *Ectocarpus* spp. Lyngbye, 1819



Fot. 142

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Ectocarpales
Familia: Ectocarpaceae
Género: *Ectocarpus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Se trata de especies de algas de color verde amarillento y de aspecto filamentosos y consistencia gelatinosa (**fot. 142**). Están formadas por ejes finos y largos (de hasta 50 cm). Pueden ser ramificadas. Suelen aparecer abundantemente en primavera.

Hábitat

Pueden encontrarse sobre fondos rocosos o como epífitas de otras algas grandes. Se encuentran frecuentemente desde zonas superficiales hasta varios metros por debajo de la marea (**fots. 143 y 144**).

Distribución

Las especies tienden a ser cosmopolitas.



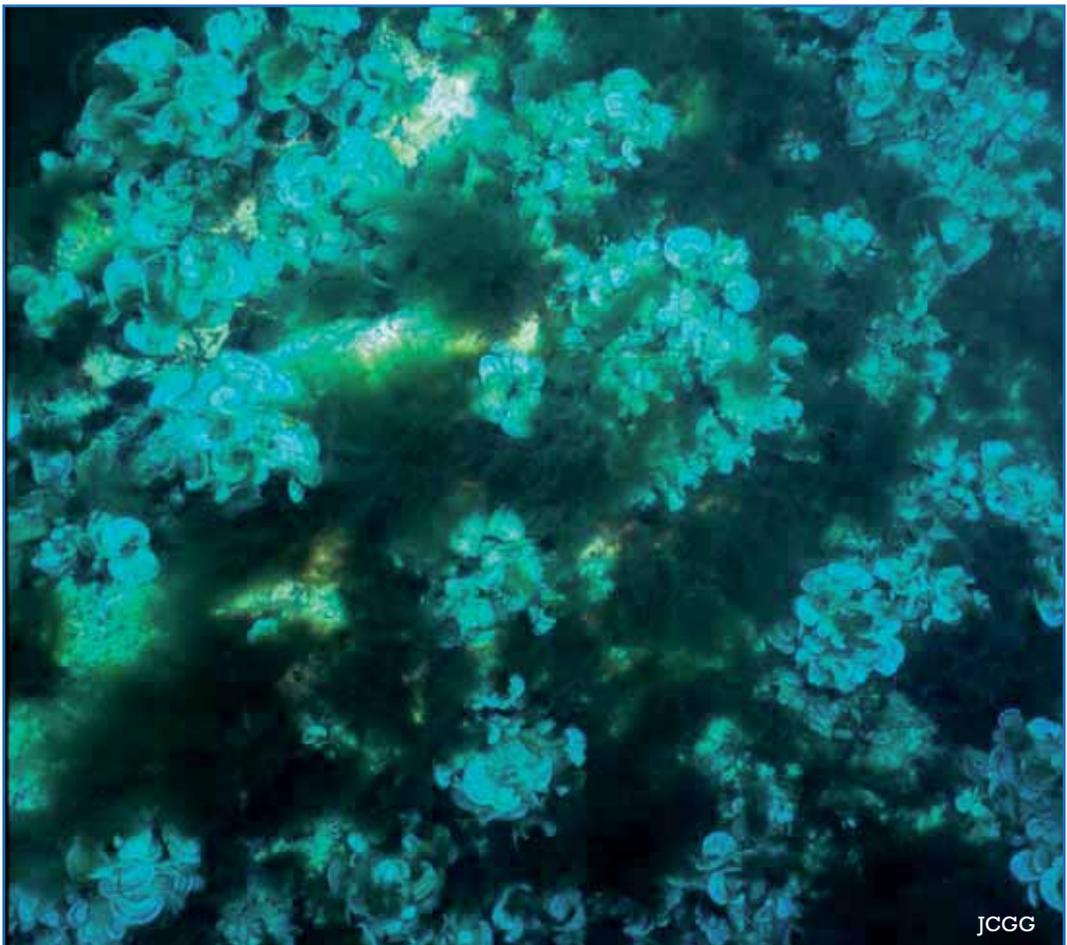
Fot. 143

Sensibilidad ambiental

El género *Ectocarpus* se compone de especies que suelen tolerar bien las condiciones de elevada eutrofización (Yüsek *et al.*, 2006) debido tanto a causas antropogénicas como la contaminación orgánica por vertidos de aguas residuales (Jeffrey *et al.*, 1993), como a causas naturales, por ejemplo “upwellings” (Kiirikki y Blomster, 1996).

Es un género que se clasifica como oportunista en numerosos estudios (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003; Sfriso y Facca, 2011).

En el **capítulo 8.8** (“blooms algales”) se hace mención específica a este género.



Fot. 144

10.18. *Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau, 1904



Fot. 145

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Sphacelariales
Familia: Stypocaulaceae
Género: *Halopteris*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un alga erecta de entre 10 y 15 cm de altura. Presenta un eje grueso que se ramifica abundantemente en todas direcciones. Estas ramificaciones están constituidas por un eje del que salen pequeñas ramas que no vuelven a dividirse. Esto le confiere un aspecto de brocha o escoba. Los extremos de las ramas son muy ásperos. Es de color pardo oscuro. Especie perenne. (Fots. 145 y 146).

Hábitat

Se localiza en fondos rocosos y arenosos bien iluminados y donde el agua está poco batida. Se halla desde la línea de marea hasta los 30 m.

Distribución

En el Atlántico oriental, desde Escandinavia a las Islas de Cabo Verde. Atlántico occidental. En todo el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Halopteris scoparia puede localizarse en entornos con moderados e incluso elevados grados de perturbación (Munda, 1993; Sánchez-Moyano *et al.*, 2000a; Parlakay *et al.*, 2005), ya que tolera bien las condiciones de contaminación orgánica y anoxia derivadas de una excesiva eutrofización.

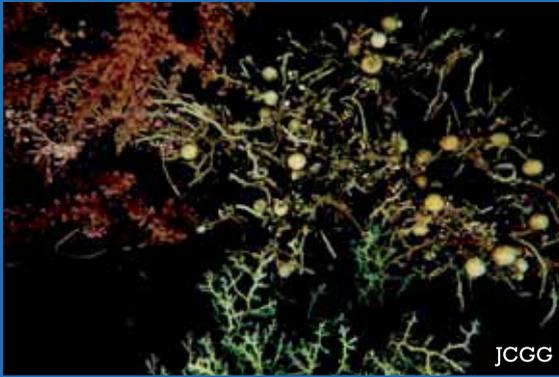
Sin embargo, también se la ha citado como sensible a otros tipos de contaminación (Díez *et al.*, 2007) y se ha encontrado que la especie desaparece al aumentar el grado de la misma (Boisset López, 1989; Díez *et al.*, 2009) y vuelve a aparecer en las últimas etapas de la recolonización de ecosistemas, junto a otras macroalgas (Gorostiaga *et al.*, 2004).

Debido a esta plasticidad, consideramos provisionalmente a esta especie como tolerante.



Fot. 146

10.19. *Sargassum vulgare* C. Agardh, 1820



Fot. 147

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Sargassum*
Nombre común: no tiene

Descripción

Su talo oscila entre 20 y 80 cm y es de consistencia recia y coriácea. Se une al sustrato por un disco basal del que parte un eje principal que a los 2-4 cm se divide en unas ramificaciones cilíndricas bien desarrolladas, lisas y de 2 mm de diámetro. Éstas vuelven a ramificarse aunque no muy abundantemente, siendo las nuevas ramificaciones parecidas a las primeras. También parten numerosas ramificaciones con aspecto de hoja de entre 1.5 y 4 cm de largo y 2-4 mm de ancho. El borde es serrado o ligeramente ondulado y presenta un nervio central. Además, aparecen unas estructuras esféricas y pedunculadas rellenas de aire en las ramas laterales. Es de color pardo claro a oscuro. (Fot. 147).

Hábitat

Se encuentra en grupos o aislada, en fondos rocosos moderadamente batidos o en charcas litorales de aguas bien renovadas (fots. 148 y 149). Se dispone desde pocos metros hasta 20 m.

Distribución

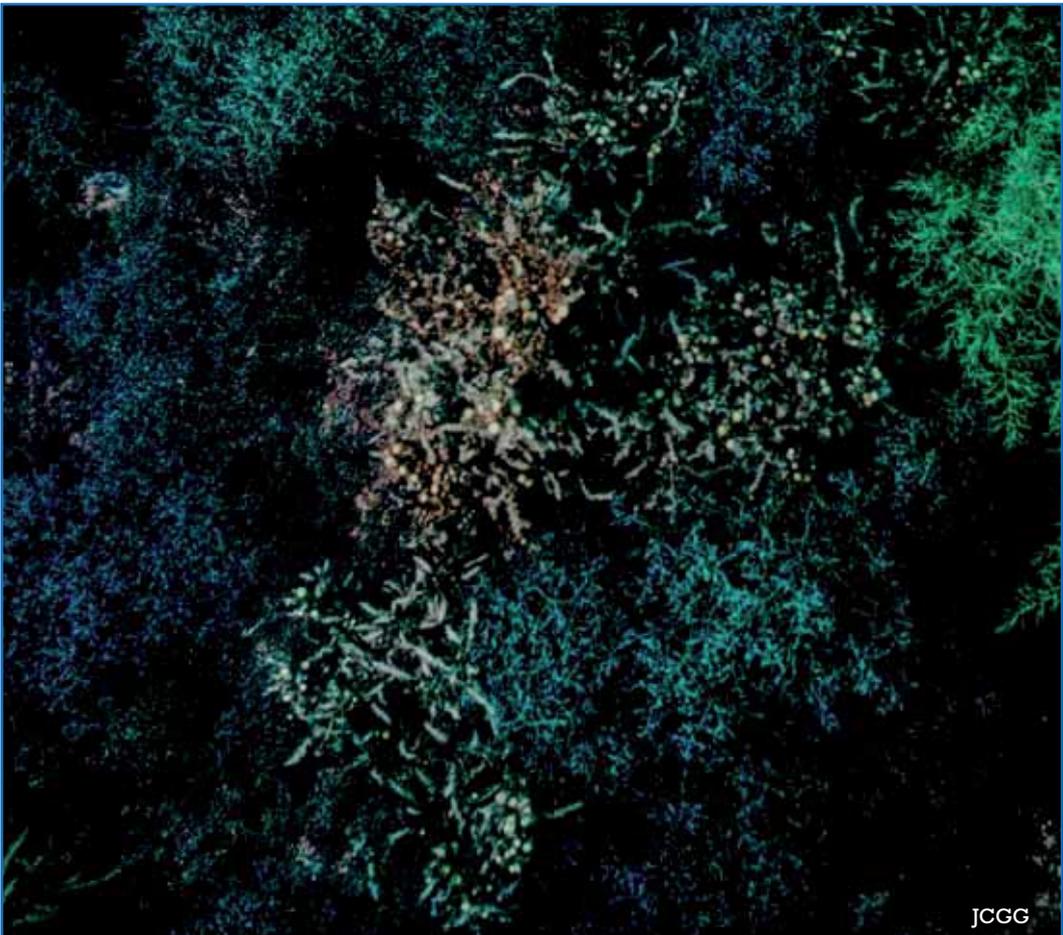
En la zona templada-cálida y tropical del Atlántico, en todo el Mediterráneo y en el Mar Negro. Es de origen pacífico.

Sensibilidad ambiental

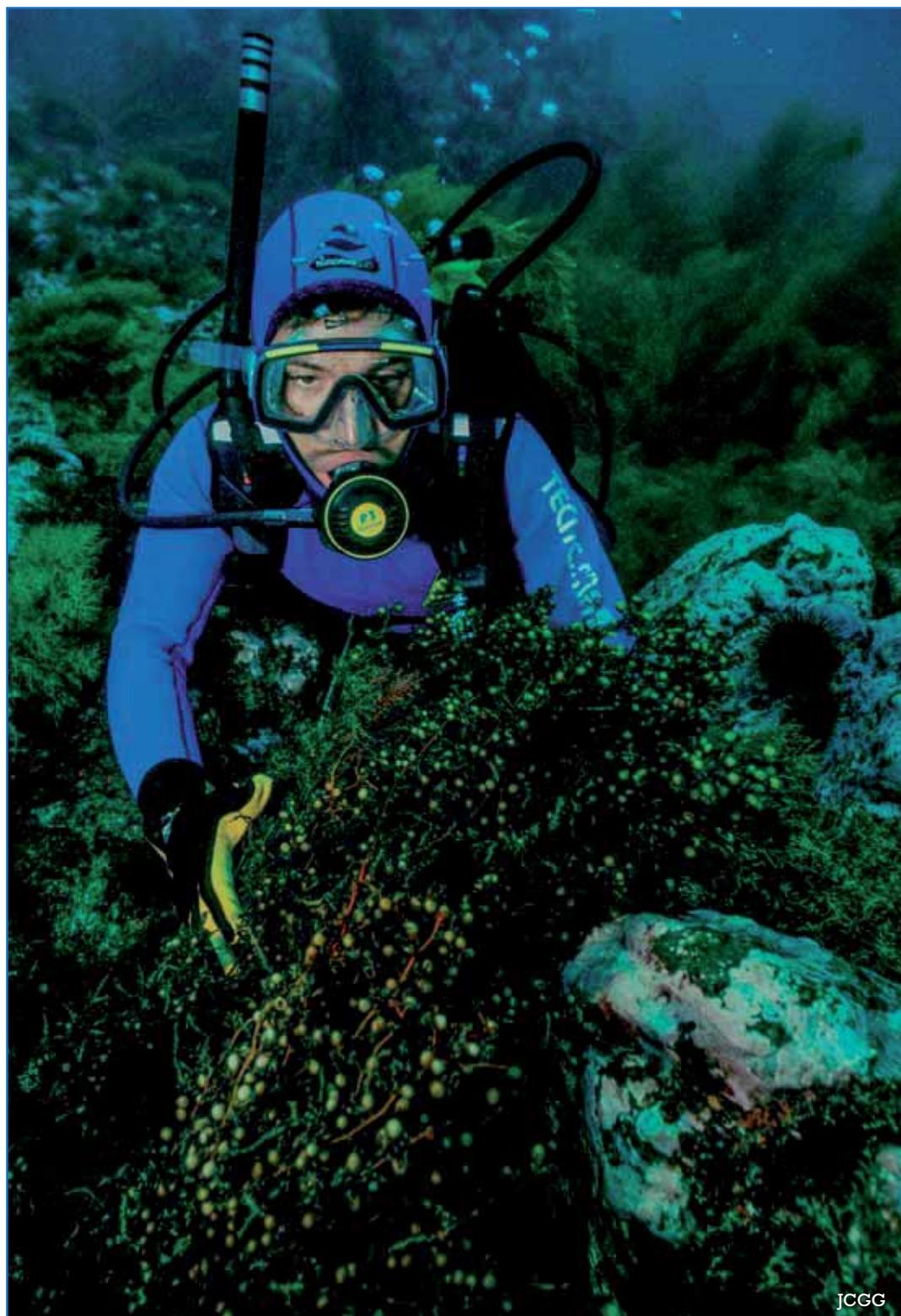
Sargassum vulgare puede hallarse normalmente asociada a otras especies indicadoras de buen estado ambiental (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003; Astruch *et al.*, 2012) y deja de ser dominante ante condiciones de perturbación (Falcao y Menezes de Széchy, 2005).

Sin embargo, se la ha citado como capaz de acumular altos niveles de diferentes elementos asociados a la contaminación (Serfor-Armah *et al.*, 2006), mientras que en otros estudios su media de acumulación de elementos contaminantes es muy similar a la de especies sensibles (Hardisson *et al.*, 1998; Lozano *et al.*, 2003).

Su idoneidad como especie indicadora ambiental es discutible.



Fot. 148



JCGG

Fot. 149



ESPONJAS

10.20. *Cliona celata* Grant, 1826



Fot. 151

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Hadromerida
Familia: Clionidae
Género: *Cliona*
Nombre común: no tiene

Descripción

Presenta color variable, del amarillo pálido a amarillo oro, y su consistencia es fina y no flexible. Se caracteriza por perforar piedras, conchas y todo tipo de sustrato calcáreo. Puede formar una red de galerías dentro de dicho sustrato y está comunicada con el exterior a través de unas papilas circulares de entre 1 y 5 mm de diámetro. Esta forma perforante puede crecer hacia el exterior recubriendo el sustrato e incluso puede desarrollarse más y englobar todo el sustrato hasta hacerlo desaparecer, en este caso presenta forma masiva, lobulada o con forma de plato de hasta 1 m de ancho, 25 cm de grosor y 50 cm de altura. Estas tres morfologías reciben los nombres de “alfa”, “beta” y “gamma” (fots. 151 y 152 estadio gamma).

Hábitat

Coloniza todo tipo de sustratos calcáreos. Es una especie, sobre todo la forma alfa, que puede aparecer en una gran variedad de ambientes como son sustratos intermareales estuarinos donde existen grandes cambios en las condiciones ambientales, zonas semiestancadas, en puertos y en ambientes expuestos. La forma gamma suele aparecer en fondos detríticos o arenosos de zonas profundas. Se distribuye desde la superficie hasta 200 metros de profundidad.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

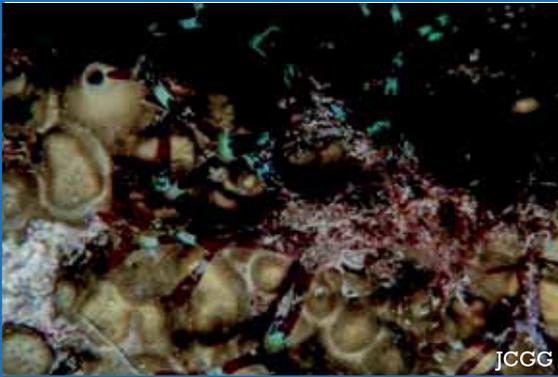
Tolera elevadas tasas de sedimentación y de sólidos en suspensión (Carballo *et al.*, 1994). Por ello se encuentran en zonas afectadas por perturbaciones ambientales como son los puertos y las bahías (Carballo *et al.*, 1996; Saiz-Salinas y Urkiaga-Alberdi, 1999).

También se caracteriza por poseer un elevado umbral de tolerancia ante la temperatura y la salinidad (Miller y Strychar, 2010), así como una elevada capacidad de acumulación de elementos como el zinc (Araújo *et al.*, 1999).



Fot. 152

10.21. *Cliona viridis* (Schmidt, 1862)



Fot. 153

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Hadromerida
Familia: Clionidae
Género: *Cliona*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta esponja tiene una consistencia dura pero frágil y su color varía desde el verde oscuro casi negro, hasta el verde amarillento o verde oliva (**fots.153-156**), lo que depende de la radiación solar. Por ello en zonas poco iluminadas es de color blanquecino. Su superficie es áspera e irregular. Es una especie perforante de sustratos calcáreos sobre los que exhibe unas papilas redondeadas u ovals de hasta 1.2 mm de diámetro. También puede crecer en el exterior y aparecer con morfología incrustante o bien, si el desarrollo continúa, con morfología masiva. Estas tres formas reciben los nombres de “alfa” (**fot. 154**), “beta” (**fot. 155**) y “gamma” (**fot. 156**) respectivamente. En las dos últimas las papilas se elevan considerablemente sobre el sustrato y el diámetro puede alcanzar hasta más de 2 cm.

Hábitat

Es una especie presente en una gran variedad de ambientes. En zonas poco profundas es común la forma alfa tanto en lugares con fuerte hidrodinamismo como en zonas semiestancadas siempre sobre sustratos calcáreos. También en los puertos. Al aumentar la profundidad encontramos la forma beta sobre rocas calcáreas, en este estado puede alcanzar grandes tamaños y ocupar todo el sustrato posible. También en fondos detríticos. Se dispone desde la superficie hasta 140 metros de profundidad.

Distribución

Se encuentra en el Atlántico oriental y occidental y en el Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

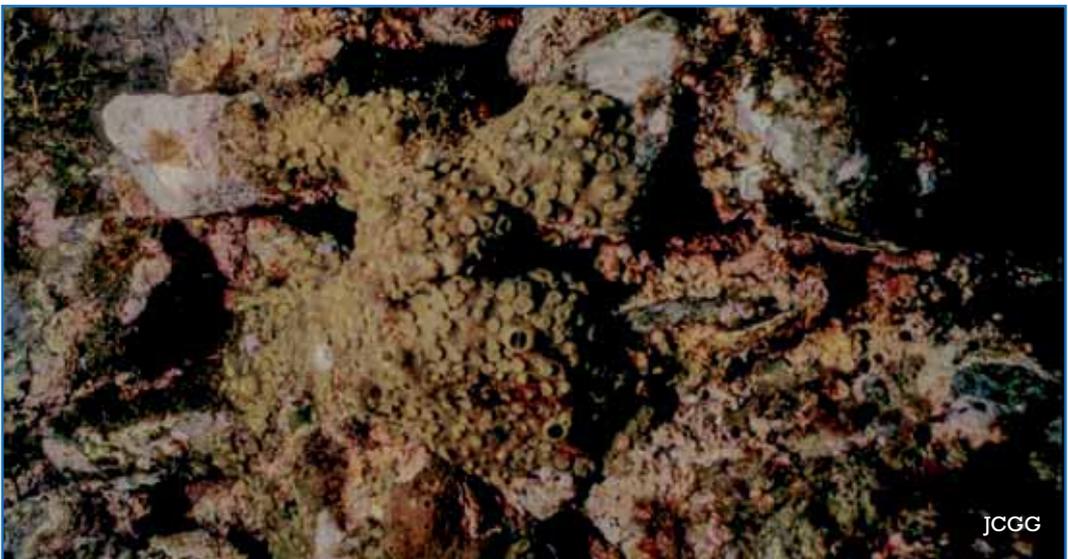
Es una especie que soporta condiciones extremas de contaminación como son elevadas tasas de sedimentación y de sólidos en suspensión (Carballo *et al.*, 1996), así como la presencia de distintos metales pesados (Pérez *et al.*, 2004). Es indicadora de aguas contaminadas o perturbadas ambientalmente (Carballo *et al.*, 1994; El-Wahidi *et al.*, 2011).



Fot. 154



Fot. 155



Fot. 156

10.22. *Crambe crambe* (Schmidt, 1862)



Fot. 157

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Poecilosclerida
Familia: Crambeidae
Género: *Crambe*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja de configuración laminar, rojo anaranjada, que alcanza entre 1 y 3 mm de espesor pero que tapiza superficies, superando incluso 1 m² de recubrimiento en algunas paredes verticales. Su consistencia es compacta y carnosa, aunque blanda. Su superficie está recorrida por grandes canales que desembocan en ligeras elevaciones que se abren en un orificio (ósculo) bien reconocible en inmersión. (**Fot. 157**).

Hábitat

Suele ser muy abundante en zonas poco profundas, sobre sustratos rocosos verticales o ligeramente inclinados. A medida que la profundidad aumenta y, por tanto, declina la intensidad lumínica, suele aparecer en sustratos horizontales. Es epibionte de otros organismos como bivalvos, tunicados, briozoos y algas. También se encuentra en fondos detríticos, praderas de *Posidonia*, fondos coralígenos y zonas portuarias. Se localiza desde la zona intermareal hasta más de 100 metros de profundidad.

Distribución

Típicamente mediterránea, es muy abundante en el Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie tolerante, de amplia valencia ecológica y gran éxito competitivo (Becerro *et al.*, 1994; García-Gómez, 2007). Aunque se encuentra en aguas límpidas y fondos biodiversos en excelente estado de conservación, es capaz de soportar ambientes de elevado estrés ambiental (Carballo y Naranjo, 2002), como de gran turbidez, alta sedimentación y moderada concentración de materia orgánica en suspensión (**fot. 158**).

También es una especie que exhibe una elevada tolerancia a la existencia de metales pesados en el medio (Cebrián *et al.*, 2003, 2007) y a valores elevados de temperatura (Pérez *et al.*, 2000).

Por tanto, su elevada plasticidad adaptativa no le otorga el cartel de buena indicadora de aguas limpias e impolutas, por lo que su información al respecto es bien limitada. Constituye, pues, un buen ejemplo de lo que no debe seleccionarse para controlar su evolución en fondos bien conservados que, para garantizar su prevalencia en el futuro, pretenden someterse a una vigilancia ambiental basada en especies indicadoras sensibles.



Fot. 158

10.23. *Crella (Crella) elegans* (Schmidt, 1862)



Fot. 159

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Poecilosclerida
Familia: Crellidae
Género: *Crella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja de configuración laminar, de aspecto lobular, que puede tapizar extensiones de varios cm². Se caracteriza por presentar unas proyecciones erectas de entre 3 y 11 cm de longitud. La superficie de esta especie es lisa, brillante y exhibe unas líneas que forman una red. Su consistencia es blanda y su color varía desde el naranja pálido al naranja rosáceo. (Fots. 159 y 160).

Hábitat

Suele encontrarse en lugares abiertos sobre sustrato rocoso (fot. 161), también en cuevas y en fondos detríticos profundos (70 - 80 m) sobre algas del género *Laminaria*. En ocasiones aparecen tapizando el briozoo *Myriapora truncata*, balanos y gorgonias. Se extiende desde 0 a 120 metros de profundidad.



Fot. 160

Distribución

Atlántico norte y Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie con una gran capacidad de adaptación, presente en áreas con gran estrés ambiental (Carballo *et al.*, 1996), aunque dicha tolerancia es algo menor que la de otras especies tolerantes, como *Crambe crambe*. Por ejemplo, parece poseer cierto grado de sensibilidad ante la presencia de iones metálicos en el medio (Sabya *et al.*, 2009).

También se ha documentado su tolerancia ante subidas anómalas de la temperatura del agua (Verdura *et al.*, 2013), las cuales causaron mortalidades masivas en numerosos organismos.



Fot. 161

10.24. *Hymeniacion perlevis* (Montagu, 1814)



Fot. 162

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Halichondrida
Familia: Halichondriidae
Género: *Hymeniacion*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta esponja, de color naranja claro o amarillento, es de configuración laminar y tapizante, con una consistencia blanda. Desde su superficie se proyectan unas papilas de casi 1 cm de altura y 0.5 cm de diámetro, en el extremo de cada una de ellas se abre un poro del que parte una serie de canales que se disponen radialmente y que pueden observarse por transparencia. Su longitud puede llegar a los 20 cm y se caracteriza por adaptarse al sustrato sobre el que se encuentra, generalmente constituido por rocas y algas calcáreas. (Fots. 162 y 163).

Hábitat

Se localiza en numerosos y distintos ambientes debido a su elevada plasticidad ecológica. Aparece en zonas expuestas e iluminadas recubriendo superficies rocosas horizontales, debajo de piedras, en fondos detríticos asociados al alga *Caulerpa prolifera* y en lugares estancados con una gran contaminación como los puertos. Puede extenderse sobre otros organismos como algunos gasterópodos, algas o formando parte del “fouling” en las zonas portuarias. Batimétricamente, se distribuye desde 3-4 m hasta 70 m.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Se encuentra frecuentemente en estructuras portuarias artificiales (Carballo *et al.* 1996; Saiz-Salinas y Urkiaga-Alberdi, 1999; Corriero *et al.*, 2007; Bandelj *et al.*, 2009) y ha mostrado una correlación positiva con respecto a la turbidez del agua y a la materia en suspensión (Urkiaga-Alberdi *et al.*, 1999). Es también una especie altamente resistente frente a impactos físicos, como los derivados del buceo recreativo (Lloret *et al.*, 2006). Estas características la definen como una especie tolerante frente a las perturbaciones antropogénicas más habituales. Adicionalmente, se ha demostrado que posee una elevada capacidad para acumular contaminantes *in situ* (Mahaut *et al.*, 2013).

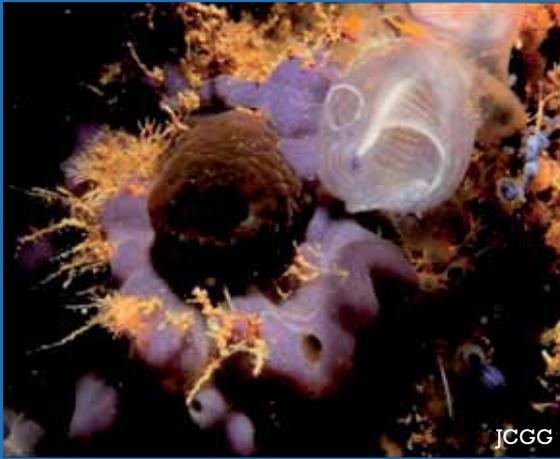
Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Hymeniacion sanguinea*.



doris.ffesm.fr – Vincent Maran

10.25. *Oscarella lobularis* (Schmidt, 1862)



Fot. 164

Filo: Porifera
Clase: Homoscleromorpha
Orden: Homosclerophorida
Familia: Oscarellidae
Género: *Oscarella*
Nombre común: no tiene

Descripción

La forma de esta especie es lobulada y sus lóbulos pueden ser redondeados o alargados y libres o unidos entre sí. Es de configuración laminar y puede tapizar varios cm², su altura oscila entre 2 y 4 cm. Su superficie externa es lisa y su consistencia blanda y poco elástica. El color es muy variable según su exposición a la luz: en zonas expuestas presenta un tono azul y violeta, rojizo en ambientes más sombríos y crema en lugares oscuros. (**Fots. 164 y 165**).

Hábitat

Es muy abundante en fondos umbríos y suele disponerse en paredes verticales y extraplomos. A veces debajo de piedras y sobre algas del género *Codium*. También sobre otros organismos como bivalvos y muy frecuente en zonas portuarias. Se halla desde la zona intermareal hasta 350 metros de profundidad.

Distribución

Cosmopolita

Sensibilidad ambiental

Tiene una gran tolerancia a distintos ambientes y grados de contaminación, con una gran capacidad de adaptación (Carballo *et al.*, 1996; Hiscock *et al.*, 2010). Sin embargo, sí parece sensible a los efectos negativos derivados de una sedimentación excesiva (Cocito *et al.*, 2002).



Fot. 165

10.26. *Spongia (Spongia) agaricina* Pallas, 1766



Fot. 166

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Dictyoceratida
Familia: Spongiidae
Género: *Spongia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja de configuración laminar erecta. Frecuentemente se une por sus extremos y forma una estructura cerrada con aspecto de copa (**fot. 166**). Presenta una base pedunculada con la que se une al sustrato. Su altura varía entre 3 y 40 cm y el grosor del lámina entre 0.9 y 1.3 cm. Su consistencia es blanda, flexible y elástica. Color pardo o gris oscuro.

Hábitat

Aparece en todo tipo de sustratos pero sobre todo en ambientes poco iluminados asentada sobre extraplomos o suelo de pequeñas cornisas. A medida que aumenta la profundidad (20-25 m) se observa en sustratos horizontales o paredes verticales (**fot. 168**). En zonas aún más profundas crece en fondos detríticos. Se distribuye entre 6 y 300 m.

Distribución

Es una especie del Mediterráneo aunque existen algunas citas en las costas portuguesas. También en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Spongia agaricina muestra tolerancia media a las perturbaciones ambientales (Carballo *et al.*, 1996; Carballo y Naranjo, 2002) pero es una buena indicadora puesto que debido a su forma es una trampa de sedimentación. Así, si se

observa que la copa está llena de partículas puede deducirse que existe o ha existido algún tipo de perturbación relacionada con movilización de sedimentos (**fot. 167**). Además, como otras especies de esponjas descritas anteriormente, muestra una elevada sensibilidad frente a las temperaturas anormalmente altas (Pérez *et al.*, 2000).

Otros estudios la citan como buena indicadora frente a la presencia en su entorno de metales pesados (Pérez *et al.*, 2004) y compuestos organofosforados (Coito *et al.*, 2007).

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 167



JCGG

Fot. 168



**CNIDARIOS
ANTOZOOS**

10.27. *Actinothoe sphyrodeta* (Gosse, 1858)



Fot. 170

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Actiniaria
Familia: Sagartiidae
Género: *Actinothoe*
Nombre común: Margarita de mar

Descripción

Antozoo solitario que está unido al sustrato por un disco circular bien desarrollado del que parte una columna cilíndrica de diámetro ligeramente menor que el de la base. Su superficie es lisa y su color gris verdoso con líneas longitudinales blanquecinas. El extremo de la columna suele ser de color rojizo-castaño o anaranjado. Presenta entre 96 y 140 tentáculos dispuestos en 5 ciclos, de color blanco y con la base anaranjada o castaña. El diámetro de esta anémona es de hasta 3 cm y la altura de 5 cm. Su consistencia es frágil. (Fots. 170-172).

Hábitat

Se asienta sobre sustratos rocosos, tanto bajo piedras como en paredes verticales y extraplomos. Se adhiere directamente a la roca o a otros animales como esponjas y ascidias. Suelen encontrarse en grupos y llegan a cubrir grandes extensiones. Es frecuente encontrarla con otros antozoos como *Corynactis viridis*. Se dispone generalmente desde la superficie hasta 40 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Marruecos, con inclusión del Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Actinothoe sphyrodeta ha sido observada en ambientes antropizados, como zonas portuarias (observación personal) (fot. 173).



Fot. 171



Fot. 172



Fot. 173

10.28. *Anemonia sulcata* (Pennant, 1777)



Fot. 174

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Actiniaria
Familia: Actiniidae
Género: *Anemonia*
Nombre común: Anémona común,
ortiga de mar

Descripción

Es una especie solitaria que alcanza los 30 cm de altura y 25 cm de diámetro. Se afianza al sustrato a través de una base adherente amplia. Su tronco es generalmente cilíndrico con una consistencia carnosa y de superficie lisa y algo mucosa. Tiene numerosos tentáculos, entre 180 y 260, largos y delgados, de punta algo ensanchada, los cuales se distribuyen en 5 o 6 círculos. El color varía entre pardo-amarillento y verde (debido a la presencia de algas zooxantelas simbiotes) y las puntas de los tentáculos son violetas. Los tentáculos no pueden retraerse completamente, y, cuando están totalmente extendidos, cubren el tronco. (Fot. 174).

Hábitat

Se establecen sobre fondos de arena, grava o rocas que están iluminados o ligeramente umbríos y donde existe cierto hidrodinamismo. También son típicos de las charcas de marea. En sus tentáculos se refugian especies de crustáceos y de peces. Se encuentra desde la superficie hasta 25 - 30 m de profundidad.

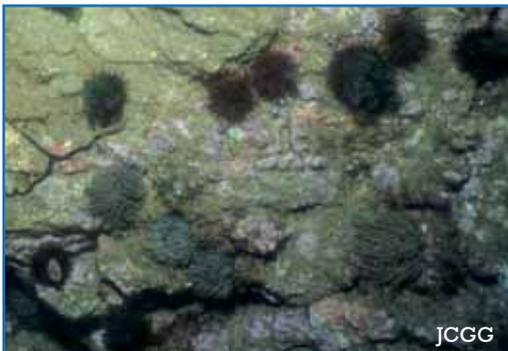
Distribución

Se extiende por todo el Mediterráneo. En el Atlántico oriental, desde el norte de Europa hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Aunque se encuentra en fondos someros de aguas límpidas y renovadas (**fol. 174**), es una especie de amplia valencia ecológica (García-Gómez, 2007), muy adaptativa, que tolera ambientes con moderada cantidad de materia orgánica (Boyra *et al.*, 2004; Doleneć *et al.*, 2006) y tasa de sedimentación (Ruiz-Giráldez *et al.*, 2004; Doleneć *et al.*, 2005; Guerra-García *et al.*, 2006) (**fol. 175-177**).

No debe, pues, utilizarse como indicador ecológico de aguas impolutas o de alta calidad ambiental, si bien debe tenerse en cuenta que es comestible (se consumen frecuentemente en restaurantes con el nombre de “ortiguillas de mar” fritas), por lo que debe garantizarse la procedencia de los ejemplares ya que, como se observa en las fotografías, donde aparece de forma abundante es en zonas próximas a puertos, moderada o altamente perturbadas.



Fot. 175



Fot. 176



Fot. 177

10.29. *Balanophyllia (Balanophyllia)* *regia* Gosse, 1853



Fot. 178

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Scleractinia
Familia: Dendrophylliidae
Género: *Balanophyllia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un coral solitario, cuyos individuos tienen su base de naturaleza calcárea, aunque con una textura frágil y esponjosa. Su sección puede ser circular, ligeramente ovalada o poligonal, con hasta 1.5 cm de diámetro. El pólipo es de color amarillo o naranja con alrededor de 48 tentáculos de 2.5 cm de longitud del mismo color que el resto del organismo. (Fot. 178).

Hábitat

Suele encontrarse en zonas iluminadas sobre superficies de rocas de diverso tamaño. También en paredes verticales y extraplomos. Entre 3 y 25 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo. En el Atlántico oriental se extiende desde el suroeste de Irlanda hasta las Islas Canarias. Estrecho de Gibraltar.

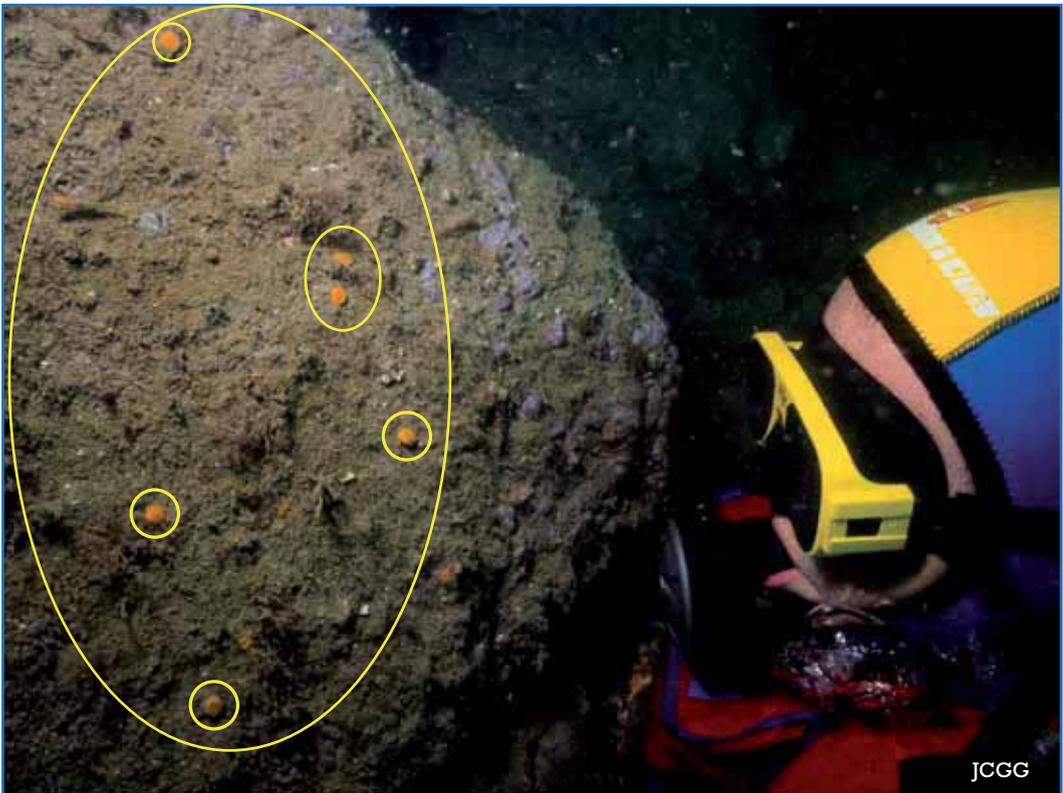


Fot. 179

Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante que puede encontrarse tanto en fondos no alterados (Bullimore, 1986; Davies, 1998) como en aquellos expuestos a moderada carga orgánica, turbidez y sedimentación (García-Gómez, 2007). En el mar Adriático se la ha citado como especie nueva (Kruzié, 2002) y su introducción parece estar asociada al cambio climático (Pecarevié *et al.*, 2013). Por ello no es recomendable como indicador biológico en programas de vigilancia teniendo en consideración los objetivos de la obra. Las **fotografías 179 y 180** ilustran diferentes niveles de afección a un proceso de sedimentación provocado por dragados litorales.

Esta especie no debe confundirse con la especie afín *Leptosammia pruvoti* que es sensible, pues ésta tiene mayor número de tentáculos, se encuentra en abundancia a mayor profundidad en fondos coralígenos y procura evitar superficies horizontales donde frecuentemente se asienta *Balanophyllia regia*.



Fot. 180

10.30. *Eunicella singularis* (Esper, 1791)



Fot. 181

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Gorgoniidae
Género: *Eunicella*
Nombre común: Gorgonia blanca

Descripción

Sus colonias son erectas, flexibles y fijas, de hasta 50 cm de altura y alrededor de 9 cm de anchura. Tienen forma de candelabro puesto que la ramificación no es muy abundante y además son abiertas en la base y en su zona terminal las ramas son alargadas. Los pólipos sobresalen ligeramente de las ramas. De color blanco. (Fots. 181-184).

Hábitat

Suele aparecer asociada a enclaves rocosos horizontales o de mínima pendiente, en ambientes iluminados, fijándose también en paredes y pequeñas rocas en fondos arenosos (fot. 182). Aunque puede alcanzar los 40 metros de profundidad, entre 10 y 20 m forma auténticos “campos de gorgonias blancas”.

Distribución

Se extiende desde el Mediterráneo occidental hasta las costas atlánticas de Marruecos y Mauritania. Muy abundante en el Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Aunque prefiere aguas limpias y renovadas, es una especie tolerante, de amplia valencia ecológica (Linares *et al.*, 2008), que también puede localizarse en fondos con elevada sedimentación y en zonas donde existe moderada

carga orgánica. Tolera también aguas muy turbias. Por tales razones, no es una buena indicadora ambiental que pueda ayudar especialmente en los programas de vigilancia ambiental de la calidad de los fondos litorales. Sin embargo, sí parece ser sensible al aumento de la temperatura en las aguas (Perez *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2009), aunque en menor medida que otras especies de gorgonias (Previati *et al.*, 2010; Ezzat *et al.*, 2013).

Información adicional

Especie muy similar a *Eunicella verrucosa*, se distingue porque ésta tiene una superficie rugosa debido a los pólipos que sobresalen más que en la especie descrita.



Fot. 182

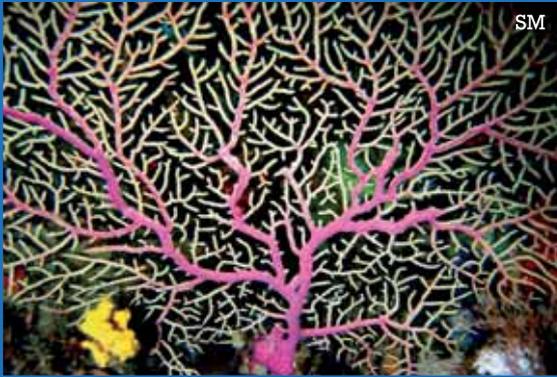


Fot. 183



Fot. 184

10.31. *Leptogorgia lusitanica* Stiasny, 1937



Fot. 185

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Gorgoniidae
Género: *Leptogorgia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Las colonias de esta gorgonia son arborescentes y muy ramificadas. Las ramificaciones tienden a disponerse en un solo plano. Las ramas son cortas, gruesas y ligeramente aplanadas. Alcanza 30 cm de altura y anchura y su esqueleto es córneo. La coloración es muy variable ya que pueden ser blancas, amarillas y violetas. También existen colonias violetas “manchadas” de amarillo. (Fots. 185-189).

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos con zonas de arena y fango alrededor, fijada a paredes verticales o bloques de roca horizontales. También en fondos de cascajos o detríticos. Las colonias suelen aparecer aisladas unas de otras. Prefiere aguas más claras que *Leptogorgia sarmentosa*. Se distribuye entre 6 y 100 metros de profundidad.



Fot. 186

Distribución

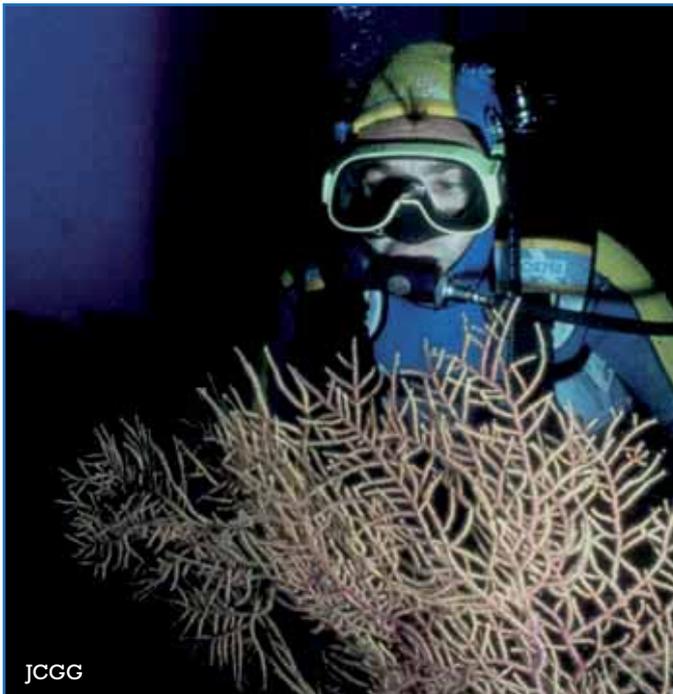
Es una especie atlántica extendiéndose desde la costa norte de la Península Ibérica hasta Marruecos, con inclusión el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

A diferencia de *Leptogorgia sarmentosa*, que es capaz de soportar unos elevados niveles de turbidez, *L. lusitanica* suele estar asociada a zonas con un menor grado de sedimentación (Cúrdia *et al.*, 2013) y turbidez (López-González, 1993). Sin embargo, y debido a que se trata de un organismo filtrador, también es frecuente hallarlo en zonas con una sedimentación y/o turbidez considerable (fot. 187). Por ello no es recomendable como indicador biológico en programas de vigilancia.

Información adicional

Especie muy similar a *Leptogorgia sarmentosa*. Se diferencian en que *L. lusitanica* tiende a ramificarse en un plano mientras que *L. sarmentosa* tiende a hacerlo en todos los planos, además las ramas de ésta son menos espesas y más alargadas.



Fot. 187



Fot. 188



Fot. 189

10.32. *Leptogorgia sarmentosa* (Esper, 1789)



Fot. 190

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Gorgoniidae
Género: *Leptogorgia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Colonias poco ramificadas de esqueleto córneo con forma de árbol, de hasta 1 m de altura. Su coloración es variable, desde el terracota ladrillo al amarillento pálido. Las ramas son finas, alargadas y planas con un grosor de entre 4 y 5 mm las principales y de 0.5 mm las laterales. Sobre su superficie se observan unas estrías finas (**fots. 190 y 191**).

Hábitat

Crece en ambientes umbríos sobre fondos rocosos, arenoso-fangosos y biodetríticos donde se asientan sobre restos de conchas (**fots. 192-194**). También vive en entradas de cuevas o grietas. Las colonias casi siempre crecen aisladas y separadas entre sí. Se distribuye batimétricamente desde 5 hasta 300 m.

Distribución

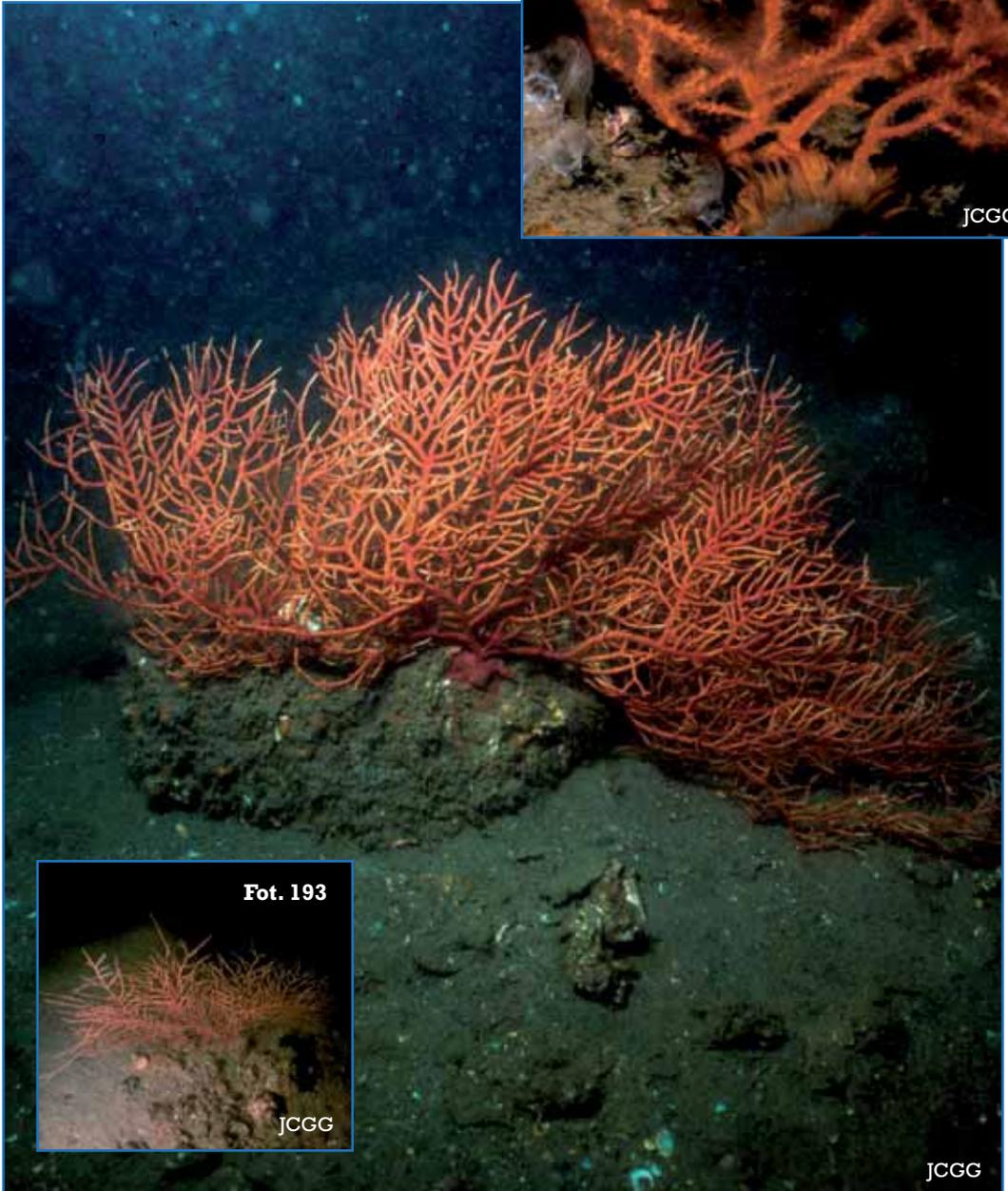
Mar Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que soporta elevados niveles de turbidez (Bianchi *et al.*, 2012) y suele estar asociada a tipologías bentónicas que poseen altos grados de sedimentación y turbidez, como son los fondos detríticos de arenas y fangos (Cocito *et al.*, 2002; Gori *et al.*, 2011; Sardá *et al.*, 2012).

También se la ha considerado como tolerante frente al aumento de la temperatura de las aguas (Roghi *et al.*, 2010).

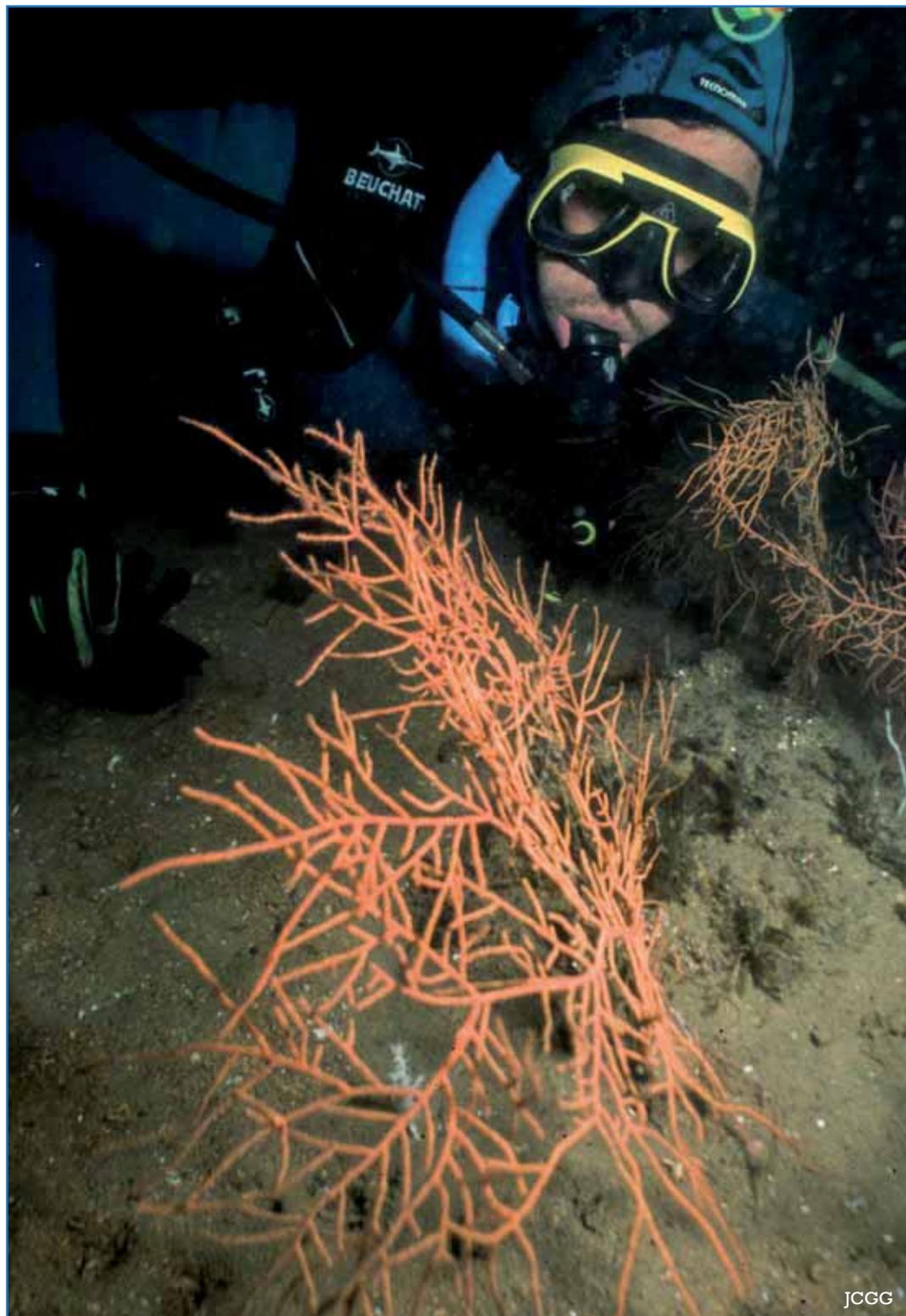
Fot. 191



Fot. 193



Fot. 192



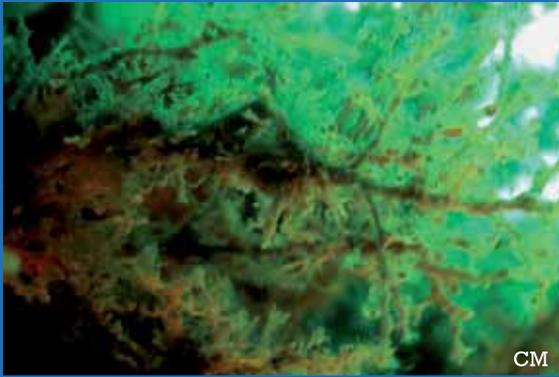
JCGG

Fot. 194



**CNIDARIOS
HIDROZOOS**

10.33. *Eudendrium carneum* Clarke, 1882



Fot. 196

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Anthoathecata
Familia: Eudendriidae
Género: *Eudendrium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Forma colonias que pueden alcanzar los 18 cm de altura, con unos ejes principales gruesos, con nudos y densamente ramificados. La ramificación es irregular, más o menos alterna, siendo las ramas principales polisifónicas y las menores, monosifónicas. Las ramas y los pedicelos tienen anillos basales. Los hidroides son grandes, con un cuerpo alargado y un amplio hipostoma, con una corona de 28 a 32 tentáculos. (Fots. 196-198).

Hábitat

Se la encuentra generalmente en profundidades de 0 a 20 metros, aunque prefiere ambientes umbríos. Coloniza tanto sustratos rocosos naturales como artificiales.

Distribución

Ampliamente distribuida en el Atlántico, Índico, Pacífico oeste y Mar Rojo. Citada en el Adriático y Mediterráneo oeste.

Sensibilidad ambiental

Especie tolerante frente a perturbaciones de origen antrópico (Cabral, 2013) y de presencia común en zonas y estructuras portuarias (Philp *et al.*, 2003; Megina *et al.*, 2013).

Información adicional

Especie invasora introducida en el Mediterráneo por el hombre, principalmente adosada a cascos de embarcaciones.



Fot. 197



Fot. 198

10.34. *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785)



Fot. 199

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Anthoathecata
Familia: Eudendriidae
Género: *Eudendrium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Eudendrium racemosum forma colonias de porte arbustivo, de hasta 15 cm de altura. Los pólipos son atecados (sin envoltura) y poseen un cono bucal en forma de maza, con una corona de largos tentáculos. En la época de maduración, las colonias suelen ser de color naranja, debido al masivo desarrollo de gonóforos. (Fots. 199-202).

Hábitat

Se la halla sobre muchos tipos de sustratos (rocas, mejillones, algas), desde profundidades de 0 a 30 metros. Preferentemente en ambientes esciáfilos.

Distribución

Especie considerada cosmopolita, ampliamente distribuida por el Indo-Pacífico y el Atlántico este. También se la ha citado en el Mediterráneo y el Adriático.

Sensibilidad ambiental

Eudendrium racemosum muestra una elevada tolerancia frente a diferentes fuentes de contaminación (Cattaneo-Vietti *et al.*, 2003; Marchini *et al.* 2004; Megina *et al.*, 2013).

Información adicional

Especie muy similar a *Eudendrium carneum*, siendo casi indistinguibles a simple vista, ya que se necesita del estudio de elementos morfológicos con ayuda de microscopio.



Fot. 200



Fot. 201



Fot. 202

10.35. *Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758)



Fot. 203

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Leptothecata
Familia: Campanulariidae
Género: *Obelia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Colonias de hidroides muy variables en forma y tamaño. Tallo erecto de hasta 35 cm de altura, monosifónico y ramificado, endurecido en las colonias más antiguas. Los internudos poseen varios anillos en su base. Las hidrotecas se disponen de forma lateral y alterna sobre pedicelos completamente anillados en la parte superior de los internudos. (Fot. 203).

Hábitat

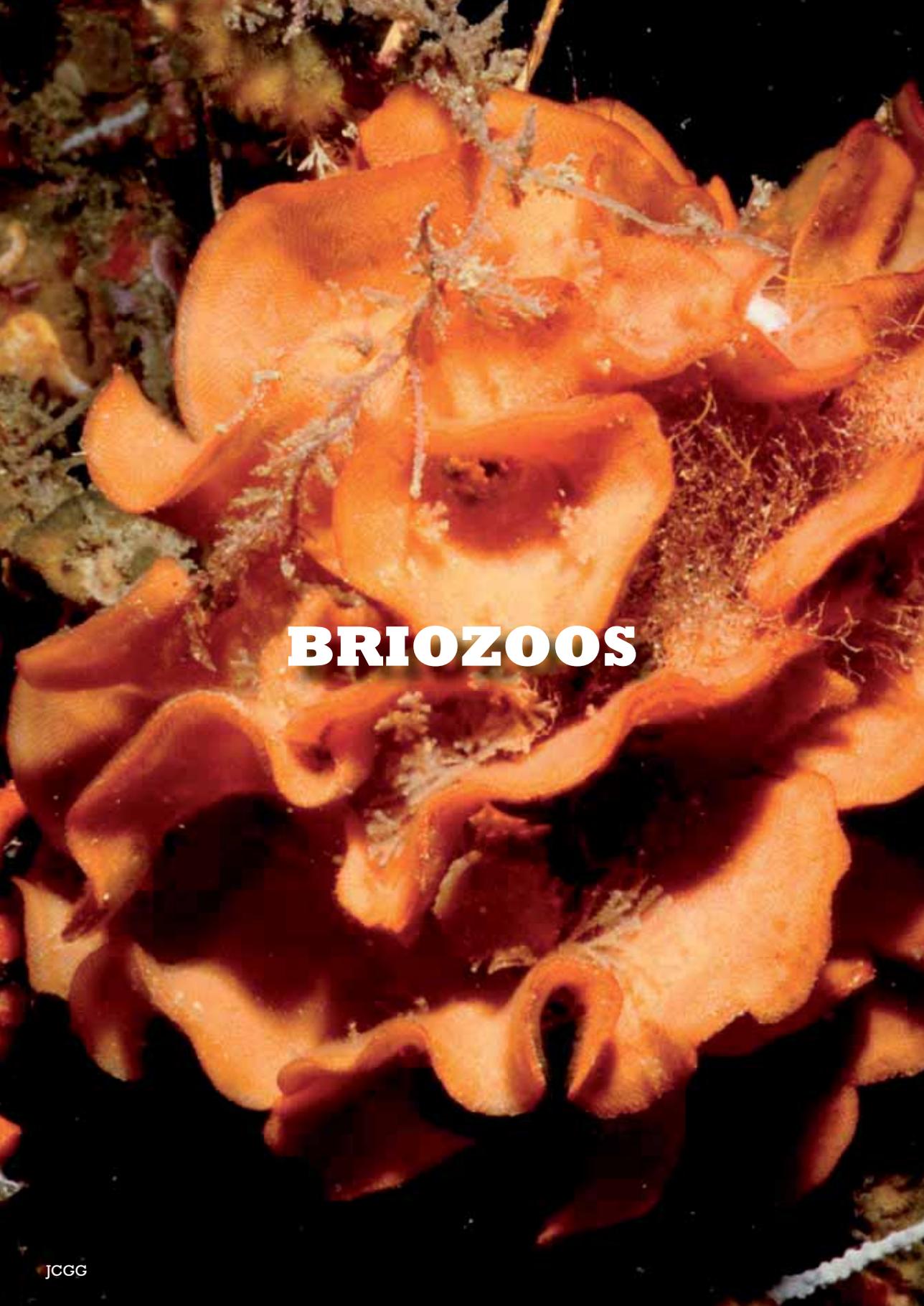
Se la encuentra generalmente a escasa profundidad. Coloniza sustratos duros, tanto naturales como artificiales de todo tipo.

Distribución

Especie cosmopolita. Presente en el Mediterráneo de este a oeste, con inclusión del Adriático.

Sensibilidad ambiental

Obelia dichotoma es una especie con una elevada tolerancia frente a diferentes tipos de perturbaciones, como eutrofización (Breves-Ramos *et al.*, 2005; Contardo-Jara *et al.*, 2006), turbidez (Urkiaga-Alberdi *et al.*, 1999) o contaminación (Albayrak y Balkis, 2000; Marchini *et al.* 2004). Es común su presencia en zonas y estructuras portuarias (Megina *et al.*, 2013).

A close-up photograph of a colony of bryozoans. The colonies are bright orange and have a distinct cup-like or tubular structure. They are clustered together on a dark, possibly black, substrate. The lighting is dramatic, highlighting the texture and color of the bryozoans against the dark background. The word "BRIOZOOS" is overlaid in white, bold, sans-serif capital letters in the center of the image.

BRIOZOOS

10.36. *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)



Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Bugulidae
Género: *Bugula*
Nombre común: no tiene

Fot. 205

Descripción

Constituye colonias erectas unilaminares, en forma de mechón, de hasta 10 cm. La ramificación es dicotómica y cada rama está constituida por dos series de zooides alternos. Los zooides carecen de espinas aunque presentan una prolongación distal en el lado externo. De color castaño rojizo, muy oscuro. (Fot. 205).

Hábitat

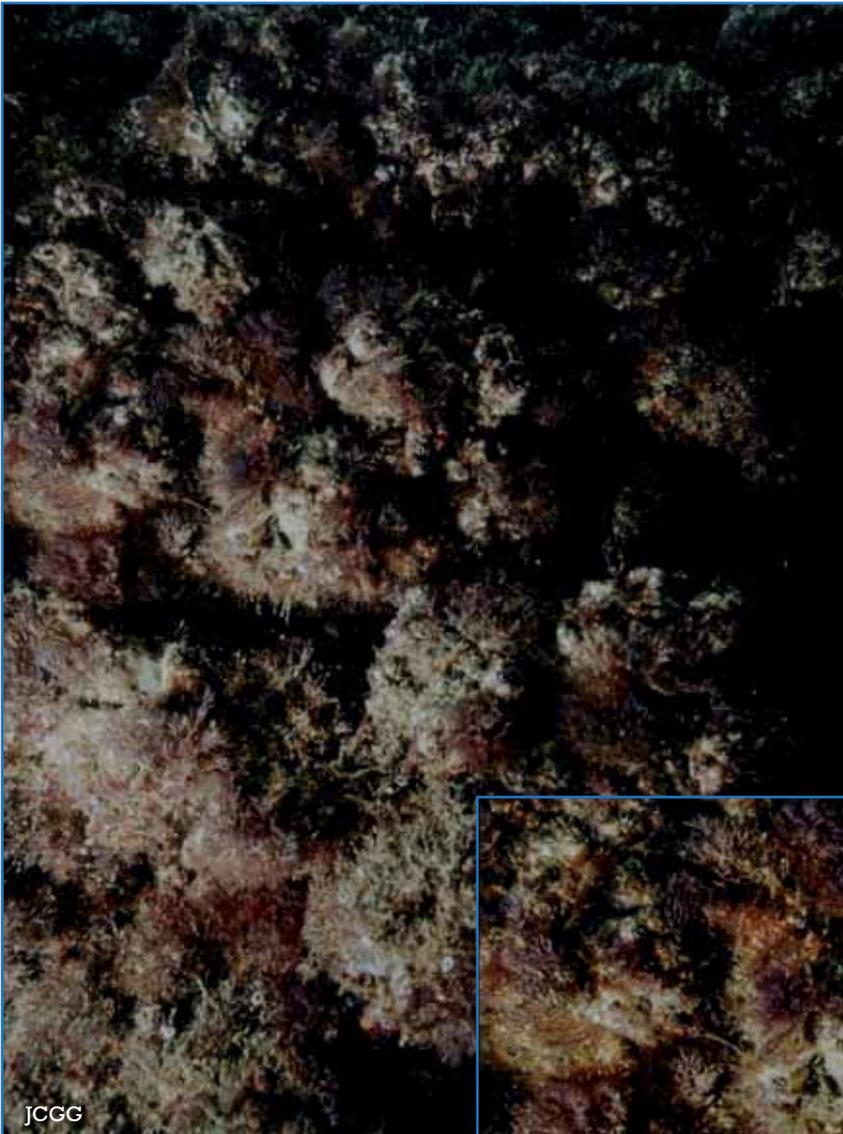
Suele colonizar profusamente sustratos artificiales como cascos de embarcaciones, muelles, embarcaderos, boyas y cuerdas sumergidas.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Especie presente de forma habitual en las comunidades del “fouling” y en zonas de baja calidad ambiental, como instalaciones portuarias (Ryland, 1965; Geraci y Relini, 1970; Arias y Morales, 1979; Aristegui, 1987) (**fots. 206 y 207**). También posee una sustancial tolerancia frente a determinados metales pesados (Piola y Johnston, 2006).



Fot. 206



Fot. 207

JCGG

10.37. *Myriapora truncata* (Pallas, 1766)



Fot. 208

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Myriaporidae
Género: *Myriapora*
Nombre común: falso coral

Descripción

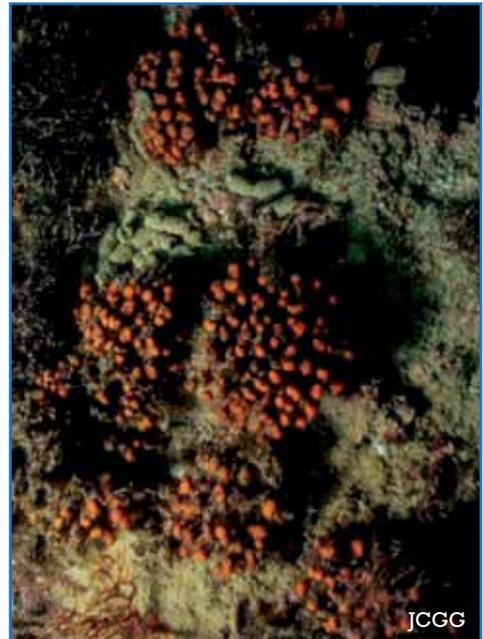
Las colonias de este briozoo son erectas y ramificadas dicotómicamente, las ramas son cilíndricas, fuerte y truncadas en el extremo, su superficie está cubierta de poros. Las ramificaciones se producen en todos los sentidos. El diámetro de las colonias es de hasta 12 cm. Su color es rojo anaranjado. Se fijan al sustrato por una base incrustante. (Fots. 208-211).

Hábitat

Vive en fondos rocosos y umbríos, también en el interior de cavidades y cuevas. Desde pocos metros a unos 100 metros de profundidad.

Distribución

Es frecuente en el Mediterráneo y se extiende hasta la costa del Estrecho de Gibraltar. Ha sido también citada en Canarias y en la costa atlántica marroquí.



Fot. 209

Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante, pero menos que los briozoos afines *Pentapora fascialis* y *Omalosecosa ramulosa*. Aunque prefiere aguas limpias y con moderada o intensa corriente, siendo más abundante en fondos altamente estructurados significados por una alta biodiversidad, circunstancialmente puede contemplarse en fondos turbios, con cierta sedimentación, incluso ligeramente contaminados por vertidos de aguas residuales de origen doméstico (Harmelin y Capo, 2002). También se le atribuye un grado de tolerancia alto frente a factores como el aumento de la temperatura del agua (Pérez *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2009) o elevados niveles de CO₂ (Wood *et al.*, 2012). No es, pues, una buena especie indicadora de aguas limpias por lo que no resulta útil utilizarla en un programa de vigilancia ambiental de los fondos litorales.

Sin embargo, como las dos especies recién citadas, dada la vistosidad y fragilidad de sus colonias, como ha sido expuesto para ellas, su seguimiento puede resultar útil para detectar impactos en las comunidades bentónicas por la acción mecánica de redes o anclas y de buceadores no suficientemente instruidos o experimentados, que pueden producir importantes daños en las estructuras coloniales por contactos inoportunos.

Información adicional

Se le puede confundir con el coral rojo pero éste no se ramifica dicotómicamente y sus pólipos son blancos.



Fot. 210



Fot. 211

10.38. *Omalosecosa ramulosa* (Linnaeus, 1767)



Fot. 212

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Celleporidae
Género: *Omalosecosa*
Nombre común: no tiene

Descripción

Configura colonias erectas cuyas ramas se dividen dicotómicamente. Las ramas son cilíndricas y rígidas. De color blanquecino-anaranjado (**fot. 212**).

Hábitat

Suele encontrarse en sustratos duros, a veces sobre otros organismos como gorgonias y cerca de hidrozoos y otros briozoos. En enclaves muy umbríos puede localizarse raramente a menos de 5 m de profundidad, pero normalmente es abundante entre 10 y 40 metros.

Distribución

Se extiende desde Noruega hasta Mauritania y por todo el Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante, pero prefiere aguas limpias y con moderada o intensa corriente (García-Gómez, 2007). Es más abundante en fondos estructurados y biodiversos (precoralígeno) donde viven especies muy sensibles y de estrecha valencia ecológica (**fots. 213 y 214**), pero también se encuentra en fondos de aguas turbias, alta sedimentación (Foveau *et al.*, 2008) y moderada carga orgánica (**fots. 215 y 216**). También se la ha citado como tolerante

ante la presencia de TBTs (Hiscock *et al.*, 2010). No es, pues, una buena especie indicadora de aguas limpias (aunque las prefiera) y en este contexto no conviene utilizarla en un programa de vigilancia ambiental de los fondos litorales. Sin embargo, dada la vistosidad y fragilidad de sus colonias, como ha sido explicado detalladamente para el briozoo *Pentapora fascialis*, su seguimiento puede resultar útil para detectar impactos en la biota de los fondos por la acción mecánica de redes o anclas y de buceadores no experimentados o no suficientemente instruidos los cuales inadvertidamente provocan destrozos con sus aletas, o simplemente, arrodillándose o apoyándose sobre él.



Fot. 213



Fot. 214



Fot. 215



Fot. 216

10.39. *Pentapora fascialis* (Pallas, 1766)



Fot. 217

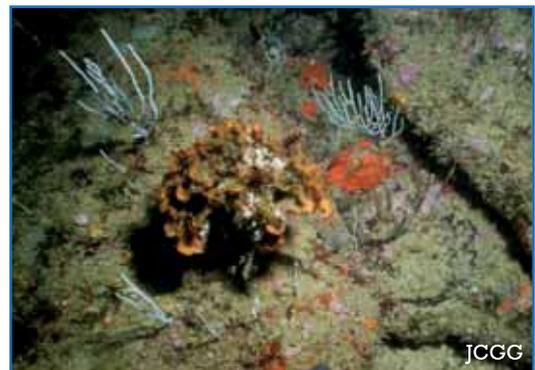
- Filo:** Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Bitectiporidae
Género: *Pentapora*
Nombre común: cuerno de alce

Descripción

Este briozoo se caracteriza por formar colonias erectas que se elevan sobre una base incrustante. Sus ramas son planas rígidas y bilaminares que pueden dividirse dicotómicamente. En uno de los clásicos morfotipos, la parte superior de las ramificaciones recuerda a los cuernos de los alces mientras que la parte inferior tiende a fundirse y forma una estructura laminar compacta y uniforme. Su color es rosa anaranjado intenso y no se mantiene fuera del agua. Puede alcanzar los 15 cm de altura y los 20 cm de diámetro. El morfotipo “foliáceo”, se caracteriza porque posee las ramas muy anchas que no se dividen dicotómicamente ni tienen forma de cuerno de alce. En este caso, las colonias tienen un aspecto masivo-foliáceo rígido en las que las láminas pueden estar unidas entre sí, pudiendo alcanzar gran tamaño. (Fot. 217).

Hábitat

Se asienta sobre fondos rocosos y sustratos detríticos poco iluminados. Prefiere aguas calmas, pero también puede encontrarse en zonas de corrientes moderadas. Se localiza entre 5 y 100 metros de profundidad.



Fot. 218

Distribución

En el Atlántico, desde el oeste de las Islas Británicas, hasta el Mediterráneo, donde es común.

Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante, si bien prefiere aguas limpias y relativamente calmas (García-Gómez, 2007). Se encuentra tanto en fondos de alta diversidad y calidad ambiental (**fot. 217**) como en fondos de alta sedimentación, carga orgánica moderada y de aguas persistentemente turbias (Harmelin y Capo, 2002) (**fots. 218 y 219**). Por tales razones no es una especie indicadora de buenas condiciones ambientales y, en tal sentido, no resulta útil en un proyecto de vigilancia de la calidad de las aguas litorales.

Sin embargo, al ser sus llamativas colonias fácilmente reconocibles (tamaño y vistosidad) durante un itinerario de buceo, y por ser muy frágiles ante impactos de tipo mecánico, como redes de arrastre, garreo de anclas, submarinistas inexpertos (Sala *et al.*, 1996; Garrabou *et al.*, 1998), la especie puede ser vigilada en términos de control de sus pérdidas o destrozos en ambientes muy estables y estructurados, de gran belleza paisajística submarina, por la acción abrasiva de buceadores los cuales, no suficientemente instruidos en temática conservacionista subacuática, se arrodillan frecuentemente sobre el fondo (por ejemplo, para tomar fotografías, o para realizar una determinada observación, o porque no van bien lastrados, o porque no dominan el uso del chaleco hidrostático).

Afortunadamente, *Pentapora fascialis* ha mostrado una capacidad de recuperación muy rápida, una vez que los factores responsables de los daños han sido eliminados o controlados (Sheehan *et al.*, 2013).

Esta especie también se ha considerado apropiada como indicadora de las condiciones térmicas de una zona, pero al menos en el cono sur ibérico tal cualidad no es reconocible, no habiendo mostrado apenas afección frente a temperaturas anormalmente elevadas (Pérez *et al.*, 2000).

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría "Vulnerable".



Fot. 219

10.40. *Schizobrachiella sanguinea* (Norman, 1868)



Fot. 220

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Schizoporellidae
Género: *Schizobrachiella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta especie crece formando incrustaciones de una o varias láminas que pueden elevarse y constituir masas convolutas y en parte cerradas, creando expansiones tubulares. Puede llegar a medir muchos centímetros cuadrados y su color es rojizo, pardo o ligeramente violáceo. La forma depende del movimiento del agua. (Fot. 220).

Hábitat

Es una especie recubriente, que se asienta sobre superficies rocosas y sobre esqueletos calcáreos de otros animales o algas litotamniáceas. También se encuentra en la base de la fanerógama *Posidonia oceanica*. Entre 5 y 50 metros de profundidad.

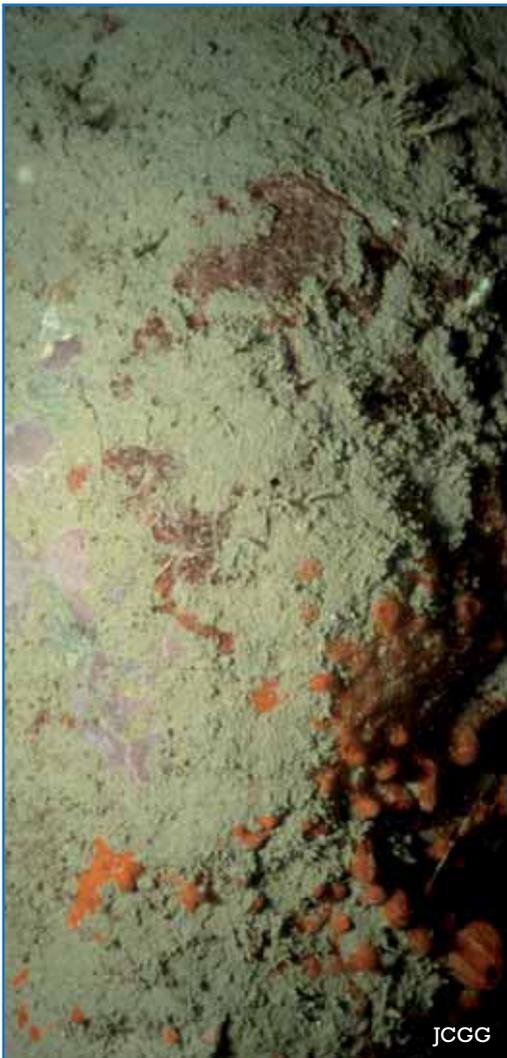
Distribución

Es una especie típica del Mediterráneo y llega hasta el Estrecho de Gibraltar. También hay citas en el suroeste de las Islas Británicas y en Canarias.

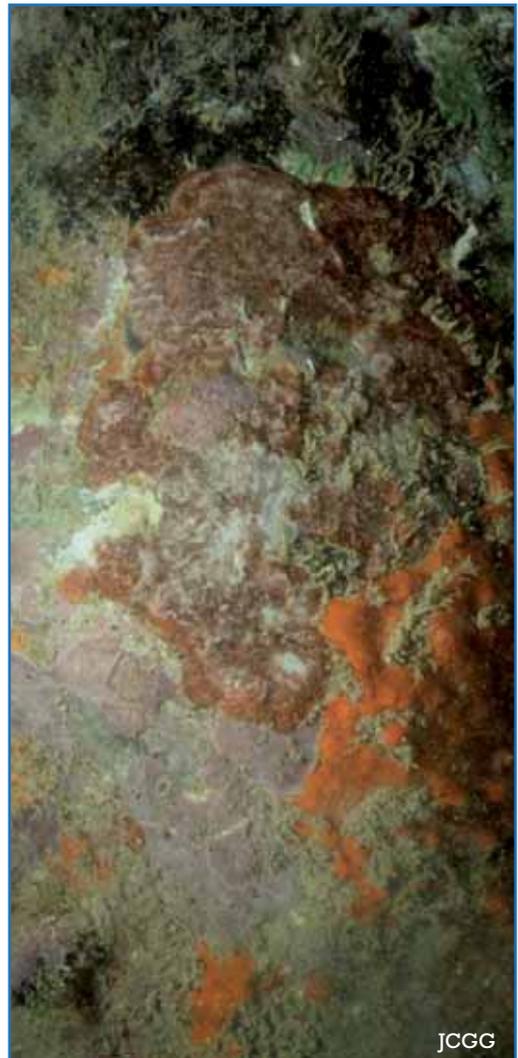
Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante, aunque prefiere aguas limpias. Se adapta a condiciones de bajo, moderado y alto hidrodinamismo y también de diferente turbidez y carga orgánica (Mariani *et al.*, 2003; Koçak, 2008), aunque resulta

sensible a una sedimentación excesiva. No es, pues, una buena especie para utilizarla como indicadora de aguas limpias y renovadas. Sin embargo, puede contribuir a la vigilancia de fondos biodiversos y estructurados ya que cuando es parcialmente sepultada por una sedimentación anormal (por ejemplo, proveniente del “overflow” de un dragado), en poco tiempo las colonias sometidas a un parcial aterramiento, blanquea las zonas donde se ha producido muerte masiva de zooides (ver **fots. 221 y 222**, antes y después de eliminar el sedimento) (García-Gómez,2007).



Fot. 221



Fot. 222

10.41. *Smittina cervicornis* (Pallas, 1766)



Fot. 223

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Smittinidae
Género: *Smittina*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una especie cuyas colonias son erectas y ramificadas, las ramificaciones se dividen de forma dicotómica y su color es amarillo anaranjado. Toda su superficie está recubierta por unos finos “pelillos” que corresponden a los tentáculos de los zooides. (Fot. 223).

Hábitat

Suele aparecer en fondos de coralígeno y detríticos, sobre paredes y también en piedras. Batimétricamente se extiende desde los 20 m pero su máxima abundancia está entre 40-60 m.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Gabón. También en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Se ha observado a *Smittina cervicornis* en zonas de baja calidad ambiental, como instalaciones portuarias, o muy próximas a ellas, de forma que no debe emplearse como especie indicadora.



ANÉLIDOS

10.42. *Sabella pavonina* Savigny, 1822



Fot. 225

Filo: Annelida
Clase: Polychaeta
Orden: Sabellida
Familia: Sabellidae
Género: *Sabella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Este gusano tiene un cuerpo alargado de hasta 25 cm de longitud, su sección es subcilíndrica ya que está ligeramente aplanado en la zona ventral. El color del cuerpo varía desde el amarillo-anaranjado hasta el gris-violáceo. En la parte de la cabeza presenta unas extensiones plumosas con un diseño a bandas horizontales y de coloración variable. Este animal vive dentro de un tubo erecto formado por varias capas de mucosidad y en la parte más superficial tiene una capa fina de partículas de sedimento. (Fot. 225).

Hábitat

También se puede encontrar en fondos blandos (fot. 226), donde el tubo se dispone verticalmente. Tiene preferencia por zonas con iluminación indirecta como entradas de cuevas y también en los claros de arena que hay entre rocas o matas de *Posidonia* (fot. 225). Se halla desde pocos metros hasta 25-30 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico.

Sensibilidad ambiental

Sabella pavonina es una especie tolerante frente a condiciones de diferente turbidez y carga orgánica y contaminación. Se halla de forma frecuente en zonas con impactos humanos y degradación, como instalaciones portuarias (Sáiz-Salinas y Urkiaga-Alberdi, 1999; Dyrzynda, 2005) o centrales térmicas (Charubhun *et al.*, 2003). Es una especie que se encuentra a su vez formando parte de los organismos que conforman el *fouling* en zonas afectadas por diferentes tipos de perturbaciones, como descargas de residuos de agricultura o elevado tráfico marítimo (Emara y Belal, 2004). Adicionalmente, es capaz de almacenar plata, un metal altamente tóxico, en altas concentraciones, sin efectos tóxicos (Koechlin y Grasset, 1988).



LS

10.43. *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791)



Fot. 227

Filo: Annelida
Clase: Polychaeta
Orden: Sabellida
Familia: Sabellidae
Género: *Sabella*
Nombre común: Espirógrafo o plumero de mar

Descripción

El cuerpo de este gusano es alargado y cilíndrico, tiene hasta 30 cm de longitud. El extremo posterior es estrecho mientras que el anterior presenta unas extensiones plumosas que forman hasta 6 vueltas de espiral que el animal puede retraer de manera brusca en el interior del tubo en el que vive. Este tubo es membranoso, de consistencia variable y alcanza hasta los 50 cm. Su forma es cilíndrica y está constituido por secreciones mucosas y partículas finas de sedimento. El color de las “plumas” es variable. (Fot. 227).

Hábitat

Aparece en fondos rocosos, blandos, detríticos y en las praderas de *Posidonia*. También está presente dentro de puertos tanto en el fondo como en las paredes de los diques. Se encuentra desde los 5 hasta los 40 metros de profundidad.

Distribución

Está presente en el Mediterráneo y Atlántico pero también se ha extendido a las costas australianas.

Sensibilidad ambiental

Es una especie invasora en Australia y Nueva Zelanda (Patti y Gambi, 2001; Read *et al.*, 2011), entrando a través de puertos, mediante las aguas de lastre de las embarcaciones. Además tolera ambientes con elevada sedimentación (Bocchetti *et al.*, 2004; Okuş *et al.*, 2007) (**fol. 228**), incluyendo algunos elementos tóxicos como el arsénico (Fattorini y Regoli, 2004).



Fot. 228

10.44. *Salmacina dysteri* (Huxley, 1855)



Fot. 229

Filo: Annelida
Clase: Polychaeta
Orden: Sabellida
Familia: Serpulidae
Género: *Salmacina*
Nombre común: filigrana de mar

Descripción

Es un poliqueto gregario que forma tubos calcáreos de color blanco. Éstos son frágiles, cilíndricos y finos (1mm de diámetro) y se imbrican unos con otros llegando a formar masas de hasta 20 cm de diámetro y de aspecto semiesférico. El cuerpo del gusano es pequeño, apenas alcanza 0.5 cm, de color grisáceo y las extensiones plumosas de la zona de la cabeza son poco numerosas e incoloras. La base puede ser roja o amarilla. (Fots. 229-231).

Hábitat

Aparece en una gran variedad de hábitats, observándose tanto en sustratos rocosos como en fondos detríticos, iluminados, umbríos y medianamente umbríos (fots. 232, 233 y 235). También en praderas de *Posidonia*. Se extiende desde pocos metros hasta 600 metros de profundidad.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Salmacina dysteri es una especie que tolera diferentes tipos de perturbaciones (Urkiaga-Alberdi *et al.*, 1999), como turbidez, contaminación y eutrofización. Es frecuente encontrarla presente en zonas portuarias (Knight-Jones *et al.*, 1991; Saiz-Salinas y Urkiaga-Alberdi, 1999; DeFelice *et al.*, 2001) (fot. 234) e incluso adyacente a vertidos de aguas residuales (Bailey-Brock y Krause, 2007).



Fot. 230



Fot. 231



Fot. 232



Fot. 233



Fot. 234



Fot. 235

10.45. *Serpula vermicularis* (Linnaeus, 1767)



Fot. 236

Filo: Annelida
Clase: Polychaeta
Orden: Sabellida
Familia: Serpulidae
Género: *Serpula*
Nombre común: Sérpula o gusano tubícula serpentino

Descripción

Este gusano se caracteriza por tener un cuerpo alargado de hasta 7 cm de longitud y de sección cilíndrica. Su color varía desde el anaranjado a rosado y en el extremo anterior presenta un bonito penacho plumoso a franjas alternas rosas y blancas. Además, tiene un opérculo con aspecto de embudo y borde aserrado del mismo color el penacho. Vive en el interior de un tubo cilíndrico y calcáreo de hasta 5 cm de longitud y 0,6 cm de anchura. (Fot. 236).

Hábitat

Aparece en fondos rocosos, umbríos o moderadamente umbríos y ligeramente batidos (fots. 237 y 238). También sobre conchas de moluscos. Se encuentra desde 0 hasta 250 m.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Esta especie crece en aguas limpias, siendo sensible a determinados tipos de perturbaciones ambientales, como puede ser la presencia de hidrocarburos (Chia, 1973). Sin embargo, es habitual su presencia abundante en numerosos experimentos de recolonización de placas artificiales, generalmente en entornos contaminados (Schoener, 1983; El-Komi, 1991; Kocak y Kucuksezgin,

2000) o bien bajo tratamientos de sustancias *anti-fouling* (Jelic-Mrcelic *et al.*, 2006; Cima y Ballarin, 2008). Por ello, no resulta una especie útil para realizar la vigilancia de la calidad de las aguas litorales.



Fot. 237



JCCG

Fot. 238



ASCIDIAS

10.46. *Microcosmus nudistigma* Monniot C., 1962



Fot. 240

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Microcosmus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una ascidia solitaria, de entre 3 y 4 cm. Tiene forma trapezoidal ya que el cuerpo está aplanado en la parte ventral. Cuando se contrae forma un pliegue en la zona dorsal con aspecto de cresta. Su superficie es dura y coriácea. Es de color amarillo-rojizo. (Fots. 240 y 241).

Hábitat

En zonas poco profundas aparece debajo de las piedras. También sobre otros organismos como gorgonias y en comunidades algales tanto expuestas a la luz como en ambientes umbríos. Se ha observado en praderas de *Posidonia* y en ambientes coralígenos. Desde la línea de marea hasta 15 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, desde las costas portuguesas hasta el Estrecho de Gibraltar. También en el Mediterráneo occidental, en Francia y las costas españolas.

Sensibilidad ambiental

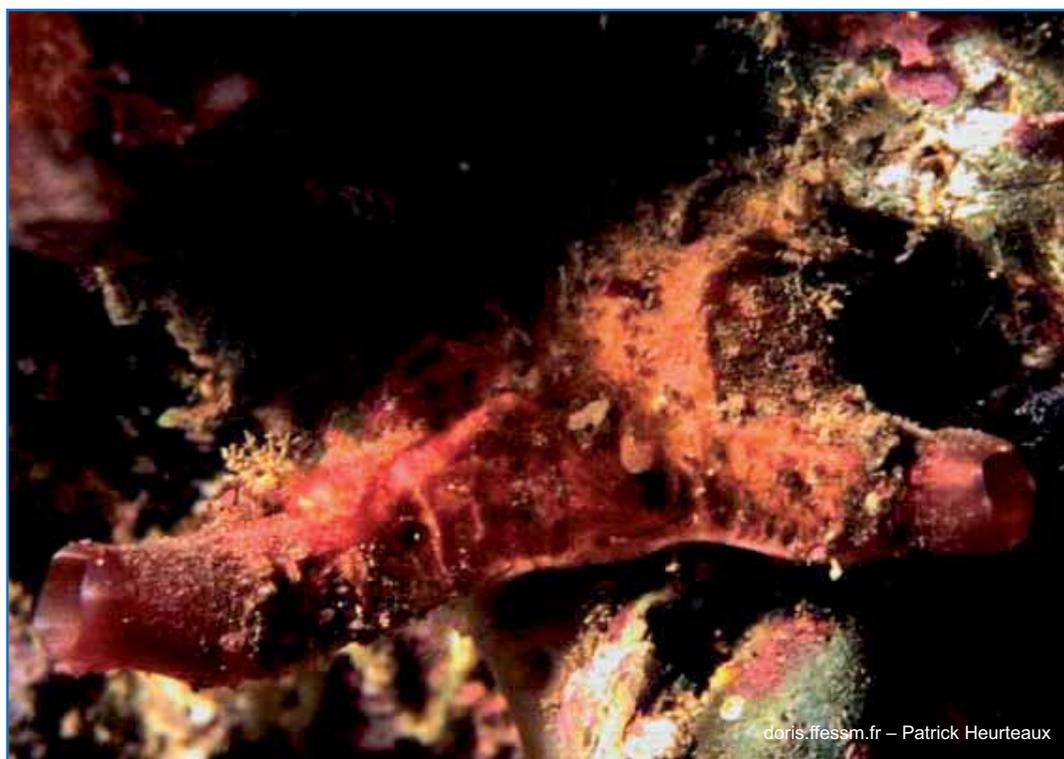
Microcosmus nudistigma, como otras especies del mismo género descritas en esta obra, tolera condiciones ambientales adversas (abundancia de

materia orgánica, turbidez, contaminación), por lo que no es adecuada para caracterizar aguas de buena calidad. A pesar de no existir información bibliográfica concreta al respecto, se ha incluido provisionalmente como especie tolerante en base a las observaciones personales y el criterio experto del autor.

Información adicional

No es posible identificar con certeza las especies de la familia *Pyuridae* empleando únicamente fotografías, por buena calidad que éstas posean, ya que es absolutamente necesario el estudio de elementos de su anatomía interna, incluso a nivel de género. Si en una localización determinada, un buceador experimentado puede asignar los especímenes hallados a una especie concreta, esto no debe extrapolarse a otras zonas.

En el Mediterráneo existen numerosas especies similares en la familia *Pyuridae*, especialmente de los géneros *Microcosmus* y *Pyura*.



10.47. *Microcosmus polymorphus* Heller, 1877



Fot. 242

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Microcosmus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Se trata de una especie de ascidia solitaria de hasta 6-7 cm de longitud. Su superficie es delgada y flexible pero rugosa y está completamente cubierta por otros organismos y algas. Su forma es irregular aunque con tendencia globosa. (Fots. 242 y 243).

Hábitat

Se encuentra en comunidades algales de zonas umbrías y aguas calmas así como en comunidades algales expuestas a la luz. También en fondos detríticos costeros, coralígenos, grutas semioscuras, praderas de Posidonia, fondos de ascidias y en zonas portuarias. Se encuentra entre 15 y 30 metros de profundidad.

Distribución

En el Atlántico oriental desde las Islas Británicas hasta Marruecos incluido el Estrecho de Gibraltar. En el Mediterráneo hasta Italia y el Mar Adriático.

Sensibilidad ambiental

Puede localizarse en fondos sedimentarios, con alta turbidez y altas tasas de sedimentación (Hartl y Ott, 1999), así como en sustratos artificiales

(Mastrototaro *et al.*, 2008). También se caracteriza por ser capaz de acumular metales pesados (Meziti *et al.*, 2007; Chebbi, 2010) y por tolerar cierto grado de polución (Turón, 1988). Por ello, se la puede clasificar como tolerante a la contaminación marina.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



doris.ffessm.fr – Dominique Horst

10.48. *Microcosmus squamiger* Michaelsen, 1927



Fot. 244

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Microcosmus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria que alcanza una talla de entre 4 y 5 cm de longitud. Es de color marrón rojizo y su superficie es coriácea, más o menos rugosa y con tubérculos. Puede estar desnuda o cubierta por otros organismos. Puede presentar forma redondeada con unas prolongaciones en la base con las que se sujeta al sustrato o tener forma irregular debido a que se agrega con otros individuos y es difícil diferenciarlos. Los sifones suelen ser prominentes, alargados y separados entre sí. (Fots. 244 y 245).

Hábitat

Es una especie que suele encontrarse en la costa, donde forma densas agrupaciones constituidas por millares de individuos. Se encuentra en fondos rocosos sobre todo en bahías y puertos recubriendo bloques y columnas de hormigón, también cubren grandes extensiones en fondos arenoso-fangosos donde generan un sustrato que sirve para la fijación de otros organismos. Es una especie invasora procedente de Australia y una buena competidora de especies nativas. Desde la línea de marea hasta 20 m.

Distribución

Es una especie ampliamente distribuida. En el Mediterráneo es común en Italia, Marruecos, Francia y España, incluido el Estrecho de Gibraltar. También en el Mar Rojo y en el Indopacífico.

Sensibilidad ambiental

Tolera grandes rangos de temperatura y salinidad así como cualquier tipo de perturbación ambiental (Naranjo *et al.*, 1996; Carballo y Naranjo, 2002). De hecho, en zonas contaminadas sus poblaciones aumentan (Mastrototaro *et al.*, 2008) y colonizan todo tipo de sustratos, tanto naturales como artificiales (Turón *et al.*, 2007; Rius *et al.*, 2009). Por tanto, su presencia importante indica que las aguas probablemente sufren algún tipo de contaminación.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



Fot. 245

10.49. *Microcosmus vulgaris* Heller, 1877



AR

Fot. 246

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Microcosmus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria de una talla considerable ya que alcanza los 10 cm. El cuerpo presenta forma de globo y su superficie es muy gruesa y tiene pliegues irregulares (**fol. 246**), además puede estar cubierta de otros organismos, restos de conchas y arena. En la zona ventral presenta unas estructuras alargadas de entre 4-5 cm de anchura que le sirven para adherirse al sustrato.

Hábitat

Aparece en fondos de arena gruesa y cascajos, también en fondos coralígenos, detríticos costeros y fondos de ascidias. Se encuentra normalmente hasta 40 metros de profundidad.

Distribución

En el Mediterráneo desde Italia y Grecia hasta el Estrecho de Gibraltar y el Mar Adriático.

Sensibilidad ambiental

Microcosmus vulgaris es una especie que ha sido hallada de forma abundante en ambientes ricos en materia orgánica y con bajos niveles de oxígeno (Okuş *et al.*, 2007; Steckbauer *et al.*, 2011). Además de su elevada resistencia frente a la anoxia (Riedel *et al.*, 2008), otros factores como la capacidad de acumular determinados metales pesados (Papadopoulou y Kaniyas, 1977) y su preferencia por zonas con escaso hidrodinamismo (Ordines *et al.*, 2011), la convierten en una especie poco adecuada para vigilar la calidad de las aguas litorales.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Preocupación Menor”.

10.50. *Pyura dura* (Heller, 1877)



AR

Fot. 247

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Pyura*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta ascidia es solitaria y alcanza los 10 cm de longitud. Su cuerpo tiene forma de globo aunque ligeramente ovalado. Su superficie es consistente y su color amarillo-anaranjado, además tiene depósitos de calcio y está cubierta de tubérculos pequeños e irregulares. (**Fots. 247 y 248**).

Hábitat

Suele asentarse en fondos rocosos como el coralígeno y grutas semioscuras, también bajo piedras y en comunidades de algas, tanto expuestas a la luz como de zonas umbrías. Normalmente en ambientes de aguas calmas. Además en praderas de *Posidonia*, fondos detríticos costeros y ambientes portuarios. Se encuentra entre 3 y 15 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, en Marruecos y Senegal. También en el Mediterráneo, desde Italia hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Pyura dura es una especie que exhibe características relacionadas con la tolerancia ante perturbaciones típicas: no se ve afectada de forma importante por incrementos anómalos de la temperatura del agua (Pérez *et al.*, 2000; Lejeusne *et al.*, 2010), es frecuente hallarla sobre sustratos artificiales (Mastrototaro *et al.*, 2008), también es resistente a sustancias *anti-fouling* (Jelic-Mrcelic *et al.*, 2006) y es dominante en zonas donde existe una elevada presión sobre el sustrato debido a técnicas pesqueras de arrastre (De Juan *et al.*, 2013). Así, no es una especie útil para evaluar el buen estado de las aguas costeras.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



doris.ffessm.fr – Frédéric André

Fot. 248

10.51. *Pyura microcosmus* (Savigny, 1816)



Fot. 249

- Filo: Chordata
- Subfilo: Tunicata
- Clase: Ascidiacea
- Orden: Stolidobranchia
- Familia: Pyuridae
- Género: *Pyura*
- Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria de cuerpo ovalado, cuya longitud varía entre 1 y 4 cm. La superficie es gruesa, rugosa y está cubierta de protuberancias redondeadas o poligonales (**fots. 249 y 250**). También puede aparecer cubierta de algas, sedimentos u otros organismos. Es de color marrón-rojizo. Los sifones son largos y muy sensibles a la luz o a cualquier tipo de perturbación, y presentan líneas longitudinales rojas y blancas que son más visibles en la superficie interna.

Hábitat

Se encuentra sobre conchas de moluscos y rocas en una gran variedad de ambientes ya que puede aparecer en comunidades de algas expuestas a la luz y de lugares umbríos en aguas calmas, en fondos detríticos costeros, en el coralígeno, en praderas de *Posidonia*, fondos arenosos y zonas semiportuarias, en estas últimas crece sobre sustratos artificiales. También debajo de piedras en zonas superficiales. Se ha localizado esta especie desde 1-2 metros hasta 250 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Cabo Verde. Mediterráneo, Estrecho de Gibraltar y el Mar Rojo.

Sensibilidad ambiental

Esta especie de amplia valencia ecológica es un ejemplo de ascidia solitaria tolerante, que puede encontrarse en ambientes tanto de aguas limpias como perturbadas (García-Gómez, 2007), estas últimas con moderada o alta carga orgánica y tasa de sedimentación (Naranjo *et al.*, 1996; Mastrototaro *et al.*, 2008). También es una especie que ha demostrado una elevada capacidad de acumulación de diversos metales pesados (Papadopoulou *et al.*, 1967).

En este tipo de circunstancias, estos organismos son transgresivos, aumentan sus efectivos y, cuando ello se advierte sobre las piedras, es señal de que los fondos no son de buena calidad ambiental. Por tanto, en la vigilancia submarina de nuestro litoral debe controlarse que en superficies rocosas donde la especie tratada u otras afines es accidental o ausente, no se torne progresivamente abundante. En cualquier caso, para advertir un evento de perturbación, manifestado por la abundancia de este tipo de ascidias, su identificación taxonómica (compleja) no es particularmente relevante, pues el diagnóstico de baja calidad ambiental subviene de la presencia sobre las rocas de numerosos ejemplares los cuales, además, suelen estar completamente recubiertos de algas u otros epibiontes.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



Fot. 250

10.52. *Pyura squamulosa* (Alder, 1863)



doris.ffesm.fr – Dominique Horst

Fot. 251

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Pyura*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria que presenta un tamaño de entre 2.5 y 4 cm. Su superficie es coriácea aunque menos que las otras especies del género y también es rugosa con protuberancias. Es de color rojizo. (**Fots. 251 y 252**).

Hábitat

Puede encontrarse en una gran variedad de ambientes: fondos de arena gruesa, detrítico costero, de ascidias, portuarios, comunidades de algas expuestas a la luz de aguas batidas así como integrada en comunidades de algas de zonas umbrías de aguas calmas y praderas de Posidonia. Se halla entre 3 y 10 metros de profundidad.

Distribución

En el Atlántico oriental desde las Islas Británicas hasta Senegal. También en el Mediterráneo, desde Italia y Túnez hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Pyura squamulosa, al igual que otras especies del género *Pyura*, posee una amplia valencia ecológica y puede encontrarse en ambientes tanto de aguas limpias como perturbadas, por lo cual no se la recomienda para vigilar la calidad de las aguas litorales.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



doris.fessm.fr – Dominique Horst

Fot. 252

10.53. *Pyura tessellata* (Forbes, 1848)



doris.ffesm.fr – Frédéric Ziemski

Fot. 253

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Pyura*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una especie de ascidia solitaria pequeña ya que su longitud es de 5 mm. Su cuerpo es redondeado pero aplanado lateralmente. Su superficie es delgada y está cubierta de tubérculos de forma poligonal, esto le da un aspecto escamoso. Los sifones son cortos y están separados. (Fots. 253-255).

Hábitat

Crece debajo de las rocas, en las paredes de grutas semioscuras, en el coralígeno, praderas de Posidonia y fondos detríticos costeros. Generalmente en lugares expuestos a la acción de las olas y corrientes donde no existe sedimentación sobre las rocas. Desde la superficie hasta 300 metros de profundidad.

Distribución

En el Atlántico oriental desde Escandinavia a Senegal. También en el Mediterráneo, en las costas españolas y francesas hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Pyura tessellata al igual que otras especies del género *Pyura*, posee una amplia valencia ecológica y puede encontrarse en ambientes tanto de aguas limpias como perturbadas, por lo cual no se la recomienda para vigilar la calidad de las aguas litorales.

Información adicional

Ver “Información adicional” en *Microcosmus nudistigma*.



Fot. 254



Fot. 255

10.54. *Polycarpa pomaria* (Savigny, 1816)



doris.ffessm.fr – Frédéric André

Fot. 256

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Styelidae
Género: *Polycarpa*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria de color pardo oscuro que puede formar agregados. Tiene forma cónica y su consistencia es coriácea. La superficie es delgada y rugosa y puede estar cubierta por sedimentos o restos de conchas. Alcanza una longitud de 5 cm y una anchura de 3 cm. Los sifones son largos y ligeramente cuadrados y con marcas blancas en el interior de la entrada (**fot. 256**).

Hábitat

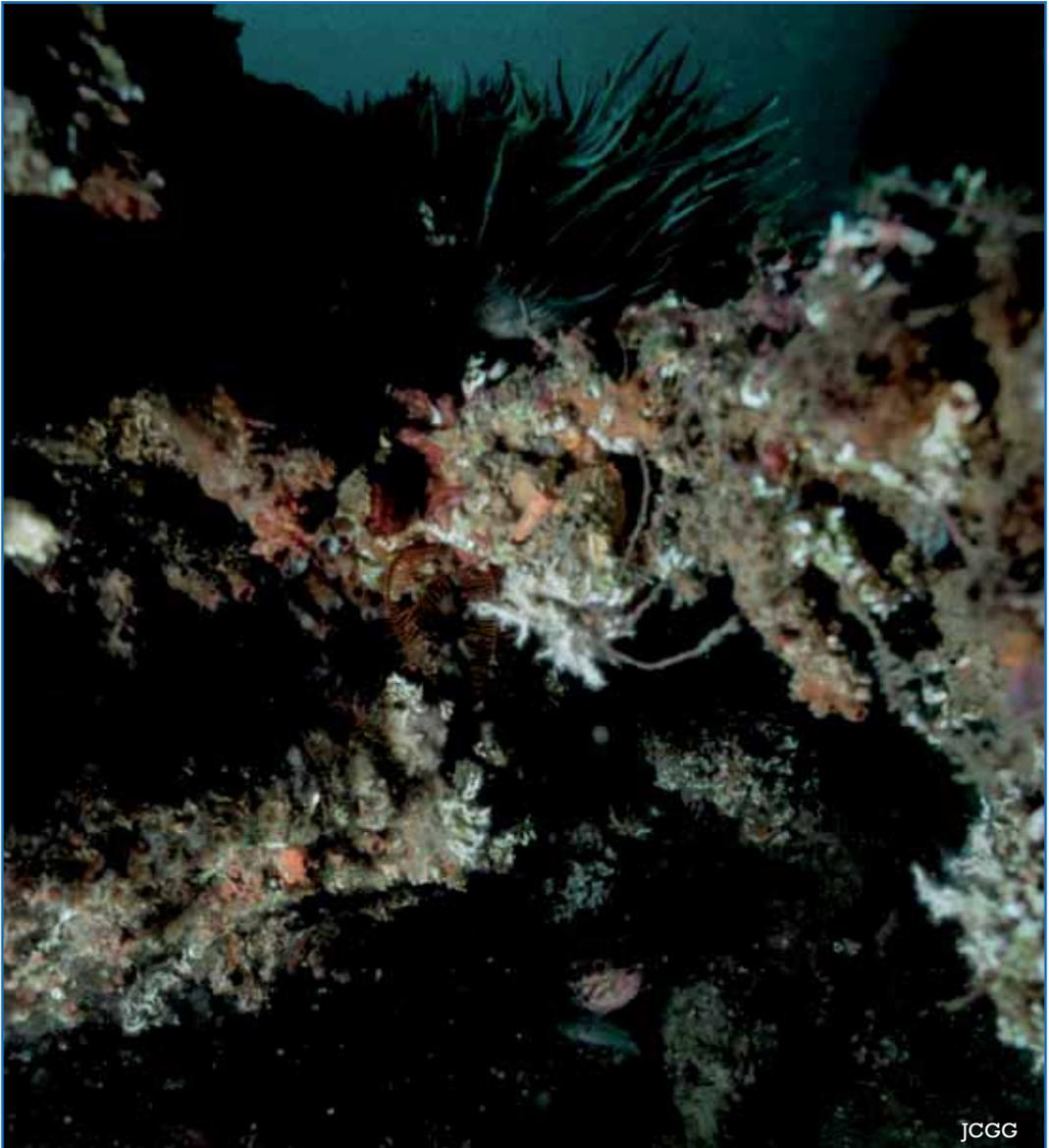
Se desarrolla en una gran variedad de ambientes, de hecho puede aparecer en fondos rocosos o blandos, en zonas expuestas a la corriente o en aguas calmas. También bajo piedras, en arenas fangosas con *Caulerpa* o en fondos detríticos, frecuente en zonas portuarias. Se encuentra desde la zona intermareal hasta 500 m.

Distribución

En el Atlántico oriental desde Escandinavia hasta Marruecos, también en el Ártico. En todo el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que se ha definido como invertebrado de aguas con elevada polución (Turón, 1988) y suele estar presente en estaciones de estructuras artificiales portuarias (Vázquez y Urgorri, 1992) y puertos deportivos (Airoldi *et al.*, 2014) (**fot. 257**). Por ello, no es una especie útil para utilizarla como bioindicador en la línea marcada por esta obra.



Fot. 257

10.55. *Botrylloides leachii* (Savigny, 1816)



Fot. 258

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Styelidae
Género: *Botrylloides*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial, de consistencia gelatinosa. Su color es variable ya que puede ser gris, naranja, amarillo o rojizo-violeta (**fots. 258-262**). Sobre la superficie se observa un sistema de líneas alargadas y paralelas, con apariencia de meandros. Es de simetría irregular y sus colonias pueden ser de configuración masiva (de hasta 5 cm de espesor y 7-8 de diámetro mayor) o laminar (pueden tener más de 50 cm de diámetro mayor).

Hábitat

Aparece incrustada en rocas y conchas así como sobre macroalgas pardas y esponjas, también sobre gorgonias. Aunque puede vivir en zonas de hidrodinamismo muy moderado, prefiere zonas de aguas renovadas y corrientes. Desde la zona intermareal (donde puede aparecer bajo piedras sueltas, en zonas muy umbrías) hasta más de 100 metros.

Distribución

Es una especie muy extendida. Se encuentra en el Mediterráneo, en ambos lados del Atlántico y en el Pacífico.

Sensibilidad ambiental

Especie tolerante, de amplia valencia ecológica (García-Gómez, 2007), capaz

de resistir o asentarse en zonas donde la diversidad bentónica deviene muy mermada (Megally, 1970; Turón, 1988; Carballo y Naranjo, 2002). Soporta especialmente situaciones de elevada turbidez, carga orgánica y sedimentación (Wollgast *et al.*, 2008; Sams *et al.*, 2013). Ante sedimentos provenientes del “overflow” de dragados de áridos en la costa, nocivos para la fauna bentónica general si la perturbación es persistente en el tiempo, sorprende su capacidad adaptativa para resistir el envite.

No obstante, es frecuente en zonas de alta diversidad, en fondos biológicamente estructurados y, por tanto, ecológicamente sensibles y vulnerables. En este tipo de fondos, aunque esta especie es fácilmente reconocible con la ayuda de esta obra (aunque sea muy variable en color y forma), no es una especie indicadora de la calidad de agua de los mismos por las razones recién apuntadas, de ahí que no sea recomendable como indicadora ecológica de aguas limpias. No obstante, puede resultar útil fijarse en ella, pues podría ayudar a un diagnóstico ambiental más robusto el incremento de su abundancia cuando disminuye la presencia o desaparecen otras especies bentónicas sensibles.



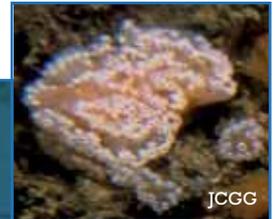
Fot. 259



Fot. 260



Fot. 261



Fot. 262

10.56. *Phallusia fumigata* (Grube, 1864)



Fot. 263

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Phlebobranchia
Familia: Ascidiidae
Género: *Phallusia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia solitaria que alcanza los 15 cm de longitud. Su cuerpo es alargado, cilíndrico y más ensanchado en la base. Su superficie es gruesa y lisa y su consistencia gelatinosa. El color es negro o verde oscuro. (Fots. 263-267).

Hábitat

Suele crecer en grietas o fisuras de las rocas con moderado o fuerte hidrodinamismo. También debajo de rocas, praderas de *Posidonia*, comunidades de algas de zonas iluminadas y de aguas calmas, ambientes portuarios, fondos detríticos y en el coralígeno. Entre 2 y 50 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo, hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

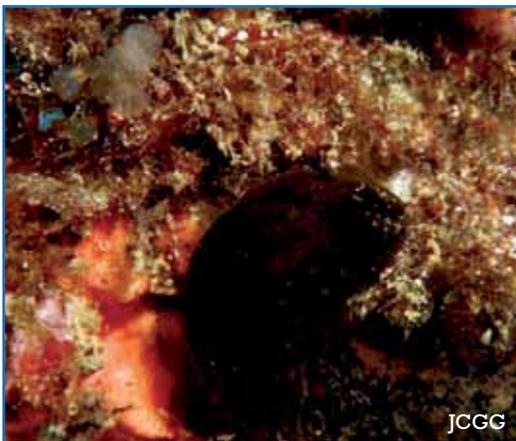
Es una especie tolerante por lo que es capaz de mantener sus poblaciones ante ciertos grados de perturbación (Turón, 1988). Aunque se la encuentra sobre sustratos artificiales (Airoldi *et al.*, 2014) sus poblaciones son más abundantes en zonas naturales conservadas (Naranjo *et al.*, 1996; López-González *et al.*, 1997).



Fot. 264



Fot. 265

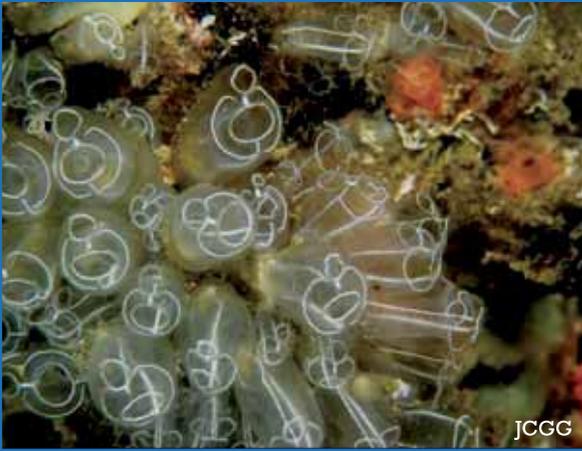


Fot. 266



Fot. 267

10.57. *Clavelina lepadiformis* (Müller, 1776)



Fot. 268

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Clavelinidae
Género: *Clavelina*
Nombre común: no tiene

Descripción

Las colonias de esta ascidia están constituidas por unas estructuras cilíndricas y erectas que alcanzan los 3 cm de longitud, éstas quedan unidas en una especie de “rama” basal denominada estolón. Presentan una consistencia gelatinosa y son transparentes, sobre su superficie existen unas bandas de color blancas, en ocasiones amarillas o rosadas. (Fots. 268-270).

Hábitat

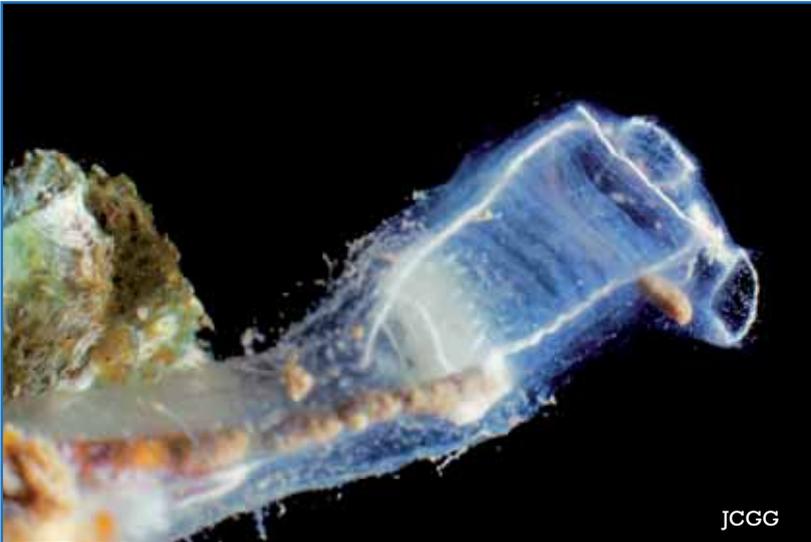
Se encuentran en zonas infralitorales asociadas a comunidades de algas de ambientes luminosos y umbríos, también en fondos coralígenos y detríticos costeros. Es frecuente en los puertos y en zonas cerradas donde la sedimentación es alta. Se halla desde aguas superficiales hasta 100 metros de profundidad.

Distribución

En el Atlántico oriental se extiende desde las costas escandinavas hasta Marruecos y en el Mediterráneo desde Túnez e Italia hasta el Estrecho de Gibraltar, incluyendo toda la costa española y las Islas Baleares.

Sensibilidad ambiental

Esta especie se considera transgresiva ya que sus poblaciones aumentan cuando lo hace el nivel de estrés como ocurre en zonas portuarias (Tarjuelo *et al.*, 2001; De Caralt *et al.*, 2002). Se la ha hallado como frecuente e incluso como dominante en áreas con elevada contaminación y gran carga orgánica (Saiz-Salinas y Urkiaga-Alberdi, 1999; Carballo y Naranjo, 2002; Okuş *et al.*, 2007).



Fot. 269



Fot. 270

10.58. *Pycnoclavella nana* (Lahille, 1890)



Fot. 271

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Clavelinidae
Género: *Pycnoclavella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Los individuos que forman las colonias de esta ascidia son libres y tienen una longitud de 2 cm, presentan forma de bastón y están unidos por estolones basales. Son transparentes y gelatinosos, con líneas blancas características (a veces amarillas o rosas) que los recorren longitudinalmente. Suelen aparecer en densos ramos cespitosos aunque en ocasiones se encuentran solitarios. (Fots. 271-273).

Hábitat

Suelen encontrarse en zonas de extraplomos y techos y también sobre estructuras artificiales portuarias donde existe una cierta renovación del agua como son las columnas de los pantalanes. Se encuentra hasta 50 metros de profundidad.

Distribución

En el Atlántico oriental desde el sur de Noruega hasta las Islas Azores. En el Mediterráneo se extiende por las costas francesas y de la Península Ibérica e Islas Baleares hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie tolerante y soporta ciertos grados de perturbación ambiental (Naranjo *et al.*, 1996; Okuş *et al.*, 2007).

Información adicional

Clavelina lepadiformis es una especie similar. Especie citada en publicaciones anteriores como *Clavelina nana*.



Fot. 272



Fot. 273

10.59. *Diplosoma listerianum* (Milne-Edwards, 1841)



Fot. 274

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Didemnidae
Género: *Diplosoma*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial de tamaño variable, que puede tapizar grandes superficies, con forma de costra y de configuración laminar. Su consistencia es gelatinosa y transparente con o sin pigmentación blanquecina. La superficie es lisa. (Fots. 274 y 275).

Hábitat

Se asienta sobre fondos rocosos iluminados, umbríos o medianamente umbríos con hidrodinamismo de moderado a fuerte. Aparece en paredes verticales y grietas también en praderas de *Posidonia* y de *Caulerpa prolifera*, fondos detríticos costeros y lagunas costeras. En sustrato naturales y artificiales como bloques de hormigón y columnas de zonas portuarias. Se encuentra desde la línea de marea hasta 30 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental desde Escandinavia a Sudáfrica. En el Mediterráneo, tanto oriental como occidental incluido el Estrecho de Gibraltar. Atlántico occidental e Indopacífico.

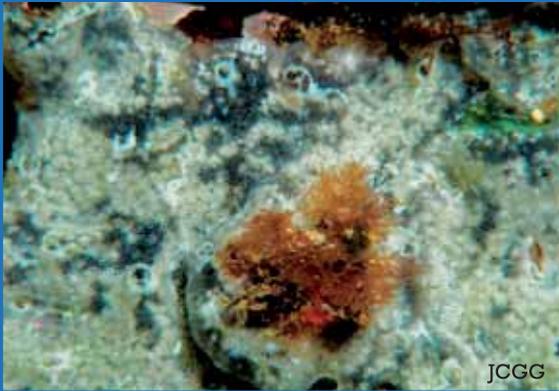
Sensibilidad ambiental

Diplosoma listerianum es una especie que tolera ciertos grados de perturbación (Mastrototaro *et al.*, 2008; Wollgast *et al.*, 2008) aunque prefiere lugares conservados. Es una especie común en el interior de puertos (Lambert y Lambert, 1998; Pérez-Portela *et al.*, 2013) y tolera bien la sedimentación (Sams *et al.*, 2013).



denis.ffesm.fr – Denis Ader

10.60. *Diplosoma spongiforme* (Giard, 1872)



Fot. 276

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Didemnidae
Género: *Diplosoma*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta especie colonial se caracteriza por formar colonias encostrantes de 7 mm de grosor y puede recubrir grandes superficies. Su color es grisáceo con zonas donde existen concentraciones de pigmentación blanca. La consistencia es gelatinosa y delicada y la superficie lisa. (Fots. 276 y 278).

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos como grietas y extraplomos, también en zonas iluminadas e hidrodinamismo variable. Puede crecer sobre otros organismos como moluscos y gorgonias. En fondos de cascajos, coralígeno, praderas de *Posidonia*, en la base de laminarias, fondos detríticos costeros y en ambientes portuarios. Desde la línea de marea hasta 30 m.

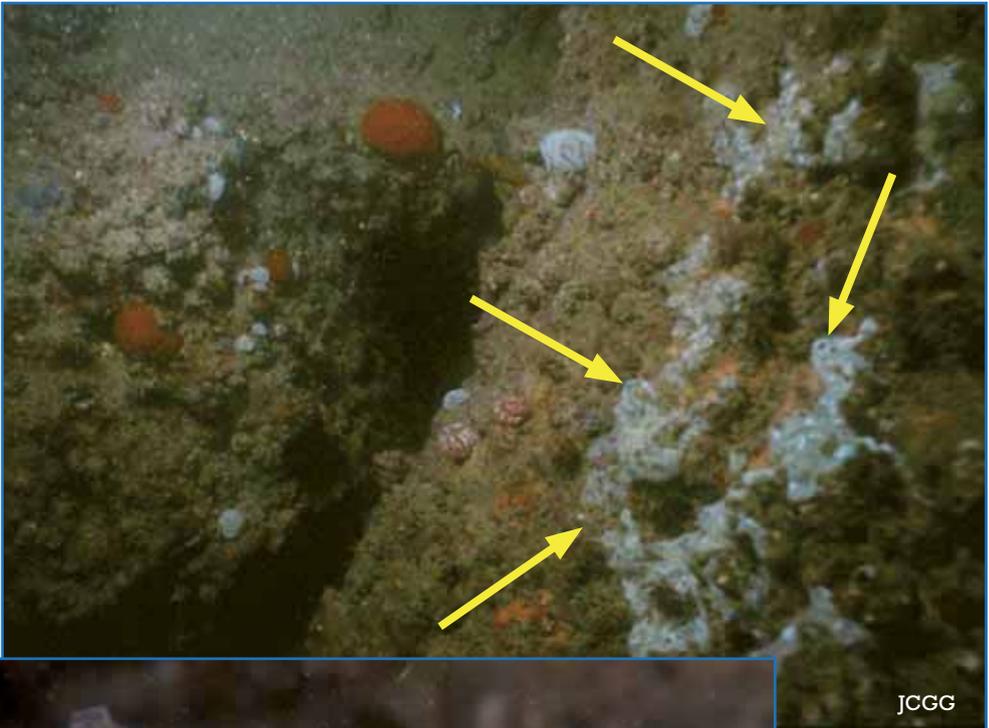
Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta las costas del norte de España. Mediterráneo, hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie indicadora de áreas que se han visto sujetas a un estrés intenso (transformación del sustrato, estancamiento de aguas, sedimentación excesiva) durante largos periodos de tiempo (Naranjo *et al.*, 1996). Se la

puede hallar con frecuencia en el entorno de estructuras artificiales y junto a otras especies tolerantes a la perturbación (Turón, 1988; Mariani *et al.*, 2003; Rius-Viladomiu, 2008) (**fot. 277**). Además, también se la ha citado como resistente a la presencia de sustancias antifouling, como los TBTs (Hiscock *et al.*, 2010).



JCGG

Fot. 277



JCGG

Fot. 278

10.61. *Trididemnum cereum* (Giard, 1872)



Fot. 279

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Didemnidae
Género: *Trididemnum*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una especie de ascidia colonial. Las colonias son grandes, tapizantes y algo masivas. Su color es blanquecino pero con algunas manchas marrones o grisáceas. (Fots. 279 y 280).

Hábitat

Se encuentra en zonas expuestas y protegidas como son paredes verticales, extraplomos y grietas. También en comunidades de algas de ambientes luminosos y umbríos, el coralígeno, praderas de Posidonia, fondos arenoso-fangosos, detríticos costeros, zonas portuarias y lagunas costeras. Se encuentra desde pocos metros a 30 m.

Distribución

Atlántico oriental, desde Escandinavia hasta las costas del norte de España. Mediterráneo oriental y occidental incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

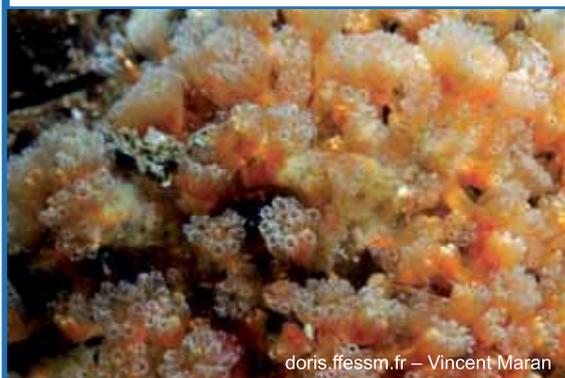
A pesar de ser una especie que ha sido hallada en zonas sin contaminación y prácticamente ausente de zonas contaminadas en estudios de referencia (Naranjo *et al.*, 1996), se la ha citado sobre sustratos artificiales de forma recurrente (Vázquez y Urgorri, 1992; Mastrototaro *et al.*, 2008; Airoidi *et*

al., 2014). También ha demostrado ser resistente a sustancias *antifouling* (Cima y Ballarin, 2008). Por ello, no se la cataloga como buena especie indicadora.



Fot. 280

10.62. *Aplidium turbinatum* (Savigny, 1816)



Fot. 281

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polyclinidae
Género: *Aplidium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Las colonias de esta especie tienen forma de seta y están levemente pedunculadas. Su consistencia es carnosa-gelatinosa y el color amarillo-anaranjado. La adherencia de arena es escasa. (Fots. 281-283).

Hábitat

Se asocia con algas de zonas luminosas y umbrías, en comunidades infralitorales de zonas donde la mar está calma, también en praderas de *Posidonia*, fondos coralígenos y sobre rizoides de las laminarias *Laminaria ochroleuca* y *L. hyperborea*. Desde el límite de la marea hasta 20 m.

Distribución

Se extiende desde el Estrecho de Gibraltar hasta las costas mediterráneas españolas e italianas. En el Atlántico oriental se encuentra desde Noruega a Canarias incluyendo las Islas Británicas, Francia, Portugal y las costas atlánticas del norte de España.



Fot. 282

Sensibilidad ambiental

Se han hallado poblaciones de *Aplidium turbinatum* sobre sustratos artificiales de igual o mayor importancia que sobre sustratos naturales (Mastrototaro *et al.*, 2008), en zonas con presencia de eutrofización e impactos antropogénicos (vertidos, tráfico naval, actividades industriales y de acuicultura).



doris.ffesm.fr – Vincent Maran

Fot. 283

10.63. *Morchellium argus* (Milne-Edwards, 1841)



Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polyclinidae
Género: *Morchellium*
Nombre común: no tiene

Fot. 284

Descripción

Ascidia colonial cuyas colonias están formadas por varias “cabezas” en forma de clavo que tienen 5 mm de diámetro, las cuales están unidas por un pedúnculo basal de longitud variable. Tiene consistencia carnos-gelatinosa y su color es anaranjado. En la parte basal de las colonias existen inclusiones de arena. (Fots. 284 y 285).

Hábitat

Crece generalmente sobre sustratos rocosos más o menos expuestos donde la sedimentación puede ser elevada (fot. 286). Es abundante en zonas portuarias pudiendo tapizar las superficies verticales de los bloques de hormigón y columnas de espigones y pantalanés. Suele vivir asociada a comunidades de algas de ambientes luminosos o sobre otros organismos como bivalvos, balanos y otras ascidias. También se ha observado en praderas de *Posidonia*, sobre la base de *Laminaria ochroleuca* y en fondos de cascajos. Desde la línea debajo de la marea hasta 18 m.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Portugal. Mediterráneo occidental hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que tolera el estrés ambiental, aunque también se halla presente en zonas prístinas y de alto valor ecológico (Garrabou, 1997). *Morchellium argus* puede tolerar unas perturbaciones intensas (transformación del sustrato, estancamiento de aguas, sedimentación excesiva) durante largos periodos de tiempo (Naranjo *et al.*, 1996), viéndose incluso favorecida ante ellas, lo que se traduce un aumento de sus poblaciones en las zonas afectadas (Carballo y Naranjo, 2002).

Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Synoicum argus*.



JCCG

Fot. 285



JCCG

Fot. 286

10.64. *Synoicum blochmanni* (Heiden, 1894)



JCGG

Fot. 287

- Filo: Chordata
- Subfilo: Tunicata
- Clase: Ascidiacea
- Orden: Aplousobranchia
- Familia: Polyclinidae
- Género: *Synoicum*
- Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial, muy característica por ser siempre de color rojo intenso y presentar un conjunto de estructuras terminales globulares (a veces digitiformes) muy apretadas entre sí y unidas por la base, dando la apariencia de un grupo de globos rojos (entre 3 y 20) que se yerguen a partir de una zona basal común, los cuales pueden ser de diferente tamaño (normalmente no exceden de 3-4 cm de diámetro ni de 10 cm de altura). Los zooides, en número de 10 a 15 conforman agrupaciones circulares o estrelladas, que son difíciles de percibir externamente dada la homogeneidad e intensidad del color rojo que exhibe esta especie. Cuando los zooides están activos, las estructuras globulares tienen una superficie ligeramente rugosa y el color rojo es oscuro y de tono mateado (**fot.287**). En las formas de resistencia, la superficie es lisa y de color rojo brillante (**fot.288**).

Hábitat

Se encuentra preferentemente en fondos rocosos umbríos, tanto en superficies horizontales como en verticales. También puede observarse en fondos biodetríticos, de cascajo y asociados a praderas de fanerógamas. Puede vivir tanto en sistemas poco organizados y de baja diversidad como en los que son altamente estructurados con gran riqueza de especies (fondos coralígenos). Es una especie infralitoral que normalmente se encuentra a partir de 10-15 metros de profundidad hasta los primeros niveles circalitorales.

Distribución

Mediterráneo Occidental y Estrecho de Gibraltar. Atlántico Oriental (Galicia).

Sensibilidad ambiental

Pese a su colorido y apariencia, es una especie tolerante, de amplia valencia ecológica y gran plasticidad adaptativa (García-Gómez, 2007), no sólo respecto al tipo de sustrato, sino también a las condiciones ambientales imperantes (Naranjo *et al.*, 1996; Carballo y Naranjo, 2002). No obstante, prefiere los fondos limpios, biodiversos y estructurados (**foto. 289**), aunque en ellos la competencia por el espacio sea mayor. También requiere zonas no excesivamente batidas, ya que ha sido correlacionada negativamente con la velocidad de la corriente (Ordines *et al.*, 2011).

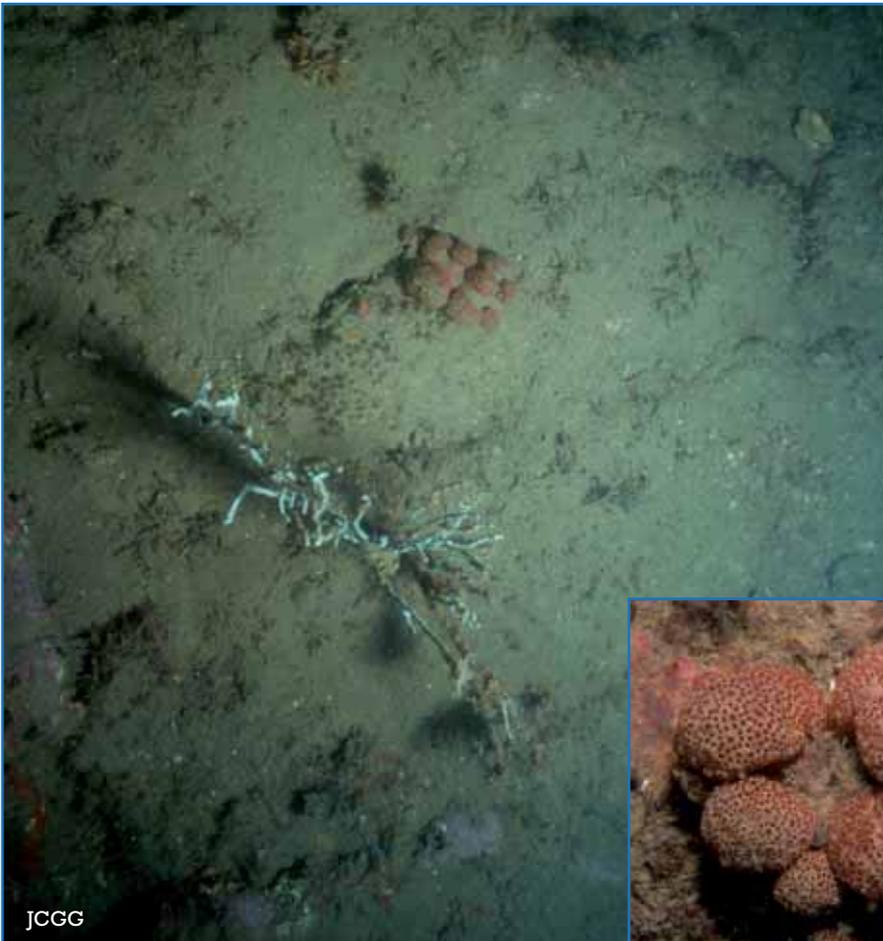
En fondos sometidos a moderada sedimentación, se instala sin aparentes señales externas de estrés, lo que se aprecia en la cantidad de sedimento que cubre las colonias, el cual puede enmascarar la vistosa coloración roja que las caracteriza (**fotos. 290 y 291**). Por ello, entre otras posibles tolerancias, es una especie que soporta los efectos (si éstos no son muy persistentes en el tiempo) generados por el “overflow” –explicado en el **capítulo 8.4**– de dragados de áridos en la costa, especialmente perniciosos para los organismos suspensívoros asentados sobre el lecho marino (sobre todo si la tasa de sedimentación es muy alta y de larga duración). En los fondos de alto valor ecológico no es recomendable fijarse en esta especie, sino en otras más sensibles que puedan delatar este tipo de afecciones con mayor prontitud.



Fot. 288



Fot. 289



Fot. 290



Fot. 291

11

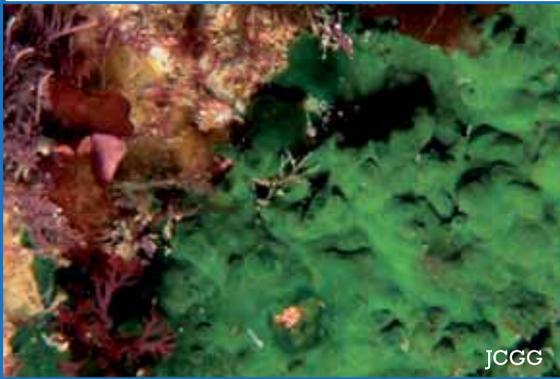
ESPECIES
BENTÓNICAS
(SÉSTILES) SENSIBLES
O ESTENOICAS



A diver in a blue and yellow wetsuit is exploring a rocky reef covered in diverse macroalgae. The diver is positioned in the upper center of the frame, looking down at the reef. The reef is densely covered with various types of macroalgae, including green, brown, and red species. The water is clear, and the overall scene is illuminated by natural light, highlighting the textures and colors of the underwater environment.

MACROALGAS

11.1. *Palmophyllum crassum* (Naccari) Rabenhorst, 1868



Fot. 294

Filo: Chlorophyta
Clase: Chlorophyta incertae sedis
Orden: Palmophyllales
Familia: Palmophyllaceae
Género: *Palmophyllum*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga incrustante de color verde intenso. Su estructura, que alcanza los 20 cm de diámetro y 1 mm de grosor, está formada por células redondeadas agrupadas en una gelatina común. Se extiende horizontalmente y su perfil es redondeado o ligeramente en abanico. La superficie se muestra algo rayada. (Fots. 294 y 295).

Hábitat

Se encuentra sobre rocas y piedras, frecuentemente aparece asociada con algas calcáreas incrustantes. También crece bajo salientes umbríos de rocas, en paredes rocosas y revistiendo cuevas. Presente en la base de fanerógamas marinas y algas grandes. Es una especie típica de comunidades poco iluminadas. Se halla desde la superficie hasta 130 metros de profundidad.

Distribución

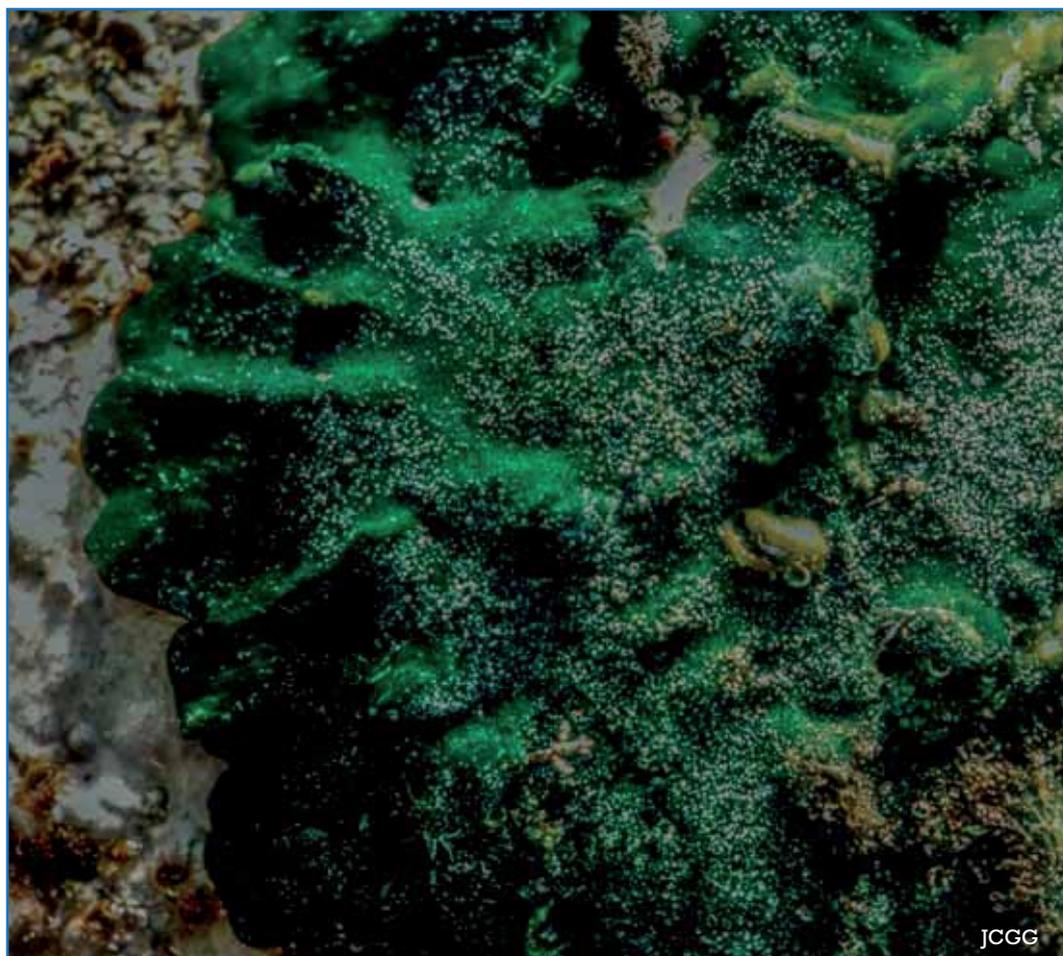
Presente en todo el Mediterráneo incluyendo el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible ante las alteraciones, que suele estar presente en ecosistemas de alta calidad ambiental, como Áreas Marinas Protegidas (Badalamenti *et al.*, 2011; UNEP(DEPI)/MED, 2011), zonas dominadas por cinturones de

Cystoseira (Munda, 1993) o asentamientos del coralígeno (Ballesteros, 2006; Cecchi y Piazzzi, 2010).

Esta especie elude vivir en fondos con moderada o alta carga orgánica y en zonas donde la tasa de sedimentación es elevada. Por tanto, en zonas umbrías como entradas de cuevas y extraplomos es fácilmente monitorizable en el tiempo y controlar si su presencia disminuye o desaparece íntegramente de los enclaves que se elijan para someterla a vigilancia ambiental. Conviene que la especie, en las superficies elegidas para implementar su control de vigilancia temporal, no tenga una presencia testimonial (mínima cobertura, comparativamente con el resto del recubrimiento epibentónico), sino que esté bien representada así como presente en las superficies rocosas umbrías inmediatamente próximas.



Fot. 295

11.2. *Cystoseira baccata* (S. G. Gmelin) P. C. Silva, 1952



Fot. 296

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Cystoseira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne de color muy oscuro, con un eje principal de sección elíptica que alcanza los 5 cm de longitud. El ápice es liso, saliente y más estrecho que el resto. De este eje salen ramas alternas dispuestas en un único plano mientras que las que salen de éstas se disponen en todos los planos. Las últimas ramificaciones son finas y a veces bifurcadas. El eje principal tiene un aspecto en zigzag debido a que se desprenden las primeras ramas. El alga puede alcanzar hasta un metro de altura. En algunos individuos presentan unas vesículas llenas de aire que pueden formar una cadena y sirven para flotar. Se une al sustrato por un grueso disco cónico. (Fots. 296-300).

Hábitat

Vive sobre sustratos rocosos horizontales. Se distribuye desde la superficie, en la zona intermareal, hasta profundidades por debajo de la marea, donde las comunidades algales desaparecen.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Mauritania incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Cystoseira baccata es considerada como una especie con unos requerimientos ambientales de alta calidad (Díez *et al.*, 1999), correspondiendo a zonas con la máxima complejidad estructural (Gorostiaga *et al.*, 2004) y ausencia de contaminantes, ya que exhibe una relación negativa frente a los mismos y no soporta altos niveles de exposición (Díez *et al.*, 2003). También se la cita como característica de los entornos naturales, frente a las invasivas y oportunistas (Juanes *et al.*, 2008) y como especie que forma parte de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.

Fot. 297



Fot. 299



Fot. 298



Fot. 300



11.3. *Cystoseira nodicaulis* (Withering) M. Roberts, 1967



Fot. 301

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Cystoseira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne no cespitosa con una altura de hasta 50 cm. Tiene un eje principal que se une al sustrato por un disco cónico. El ápice del eje es liso y prominente y sobre él se forman unas estructuras de reserva ovales o cónicas, también alargadas, lisas o cubiertas por pequeños tubérculos y que persisten cuando se caen las ramas. El eje se ramifica en todos los planos, las primeras ramas vuelven a ramificarse y las secundarias también, estas ramas son cortas. En todas las ramas existen unos apéndices espinosos. (Fots. 301-304).

Hábitat

Se encuentra en ambientes calmos. Puede vivir en aguas turbias o fangosas. Se extiende desde la zona intermareal hasta 10 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Senegal. En el Mediterráneo, únicamente en España y Túnez incluido el Estrecho de Gibraltar.



Fot. 302

Sensibilidad ambiental

Los bosques complejos y bien estructurados de las especies del género *Cystoseira* son indicadores de un alto status ecológico y un descenso en su abundancia suele implicar un descenso en la calidad del agua (Arévalo *et al.*, 2007). La especie *Cystoseira nodicaulis* suele ser hallada en sitios con alta calidad ambiental, junto a otras especies sensibles, como *C. baccata* o *C. tamariscifolia* (Guiry, 1973; Rindi y Guiry, 2004) y es característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003). No obstante, según Roberts (1977) esta especie también puede vivir en aguas turbias o fangosas.

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.



Fot. 303



Fot. 304

11.4. *Cystoseira amentacea* var. *stricta* Montagne, 1846



Fot. 305

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Cystoseira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne (aunque sus ramificaciones caen en otoño) y flexible de entre 20 y 40 cm de altura. Se caracteriza por presentar un eje basal del que parten varios ejes erectos y cilíndricos, los ápices son espinosos y poros salientes. Las primeras ramificaciones son también cilíndricas y más largas, que las siguientes, éstas no suelen partir de la base de las primeras sino de más arriba. Los ápices de todas las ramas son espinosos y en ellos pueden verse unas estructuras de hasta 2 cm de longitud, compactas y rodeadas de espinillas (**fots. 305 y 306**). Es un alga perenne y sus ramas se caen en otoño.

Hábitat

Se encuentra en zonas iluminadas superficiales de modo batido, donde puede formar una franja densa. Se localiza en la zona sublitoral superior.

Distribución

Mediterráneo occidental, hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Las comunidades bien estructuradas de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* son indicadoras de lugares con un alto status ecológico (Ballesteros y Pardo, 2004) y su pérdida se ha definido como un buen indicador de los efectos antropogénicos asociados a la urbanización de la costa (Mangialajo *et al.*,

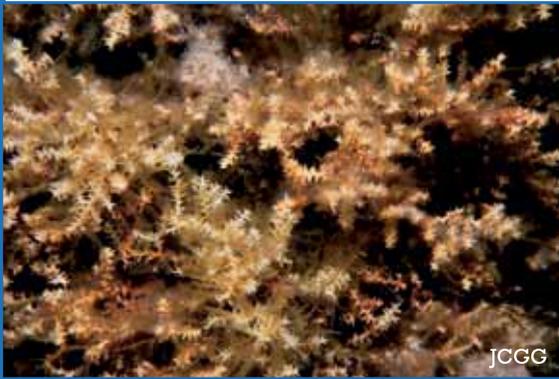
2008). Por estas razones, *C. stricta* ha sido estrictamente protegida en el Apéndice I del Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural de Europa o Convenio de Berna (Susini *et al.*, 2007). Al igual que otras especies del género *Cystoseira*, es una especie característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.



11.5. *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss, 1950



Fot. 307

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Cystoseira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne que alcanza casi 1 m de altura y se fija al sustrato por un disco o por unas ramas gruesas ramificadas que pueden estar parcialmente soldadas o independientes. El eje principal es cilíndrico de entre 3 y 10 mm de diámetro. Su ápice es poco prominente y cubierto de pequeñas espinas, en cuya base puede haber ramillas cilíndricas o aplanadas y cortas. La ramificación es abundante, las ramas primarias son cilíndricas y las secundarias disminuyen su longitud desde la base hasta el ápice de las ramas primarias. Es de color verde-azulado y con iridiscencia (**fot. 307**). Es una especie perenne cuyos penachos los pierde en otoño-invierno y vuelve a producirlos en primavera.

Hábitat

Puede aparecer junto a diversas especies de *Laurencia* y *Cystoseira baccata*. Crece sobre fondos rocosos (**fot. 308**). Se distribuye desde la línea de marea hasta 10-15 m.

Distribución

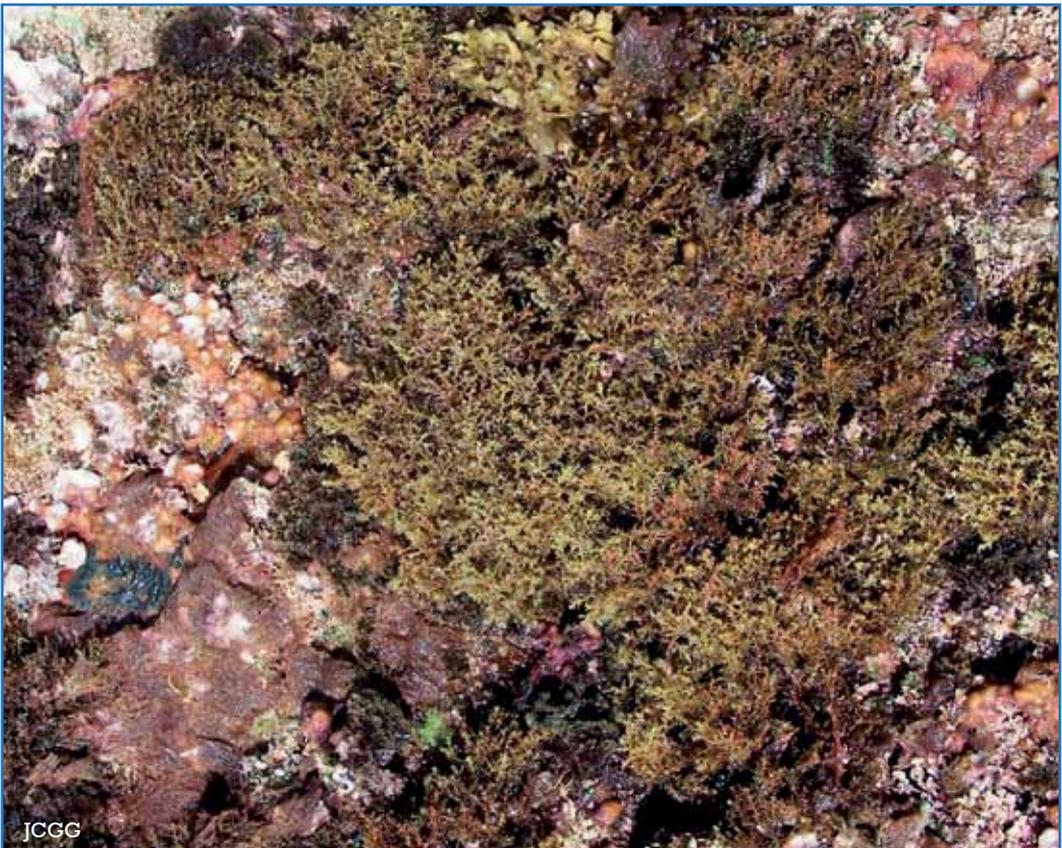
Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Mauritania. En el Mediterráneo en las zonas con influencia atlántica (España, Malta, Sicilia y Argelia) incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Cystoseira tamariscifolia es considerada como una especie con unos requerimientos ambientales de alta calidad (Díez *et al.*, 1999; Ruiz-Tabares *et al.*, 2003; Arévalo *et al.*, 2007) y es característica de las últimas etapas de la sucesión ecológica, correspondiendo a la máxima complejidad estructural (Ballesteros y Pardo, 2004; Gorostiaga *et al.*, 2004). Su desaparición de zonas sin perturbación aparente es considerada como una de las primeras señales de la degradación de dichas zonas (Díez *et al.*, 2012).

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.



JCCG

Fot.308

11.6. *Cystoseira usneoides* (Linnaeus)

M. Roberts, 1968



Fot. 309

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Sargassaceae
Género: *Cystoseira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne, fijada al sustrato por hapterios. Como *Cystoseira tamariscifolia*, también perenne, en otoño-invierno los ejemplares pierden los penachos quedando reducidos a su porción basal. A partir de ésta, pueden desarrollarse enormemente en primavera y verano, alcanzando más de un metro de longitud. Presenta un eje central cilíndrico ramificado que se une débilmente al sustrato por unas estructuras cilíndricas que a veces forma un disco. Las ramificaciones primarias y secundarias son también cilíndricas pero en la base del organismo existen unas ramas que son planas y muy finas (2-4 mm de anchura). Las ramas que se forman desde la segunda ramificación están cubiertas de unos pequeños apéndices de distinta morfología: pueden ser curvos, simples, aciculares o bífidos. La superficie del alga tiene unas vesículas situadas en cadena y llenas de aire que sirven como órgano de flotación. En la base de las ramas existen unos receptáculos alargados lisos o rugosos que sirven de estructura de reserva. En los ápices de las últimas ramillas aparecen unos receptáculos cilíndricos que acaban en una pequeña punta y que pueden tener espinas sobre su superficie. (Fot. 309).



Fot. 310

Hábitat y profundidad

Especie infralitoral que se reproduce durante todo el año y que suele formar comunidades complejas con otras especies en sustratos rocosos. En el sur de la península Ibérica es frecuente su presencia junto a laminariales. Se asienta fundamentalmente sobre enclaves horizontales o de mínima pendiente bien iluminados. Desde 3 metros de profundidad pudiendo encontrarse, aunque excepcionalmente, por debajo de los 20 metros. En algunas pozas intermareales de gran volumen puede observarse en marea baja, casi contactando con la superficie del agua. Puede formar densos bosques sumergidos. (Fot. 310).

Distribución

Atlántico, desde Francia a las Islas de Cabo Verde. En el Mediterráneo aparece en todas las áreas con influencia atlántica como las costas de la Península Ibérica, Argelia, Malta, Estrecho de Messina y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Esta especie es sensible al incremento de turbidez y a la carga orgánica, de forma que tiende a desaparecer de las zonas donde se produce este tipo de afecciones (García-Gómez, 2007), aunque es posible encontrarla en hábitats artificiales si las condiciones ecológicas son buenas (Pérez-Cirera *et al.*, 1989). Si un buceador acostumbra a realizar inmersión en zonas donde la especie es común o abundante, la disminución de la presencia de esta especie o su total desaparición puede estar relacionada con un proceso de degradación ambiental.

Como otras especies del género *Cystoseira*, es una especie característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Bermejo *et al.*, 2012) y unas poblaciones complejas y bien estructuradas son indicadoras de un alto status ecológico (Arévalo *et al.*, 2007). En la zona del Mar de Alborán, *Cystoseira usneoides* incluso forma una biocenosis propia: biocenosis coralígenas con asociación con *C. usneoides* (Templado *et al.*, 2009).

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.

11.7. *Fucus spiralis* Linnaeus, 1753



Fot. 311

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Fucales
Familia: Fucaceae
Género: *Fucus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne con una altura de entre 1 y 50 cm. Se une al sustrato a través de un disco sobre el que se observa un pedúnculo redondeado. Desde aquí parte un eje que se divide dicotómicamente y en un único plano. Todas las ramas tienen un aspecto acintado con una anchura de entre 2 y 2.5 cm. Las ramas tienen un nervio interior central y los márgenes pueden ser ligeramente ondulados o lisos. En los ápices de las ramas hay unas estructuras esféricas o cilíndricas que están relacionadas con la reproducción. El color es pardo oliva. (Fot. 311).

Hábitat

Vive en zonas protegidas y expuestas al oleaje. Soporta distintos grados de salinidad por lo que puede vivir en estuarios. Forma unas franjas de varios centímetros de ancho. Vive en la zona eulitoral superior (fots. 312 y 313).

Distribución

Atlántico noroccidental y oriental, en este último desde el Ártico a Mauritania. En el Mediterráneo sólo penetra hasta las costas de Málaga en el sur de la Península Ibérica.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible, que exige aguas renovadas y limpias para vivir (García-Gómez, 2007), siendo característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Bermejo *et al.*, 2012). En su zona de distribución puede asentarse en la franja intermareal conformando un cinturón muy típico. Sin necesidad de bucear, caminando sobre las rocas en marea baja, el cinturón de esta alga resulta inconfundible, de ahí que su vigilancia sea sencilla. Sería señal de alarma que debería investigarse, que efectivos de esta especie permanentemente observados sobre enclaves rocosos de un mismo tramo litoral, desaparezcan sin que vuelvan a reaparecer. Si ello ocurriera, es conveniente validar tales observaciones con otras similares centradas en otras especies intermareales (por ejemplo del alga calcárea *Lithophyllum byssoides*, o incluso la anémona roja *Actinia equina*, ambas tratadas en esta obra) antes de poner los hechos en conocimiento de las autoridades competentes. Por otra parte, sus poblaciones suelen aumentar y expandirse cuando las condiciones de calidad ambiental mejoran a partir de unos estados iniciales de cierta degradación (Bokn *et al.*, 1992; Hardy *et al.*, 1993).

Entre otros factores, se ha detectado su sensibilidad frente a la contaminación por metales pesados (Stromgren, 1980) o hidrocarburos (Thomas, 1973).



Fot. 312



Fot. 313

11.8. *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing, 1843



Fot. 314

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Sphacelariales
Familia: Stypocaulaceae
Género: *Halopteris*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga erguida de hasta 10 cm de altura y color entre pardo amarillento y verde oliva. Tiene un eje con un disco basal por el que se une al sustrato. El eje es recto y de él parten numerosas ramificaciones, las cuales se extienden en único plano y de forma regular. En general, tiene un aspecto de plumas finas y rígidas. (Fots. 314 y 315).

Hábitat

Aparece en fondos rocosos medianamente iluminados y con aguas poco batidas. También junto a ejemplares de *Laminaria*. Se distribuye desde pocos metros hasta 40 metros de profundidad.

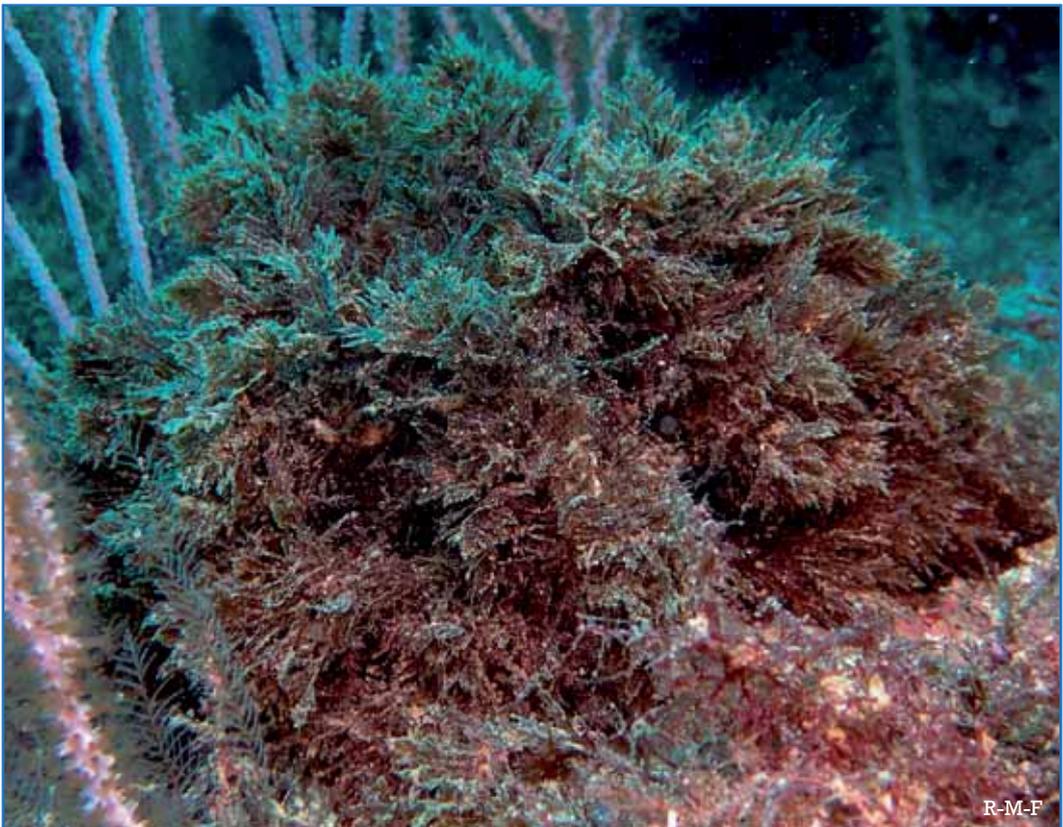
Distribución

Atlántico oriental, desde Escocia a las Islas Canarias. También en el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar, Mar Negro y Océano Pacífico.

Sensibilidad ambiental

Es una especie citada como característica de los entornos naturales, frente a las invasivas y oportunistas (Giangrande, 1988; Juanes *et al.*, 2008), y es habitual en comunidades asociadas a un buen estado ambiental, como los

fondos de maërl (Ramos-Esplá y Luque, 2004) o el coralígeno mediterráneo (Ballesteros y Karim, 2003). Frente a episodios de contaminación, se puede observar una disminución significativa a medio plazo en la abundancia de la especie (Echavarri-Erasun *et al.*, 2007).



Fot. 315

11.9. *Laminaria ochroleuca* Bachelot de la Pylaie, 1824



Fot. 316

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Laminariales
Familia: Laminariaceae
Género: *Laminaria*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una de las algas de mayor tamaño del litoral europeo (puede alcanzar hasta 6 m de alto). La base se fija al sustrato a través de unas ramas cilíndricas gruesas (forman un tronco cónico) y soldadas entre ellas. De esta estructura parte un eje liso, rígido y flexible de sección redondeada que se va estrechando desde la base al ápice, de éste nace una lámina bastante ancha que se divide en segmentos longitudinales y cuya consistencia es coriácea. Su color es pardo amarillento (**fots. 316-318**). Es una especie perenne pero los adultos renuevan la lámina todos los años.

Hábitat

Se fija sobre sustratos rocosos y en aguas tanto batidas como calmas pero con temperaturas inferiores a 15 ° C. Se pueden presentar masivamente formando bosques sumergidos de gran belleza paisajística. En el Mar de Alborán, aunque existen estrechas franjas batimétricas donde coexiste con *Saccorhiza polyschides*, *Laminaria ochroleuca* se distribuye frecuentemente por debajo de los 25 m, a diferencia de la primera especie. En el norte de España puede vivir en fondos rocosos más someros. Puede quedar arrojada en las playas tras los temporales de otoño.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Marruecos. En el Mediterráneo es menos frecuente, pero es abundante en el Mar de Alborán y el Estrecho de Gibraltar. En el Estrecho de Mesina se encuentra a gran profundidad.

Sensibilidad ambiental

Como *Saccorhiza polyschides*, requiere de aguas limpias (Borja *et al.*, 2004) y en continuo estado de renovación (en el Mar de Alborán está esencialmente vinculada a zonas de intensas corrientes) (García-Gómez, 2007). Su sensibilidad ambiental, por tanto, parece similar a la de aquella especie, con unas poblaciones bien definidas y no asociadas a perturbación (Juanes *et al.*, 2008).

Sin embargo, su vulnerabilidad ante la influencia humana es ostensiblemente menor en la zona del Mar de Alborán, al quedar relegada a mayor profundidad (y, por tanto, a mayor distancia de la costa), quedando virtualmente alejada de la influencia perniciosa que sobre ella podrían generar las obras de ingeniería civil y la contaminación costera. No obstante, las recomendaciones de vigilancia subacuática son similares a las propuestas para *Saccorhiza polyschides*, pues si se constatará la ausencia del alga en zonas donde anteriormente abundaba, el fenómeno debe ser causal y no casual, por lo que debiera ponerse en conocimiento de las autoridades competentes e investigarse su origen.

Laminaria ochroleuca se encuentra amenazada por el fenómeno del Calentamiento Global, al tratarse de una especie característica de aguas frías y muy sensible a las subidas de la temperatura (Hiscock *et al.*, 2004; Guinda *et al.*, 2012; Smale *et al.*, 2013).



Fot. 317



Fot. 318

11.10. *Phyllariopsis brevipes* (C. Agardh)

E. C. Henry y G. R. South, 1987



Fot. 319

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Tilopteridales
Familia: Phyllariaceae
Género: *Phyllariopsis*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga erecta, con una longitud del talo de entre 15 y 30 cm y anchura de 4 a 25 cm. Presenta un pedúnculo corto y redondeado y se une al sustrato por un disco basal. Del pedúnculo parte una lámina delgada con bordes ondulados y tiende a estrecharse hacia el final. Su color es verde oliva claro, algo translúcido y con numerosas matas de pelos de color pardo (fots. 319-321). Está presente todo el año.

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos y umbríos, frecuentemente en la base de las paredes verticales y siempre en lugares donde el agua está muy batida. Se extiende desde 1 a 2 m hasta 130 m de profundidad.

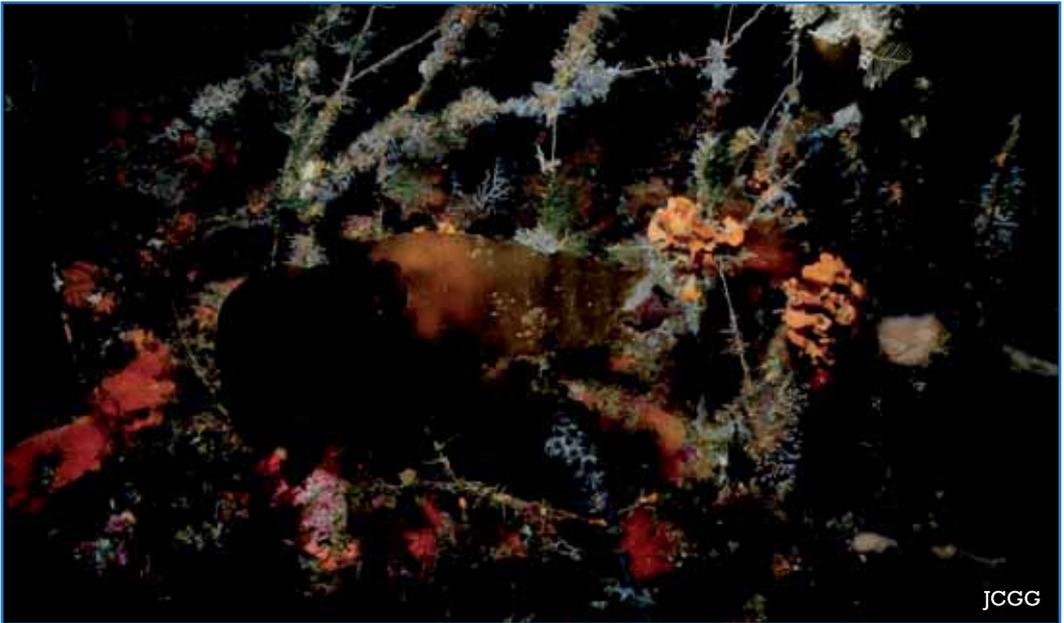
Distribución

En el Atlántico oriental desde las costas del norte de la Península Ibérica hasta Marruecos. En el Mediterráneo en su parte occidental incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Esta especie se suele hallar asociada a ecosistemas altamente vulnerables frente a un amplio rango de perturbaciones, como son los fondos de maërl

(Ramos-Esplá y Luque, 2004) o los fondos del coralígeno en el Mediterráneo (Ballesteros y Karim, 2003; Ballesteros, 2006; Astruch *et al.*, 2012) donde posee una elevada importancia estructural (UNEP (DEPI)/MED, 2007).



Fot. 320



Fot. 321

11.11. *Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters, 1902



Fot. 322

Filo: Ochrophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Tilopteriales
Familia: Phyllariaceae
Género: *Saccorhiza*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una de las algas de mayor tamaño del litoral europeo (puede alcanzar más de 5 m de largo). La base es hueca, hinchada, bulbosa y recubierta de fuertes y cortas garras de sujeción. De esta base parte un eje erecto, flexible y aplanado de unos 8 cm de ancho, coronado por una lámina muy desarrollada que a su vez aparece dividida. Color pardo oscuro (**fots. 322-325**). Es una especie anual que pierde todas sus estructuras menos la parte bulbosa en el otoño y vuelve a regenerarse en primavera.

Hábitat

Se encuentra enclavada sobre superficies rocas iluminadas donde el agua está en movimiento constante, generalmente en zonas de corrientes. En el mar de Alborán se localiza normalmente en el intervalo 0-25 metros, aunque ha sido observada a mayor profundidad, incluso por debajo de 40 metros. En el norte de España se encuentra bien asentada en el intermareal inferior de zonas batidas, pasando por importantes períodos de emersión. Después de los temporales de otoño suelen encontrarse masivamente en las playas.

Distribución

En el Mediterráneo puede considerarse rara (Italia occidental y Grecia), excepto en el mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar, de clara influencia atlántica, donde es emblemática por los bosques sumergidos que conforma. También se encuentra en el Atlántico oriental desde Noruega a Marruecos.

Sensibilidad ambiental

Requiere de aguas limpias y renovadas, especialmente en zonas de corrientes y se clasifica como especie característica, con poblaciones conspicuas y bien definidas y no asociadas a perturbación (Juanes *et al.*, 2008; Bermejo *et al.*, 2012).

Un aumento de la turbidez y de la carga orgánica puede ser motivo de su merma o desaparición (García-Gómez, 2007). En zonas muy próximas a la línea de costa, a escasa profundidad, deviene especialmente sensible a cambios en el régimen hidrodinámico (de más a menos), debido, por ejemplo, a obras de ingeniería civil que interceptan, minimizan o anulan las corrientes costeras (por ejemplo, diques de abrigo en zonas extraportuarias). En la vigilancia de la especie, los buceadores deben controlar zonas de fondo donde se observan densos parches o auténticas formaciones boscosas de la misma, pero deben recordar que durante todo el año tales formaciones no se mantienen, dado el ciclo natural del alga ya comentado. Deben, pues, a efectos comparativos, centrar sus observaciones fundamentalmente en primavera y verano. Si por ejemplo, de un año a otro, en verano, en la misma zona de buceo hay primero *Saccorhiza polyschides* en densas formaciones o ciertos niveles de abundancia (como regla general, debe descartarse siempre, a efectos de vigilancia o monitorización, áreas sumergidas donde la especie es testimonial o rara) y luego tales formaciones desaparecen, el fenómeno podría estar relacionado con causas antrópicas como las recién expuestas. En el Mediterráneo ha sido considerada amenazada por la contaminación.

Otra amenaza para *Saccorhiza polyschides* la constituye el fenómeno del calentamiento global, ya que se trata de una especie característica de aguas frías y es muy sensible a las subidas de temperatura (Guinda *et al.*, 2012; Smale *et al.*, 2013).



Fot. 323



Fot. 324



Fot. 325

11.12. *Gelidium corneum* (Hudson)

J. V. Lamouroux, 1813



Fot. 326

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gelidiales
Familia: Gelidiaceae
Género: *Gelidium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga perenne y robusta que puede alcanzar los 35 cm de altura. De color rojo oscuro, presenta un eje central cilíndrico en la base y se aplana en el resto hasta formar una cinta de hasta 2 mm de anchura. Las ramificaciones se producen en la parte superior y en un único plano. El ápice de las ramas tiene forma de espátula porque se ensancha. (Fots. 326 y 327).

Hábitat

Presente en zonas umbrías donde el agua está batida. Vive sobre rocas y se ubica en el infralitoral superior, justamente por debajo del límite inferior de la marea, aunque ocasionalmente puede quedar en emersión.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Mauritania. Mediterráneo occidental con inclusión del Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie con unos requerimientos ambientales de alta calidad (Díez *et al.*, 1999; Gorostiaga *et al.*, 2004) y con una útil función como bioindicador de lugares que no han sufrido cambios en dichos niveles de calidad (Gorostiaga y Díez, 1996). *Gelidium corneum* ha mostrado una correlación negativa

con los fenómenos de contaminación (Díez *et al.*, 2003) así como una alta sensibilidad frente a una excesiva sedimentación (Gorostiaga *et al.*, 1998).

Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Gelidium sesquipedale*.



Fot. 327

11.13. *Halichrysis depressa* (J. Agardh) F. Schmitz, 1889



Fot. 328

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Rhodymeniales
Familia: Rhodymeniaceae
Género: *Halichrysis*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga que llama la atención por presentar unas iriscencias doradas con reflejos metálicos. Está formada por numerosas láminas foliáceas cuyos bordes son lobulados de forma irregular y además pueden estar cortados y ser más o menos ondulados. Las hojas pueden unirse entre ellas en ciertas zonas. Su tamaño es de hasta 11 cm. Está unida al sustrato por unos ejes más o menos discoidales y a veces algo pedunculados. (**Fots. 328-334**).

Hábitat

Se asienta sobre formaciones rocosas naturales en enclaves horizontales o de pequeña pendiente, umbríos, frecuentemente localizada en la entrada de cuevas sumergidas o zonas extraplomadas (**fots. 331-333**). Observada, a partir de 5m, hasta una profundidad máxima de 25 m.

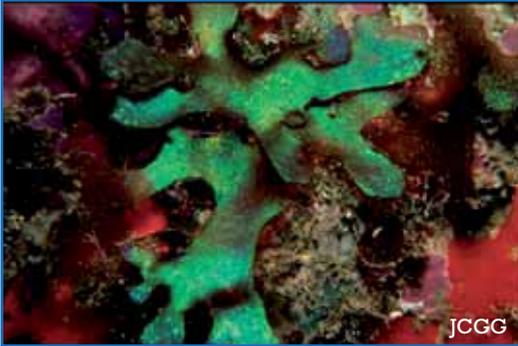
Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Canarias hasta las costas africanas de Ghana y Guinea Ecuatorial. Estrecho de Gibraltar. También ha sido citada en Australia, Nueva Zelanda y Pakistán.

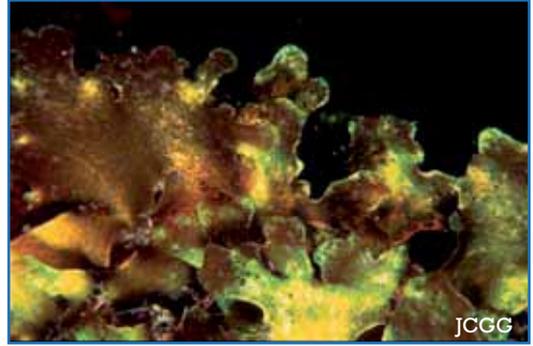
Sensibilidad ambiental

Esta especie parece responder a requerimientos ambientales muy estrictos, por lo que su seguimiento temporal “*in situ*” puede proveer de información útil

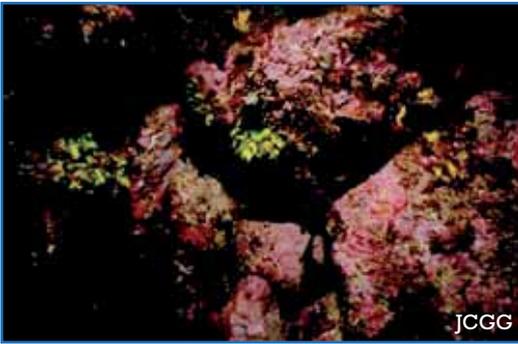
para detectar cambios en el ecosistema. Su vigilancia puede implementarse seleccionando algunos enclaves submarinos, donde pueda contabilizarse el mayor número de ejemplares posibles en el menor espacio controlable (por ejemplo, sobre una superficie de 5 m²).



Fot. 329



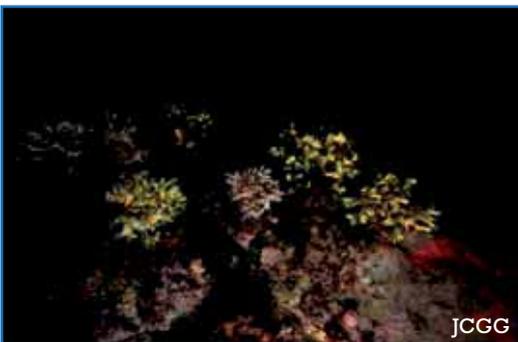
Fot. 330



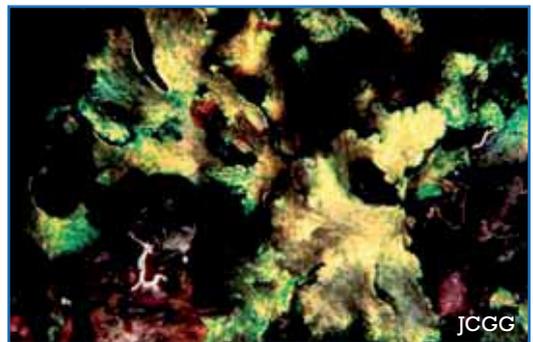
Fot. 331



Fot. 332



Fot. 333



Fot. 334

11.14. *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse, 1809



Fot. 335

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Ceramiales
Familia: Rhodomelaceae
Género: *Osmundea*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga de consistencia carnosa, de entre 3 y 10 cm de altura. El eje es subcilíndrico y su anchura es de entre 1 y 2.5 cm, se ramifica 4 o 5 veces de forma alterna o irregular y en un mismo plano. Las ramas son comprimidas y vuelven a dividirse en ramificaciones aplanadas. Color rojo pardusco. (Fots. 335-337).

Hábitat

Se encuentra formando matas en rocas, grietas y charcas. Suele estar en zonas expuestas con aguas calmas. Se halla desde la zona intermareal hasta los fondos situados debajo de la línea de marea.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Marruecos y Senegal. Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar. También en el Mar Negro y en las costas de la India, Yemen y Pakistán.

Sensibilidad ambiental

Esta especie ha sido citada como sensible a la contaminación por hidrocarburos (Baker *et al.*, 1931; Díez *et al.*, 2007). Diferentes estudios la clasifican como especie característica de zonas en buen estado ambiental (Juanes *et al.*, 2010; García *et al.*, 2011) y como componente de las últimas etapas de la sucesión ecológica (Gorostiaga *et al.*, 2004).

Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Laurencia pinnatifida*.



Fot. 336



Fot. 337

11.15. *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, 1900



Fot. 338

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Corallinales
Familia: Corallinaceae
Género: *Lithophyllum*
Nombre común: liquen marino
(citada también como *Lithophyllum lichenoides*)

Descripción

Alga calcárea de configuración masiva e incrustante. Es de color violáceo claro o blanquecino. La superficie está cubierta de numerosas láminas más o menos verticales, plegadas y que pueden unirse formando pequeños y numerosos alvéolos. Las láminas, muy proclives a romperse ante cualquier roce mecánico dada su fragilidad, pueden ser espinosas, escamosas o en forma de cresta de gallo. (Fot. 338).

Hábitat

Configura importantes formaciones sobre rocas naturales en el mediolitoral superior, incluso cornisas (“trottoir”), generalmente en zonas bien iluminadas y expuestas al oleaje (fots. 339 y 340).

Distribución

Mediterráneo, sobre todo en la parte occidental siendo más rara en la oriental. Atlántico oriental, desde las costas francesas a las marroquíes, incluyendo el Estrecho de Gibraltar. También ha sido citada en el océano Índico.

Sensibilidad ambiental

La especie requiere de aguas limpias y movidas (Mannino, 2003; Torras *et al.*, 2003). Se recomienda su uso como bioindicador (Sfriso y Facca, 2011;

Bermejo *et al.*, 2013), ya que es sensible a la contaminación orgánica y a la sedimentación, razón por lo que su vigilancia ambiental puede resultar cómoda y fácil, pues su observación no precisa del buceo ya que en emersión, simples fotografías de zonas concretas de plataformas de abrasión o farallones donde se encuentre, pueden ser suficientes para detectar cambios en el tiempo que puedan ser atribuibles a perturbaciones ambientales crípticas en la masa de agua. Nótese que al ser la especie intermareal y muy frágil su estructura, es extraordinariamente vulnerable a las pisadas humanas (provocan su múltiple fractura), de ahí que ello deba evitarse (García-Gómez, 2007). Si se observan pérdidas masivas de efectivos por razones aparentemente no abrasivas (pisadas), es conveniente reforzar la información ambiental que ello reporta, con observaciones similares en otras especies intermareales (por ejemplo del alga parda *Fucus spiralis* o de la anémona roja *Actinia equina*, tratadas en esta obra).

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en los Listados Español y Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011 y LAESRPE, Decreto 23/2012).



Fot. 339



Fot. 340

11.16. *Mesophyllum expansum* (Philippi) Cabioch y M. L. Mendoza, 2003



Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Corallinales
Familia: Hapalidiaceae
Género: *Mesophyllum*
Nombre común: no tiene

Fot. 341

Descripción

Alga calcárea de hasta 30 cm de diámetro. De aspecto laminar y superficie es lisa, su contorno es redondeado y sus bordes lobulados y ligeramente ondulados. Color violáceo. (Fots. 341 y 342).

Hábitat

Suele encontrarse en fondos rocosos poco iluminados y moderadamente batidos (fots. 343 y 344). También se localiza en sustratos blandos formando parte de fondos detríticos de algas calcáreas de vida libre (maërl). Es común en la base de las matas de *Posidonia*. Desde los 10 m hasta los 100 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta Mauritania. También en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

La especie es de estrecha valencia ecológica, y requiere de aguas limpias y renovadas (García-Gómez, 2007). Forma parte muy importante de los fondos de maërl, coralígeno y precoralígeno (Boisset-López, 1992; Sardá *et al.*, 2012), donde incluso establece su propia tipología de comunidad (Ballesteros,

1992). Es sensible a la contaminación orgánica (Boisset-López, 1989) y a la sedimentación y, debido a su fragilidad, es especialmente vulnerable frente a una práctica excesiva o no controlada del buceo en su entorno (Lloret *et al.*, 2006).

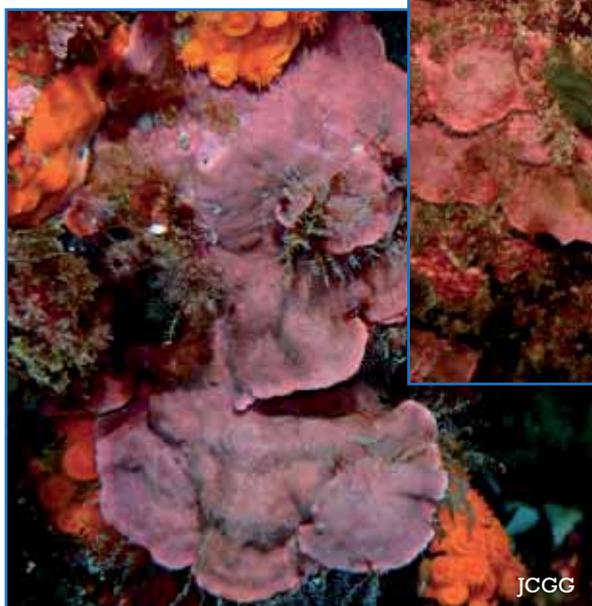
Información adicional

Especie citada en publicaciones anteriores como *Lithophyllum expansum*.



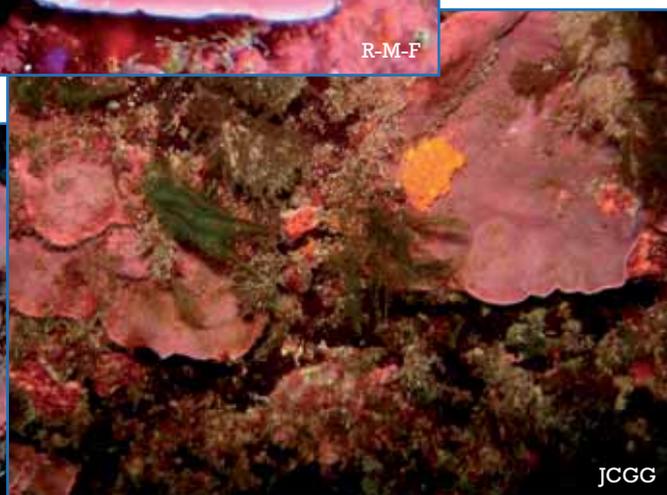
Fot. 342

R-M-F



JCGG

Fot. 344



JCGG

Fot. 343

11.17. *Peyssonnelia rosa-marina* Boudouresque y Denizot, 1973



Fot. 345

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Peyssonneliales
Familia: Peyssonneliaceae
Género: *Peyssonnelia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga que tiene un aspecto de costra, con el talo adherido al sustrato en toda su superficie, el cual puede alcanzar hasta 40 cm de diámetro. Tiene una consistencia rígida puesto que su estructura está calcificada excepto en los bordes, pero además es quebradiza. Se caracteriza por tener un perfil redondeado-esférico y forma lóbulos foliares, similar a una rosa. Su color varía desde el rosa claro al rojo fuerte. (**Fots. 345 y 346**).

Puede presentar un patrón de estrías concéntricas y radiales muy marcado (comunicación personal de De la Rosa y Altamirano).

Hábitat

Se encuentra en zonas umbrías donde el movimiento del agua es fuerte o moderado. Suele aparecer recubriendo rocas en fondos duros. En fondos blandos detríticos están más sueltas. Presente desde los 10 m hasta los 100 m de profundidad.

Distribución

Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Está comúnmente vinculada a los fondos de maërl y áreas de coralígeno con

un alto grado de conservación (Ramos-Esplá y Luque, 2004; Virgilio *et al.*, 2006; Klein y Verlaque, 2009), mientras que se halla ausente en zonas con cierto grado de eutrofización (Chryssovergis y Panayotidis, 1995). Además, el género se ha clasificado como característico de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Información adicional

Para el buceador no experto, es muy difícil identificar con certeza las especies de la familia *Peyssonnelidae* mediante fotografías, por buena calidad que éstas posean, siendo altamente recomendable el estudio de elementos a nivel tisular y celular. Si en una localización determinada, un buceador experimentado puede asignar los especímenes hallados a una especie concreta, esto no debe extrapolarse a otras zonas.



Fot. 346

11.18. *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh, 1851



Fot. 347

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Peyssonneliales
Familia: Peyssonneliaceae
Género: *Peyssonnelia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga que alcanza los 10 cm de diámetro. Está poco calcificada y su consistencia es membranosa. Es de color rojo púrpura a carmín fuerte en la parte superior y blanquecino por la inferior. Tiene forma de abanico con varios lóbulos que pueden superponerse y estar enrollados hacia abajo. (Fots. 347 y 348).

Hábitat

Tiene preferencia por fondos rocosos poco iluminados como son grutas, bajo rocas salientes o grandes bloques de piedra. También en la base de las matas de *Posidonia*. Puede aparecer fija sobre algas o restos calcáreos de fondos detríticos. Batimétricamente, se extiende desde los 10 m hasta los 100 m.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico. Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie asociada a los fondos de maërl y a fondos coralígenos con un elevado grado de conservación (Virgilio *et al.*, 2006; Klein y Verlaque, 2009; Piazzini y Balata, 2011), así como a zonas dominadas por cinturones de *Cystoseira*, en condiciones de alta calidad ambiental (Munda, 1993). Como otras especies del género *Peyssonnelia*, es característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Información adicional

Ver “Información adicional” de *Peyssonnelia rosa-marina*.



Fot. 348

11.19. *Peyssonnelia squamaria* (S. G. Gmelin) Decaisne, 1842



Fot. 349

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Peyssonneliales
Familia: Peyssonneliaceae
Género: *Peyssonnelia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Alga de consistencia membranosa, poco calcificada y de forma arriñonada. Está sujeta al sustrato por una o dos zonas y su color es rojo débil, con presencia de tonos amarillentos o marrones en su superficie (comunicación personal de De la Rosa y Altamirano). También tiene lóbulos que pueden superponerse o disponerse en espiral. Alcanza los 8 cm. (**Fots. 349 y 350**).

Hábitat

Crece en lugares umbríos y rocosos con el agua moderadamente batida. También en fondos detríticos sobre piedras sueltas o algas calcáreas y en praderas de *Posidonia*. Se encuentra desde la superficie hasta 40 m.

Distribución

Atlántico y Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Establecida en fondos coralígenos, de maërl y en áreas con un elevado grado de conservación (Giangrande, 1988; Ramos-Esplá y Luque, 2004; Piazzini y Balata, 2011), así como en zonas dominadas por cinturones de *Cystoseira*, bajo condiciones de alta calidad ambiental (Munda, 1993).

Como se ha indicado para las anteriores especies del género, también *Peyssonnelia squamaria* es característica de las últimas etapas de sucesión ecológica (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003).

Información adicional

Ver “Información adicional” de *Peyssonnelia rosa-marina*.



Fot. 350

11.20. *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, 1797



Fot. 351

Filo: Rhodophyta
Clase: Florideophyceae
Orden: Gigartinales
Familia: Sphaerococcaceae
Género: *Sphaerococcus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta alga alcanza 25 cm de alto y forma penachos de aspecto arborescente. Los ejes principales son cilíndricos y oscuros en la parte inferior mientras que en la superior son aplanados y de rojo intenso, en los bordes pueden tener ramillas espinosas y en forma de horquilla. La ramificación es dicotómica, dispersa y en único plano. Se adhiere al sustrato por un disco basal del que parten los ejes principales. (Fots. 351 y 353).

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos medianamente umbríos tanto en aguas calmas como moderadamente batidas (fots. 352, 354 y 355). Se halla desde la superficie hasta 30 m.

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas a Marruecos. Mediterráneo y Estrecho de Gibraltar. Mar Negro.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a la contaminación (Gorostiaga *et al.*, 2004) y, especialmente, a la sedimentación, ya que cuando las tasas de sedimentación se vuelven anormalmente elevadas, desaparece (Balata *et al.*, 2007). Es frecuente hallarla en entornos profundos y batidos, en buenas condiciones ambientales (Tittley y Neto, 2000; Guinda *et al.*, 2012).



Fot. 352

JCGG



Fot. 353

JCGG



Fot. 354

JCGG



JCGG

Fot. 355



FANERÓGAMAS MARINAS

11.21. *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, 1870



Fot. 357

Filo: Tracheophyta
Orden: Alismatales
Familia: Cymodoceaceae
Género: *Cymodocea*
Nombre común: no tiene

Descripción

Planta herbácea caracterizada por presentar un sistema de tallos horizontales largos del que parten en ciertos puntos otros verticales de pequeño tamaño, se encuentran enterrados en el sedimento. Estos tallos son delgados y herbáceos, de color rosado o anaranjado con una serie de nudos a intervalos más o menos regulares. Los de los tallos horizontales son más gruesos y largos que los de los verticales. Las raíces parten de ambos tipos de tallos a nivel de los nudos y pueden estar muy ramificadas o no. Son de color blanquecino y en sus extremos forman pelos absorbentes. Su función es tanto de anclaje como de nutrición. Las hojas se agrupan en haces y se encuentran en los extremos de los dos tipos de tallos, tienen una longitud de hasta 60 cm y 0.4 cm de anchura (**fots. 357-359**). Su forma es acintada con el ápice redondeado y obtuso, presenta además entre 7 y 9 nerviaciones paralelas. Los haces están formados por entre 2 y 7 hojas. La base de las hojas está envuelta por una vaina y cuando la hoja muere se desprende y deja una cicatriz circular en forma de anillo que es la que forma el nudo. Existen dos tipos de flores, ambas pequeñas y solitarias. Unas son las masculinas, simples y se asientan en el extremo de un pedúnculo de hasta 10 cm de longitud. Las femeninas son sésiles y están cubiertas por vainas de hojas modificadas. Los frutos son redondeados y comprimidos lateralmente, con un corto pico.

Hábitat

Suele crecer sobre sustratos arenosos o arenoso-fangosos y raramente en fondos rocosos o de maërl, también en lagunas costeras. A diferencia de *Posidonia oceanica*, las praderas no se elevan y sólo crecen en el plano horizontal. Es una planta colonizadora y puede formar praderas más o menos densas y aparecer en solitario o junto a otras especies como el alga *Caulerpa prolifera*, y también en zonas de confluencia con praderas de *P. oceanica* o *Zostera marina*. Se encuentra desde zonas superficiales hasta 30 m de profundidad.



JCGG

Fot. 359



JCGG

Fot. 358

Distribución

Atlántico oriental, desde el sur de Portugal a Senegal, incluidas las Islas Canarias y Madeira. También en el Mediterráneo incluido el Estrecho de Gibraltar, hasta el Mar Negro sin penetrar en él.

Sensibilidad ambiental

Aunque es una especie reputada como más tolerante y resistente que *Posidonia oceanica* (suele requerir sedimentos enriquecidos con materia orgánica, siendo capaz de soportar condiciones de anoxia en éste y concentraciones de sulfuro de hidrógeno en el agua intersticial), lo cierto es que *Cymodocea nodosa*, globalmente, debiéramos considerarla como sensible (Sánchez-Lizaso, 2004b; Barsanti *et al.*, 2007), ya que no soporta los vertidos de aguas residuales y es muy frágil ante las obras de ingeniería civil costera y un incremento medible de la turbidez, que prevalezca un tiempo significativo en el sistema. Este fue el motivo, a modo de ejemplo, que originó la pérdida masiva de las formaciones de esta especie en la Bahía de Algeciras (sur de la península Ibérica, hace más de tres décadas), estimadas en 4 km² de recubrimiento de fondos blandos someros, no volviendo a reinstalarse en la zona y constatándose en la actualidad su total desaparición (García-Gómez *et al.*, 1997; Sánchez-Moyano *et al.*, 1998; García-Gómez, 2007) (**fig. 29 y fot. 360**). Por todo ello, la especie *C. nodosa* ha sido frecuentemente usada como indicador de la posible degradación de hábitats costeros (Orfanidis *et al.*, 2007, 2010; Oliva *et al.*, 2012).

Aunque las praderas de esta especie son menos estables que las de *Posidonia oceanica* y en zonas litorales abiertas es más susceptible de sufrir variaciones naturales en sus zonas periféricas, lo sugerido para *P. oceanica* puede servir, en líneas generales, para vigilar esta especie en las aguas litorales europeas. Se debe insistir en los bordes más profundos de las praderas, los más sensibles a un incremento de la turbidez (ver **capítulo 5.2**).

Las dos restantes especies mediterráneas de fanerógamas marinas citadas en el **capítulo 5.2**, *Zostera marina* y *Z. noltii*, también pueden ser sometidas a vigilancia por procedimientos similares a los expuestos para *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*.

Figuras de protección

Incluida en los Listados Español y Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011 y LAESRPE, Decreto 23/2012).

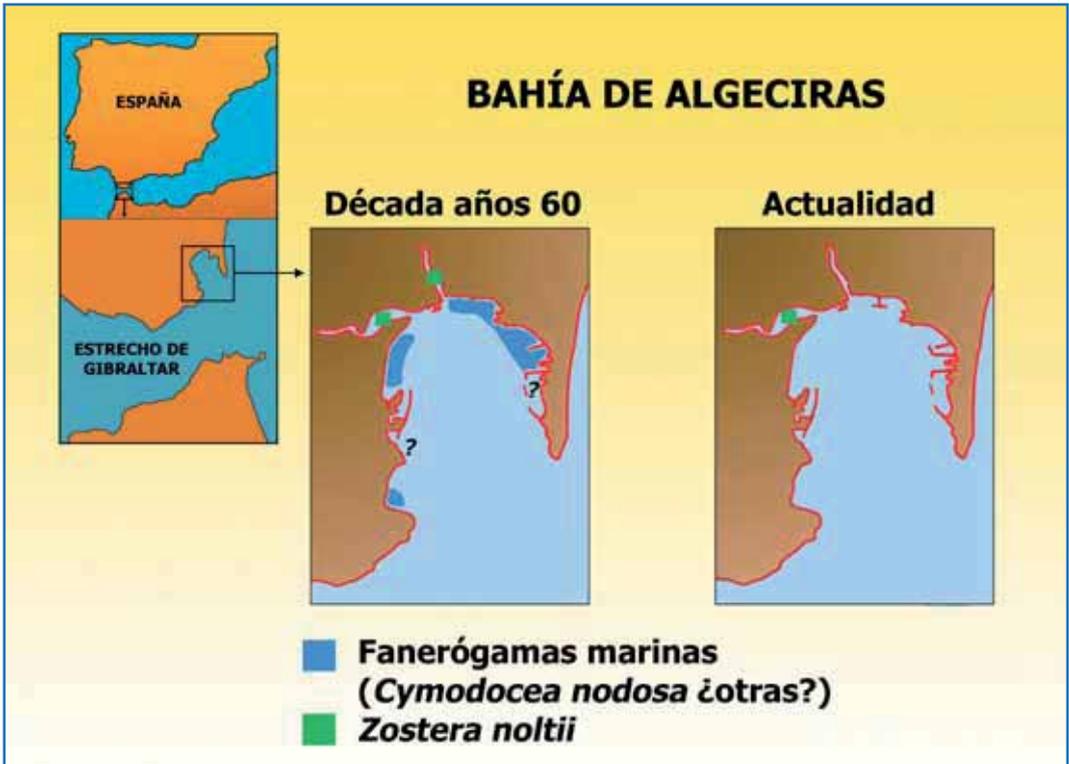


Fig. 29



Fot. 360

11.22. *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813



Fot. 361

Filo: Tracheophyta
Orden: Alismatales
Familia: Posidoniaceae
Género: *Posidonia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Planta herbácea constituida por unos tallos que pueden ser horizontales o verticales y que forman una intrincada red, frecuentemente recubiertos por sedimentos. Estos tallos alcanzan 1 cm de grosor y son leñosos, están ligeramente comprimidos y aparecen recubiertos por escamas provenientes de la base de antiguas hojas. Las raíces parten de los tallos, son robustas y numerosas y su longitud alcanza entre 10 y 15 cm. Anclan la planta al sustrato y, por ello, en zonas de elevado hidrodinamismo el número de raíces aumenta. Las hojas parten del extremo terminal de los tallos y se agrupan en haces de 4-10 unidades. Tienen aspecto de cinta con alrededor de 1 cm de ancho y una longitud de entre 20 y 140 cm. Las partes más jóvenes (basales) son de color verde más intenso que las partes más viejas (parte distal), de color verde oscuro o pardusco, cubiertas frecuentemente de organismos. Además, en cada hoja se distinguen dos partes, la base o peciolo y el limbo. La primera tiene una gran resistencia mecánica y no se desprende de la planta por lo que permanece unida al tallo donde forma las escamas que lo cubren. El limbo es la parte responsable de la fotosíntesis. Las flores son hermafroditas y se sitúan en el centro del haz de hojas, en grupos de 3-5 flores. El fruto es más o menos carnoso y su aspecto y color es similar al de la aceituna, de ahí que se conozca vulgarmente como “aceituna de mar”.

Hábitat

Vive en fondos de aguas someras o zonas abiertas sometidas a un elevado hidrodinamismo. Las praderas que conforma pueden crecer en el plano

horizontal (**fot. 361**), pero también en el vertical (**fots. 362 y 363**). En este último caso, la elevación de la pradera puede originar terrazas constituidas por un entramado de rizomas que pueden superar los dos metros. El ritmo de elevación puede ser de hasta 1 cm por año, pudiendo alcanzar la superficie constituyendo los llamados “arrecifes de posidonia”. Puede crecer en fondos rocosos pero lo hace mejor sobre arenosos, especialmente en las grandes ensenadas o en zonas donde el hidrodinamismo es menor. En función de la transparencia del agua, se encuentra desde las zonas superficiales hasta 40 metros de profundidad.



Fot. 362

Distribución

Endémica del Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Es una especie indicadora de aguas limpias, impolutas y bien oxigenadas (García-Gómez, 2007; Montefalcone, 2009; López y Royo *et al.*, 2011). Es particularmente sensible al progresivo aumento de la turbidez, especialmente si ésta lleva asociada una elevada carga orgánica (Cancemi *et al.*, 2003) y una alta tasa de sedimentación (Ruiz y Romero, 2003; Sánchez-Lizaso, 2004a).

La vigilancia ambiental de esta especie debe centrarse fundamentalmente marcando zonas periféricas de la misma y observando en inmersiones periódicas si el frente monitorizado se encuentra estable o si, por el contrario, retrocede (**fig. 30**). También se pueden realizar observaciones (para ver la densidad, aspecto y longitud de las hojas) de las zonas subperiféricas. A veces estos retrocesos son naturales y limitados, por lo que debe confirmarse ulteriormente la estabilización del frente vigilado. La vigilancia de la zona más profunda, como ya se ha explicado anteriormente (**capítulo 5.2**), resulta especialmente sensible a incrementos medibles de turbidez generados, por ejemplo, por un incremento de carga orgánica inyectada al sistema litoral. Aunque las hojas de esta planta poseen frecuentemente epibiontes, la presencia anormal sobre ellas de algas generalistas, puede ser un evento

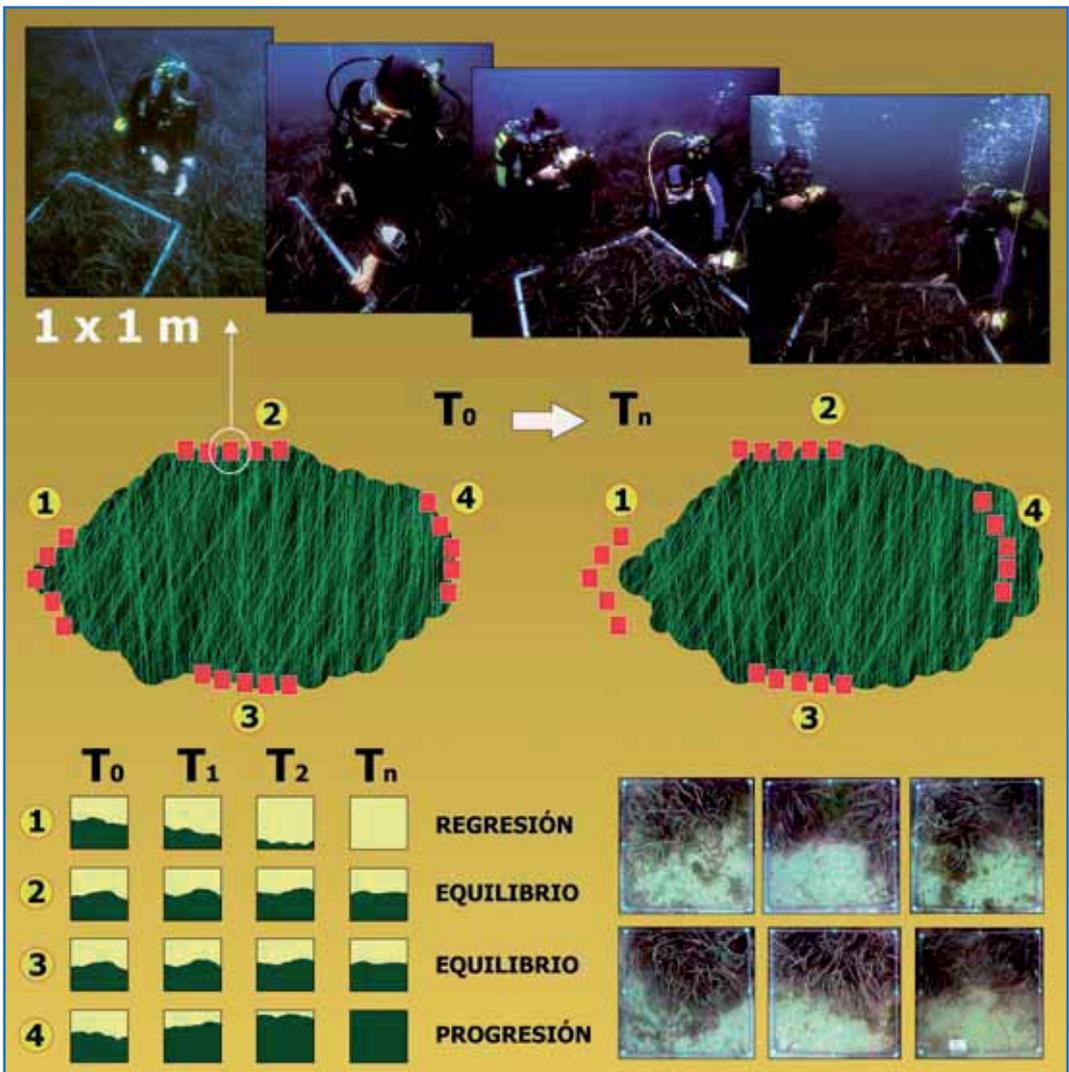
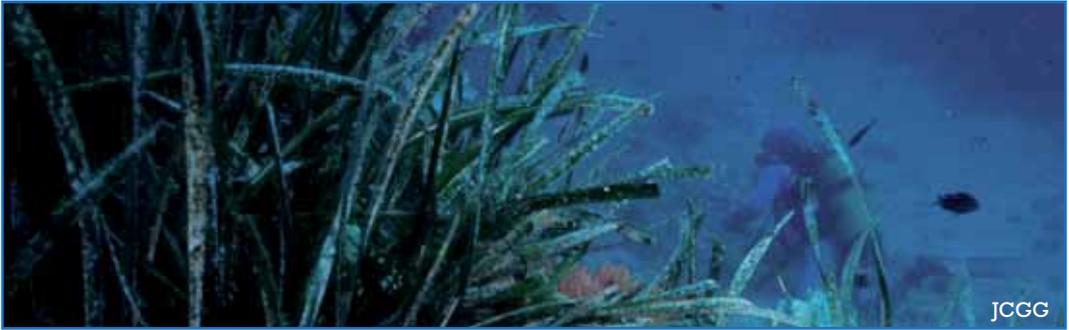


Fig. 30



Fot. 363

anormal de corta duración (exceso puntual de nutrientes en el medio) pero también, si el incremento de nutrientes es semicontinuo o se hace persistente (por ejemplo, como consecuencia de la presencia próxima de vertidos de origen humano que anteriormente no existían), puede desencadenarse un proceso de regresión, con pérdida medible de la superficie de la pradera y merma o desplome de parte de la biodiversidad asociada. El aspecto de las hojas y otro tipo de epibiontes no habituales ni advertidos con anterioridad, también pueden ser la pista de un proceso de cambio negativo en el sistema. Es una especie que no tolera grandes variaciones de salinidad, aunque sí puede soportar un amplio rango de temperatura, desde 10 a 28 °C.

Las fotografías en blanco-negro (Astier y Tailliez, 1978), ilustran los efectos de un emisario de aguas residuales sobre *Posidonia oceanica*, alejado de la misma (fot. 364) y a 600 metros de la desembocadura del emisario, a 26 metros de profundidad, donde se aprecia con claridad el severo impacto provocado. Las matas supervivientes están literalmente recubiertas de macroalgas generalistas (fots. 365 y 366).

Esta especie es una de las más emblemáticas del Mediterráneo a efectos de monitorización y vigilancia ambiental, no sólo por la sensibilidad que denotan sus praderas ante perturbaciones antropogénicas, sino porque éstas conforman uno de los hábitats de mayor valor ecológico de cuantos existen en el citado mar.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo I de la Directiva 92/43/ CEE del Consejo (Hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario asignar zonas especiales de conservación).

Incluida en los Listados Español y Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011 y LAESRPE, Decreto 23/2012).



Fot. 364

JCGG



Fot. 365

JCGG



Fot. 366

JCGG



ESPONJAS

11.23. *Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833)



Fot. 368

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Verongida
Familia: Aplysinidae
Género: *Aplysina*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja de tipo masivo que forma lóbulos de estructura tubular que tienen una longitud de 6 cm y en su extremo se abre un poro. Las paredes son gruesas y la superficie es lisa y suave al tacto. Puede alcanzar un diámetro de hasta 30 cm. Su color es amarillo pero se convierte en violáceo oscuro cuando se pone en contacto con el aire. (Fot. 368).

Hábitat

Es una especie de ambientes luminosos debido a la presencia de una cianobacteria simbiote por lo que se encuentra desde la orilla hasta los 30-40 metros de profundidad, generalmente en sustratos horizontales tanto rocosos como arenosos (fot. 369). Sobre su superficie suele estar su depredador que es el opistobranquio *Tylodina perversa*. Se halla desde 0 a 30-40 m.

Distribución

Cosmopolita.

Sensibilidad ambiental

Se trata de una especie que puede localizarse, incluso de forma abundante, en zonas de elevada calidad ambiental, como son las propias de las Áreas Marinas Protegidas (Tunesi *et al.*, 2008) o de praderas de *Posidonia* con

abundancia de *Cystoseira* spp. (Ben Mustapha *et al.*, 2002). También se ha mostrado como sensible frente a incrementos de la temperatura del agua (Friedrich *et al.*, 2001; Ahn *et al.*, 2003; Webster, 2007).

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), en la ampliación llevada a cabo por la Orden AAA/75/2012.

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 369

11.24. *Axinella damicornis* (Esper, 1794)



Fot. 370

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Halichondrida
Familia: Axinellidae
Género: *Axinella*
Nombre común: no tiene

Descripción

De aspecto ramificado, el pedúnculo del que parten las ramas suele ser corto y duro. Las ramificaciones son planas, aunque en ocasiones pueden ser pseudocilíndricas. La consistencia es flexible y elástica. Además, frecuentemente se anastomosan y su forma es de cuernos de gamo. Alcanza una altura de entre 4 y 10 cm y su diámetro máximo es de 5 cm. Color amarillo claro. (Fots. 370 y 371).

Hábitat

Especie típica de ambientes con escasa luz. En zonas poco profundas suele encontrarse en grietas, cuevas o extraplomos. A medida que aumenta la profundidad se ubica en sustratos más horizontales tanto duros como arenosos e incluso en fondos detríticos-fangosos, fangosos y de maërl. Se puede encontrar excepcionalmente en enclaves muy umbríos de fondos rocosos someros. En la zona del Estrecho de Gibraltar normalmente se encuentra entre 20 y 50 metros, habiéndose citado incluso a mayores profundidades en otras áreas geográficas. Frecuentemente aparece colonizada por el antozoo *Parazoanthus axinellae*, con quien parece protagonizar simbiosis.

Distribución

Atlanto- mediterránea. Presente en todas las costas de la Península Ibérica.

Sensibilidad ambiental

Especie de estrecha valencia ecológica muy sensible a perturbaciones ambientales, con exigencias estrictas de calidad de aguas (limpias y renovadas) y vulnerable frente a corrientes elevadas (Bell y Barnes, 2000; Ordines *et al.*, 2011). Cuando aumenta persistentemente la turbidez por causas de vertidos urbanos o derivados del “overflow” de los dragados litorales de áridos, tiende a desaparecer de la zona afectada (García-Gómez, 2007). Está ausente de fondos con alta tasa de sedimentación y elevada carga orgánica. Es una especie, pues, característica de fondos impolutos, biodiversos y en buen estado de conservación (Hiscock *et al.*, 2010; Altug *et al.*, 2011; Templado *et al.*, 2012).

Información adicional

Se está utilizando en el ámbito farmacéutico ya que se ha observado que esta especie contiene sustancias antitumorales.



LS

Fot. 371

11.25. *Axinella polypoides* Schmidt, 1862



Fot. 372

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Halichondrida
Familia: Axinellidae
Género: *Axinella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Suele tener forma de árbol con una base gruesa y dura de la que nacen ramas flexibles de sección cilíndrica, aunque a veces pueden ser planas. Éstas se van ramificando pudiendo llegar a unirse, en este caso el ejemplar presenta forma de abanico. El color es amarillo o amarillo anaranjado y el tamaño máximo que alcanza es de alrededor de 50 cm. Su superficie es aterciopelada y los poros, bastante visibles, tienen forma de estrella. (Fots. 372 y 373).

Hábitat

Se encuentra en fondos infralitorales profundos y circalitorales, tanto rocosos como arenosos. Generalmente se asienta sobre superficies horizontales o paredes levemente inclinadas. En zonas más luminosas se aloja en grutas, fisuras y grietas. Se puede localizar excepcionalmente a escasa profundidad, sobre superficies muy umbrías de fondos rocosos someros. Normalmente, en el Estrecho de Gibraltar, se encuentra a partir de 20 metros de profundidad.

Distribución

Desde el sur de Noruega al Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar y todas las costas de la Península Ibérica.

Sensibilidad ambiental

Es de estrecha valencia ecológica, como la especie cogenérica *Axinella*

damicornis, muy sensible a perturbaciones ambientales (Moreno *et al.*, 2008b). Requiere de aguas limpias y renovadas, estando ausente en fondos con alta tasa de sedimentación y elevada carga orgánica. Es característica de fondos bien conservados en los que la contaminación está ausente (Tunési *et al.*, 2008; Altug *et al.*, 2011; Templado *et al.*, 2012). También se la ha utilizado como indicadora del calentamiento de las aguas (Bianchi *et al.*, 2012). Dada la relativa facilidad con la que se descubren y reconocen los ejemplares en inmersión, su monitorización es recomendable.

Información adicional

Haliclona oculata es una especie similar.

Figuras de protección

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría "Vulnerable".



Fot. 373

11.26. *Haliclona (Halichoclona) fulva* (Topsent, 1893)



Fot. 374

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Haplosclerida
Familia: Chalinidae
Género: *Haliclona*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja incrustante cuyo eje mayor puede alcanzar hasta 10 cm mientras que su espesor es cercano a 1 cm. Tiene una forma globosa de la que parten tubos erectos y a veces ramificaciones laterales. Los poros se abren al final de ambas extensiones. La superficie es irregular, la consistencia blanda y la coloración naranja claro. (**Fots. 374 y 375**).

Hábitat

Se encuentra en zonas de poca luz como son extraplomos y oquedades, generalmente en superficies verticales o ligeramente inclinadas. También sobre otras especies de esponjas y rizomas de la fanerógama *Posidonia oceanica*. Se ha citado en fondos detríticos profundos. En zonas donde el movimiento de agua es elevado. Se encuentra entre 0 y 120 metros de profundidad.

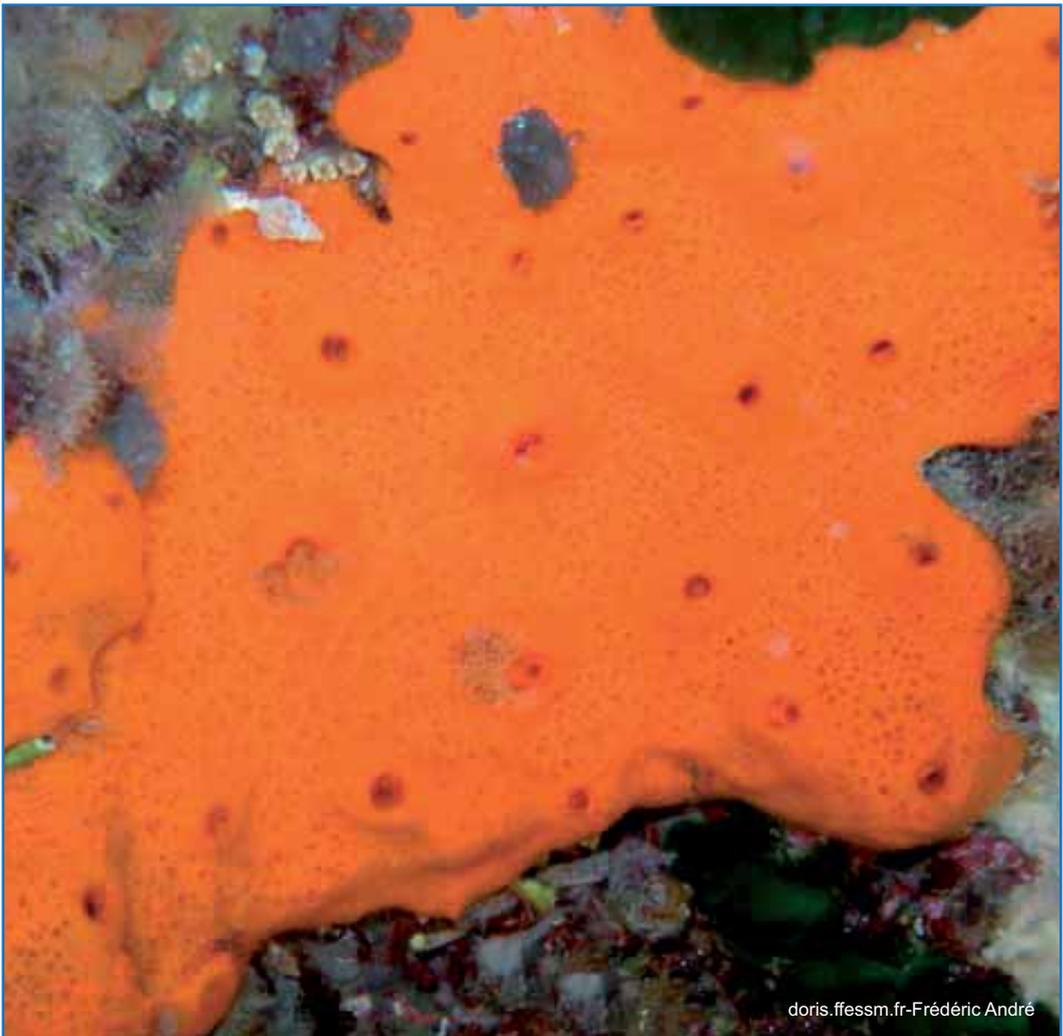
Distribución

Especie típicamente mediterránea pero se extiende hasta las Islas Cabo Verde en el Atlántico. Presente en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a las condiciones ambientales como puede ser una elevada

cantidad de sólidos o partículas en suspensión (Carballo *et al.*, 1996). Es por tanto una especie indicadora de buenas condiciones ambientales. Parece ser tolerante ante el calentamiento del agua, ya que no se ha mostrado afectada por las anomalías térmicas que sí causaron mortalidades masivas en otras especies marinas sensibles (Verdura *et al.*, 2013).



Fot. 375

11.27. *Ircinia oros* (Schmidt, 1864)



Fot. 376

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Dactyloceratida
Familia: Irciniidae
Género: *Ircinia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Tiene una forma masiva-cónica, con un diámetro de 6 y 12 cm. La superficie es erizada y su consistencia firme, blanda y compresible. Es resistente al desgarro. En cada ejemplar suele haber uno o dos poros redondeados de hasta un cm de diámetro y situados en las partes más elevadas de la esponja. La coloración varía según la exposición a la luz, suele ser gris oscuro o parda en zonas expuestas y más clara en cuevas y grietas (**fots. 376 y 377**).

Hábitat

Es frecuente en cuevas, grietas y extraplomos, nunca en zonas completamente expuestas a la luz. Tanto sobre sustratos horizontales como verticales. Puede aparecer en niveles superficiales y en el coralígeno. Se reproducen entre julio y agosto. Su rango batimétrico es de 1 a 150 m.

Distribución

Mediterráneo, hasta el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a perturbaciones ambientales (Carballo *et al.*, 1996) por lo que su presencia indica que el ambiente está en condiciones óptimas (Garrabou, 1997). También se ha visto afectada por diferentes eventos de mortalidad, tanto leves como masivos, asociados a temperaturas anormalmente altas (Perez *et al.*, 2000; Lejeusne *et al.*, 2010).



doris.ffesm.fr – Dominique Horst

11.28. *Sarcotragus spinosulus* Schmidt, 1862



Fot. 378

Filo: Porifera
Clase: Demospongiae
Orden: Dyctioceratida
Familia: Irciniidae
Género: *Sarcotragus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esponja de aspecto masivo y regular, aplanada y subesférica con un tamaño variable entre 10 y 25 cm. Presenta una consistencia blanda y elástica pero muy resistente a la rotura. Su superficie es lisa, reticulada y áspera al tacto. El color varía entre gris oscuro y negro, en la parte interior es más claro, casi blanquecino (fots. 378 y 379).

Hábitat

Se desarrolla sobre sustratos rocosos tanto horizontales como verticales, extraplomos y en entradas de cuevas. También debajo de piedras y sobre algas y antozoos. Se encuentra entre 1 y 300 metros de profundidad.

Distribución

Atlántico y Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a perturbaciones antropogénicas (Carballo *et al.*, 1996). Se suele establecer en zonas con buenas condiciones ambientales (Corriero *et al.*, 2004). Sin embargo, se la ha citado como capaz de acumular elevadas cantidades de arsénico (Araújo *et al.*, 1999).

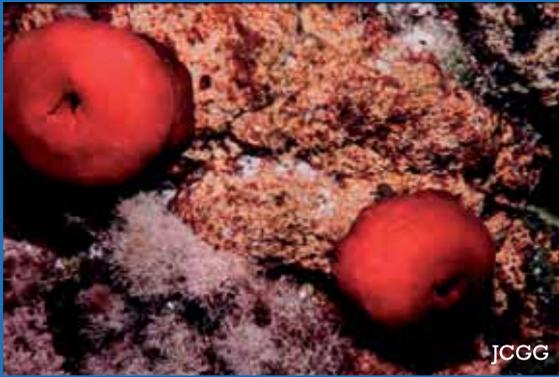


Fot. 379



CNIDARIOS ANTOZOOS

11.29. *Actinia equina* (Linnaeus, 1758)



Fot. 381

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Actiniaria
Familia: Actiniidae
Género: *Actinia*
Nombre común: Tomate de mar

Descripción

Anémona de color rojo intenso, cuya altura y diámetro alcanzan hasta 8 y 7 cm, respectivamente. Los tentáculos son numerosos (hasta 192), cortos y ensanchados en la base, con las puntas redondeadas.

Hábitat

Se encuentra fijada sobre sustratos rocosos de la zona intermareal, preferentemente iluminados o ligeramente umbríos. En marea baja queda en emersión, a modo de estructura globosa color rojo intenso en la que no se aprecian los tentáculos, por estar éstos retraídos para evitar la desecación (**fots. 381-384**). Cuando sube la marea y el agua la cubre, muestra su aspecto de anémona, con los tentáculos visibles y prestos para la captura de alimentos (**fot. 385**). Aunque puede localizarse tanto en grietas y fisuras expuestas al oleaje como bajo piedras y superficies horizontales o ligeramente inclinadas. Frecuentemente se ubica en paredes verticales. Debido a la elevada capacidad que tiene para retener agua en su interior soporta periodos de inmersión prolongadas. Puede también encontrarse a pocos metros de profundidad, habiéndose citado incluso hasta 20 metros (en esta profundidad la coloración puede variar y ser verde o anaranjada).

Distribución

Mediterráneo y Atlántico oriental, desde el norte de Europa hasta los límites del ecuador, en la costa occidental africana.

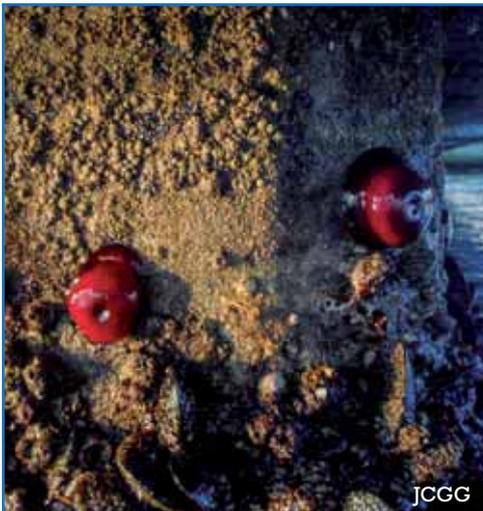
Sensibilidad ambiental

Requiere para vivir de aguas muy limpias y bien oxigenadas, considerándose un buen indicador de aguas no contaminadas (Smith, 1968; García-Gómez, 2007). Su ausencia en zonas donde anteriormente abundaba, puede advertir de cambios negativos en la calidad del agua (Cha *et al.*, 2013).

Actinia equina es una especie sensible y afectada por la exposición a contaminación por hidrocarburos (Ormond y Caldwell, 1982) y también se la considera como un buen indicador para monitorizar la contaminación por metales pesados en ambientes costeros (Shiber, 1981; Gadelha *et al.*, 2010).

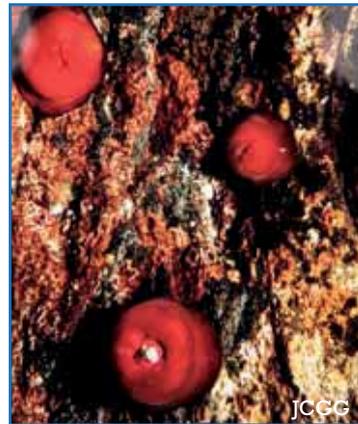
La vigilancia de esta especie es, como se deduce de las fotografías, sencilla. Un paseo periódico (en marea baja) por zonas de la costa donde existan numerosos ejemplares de la misma, puede ser suficiente para percibir cambios significativos en su abundancia o la desaparición total de la especie. Si ello ocurriera, es conveniente validar esta circunstancia con observaciones similares en otras especies intermareales (por ejemplo del alga parda *Fucus spiralis* o de la roja *Lithophyllum bissoides*, tratadas en esta obra).

Fot. 382



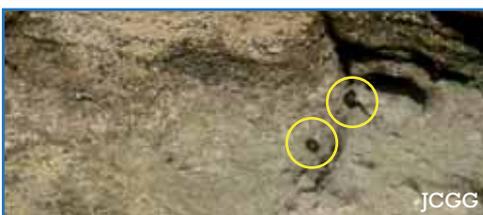
JCGG

Fot. 384



JCGG

Fot. 383



JCGG

Fot. 385



JCGG

11.30. *Alicia mirabilis* Johnson, 1861



Fot. 386

- Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Actiniaria
Familia: Aliciidae
Género: *Alicia*
Nombre común: No tiene

Descripción

Antozoo solitario cuyo aspecto cambia a lo largo del día. Durante las horas de luz está contraído (**fots. 386 y 387**) y tiene forma de cono de color pardo cubierto por los tentáculos retraídos y unos tubérculos que en su conjunto le dan un aspecto de coliflor. Durante la noche el individuo se extiende y adquiere una forma de “palmera” (**fots. 388 y 389**). El tronco, de color crema y traslúcido, puede alcanzar los 30 cm de altura y está cubierto de tubérculos y protuberancias dorados y naranjas. Los tentáculos son largos, muy numerosos y con gran capacidad de retracción, de color crema con una banda de color castaño cerca de la base.

Hábitat

Suele establecerse sobre sustratos horizontales o con poca inclinación, tanto en fondos rocosos como de cascajos o arenoso-fangosos, en ambientes luminosos y en el coralígeno. Se reproduce desde junio a octubre. Puede aparecer libre del sustrato debido a su débil sujeción. Se halla a partir de los 3 hasta 50 m.

Distribución

En el Mediterráneo occidental hasta el Estrecho de Gibraltar y también en el Atlántico oriental desde Portugal a Canarias. También en el Mar Rojo.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que suele hallarse, si bien no suele abundar, en zonas bien conservadas y biodiversas (Ocaña *et al.*, 2000). Como ejemplo de motivos para la inclusión de *Alicia mirabilis* en la obra, esta especie comienza a expandirse desde el Mediterráneo hacia el mar Adriático (Kružić 2002; Kružić *et al.*, 2002), lo que parece estar asociado al cambio climático (Pećarević *et al.*, 2013).

Información adicional

Los tentáculos son muy urticantes.



Fot. 387



Fot.388



Fot. 389

11.31. *Ellisella paraplexauroides* Stiasny, 1936



Fot. 390

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Ellisellidae
Género: *Ellisella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Especie colonial, de color rojizo o anaranjado y con los pólipos blancos o amarillentos. Las colonias son poco ramificadas (ocasionalmente pueden no tener ramificaciones) y las ramas se separan desde la base y se disponen verticalmente, de forma rectilínea. Su eje es córneo, muy resistente. Los cálices de los pólipos son pequeños y prominentes, con una disposición en dos series irregulares, a ambos lados del eje. Puede llegar a alcanzar más de 2 metros de altura, siendo la gorgonia de mayor tamaño de todo el Mediterráneo y Atlántico oriental. (Fots. 390-393).

Hábitat

Se asienta sobre sustratos rocosos horizontales o con escasa inclinación. Prefiere fondos con cierta corriente. Es una especie propia del circalitoral, comúnmente entre 50 y 150 metros, aunque también se la puede encontrar a una menor profundidad, llegándose a observar, si la luz es muy atenuada por la turbidez, en zonas hasta 15 metros. Suele ser una especie rara y ocasional, que no tiende a formar agrupaciones densas de individuos.

Distribución

Se halla a lo largo de la costa occidental de África desde Angola hasta Marruecos, incluyendo las islas Canarias y alcanzando el sur de Portugal. En el Mediterráneo su presencia es más escasa, citándose en el área del Estrecho de Gibraltar, Argelia, Túnez y algunas islas del mar de Alborán.

Sensibilidad ambiental

Poco se conoce acerca de la sensibilidad ambiental de *Elisella paraplexauroides*. Sin embargo, su compleja estructura, la riqueza específica asociada que posee y su vulnerabilidad respecto a las actividades humanas (Angiolillo *et al.*, 2012), especialmente las relacionadas con la pesca no regulada (Maldonado *et al.*, 2013), hacen recomendable su inclusión en esta obra.

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “En Peligro”.



Fot. 391



Fot. 392



Fot. 393

11.32. *Astroides calycularis* (Pallas, 1766)



Fot. 394

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Scleractinia
Familia: Dendrophylliidae
Género: *Astroides*
Nombre común: Coral naranja

Descripción

Suele formar colonias de aspecto masivo y en ocasiones arborescente. El esqueleto es calcáreo y los pólipos son cilíndricos, los cuales suelen colocarse uno junto a otro. Si éstos aparecen pegados pueden tener forma poligonal. Los tentáculos son pequeños y apuntados. Toda la colonia es de color naranja intenso (**fot. 394**).

Hábitat

Se desarrolla sobre sustrato rocoso, generalmente en extraplomos, paredes verticales y techos (**fot. 395**). A veces en el suelo de cuevas o en superficies horizontales de cierta profundidad donde la luz llega muy atenuada. Puede ser intermareal en superficies rocosas completamente umbrías de la costa, donde el embate de las olas es moderado e incluso alto (**fots. 396 y 397**). Hasta los 50 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo occidental y Estrecho de Gibraltar. En la costa atlántica se ha observado en el frente litoral norteafricano y en el sur de la Península Ibérica (costa de Cádiz).

Sensibilidad ambiental

Es sensible a la contaminación marina (Moreno *et al.*, 2008), particularmente al incremento de carga orgánica y de turbidez. La **figura 31** ilustra su progresiva desaparición hacia el interior de la Bahía de Algeciras, en 2001, conforme empeora la calidad del agua; los círculos anaranjados indican estimativamente la abundancia de colonias en los cuatro transectos efectuados, entre 5 y 20 metros de profundidad (observación personal). Es una buena especie indicadora de calidad de las aguas litorales (García-Gómez, 2007; Terrón-Sigler *et al.*, 2014), característica de zonas templadas y con un estrecho margen de tolerancia a los cambios de temperatura (Grubelić *et al.*, 2004; Bianchi, 2007). Ante procesos de sedimentación excesiva de origen antrópico, deja entrever el impacto al exhibir las colonias su impregnación masiva por sedimentos. Al respecto, las **fotografías 398 y 399** ilustran, a escala de objetivo gran angular y de macrofotografía, respectivamente, un exceso de sedimentación proveniente del “overflow”

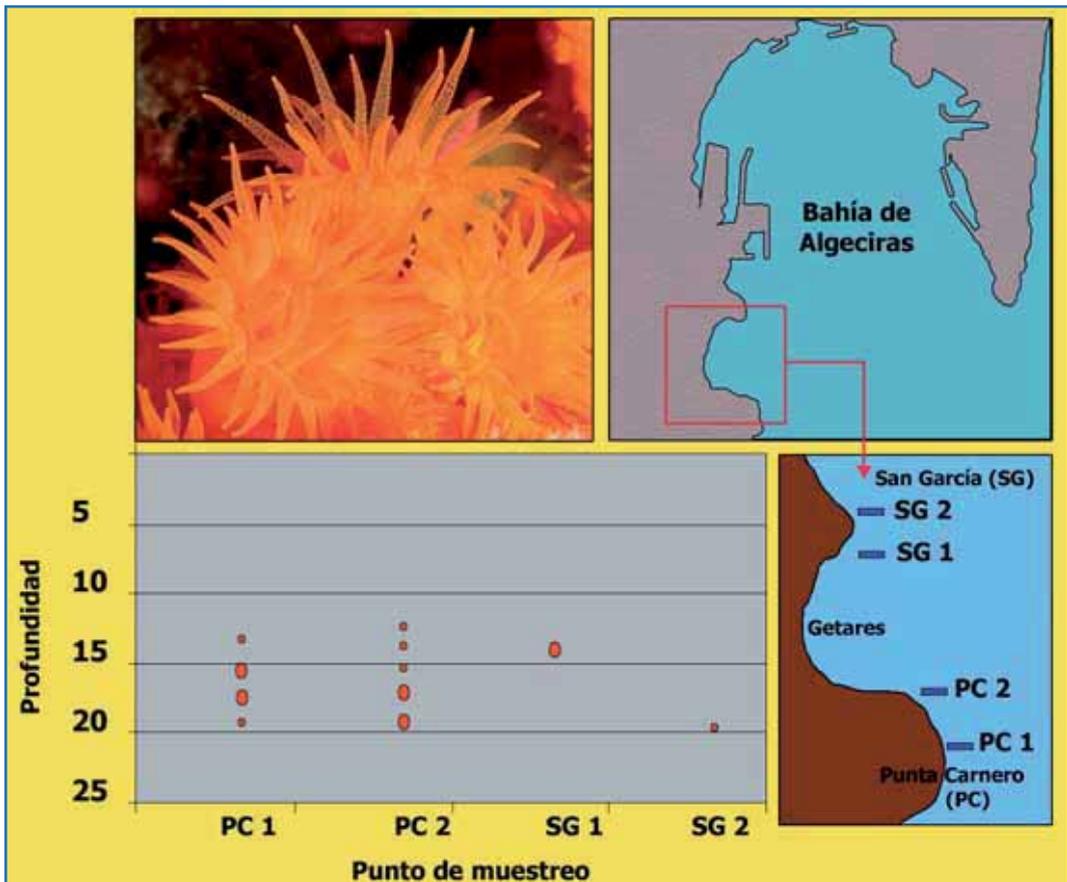
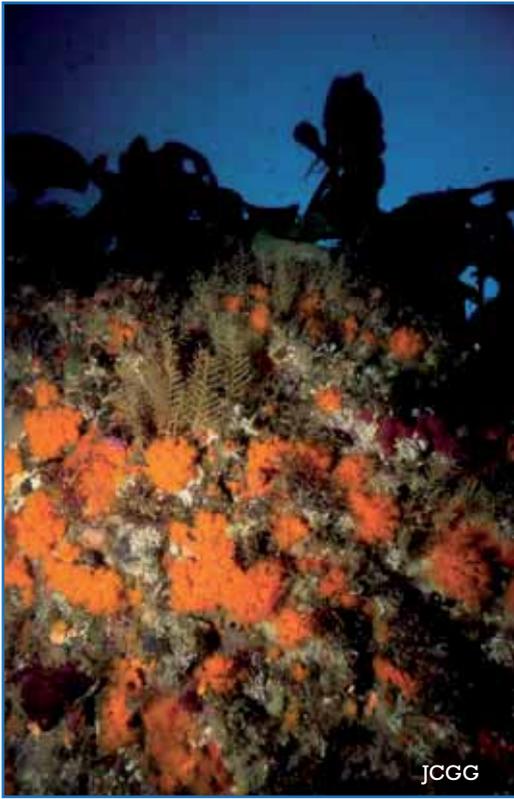


Fig. 31



Fot. 395



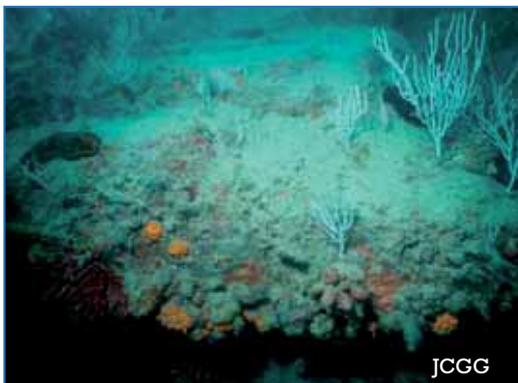
Fot. 396



Fot. 397

de dragas de succión incursas en un proceso de extracción de áridos en los fondos litorales. La muerte de colonias “in situ” también puede ser reconocida por el esqueleto calcáreo de los pólipos (**fots. 400 y 401**).

Es también una especie sensible a la abrasión por medios mecánicos (por ejemplo, garreo de anclas), que incluyen a los contactos, accidentales o no, por parte de los buceadores (Di Franco *et al.*, 2009).



Fot. 398



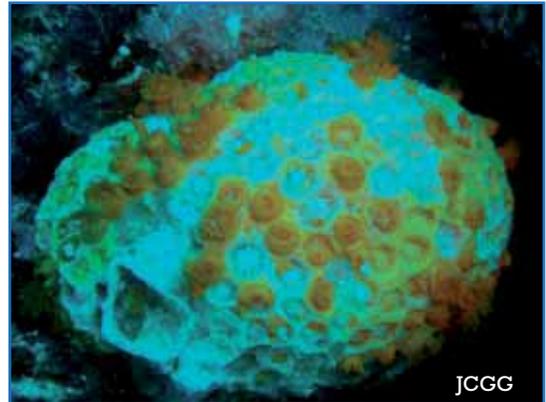
Fot. 399

En gradientes de afección ambiental su distribución indica las zonas a partir de las cuales las aguas son limpias. Su vigilancia es sencilla, especialmente por la vistosidad de las colonias, que pueden tapizar paredes umbrías enteras del precoralígeno. La muerte parcial o masiva de sus pólipos deja entrever su esqueleto calcáreo y la desaparición de las colonias donde antes abundaban puede guardar relación con una perturbación de origen antrópico.

En el Mediterráneo, y debido principalmente a factores antropogénicos, se trata de una especie en regresión (Moreno *et al.*, 2008). El hecho de que sea una excelente indicadora de aguas limpias y de que esté además protegida, la convierte en una especie preferencial en cualquier iniciativa de vigilancia ambiental de los fondos litorales donde viva, ya sea a nivel científico, técnico o de voluntariado.



Fot. 400



Fot. 401

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida como “Vulnerable” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.

11.33. *Dendrophyllia ramea* (Linnaeus, 1758)



Fot. 402

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Scleractinia
Familia: Dendrophylliidae
Género: *Dendrophyllia*
Nombre común: Coral amarillo

Descripción

Coral cuyas colonias son de forma arborescente y de gran tamaño, pudiendo alcanzar 1 m de altura. El esqueleto es calcáreo, frágil y anaranjado. Se fija al sustrato por una placa de la que parte un eje central de hasta 10 cm de grosor que va disminuyendo hacia el ápice. Las ramificaciones se producen en todas las direcciones y pueden ser abundantes. Los pólipos, de color blanco o ligeramente amarillentos, tienen sección circular y son alargados. Además su superficie es porosa. (Fots. 402 y 403).

Hábitat

Suele establecerse sobre enclaves horizontales o de mínima pendiente en fondos rocosos medianamente umbríos, sometidos a moderado o elevado hidrodinamismo (corrientes) (fot. 404). Aunque se ha citado en fondos someros y a más de 100 metros de profundidad, en el Mar de Alborán se encuentra normalmente a partir de los 25-30 metros.

Distribución

Desde el sur del Mediterráneo occidental hasta el Estrecho de Gibraltar. En el Atlántico oriental, entre Portugal y el Golfo de Guinea.

Sensibilidad ambiental

Especie que requiere de aguas limpias, localizándose normalmente en fondos altamente biodiversos y estructurados, en excelente estado de conservación

(Ocaña *et al.*, 2000). No se encuentra en aguas contaminadas ni con estrés ambiental de origen antrópico. Sin embargo, muestra una gran tolerancia frente a los fenómenos de sedimentación excesiva, incluso aterramiento, siempre y cuando éstos sean un fenómeno habitual y continuo, como los que pueden exhibir zonas próximas a las desembocaduras de grandes ríos y no eventos ocasionales (**fol. 405**).

Es muy sensible al garreo de las anclas y a ciertas artes de pesca, que producen gran impacto en esta especie de lento crecimiento, especialmente debido al gran tamaño que pueden alcanzar las colonias, fracturándolas. También está amenazada por la acción desaprensiva de ciertos buceadores, que suelen capturarla por motivos decorativos (dada la particular belleza de su esqueleto calcáreo).

Es, por tanto una especie muy vulnerable y amenazada, y es beneficiaria de varias figuras de protección (Giménez-Casaldueiro *et al.*, 2011). Debe ser controlada por los buceadores que se impliquen en la vigilancia ambiental de los fondos litorales.

Figuras de protección

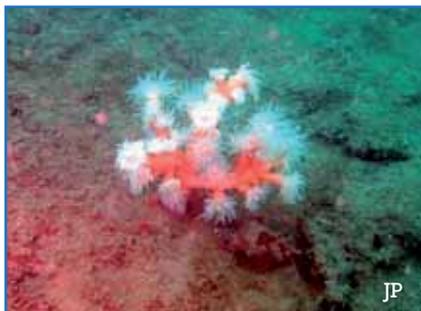
Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.

Fot. 403



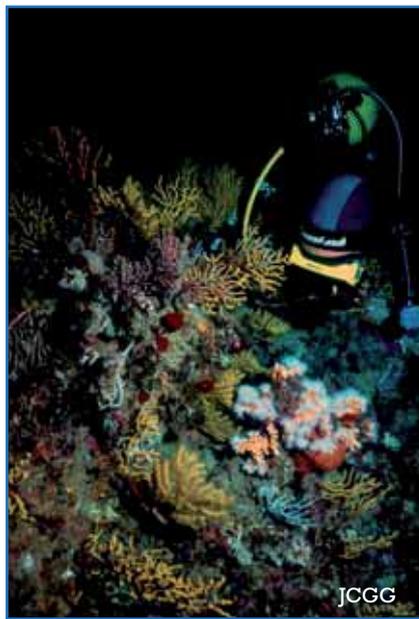
JCGG

Fot. 405



JP

Fot. 404



JCGG

11.34. *Leptopsammia pruvoti* Lacaze-Duthiers, 1897



Fot. 406

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Scleractinia
Familia: Dendrophylliidae
Género: *Leptopsammia*
Nombre común: Madrépora amarilla

Descripción

Especie solitaria aunque a veces los individuos aparecen reunidos formando una falsa colonia. Los pólipos tienen su base calcárea y cónica, el ápice es ligeramente más largo que la base. El pólipo tiene hasta 2 cm de altura y 1.5 cm de diámetro. Su color es amarillo anaranjado (**fot. 406**). Tiene hasta 96 tentáculos de color amarillo traslúcido, aunque el color amarillo global, que se plasma en las fotografías, es intenso.

Hábitat

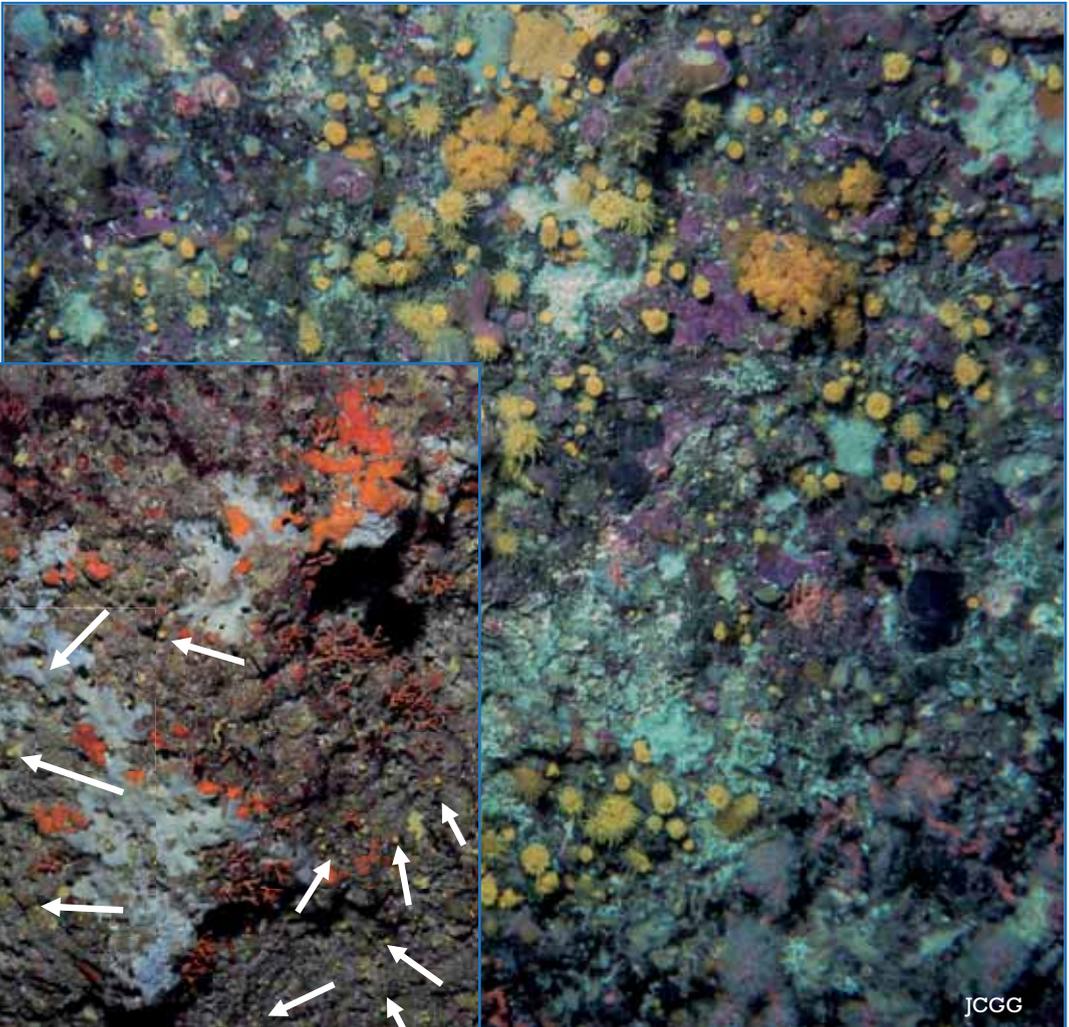
Se asienta en zonas muy umbrías en paredes verticales, extraplomos, grietas profundas y cuevas (**fots. 407 y 408**). Es característica de fondos coralígenos muy concrecionados, de alta estructuración espacial y biodiversidad. Aunque puede localizarse raramente a escasa profundidad, normalmente se encuentra a partir de 15-20 metros, pudiendo alcanzar los 150 metros.

Distribución

Se extiende por todo el Mediterráneo hasta el Estrecho de Gibraltar. También se encuentra en el Atlántico oriental, teniendo su límite norte de distribución en las Islas Británicas.

Sensibilidad ambiental

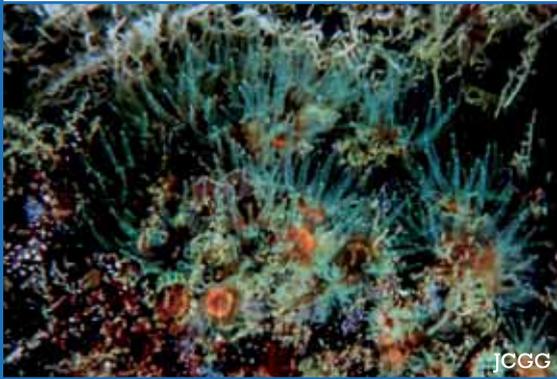
Requiere para vivir de aguas limpias y bien oxigenadas (Garrabou, 1997), por lo que generalmente está ausente en fondos sujetos a estrés ambiental de tipo físico-químico (García-Gómez, 2007). Es sensible a la sedimentación (Balata *et al.*, 2005) y a la contaminación por materia orgánica en la columna de agua, por lo que suele ser considerada de especial interés para programas de seguimiento y gestión ambiental (Hartnoll, 1998). En las superficies que coloniza suele ser abundante y por ello también es vulnerable ante los impactos provocados por el buceo recreativo, como su recolección o daños por contacto (Milazzo *et al.*, 2002; Lloret *et al.*, 2006).



Fot. 408

Fot. 407

11.35. *Phyllangia americana mouchezii* (Lacaze-Duthiers, 1897)



Fot. 409

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Scleractinia
Familia: Caryophylliidae
Género: *Phyllangia*
Nombre común: Coralito

Descripción

Antozoo colonial de pequeño tamaño y encostrante. Cada colonia está formada por entre 20 y 40 pólipos, aunque pueden ser menos, de color pardo claro o blanquecino y traslúcidos. El esqueleto de la colonia es calcáreo y está formado por una placa basal blanca adherida fuertemente al sustrato de la que parten los pólipos, de 3 cm de altura, con forma de tronco y cuya base es calcárea. (Fot. 409).

Hábitat

Crece en roca natural o sobre esqueletos muertos de la misma especie en paredes verticales o grietas (fots. 410-412). Prefieren ambientes umbríos aunque pueden encontrarse en zonas expuestas a la luz. Se halla desde 3 a 30 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo hasta el Estrecho de Gibraltar. También se extiende por el Atlántico oriental, desde Portugal a Senegal.

Sensibilidad ambiental

Es una especie que suele hallarse en zonas bien conservadas y biodiversas (Ocaña *et al.*, 2000) sensible a las perturbaciones ocasionadas por obras litorales (Moreno y López-Gonzalez, 2008), vertidos y contaminación, sobre todos aquellas colonias que viven a menor profundidad. También es sensible a las amenazas asociadas al incremento del buceo deportivo, como los daños por el aleteo de los buzos o su recolección indiscriminada. Adicionalmente, se ha empleado como especie indicadora en estudios acerca del calentamiento de las aguas (Bianchi *et al.*, 2012), debido a que no parece haber sido afectada por las anomalías térmicas que sí causaron mortalidades masivas en otras especies de cnidarios (Verdura *et al.*, 2013).

Figuras de protección

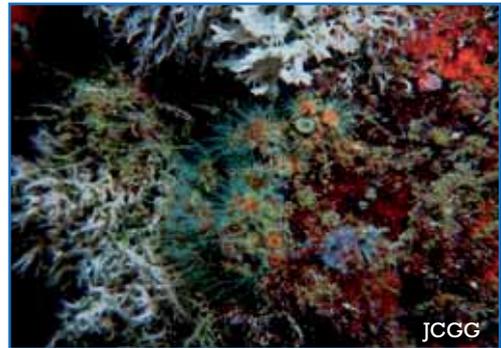
Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 410



Fot.411



Fot. 412

11.36. *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758)



Fot. 413

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Coralliidae
Género: *Corallium*
Nombre común: coral rojo

Descripción

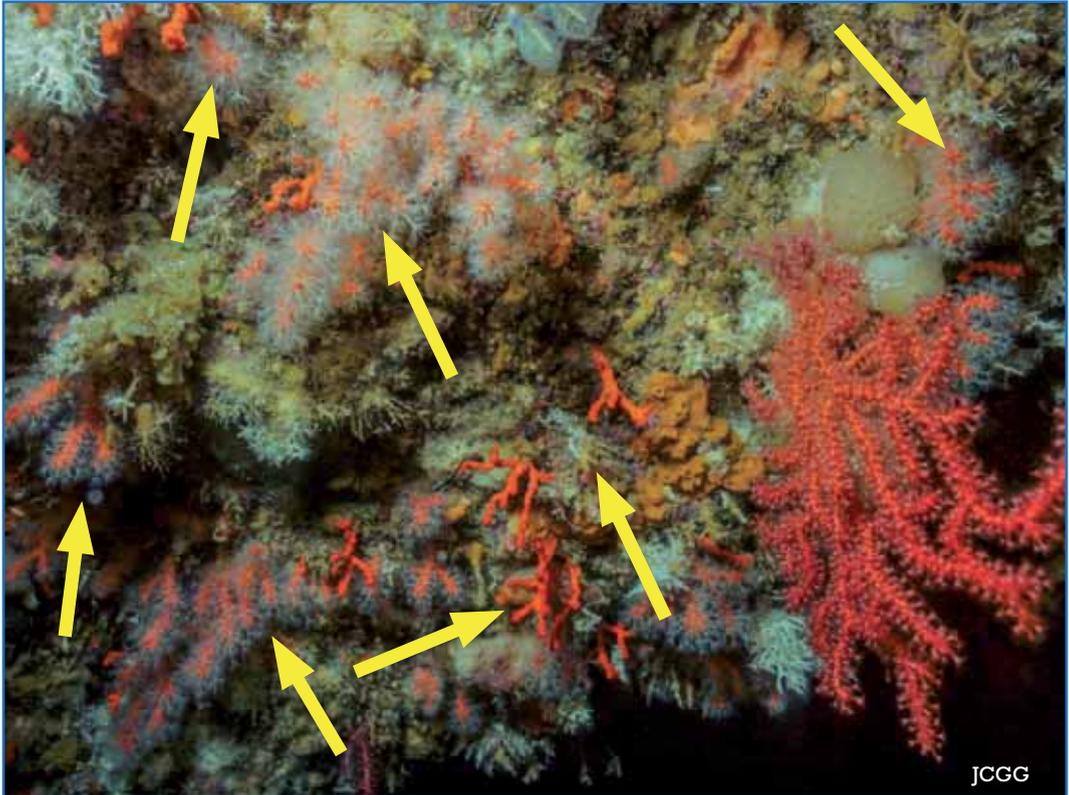
Esta especie colonial se caracteriza por tener un esqueleto rígido y compacto de naturaleza calcárea. Tiene forma arborescente y las ramificaciones se orientan en todas direcciones (**fot. 414**), varias colonias señaladas con flechas; no confundir con la de la derecha, de gran tamaño, perteneciente a *Paramuricea clavata*). Aunque las colonias pueden alcanzar los 50 cm de altura, generalmente tiene entre 4 y 16 cm. El aspecto es de color rojo (**fot. 413**), no así los pólipos que son blanquecinos transparentes, anulando casi completamente el rojo de las “ramas” cuando están completamente protraídos, esto es, en estado de máxima extensión. En estas circunstancias, la colonia se presenta con un aspecto global casi blanco, algo translúcido, por la que puede pasar completamente desapercibida. Es decir, las colonias con los pólipos retraídos y extendidos tienen un aspecto muy diferente, como se aprecia en la **fotografía 415** (interior de círculos). Las **fotografías 416 y 417** recogen la fracción de una colonia de esta especie con los pólipos retraídos (de ahí su color rojo intenso) con la gambita asociada *Ballsia gasti*, la cual suele pasar desapercibida por presentar también el color rojo del coral.

Hábitat

Es una especie típica de ambientes con poca luz como grietas, cuevas y paredes verticales de zonas profundas, en el coralígeno y comunidades rocosas de la plataforma. Batimétricamente, se encuentra entre 10 y 200 m, generalmente por debajo de la cota de los 40 m ya que es una especie muy escasa.

Distribución

Ampliamente extendida por el Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar. También se encuentra en el Atlántico oriental desde Portugal hasta Senegal, así como en las Islas Canarias.



Fot. 414

Sensibilidad ambiental

Vive en fondos rocosos muy estructurados y bañados por aguas limpias y renovadas, parece sensible a la contaminación y degradación de la calidad del agua (García-Gómez, 2007). No obstante, su principal amenaza deriva de la recolección masiva por buceadores o por medio de artes ilegales (Garrabou y Harmelin, 2006). Además, es una especie altamente amenazada por fenómenos asociados al cambio climático, como el calentamiento de las aguas (Garrabou *et al.*, 2001, 2009; Torrents *et al.*, 2008) o su acidificación (Bramanti *et al.*, 2013). La vigilancia de paredes de coral debe centrarse en zonas que el observador controle y en las que el coral rojo abunde, de

forma que no observe en el transcurso del tiempo extracciones masivas y desgarros o roturas de la fauna acompañante, producto de la acción mecánica de piquetas que son utilizadas manualmente. Esta es, de todas las especies incluidas en la obra, la que puede conllevar mayores dificultades y riesgos para su vigilancia, pues normalmente se encuentra a partir de 40 metros de profundidad, lo que excede de la profundidad máxima recomendada aquí, de ahí que su encomienda la dirijamos a buceadores expertos que tienen experiencia en realizar inmersiones por debajo de esta cota.



Fot. 415

Información adicional

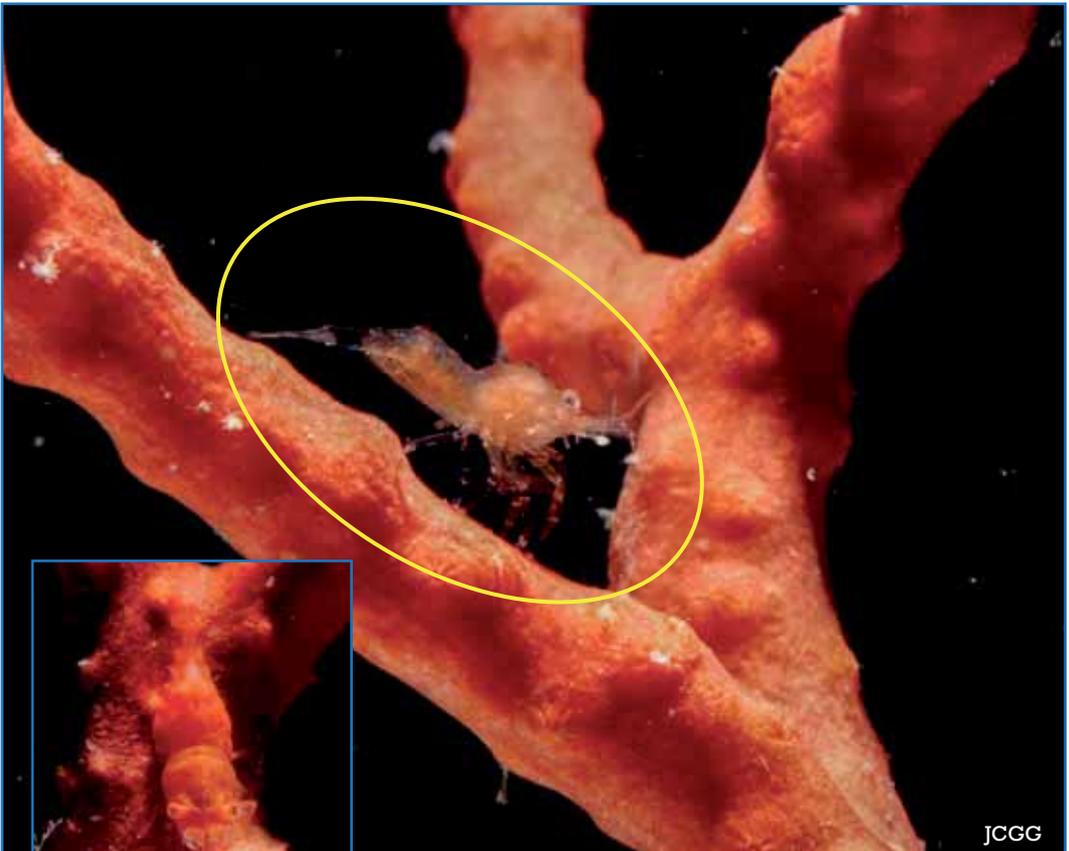
Es utilizada en joyería desde hace cientos de años debido a su consistencia vítrea que es fácil de trabajar. Este hecho ha llevado a su desaparición en aguas poco profundas y a su escasez en zonas profundas puesto que se recolecta indirectamente mediante el uso de artes específicas, como directamente mediante buceo (el cual requiere de alta preparación y profesionalidad, por las profundidades que se alcanzan).

Figuras de protección

Incluida en el Anexo III del Convenio de Barcelona (especies cuya explotación se regula) y en el Anexo III del Convenio de Berna (especies protegidas).

Incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/ CEE del Consejo (Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría "Vulnerable".

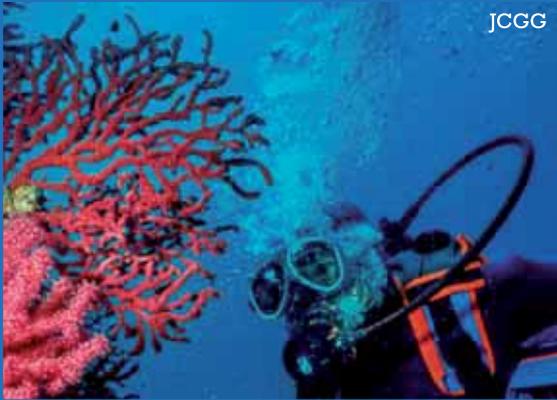


Fot. 416



Fot. 417

11.37. *Paramuricea clavata* (Risso, 1826)



Fot. 418

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Alcyonacea
Familia: Plexauridae
Género: *Paramuricea*
Nombre común: Gorgonia roja

Descripción

Es una gorgonia de aspecto arborescente de hasta 1 m de altura. Sus ramas se dividen de dos en dos en un solo plano por lo que tienen forma de abanico. Su estructura es córnea y flexible. El color puede ser rojo oscuro o violáceo uniforme (**fots. 418-420**) y también de este color pero virando al amarillo hacia el extremo de las ramas (**fots. 421 y 422**). En este último caso, las colonias bicolors suelen expresar el contraste cromático de ambos colores, pero si el amarillo es dominante en las colonias, puede dar la impresión de que estas son completamente de tal color (**fot. 423**) pero, si se observan con detenimiento, siempre cerca del eje central y de la zona basal prevalece el rojo oscuro o violáceo (nunca al revés).

Hábitat

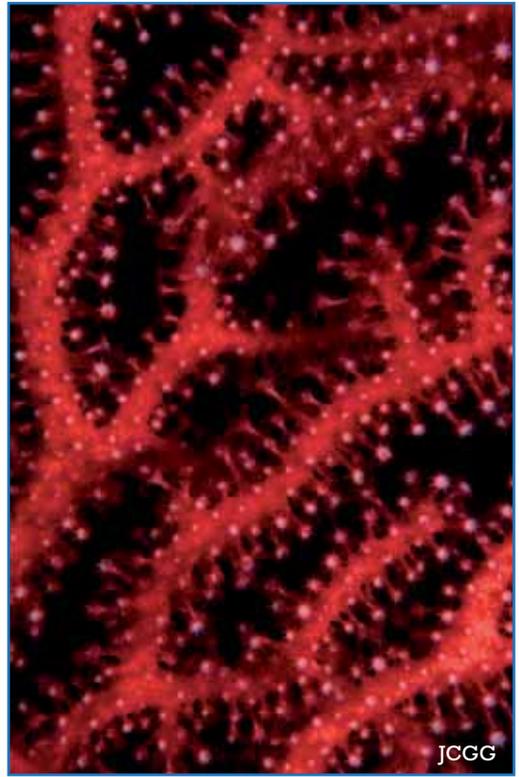
Suele encontrarse en fondos rocosos y moderadamente umbríos sobre paredes verticales (**fot. 246**) y bloques, también en pecios. Aparece en zonas con corrientes constantes de forma que el abanico colonial se orienta perpendicularmente a éstas. Es más abundante en zonas profundas (30 m) donde su densidad aumenta formando auténticos “bosques”. Su crecimiento es lento, de alrededor de 1 cm por año, por lo que ha de transcurrir mucho tiempo para que pueda alcanzar el tamaño máximo anteriormente referido (1 m). Normalmente se encuentra a partir de los 15 m (excepcionalmente a menor profundidad, en paredes verticales muy umbrías), hasta 50 metros.

Distribución

Mediterráneo occidental, incluyendo el Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.



Fot. 419



Fot. 420



Fot. 421



Fot. 422

Sensibilidad ambiental

Es sensible a la contaminación marina y al aumento de la temperatura. Particularmente, lo es al incremento de carga orgánica (García-Gómez, 2007). Es una excelente especie indicadora de la calidad del agua marina costera, ya que se distribuye en respuesta a un estrecho rango de condiciones ambientales adecuadas (Linares *et al.*, 2008). Sin embargo, las colonias grandes (fot. 424), suelen soportar el envite –siempre que no sea muy prolongado– de una sedimentación excesiva derivada del “overflow” de las actuaciones de extracción de áridos, las cuales se implementan ocasionalmente en la zona litoral. No así las colonias de menor tamaño (fot. 425), más vulnerables por tener pocos pólipos y encontrarse éstos muy próximos al sustrato. Por otra parte, anomalías climáticas en forma de un calentamiento anómalo del agua en períodos cortos de tiempo y generalmente asociadas al cambio climático, suponen eventos de mortalidad masiva de esta especie, evidenciando su vulnerabilidad ante tales fenómenos (Perez *et al.*, 2000; Ballesteros, 2006; Garrabou *et al.*, 2009; Lejeusne *et al.*, 2010).

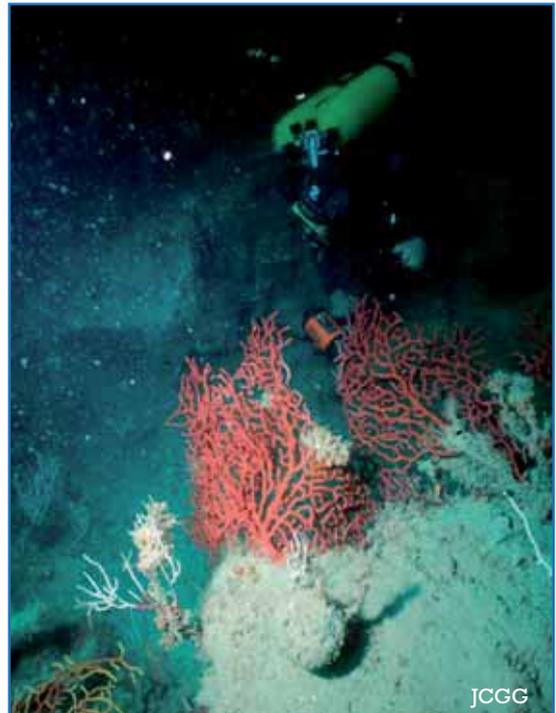
Su vigilancia puede implementarse con gran facilidad, no sólo por el gran tamaño y color de las colonias, sino porque estas son perfectamente reconocibles en paredes verticales concretas donde pueden marcarse y monitorizarse de forma individualizada.



Fot. 423



Fot. 425



Fot. 424

Información adicional

Las colonias pequeñas pueden confundirse con las de coral rojo (*Corallium rubrum*), diferenciándose en el color de los pólipos (blanquecinos en el coral rojo, cuando están extendidos) y en la forma de las colonias (en abanico en *Paramuricea clavata* y arborescentes en el coral rojo).



Fot. 426

JCGG

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.

11.38. *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862)



Fot. 427

Filo: Cnidaria
Clase: Anthozoa
Orden: Zoantharia
Familia: Parazoanthidae
Género: *Parazoanthus*
Nombre común: Anémona amarilla

Descripción

Antozoo colonial de color amarillo y naranja (**fol. 427**). Cada pólipo tiene entre 28 y 32 tentáculos dispuestos en dos filas. La colonia tiene una altura de 2 a 3 cm mientras que su superficie varía pues depende de la disponibilidad de sustrato, pudiendo cubrir grandes extensiones. Los pólipos están muy próximos entre sí y a veces se disponen en líneas o en grupos.

Hábitat

Aparece cubriendo sustratos rocosos en ambientes umbríos tanto en paredes como en el suelo de cuevas y sobre organismos (**fol. 433**). Frecuentemente aparece asociada a esponjas del género *Axinella*. Aunque es raro localizarla a escasa profundidad (a 5-10 m, en enclaves muy umbríos), normalmente se encuentra a partir de 20 metros, habiéndose localizado a más de 300 metros de profundidad.

Distribución

Se distribuye en el Mediterráneo y en el Atlántico oriental desde las Islas Británicas hasta la costa africana, también en el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

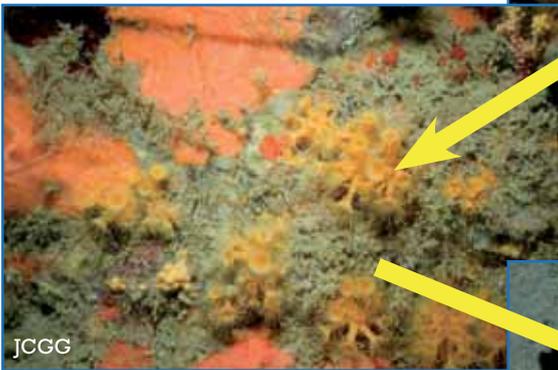
Requiere de aguas limpias y renovadas, por lo que es una buena indicadora de este tipo de aguas (Garrabou, 1997; Ocaña *et al.*, 2000; Burton *et al.*, 2008).

Es muy vulnerable también a la sedimentación excesiva proveniente de actuaciones de dragados (García-Gómez, 2007), especialmente si las colonias están aposentadas sobre superficies horizontales (Balata *et al.*, 2005), como refleja la secuencia de **fotografías 428-432**. La merma significativa de sus colonias o la desaparición íntegra de éstas en una zona concreta del litoral puede poner al descubierto la intrusión de alguna perturbación (Cerrano *et al.*, 2006) cuya caracterización y origen debieran determinarse.



Fot. 428

Fot. 429



Fot. 430



Fot. 431



Fot. 432



JCGG



CNIDARIOS HIDROZOOS

11.39. *Aglaophenia* spp. Lamouroux, 1812



Fot. 435

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Leptothecata
Familia: Aglaopheniidae
Género: *Aglaophenia*
Nombre común: no tiene

Descripción

Las especies de este género forman colonias plumosas, de entre 3 y 15 cm, con un tallo (hidrocaule) de color amarillento, sobre el cual se disponen las ramas en un único plano. Sobre las ramas se hallan los pólipos, sin envoltura. (Fots. 435 y 436).

Hábitat

Las especies del género *Aglaophenia* colonizan sustratos rocosos, situándose preferentemente en zonas umbrías, como entradas de cuevas o hendiduras. La mayor parte de las especies mediterráneas del género *Aglaophenia* son típicas de zonas profundas, a partir del circalitoral, especialmente en zonas con fuertes corrientes.

Distribución

Atlántico y Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Es un género cuyas especies muestran sensibilidad frente a la contaminación por aguas residuales (Arévalo *et al.*, 2007; Pinedo *et al.*, 2007). También se le ha correlacionado de forma negativa con la turbidez (Urkiaga-Alberdi *et al.*, 1999).

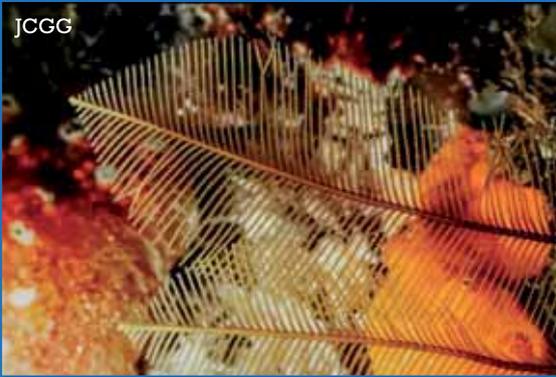
Información adicional

Entre las especies que podemos encontrar más habitualmente destacan *Aglaopenia picardi*, *A. pluma*, *A. kirchenpaueri* y *A. octodonta*.



Fot. 436

11.40. *Gymnangium montagui* (Billard, 1912)



Fot. 437

Filo: Cnidaria
Clase: Hidrozoa
Orden: Leptothecata
Familia: Aglaopheniidae
Género: *Gymnangium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Hidrozoo colonial con forma típica de pluma que alcanza casi los 10 cm de altura y 2 cm de anchura. Cada colonia está formada por un único eje del que parten unas ramas que no vuelven a dividirse, la ramificación se produce en un único plano dando a la colonia el aspecto de pluma. Color castaño claro a oscuro. (Fots. 437-439).

Hábitat

Se asienta en fondos rocosos, en extraplomos y paredes verticales. También sobre otros organismos como esponjas, algas, bivalvos y otros hidrozoos. Se extiende desde 10 hasta 40 metros de profundidad.



Fot. 438

Distribución

Atlántico oriental, desde las Islas Británicas hasta las costas sudafricanas.
Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Esta especie disminuye su presencia hasta desaparecer en zonas geográficas de gradiente, desde zonas externas (batidas y renovadas) hasta zonas internas, de menor hidrodinamismo y mayor presión antropogénica, como elevada turbidez, carga orgánica, etc. (observación personal).



11.41. *Pseudoplumaria marocana* (Billard, 1930)



Fot. 440

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Leptothecata
Familia: Plumulariidae
Género: *Pseudoplumaria*
Nombre común: no tiene

Descripción

Colonias con un eje grueso, polisifónico y altamente ramificado, alcanzando los 22 cm. La ramificación se da en un único plano, con distribución opuesta o irregular de las ramas. Poseen dos filas longitudinales de pequeñas nematotecas a lo largo de los canales axiales (**fot. 440**). Puede confundirse con *Polyplumaria flabellata*.

Hábitat

En el Estrecho de Gibraltar, se ha observado entre 25 y 50 metros de profundidad, adherida a grandes bloques rocosos, en zonas umbrías y excepcionalmente sobre piedras sueltas (**fots. 441 y 442**).



Fot. 441

Distribución

Atlántico oriental templado y tropical. Estrecho de Gibraltar y Bahía de Algeciras.

Sensibilidad ambiental

La especie *Pseudoplumaria marocana* se ha incluido provisionalmente en la obra como indicadora frente a condiciones ambientales adversas según observaciones personales del autor.



JA

Fot. 442

11.42. *Sertularella* spp. Gray, 1848



doris.ffessm.fr – Dominique Horst

Fot. 443

Filo: Cnidaria
Clase: Hydrozoa
Orden: Leptothecata
Familia: Sertulariidae
Género: *Sertularella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Las especies de este género forman colonias de hasta 6 cm de altura, con ramas dispuestas en un único plano, sobre las cuales se sitúan los pólipos de forma alterna. Los pólipos están alojados en tecas (**fots. 443 y 444**). Debido a la gran variabilidad existente entre las especies de este grupo, no existen caracteres concretos para diferenciarlas de forma clara.

Hábitat

Se hallan en zonas umbrías de rocas expuestas (**fots. 445-447**), en bancos de mejillones o incluso en boyas. También colonizan otras colonias de invertebrados, como las gorgonias.

Distribución

Posee numerosas especies en el Mediterráneo, incluyendo alguna especie endémica como *Sertularella crassicaulis*.



Fot. 444

Sensibilidad ambiental

Las especies mediterráneas del género *Sertularella* pueden considerarse mayoritariamente indicadoras frente a condiciones ambientales adversas en base a las observaciones personales del autor, ya que su presencia disminuye hasta desaparecer en zonas geográficas de gradiente, desde zonas externas (batidas y renovadas) hasta zonas internas, de menor hidrodinamismo y mayor presión antropogénica. Especialmente sensibles son *Sertularella cylindritheca* y *S. gayi*. Menor sensibilidad la exhiben *S. Ellisii* y *S. mediterranea*. Sin embargo, *S. polyzonias* podría considerarse como tolerante (observaciones personales).



Fot. 445



Fot. 446



Fot. 447



BRIOZOOS

11.43. *Adeonella calveti* (Canu y Bassler, 1930)



Fot. 449

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Adeonellidae
Género: *Adeonella*
Nombre común: Cuerno de alce

Descripción

Colonias erectas, densamente ramificadas, de color anaranjado, que pueden alcanzar más de 10 cm de altura, rígidas y frágiles. Las ramas son aplanadas de unos 2 mm de anchura y 0,5 mm de grosor, con los extremos redondeados (**fot. 449**). Los zooides son romboidales.

Es fácil de confundir con otra especie cuya colonia es muy parecida en forma y color, *Smittina cervicornis*, que tiene una ramificación menos densa y un color algo más claro. Si se llegan a distinguir los zooides, se pueden diferenciar fácilmente: los de *Adeonella calveti* son claramente romboidales, mientras los de *S. cervicornis* son hexagonales alargados, casi rectangulares.

Estas dos especies no están emparentadas, por lo que la semejanza de sus colonias es un caso muy notable de convergencia evolutiva.

Hábitat

Paredes, oquedades y extraplomos entre 5 y 50 metros de profundidad en ambientes coralígenos bien conservados (**fot. 450**), asociada frecuentemente a zonas de gorgonias. La fragilidad de sus ramas la lleva a preferir ambientes resguardados.

Distribución

Se considera endémica del Mediterráneo, pero se encuentra también en las costas del Golfo de Cádiz.

Sensibilidad ambiental

Especie de aguas limpias y relativamente calmas, puesto que la rigidez y fragilidad de sus ramas las hace sensibles al hidrodinamismo. Los buceadores deben evitar tocarla o recogerla, puesto que se rompe muy fácilmente. También se la ha identificado como sensible a la contaminación (Harmelin y Capo, 2002).

La especie más similar, *Smittina cervicornis*, es más tolerante, y puede encontrarse en zonas con más sedimentación siempre que el hidrodinamismo no sea lo bastante fuerte para romper sus ramas.



Fot. 450

11.44. *Bicellariella ciliata* (Linnaeus, 1758)



Fot. 451

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Bugulidae
Género: *Bicellariella*
Nombre común: no tiene

Descripción

Colonias de hasta 6 cm de altura, de color blanco hialino, ramificadas y muy flexibles, debido a que están muy poco calcificadas. Los zooides tienen espinas filiformes largas y blandas, lo que confiere a la colonia un aspecto de copo de algodón (**fots. 451 y 452**).

Hábitat

Se encuentra desde el intermareal hasta 140 m de profundidad. En el Mediterráneo se ha citado especialmente en los primeros metros, junto a macroalgas fotófilas.

Se puede encontrar en zonas intermareales rocosas, en techos de cavidades que quedan al aire poco tiempo durante la bajamar, siempre que esté resguardada del sol y pueda conservar la humedad.

La preferencia por estos sustratos indica que es sensible a la sedimentación, pero soporta bien el hidrodinamismo.

Distribución

Está muy ampliamente distribuida en todo el Atlántico, el Índico y parte del Pacífico, y es común en el Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Suele estar asociada a ambientes diversos y en buen estado, pero como la mayoría de los briozoos, está poco estudiada en cuanto a sus requerimientos ecológicos, y no se conocen amenazas específicas, más allá de las que existan sobre los ambientes en que viven (observación personal). Provisionalmente, pues, la consideramos especie sensible.



JCGG

11.45. *Caberea boryi* (Audouin, 1826)



Fot. 453

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Candidae
Género: *Caberea*
Nombre común: no tiene

Descripción

Colonias en forma de abanico semicircular de hasta 2 cm de altura, con ramas de unos 0,5 mm de ancho que se dividen dicotómicamente (**fots. 453 y 454**). Son de color anaranjado, aunque pueden presentar tonos verdosos. Parece estar cubierta de velloso debido a la abundancia de unos órganos llamados vibracularias que consisten en un largo pelo quitinoso articulado y móvil que sirve a la colonia para limpiarse de adherencias.

Hábitat

Vive en fondos duros entre el límite de la marea y los 100 m, aunque es más abundante entre 20 y 60. Prefiere zonas de bajo o medio hidrodinamismo. Está con mucha frecuencia asociada a otros organismos, como gorgonias, hidrozoos, esponjas, ascidias y otros briozoos, sobre los que con frecuencia crece como epibionte. Esta preferencia por asociarse a otros organismos hace que sea más abundante en ambientes con buena diversidad.

Distribución

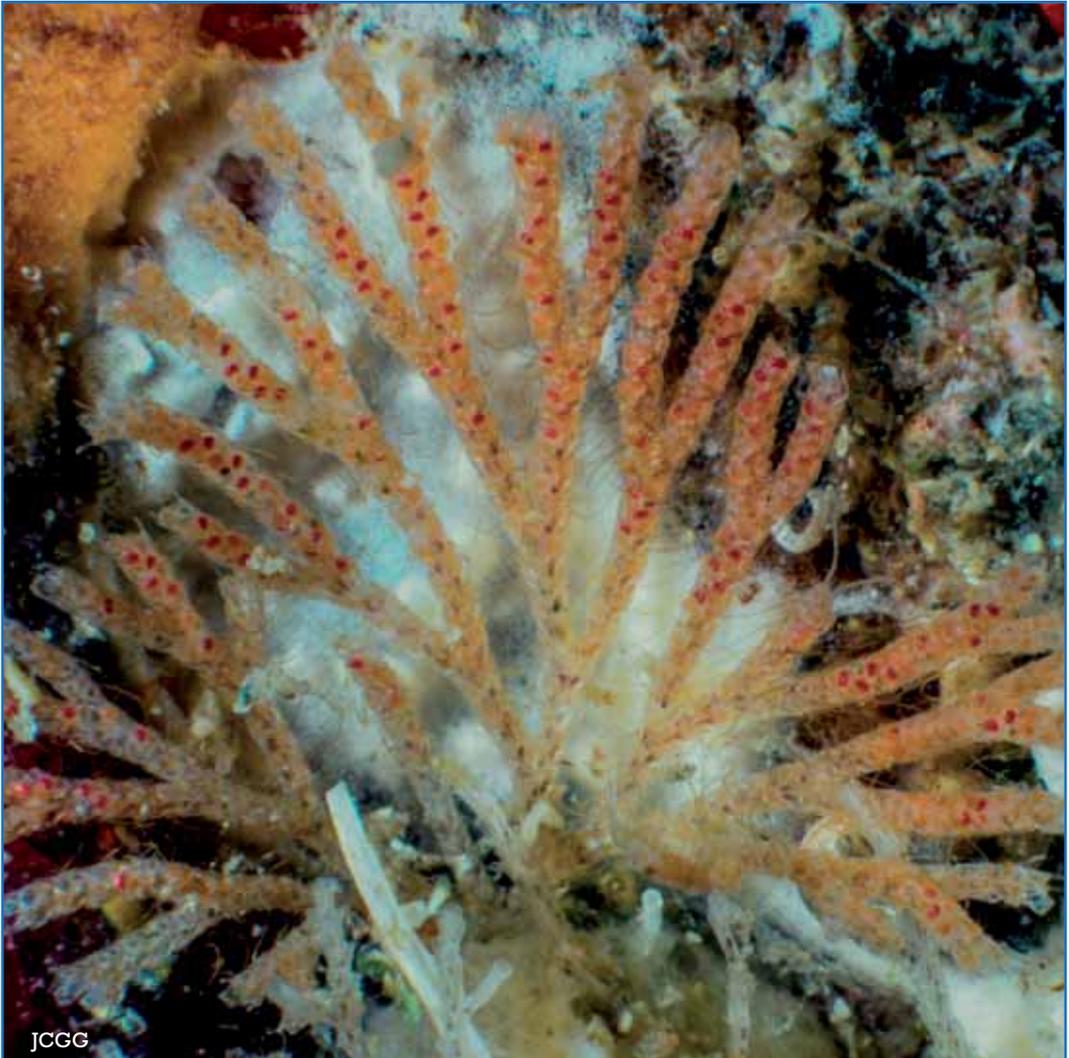
Está ampliamente distribuida por aguas templadas y cálidas del Atlántico, Mediterráneo e Indopacífico.

Sensibilidad ambiental

No se conocen con exactitud sus requerimientos, pero no se encuentra en zonas deterioradas (observación personal).

Información adicional

Por sus dimensiones, puede ser confundida con determinadas especies del género *Bugula*, que se distinguen por su forma en espiral.



JCGG

11.46. *Cellaria* spp. Ellis y Solander, 1786



Fot. 455

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Cellariidae
Género: *Cellaria*

Nombre común: No tiene, al margen del nombre científico, que en España se pronuncia “celaria”, como si tuviera una sola l

Se han citado tres especies del género *Cellaria* en las costas andaluzas, *Cellaria fistulosa*, *C. salicornioides* y *C. sinuosa*, aunque esta última es difícil de encontrar por buceadores debido a que por su preferencia de aguas frías (es más común en el norte de Europa), se encuentra generalmente a más de 50 metros de profundidad. Debido a la dificultad de diferenciarlas en inmersión, se tratan conjuntamente.

Descripción

Las colonias son de color blanco marfil, y pueden llegar fácilmente a cinco o seis cm (algo más en *Cellaria sinuosa*), erectas, flexibles y muy ramificadas dicotómicamente (**fots. 455 y 456**). Están formadas por internudos cilíndricos rígidos, bien calcificados, unidos entre sí por uniones quitinosas flexibles de color oscuro, lo que las hace fácilmente identificables. Los internudos tienen de 0,5 a 1 cm de largo y algo menos de 1 mm de ancho. Cuando la colonia está fértil los internudos se ensanchan en su parte final, debido al volumen de unas cámaras de incubación que se desarrollan en esa zona.

Los zooides son romboidales o hexagonales alargados, pero es difícil apreciarlos en inmersión debido a su pequeño tamaño, siempre menos de 0,5 mm. La colonia se une al sustrato por rizoides quitinosos.

Cellaria fistulosa y *C. salicornioides* son difícilmente distinguibles sin material óptico especializado, pero *C. sinuosa*, que es menos común en el sur de la península Ibérica y se encuentra a más profundidad, sí sería distinguible de las otras dos por ser una especie más robusta, con internudos que suelen exceder de 1 cm de largo y 1 mm de ancho.

Hábitat

Las tres especies son comunes en paredes ricas en fauna, mezcladas con otros animales sésiles, y con frecuencia epibiontes de gorgonias y otros invertebrados erectos (Zabala, 1986).

Se pueden encontrar también, al menos *Cellaria fistulosa*, en sustratos blandos si la larva encuentra algún resto duro en el que asentarse, como un resto de concha o una piedra pequeña (Zabala, 1986).

Las dos especies más superficiales se pueden encontrar en los primeros 100 m, y son muy comunes alrededor de los 20, por lo que es fácil que se puedan observar en inmersión. En cambio, *Cellaria sinuosa*, que prefiere aguas más frías, aparece a más profundidad en nuestras costas, generalmente a más de 50 m (Zabala, 1986; Hayward y Ryland, 1998).

Distribución

Las tres especies confluyen en la Península Ibérica y el Mediterráneo, pero mientras *Cellaria fistulosa* y *C. sinuosa* se distribuyen hacia el norte de Europa y son comunes en las Islas Británicas y el Mar del Norte, *C. salicornioides* es propia de aguas más cálidas, por lo que se encuentra principalmente en la Península y África Occidental, aunque hay citas hacia el norte hasta el sur de Gran Bretaña (Cook, 1967; Zabala, 1986; López de la Cuadra y García-Gómez, 1996; Hayward y Ryland 1998).



Fot. 456

Sensibilidad ambiental

La sensibilidad ambiental de las mencionadas especies está poco estudiada. *Cellaria sinuosa* y *C. salicornioides* parecen ser exigentes con la calidad del agua y no se encuentran en zonas seriamente deterioradas. *C. fistulosa* parece ser la más tolerante, puesto que se ha citado como abundante en áreas de mediana sedimentación influidas por desembocaduras de ríos, y se ha encontrado en alguna zona interna de la Bahía de Algeciras, pero siempre en lugares con sedimentación relativamente baja.

11.47. *Chartella* spp. Gray, 1848



Fot. 457

Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Flustridae
Género: *Chartella*
Nombre común: no tiene

Dos especies de este género se han citado en las costas andaluzas: *Chartella tenella* y *C. papyracea*. Ambas tienen una forma y color muy semejantes, por lo que puede ser difícil distinguirlas en inmersión.

Descripción

Las colonias de este género tienen un aspecto denominado por los especialistas “flustriforme” (derivado de *Flustra*, un género semejante que no se encuentra en Andalucía), que consiste en láminas planas muy ramificadas y flexibles, con la apariencia y consistencia del papel (**fots. 457 y 458**). Las especies referidas aquí tienen color marfil. Las ramas de *Chartella papyracea* son algo más finas que las de *C. tenella*, y terminan en forma cuadrangular, mientras las de la segunda son más redondeadas en su final. Pueden alcanzar más de 10 cm, y están compuestas de zooides rectangulares de unos 0,5 mm de longitud y la mitad de anchura.

Aunque las colonias de tipo flustriforme existen en todo el mundo, representadas por varios géneros y un número importante de especies, en Andalucía son menos comunes. Estas dos especies son las que se han citado con frecuencia, aunque hay algunas otras que se han encontrado ocasionalmente, como *Hincksinoflustra octodon*. Por tanto, los buceadores que vean una colonia flustriforme tienen una alta probabilidad de estar ante alguna de las dos especies tratadas aquí.

Hábitat

Se encuentran en zonas rocosas resguardadas: paredes, oquedades, extraplomos y bajo piedras en los primeros 100 m, incluso a veces en zona intermareal en huecos profundos donde pueden quedar algún tiempo expuestas al aire siempre que estén resguardadas del sol y conserven la humedad. Se han citado como frecuentes en paredes de gorgonias y otros ambientes con buena diversidad.

Distribución

Ambas especies confluyen casi únicamente en la costa de Andalucía, puesto que *Chartella papyracea* es propia del Atlántico europeo y *C. tenella* se considera endémica Mediterránea.

Sensibilidad ambiental

Como la mayoría de los briozoos, estas especies están poco estudiadas desde el punto de vista ambiental, pero se encuentran en ambientes de alta diversidad y no perturbados, por lo que podrían ser buenas indicadoras de calidad ambiental.

No se conocen amenazas específicas salvo el deterioro que puedan sufrir en general los ambientes bien conservados en los que habitan.



Fot. 458

11.48. *Reteporella* spp. Busk, 1884



Fot. 459

- Filo: Bryozoa
Clase: Gymnolaemata
Orden: Cheilostomatida
Familia: Phidoloporidae
Género: *Reteporella*
Nombre común: Encaje de Venus o Encaje de Neptuno

Las especies de *Reteporella* son muy difíciles de distinguir sin material óptico avanzado, por lo que se tratan de forma conjunta. La más conocida en nuestras costas es *Reteporella grimaldii*, llamada hasta hace poco *R. septentrionalis*. El género ha sido conocido durante mucho tiempo como *Sertella*.

Descripción

Las especies del género *Reteporella* tienen un aspecto inconfundible. Son colonias rígidas y frágiles formadas por láminas finamente perforadas (**fot. 459**), y algunas especies pueden alcanzar más de 10 cm. Aunque existen especies del género en forma de ramas arborescentes y no de láminas, son menos comunes y se encuentran a cierta profundidad, por lo que las especies accesibles en inmersión corresponden a la forma general mencionada en primer lugar.

Hábitat

Se encuentran en ambientes bien conservados, habitualmente en coralígenos, paredes de gorgonias y en general sitios con amplia diversidad (fot. 460). La profundidad varía según las especies. *Reteporella grimaldii*, que forma colonias bastante grandes en los primeros 50 m, es una de las más fáciles de observar en inmersión. Se encuentra también en praderas de *Posidonia*.

Distribución

El género está distribuido por todo el mundo, con muchas especies desde los polos hasta los trópicos. *Reteporella grimaldii* se encuentra en el Atlántico y el Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Las especies del género *Reteporella* requieren aguas limpias, con hidrodinamismo bajo o moderado. El fino perforado de sus colonias es importante para la circulación del agua que lleva alimento a los zooides, por lo que una alta sedimentación podría obliterar los poros y sería letal para la colonia. También se las ha identificado como sensibles a la contaminación (Harmelin y Capo, 2002).

La fragilidad de las colonias las hace sensibles a los golpes, por lo que en zonas donde se bucea con frecuencia pueden resultar dañadas (Guarnieri *et al.*, 2012), y además, algunos buceadores las extraen con fines ornamentales, una práctica que debería erradicarse.

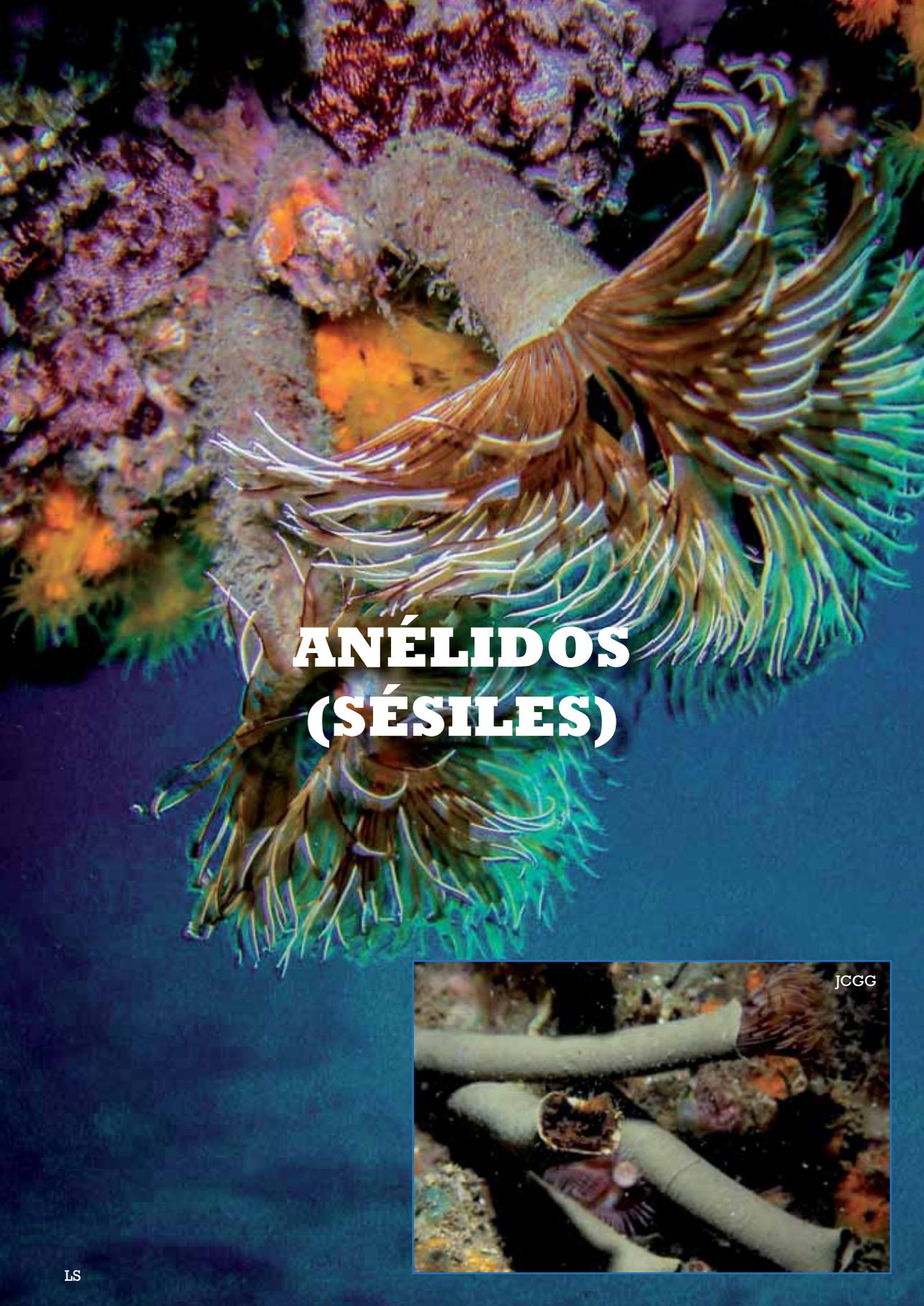
Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Preocupación Menor”.



JCGG

Fot. 460



ANÉLIDOS (SÉSILES)



11.49. *Bispira volutacornis* (Montagu, 1804)



Fot. 463

Filo: Annelida
Clase: Polychaeta
Orden: Sabellida
Familia: Sabellidae
Género: *Bispira*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es un gusano de cuerpo cilíndrico aunque ligeramente aplanado en la parte ventral y con hasta 15 cm de longitud y 1 de anchura. La coloración varía entre gris-verdosa y pardo violácea. En la parte superior tiene unas extensiones filamentosas que forman una corona y son de color amarillo, pardo o blanquecino-violáceo. El animal puede retraer esta corona en el tubo en el que vive, el cual está formado por secreciones mucosas y partículas finas de sedimento. La abertura del tubo se cierra parcialmente en forma de 8. (**Fot. 463**).

Hábitat

Vive en fondos rocosos iluminados o medianamente umbríos y donde existe cierto movimiento del agua. Pueden aparecer varios individuos juntos. Desde charcas intermareales hasta 30 m.

Distribución

Atlántico oriental, desde el sur de Noruega hasta el sur de la Península Ibérica. También en el Mediterráneo.

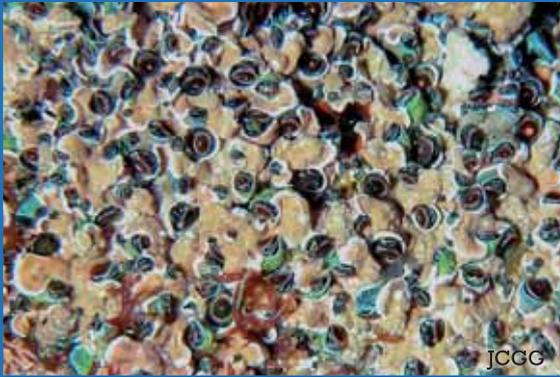
Sensibilidad ambiental

Esta especie ha sido encontrada sólo en zonas con baja sedimentación y carga orgánica (Carvalho *et al.*, 2006).



**MOLUSCOS
(SÉSILES)**

11.50. *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884)



Fot. 465

Filo: Mollusca
Clase: Gastropoda
Orden: Littorinimorpha
Familia: Vermetidae
Género: *Dendropoma*
Nombre común: No tiene

Descripción

La concha de este gasterópodo es más o menos irregular en forma de tubo y se enrolla en espiral. El tubo puede tener hasta 0.5 cm de diámetro. Forma agregados compactos con algas calcáreas, presentándose como densas formaciones multiperforadas, muy bien cementadas (**fot. 465**). Puede confundirse con otro vermético, *Vermetus triquetrus*, pero este último posee una concha de sección ligeramente triangular, con una cresta longitudinal dorsal y no llega a conformar agregados compactos.

Hábitat

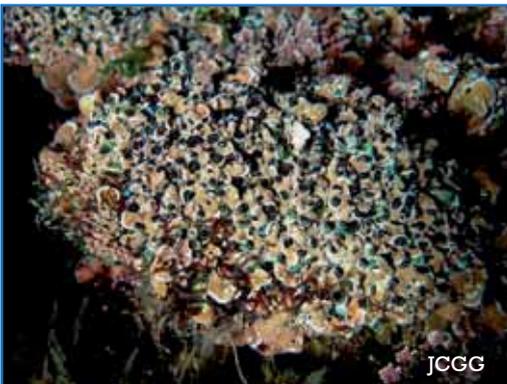
Vive en fondos rocosos iluminados y ambientes con un movimiento del agua entre fuerte y moderado. Es intermareal y submareal (vive bajo el límite inferior de la marea, en la zona de rompientes, quedando a veces en estado de emersión; hasta 5 metros de profundidad). Se encuentra en aguas limpias. Forman densos agregados que constituyen, junto con algas calcáreas incrustantes *Neogoniolithon brassica-florida*, antes *Spongites notarissii* (**fot. 466**) y *Mesophyllum alternans*, antes *M. lichenoides* (**fots. 467-469**), unos conglomerados calcáreos de diferentes formas (frecuentemente a modo de crestas o cornisas de hasta 20-30 cm de grosor), los cuales en algunos casos son considerados microarrecifes. También estos agregados pueden establecerse sobre conchas de pateliformes (lapas y formas afines) (**fot. 470**).

Distribución

Mediterráneo occidental, incluido el Estrecho de Gibraltar, donde parece tener el límite oeste de su distribución.



Fot. 466



Fot. 467



Fot. 468



Fot. 469

Sensibilidad ambiental

Es una especie de estrecha valencia ecológica, muy sensible a la contaminación (García-Gómez, 2007; Ibrahim, 2009) y a la sedimentación. Se encuentra amenazada por el deterioro de la costa (Fernández-Torquemada *et al.*, 2005; Schembri *et al.*, 2005), el pisoteo de bañistas y personas que frecuentan las rocas litorales y sobre todo por las mareas negras y la contaminación de la capa superficial del mar (Moreno, 2008). Es una especie de alto valor ecológico (Sfriso y Facca, 2011) ya que las bioconstrucciones que conforman protegen las rocas de la erosión. Las formaciones de esta especie son, por sí mismas, un hábitat que posibilita la convivencia de otras especies de invertebrados asociadas.

Como ya apuntáramos para *Astroides calycularis*, el hecho de que sea una excelente indicadora de aguas limpias y de que esté, además protegida, la convierte en una especie preferencial en cualquier iniciativa de vigilancia ambiental de los fondos litorales donde viva, ya sea a nivel científico, técnico o de voluntariado.

Información adicional

Es una especie de alto valor ecológico ya que las bioconstrucciones que forman protegen a las rocas de la erosión. También genera unos hábitats debido a que las crestas que forman retienen el agua de mar, originando así pozas. Finalmente destacar que estas formaciones son por sí mismas un hábitat donde viven numerosas especies de invertebrados.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida como “Vulnerable” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



JCGG

11.51. *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758



Fot. 471

Filo: Mollusca
Clase: Bivalvia
Orden: Pterioida
Familia: Pinnidae
Género: *Pinna*
Nombre común: Nacra

Descripción

La concha de este bivalvo es triangular, con forma de quilla (**fot. 471**), un lado de la cual es muy agudo y el opuesto redondeado y frágil. Las valvas tienen una coloración parda en la superficie externa mientras que la interna es nacarada, amarillento-anaranjada e irisada. La superficie está cubierta de finas costillas radiales, con líneas de crecimiento onduladas y puede estar cubierta por epibiontes, como gorgonias y algas o esponjas. Puede alcanzar casi 100 cm de altura y 30 de longitud, lo que la convierte no sólo en el mayor bivalvo del Mediterráneo, sino en el mayor molusco con concha de este mar.

Hábitat

Vive en fondos de arena, fango o detríticos y también entre las matas de las fanerógamas marinas. Se fija a través de unos filamentos disponiéndose en posición vertical, suele tener casi un tercio de la concha enterrada en el sustrato aunque en zonas donde el agua está muy batida la porción puede ser mayor. Se ha observado que los individuos jóvenes abundan más en zonas superficiales y los adultos en áreas más profundas. Desde 2 a 60 m.

Distribución

Es una especie endémica del Mar Mediterráneo, aunque existen algunas poblaciones aisladas en el Cantábrico, habiendo sido citada también en la costa atlántica de Marruecos y en Portugal.

Sensibilidad ambiental

Muchas de sus poblaciones han sufrido un gran descenso en su número de individuos, debido principalmente a la progresiva destrucción de sus hábitats, (Rabaoui *et al.*, 2008) y a su sensibilidad frente a la contaminación marina (García-Gómez, 2007; Katsanevakis y Thessalou-Legaki, 2009; Guallart y Templado, 2012; Sureda *et al.*, 2013). Además, es recogida como adorno por los submarinistas y sufre la amenaza directa del garreo de anclas y de las redes arrastre que suelen faenar ilegalmente sobre los fondos donde esta especie vive (Addis *et al.*, 2009). Aunque prefiere aguas limpias y fondos no perturbados (García-Gómez, 2007), su escasa frecuencia no posibilita su utilización en programas de monitorización relacionados con la calidad ambiental del agua. Sin embargo, debido a su inmovilidad y tamaño, puede ser perfectamente vigilada por buceadores que frecuentemente realicen inmersiones en zonas donde la especie pueda estar presente.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/ CEE del Consejo (Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión).

Incluida como “Vulnerable” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.

11.52. *Pinna rudis* Linnaeus, 1758



Fot. 472

- Filo:** Mollusca
Clase: Bivalvia
Orden: Pterioida
Familia: Pinnidae
Género: *Pinna*
Nombre común: Nacra de roca, peineta, nacra áspera

Descripción

Bivalvo de concha triangular, fina y frágil en forma de quilla. Puede alcanzar los 40 cm de altura. En la superficie presenta entre 5 y 8 costillas radiales bastante marcadas con numerosas escamas tubulosas de mayor longitud en los bordes. Es de color marrón-rosada y generalmente presenta incrustaciones de briozoos y algas calcáreas y otras formas de epibiosis. (**Fots. 472-474**).

Hábitat

Se asienta sobre fondos fangosos y arenosos, también en fondos rocosos expuestos a la luz, donde suele ubicarse entre las anfractuosidades de las rocas. Se localiza desde el límite inferior de la marea, en los primeros metros de profundidad, hasta la cota aproximada de 50 metros.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico (es anfiatlántica, localizándose en zonas templadas de ambos lados de este océano), incluyendo el Caribe (en el Atlántico oeste, sólo se encuentra en este mar) las Islas Azores y las Islas Canarias. También en el Mar de Alborán, Estrecho de Gibraltar y costas atlánticas del sur de la Península Ibérica.

Sensibilidad ambiental

Como *Pinna nobilis*, suscita la atención de los submarinistas que suelen capturarla por razones ornamentales o de coleccionismo (Moreno y Barrajon,

2008). También sufre la amenaza del garreo de anclas y de ser capturada por redes de arrastre. Prefiere aguas limpias (Ben Mustapha *et al.*, 2002) pero es menos selectiva que *Pinna nobilis*, poseyendo incluso una mayor capacidad de supervivencia frente a ataques de predadores (Dietl y Alexander, 2005). Puede encontrarse en fondos no límpidos, pero carentes de contaminación (García-Gómez, 2007). Aunque no tiene especial utilidad en programas de monitorización ambiental costera dada su escasa abundancia, puede ser perfectamente vigilada por buceadores que frecuentemente realicen inmersiones en zonas donde la especie esté asentada.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.

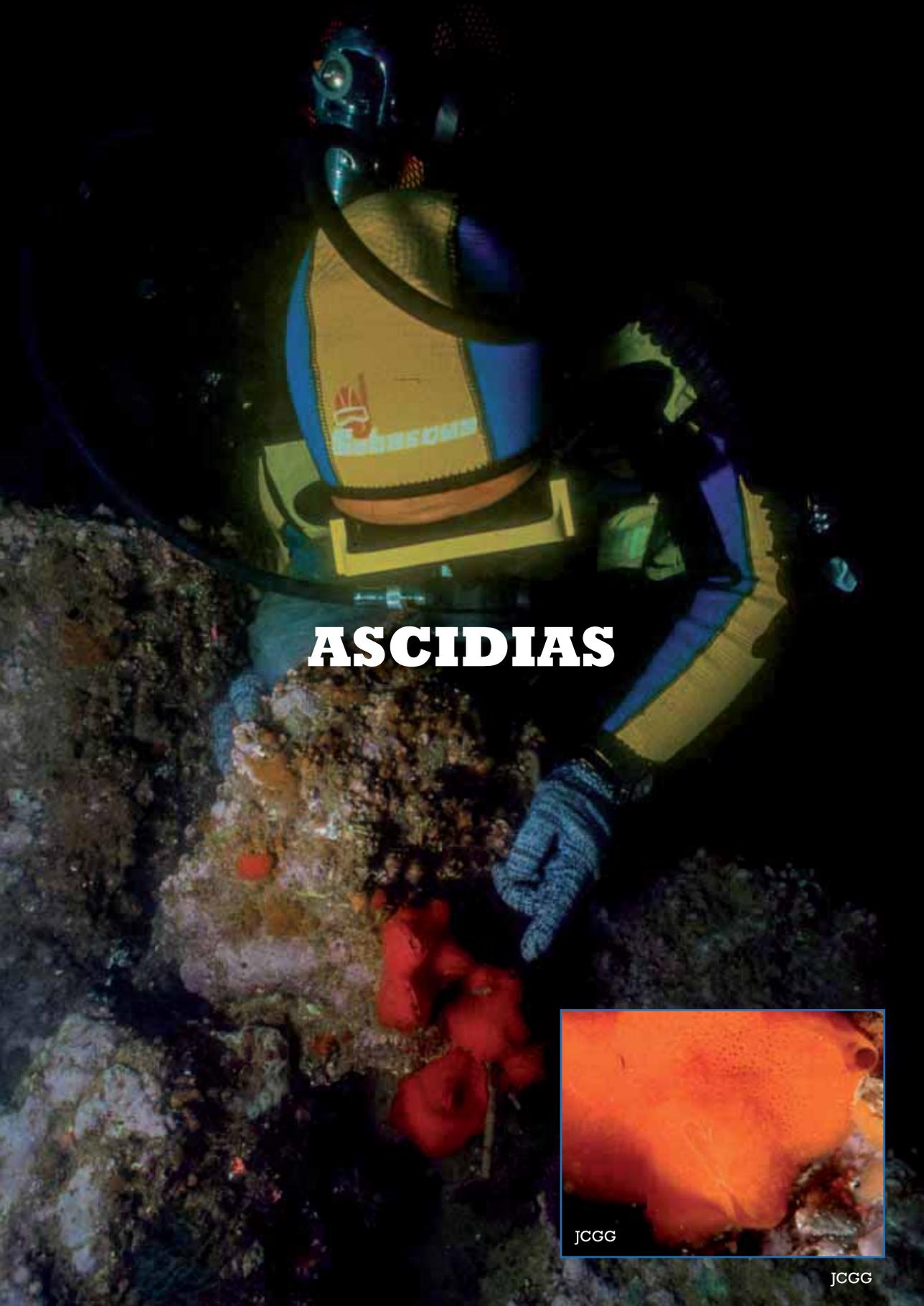


Fot. 473

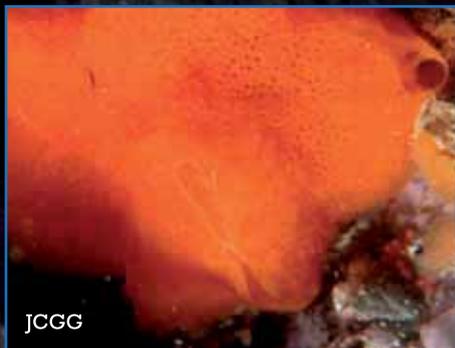


JCGG

Fot. 474



ASCIDIAS



JCGG

JCGG

11.53. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767)



Fot. 477

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Pyuridae
Género: *Halocynthia*
Nombre común: ascidia roja, patata de mar o ascidia del Mediterráneo

Descripción

Ascidia solitaria con cuerpo en forma de botella, de entre 12 y 20 cm de longitud. Es habitualmente de color rojo intenso y su consistencia coriácea (fot. 477), aunque a veces el color puede ser amarillento-hueso (fot. 478). Su superficie tiene un aspecto aterciopelado, que la hace inconfundible.

Hábitat

Especie sublitoral que suele encontrarse fijada sobre sustrato rocoso de zonas poco iluminadas como paredes verticales, grietas, cuevas y extraplomos, en fondos coralígenos y precoralígenos. También se puede localizar en comunidades de algas, en praderas de *Posidonia* y en ambientes detríticos costeros. A escasa profundidad (menos de 10 metros) es excepcionalmente rara, siendo relativamente frecuente entre 20 y 40 metros.

Distribución

Común en todo el Mediterráneo desde Israel hasta el Estrecho de Gibraltar. También está presente en Portugal y Canarias, es decir, en el Atlántico oriental.



Fot. 478

Sensibilidad ambiental

Especie muy sensible a perturbaciones ambientales (Naranjo *et al.*, 1996). Sus efectivos tienden a disminuir drásticamente cuando aumenta el grado de estrés ambiental. Es singularmente sensible a la contaminación por materia orgánica y a la turbidez continuada (Carballo y Naranjo, 2002), por lo que es muy buena indicadora de aguas limpias y renovadas (García-Gómez, 2007). También se muestra muy sensible a la actividad de los buceadores recreativos en sus proximidades, debido principalmente a la resuspensión del sedimento provocada por el aleteo (Luna-Pérez *et al.*, 2010, 2011). Sin embargo, es aparentemente tolerante a las subidas anormales de la temperatura del agua (Pérez *et al.*, 2000).

Es fácilmente reconocible en inmersión (**fot. 479**), por lo que puede ser utilizada en el control de la evolución biológica de enclaves apropiados, con la finalidad de vigilar que no se produzcan pérdidas o desapariciones anormales que pudieran estar vinculadas a un progresivo deterioro del medio marino litoral. Es excepcional que contenga epibiontes por lo que, cuando los posee y, además, ello se advierte en diversos ejemplares, tal circunstancia podría estar relacionada con un proceso de perturbación (García-Gómez, 2007) (**fot. 480**).

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 479



Fot. 480

11.54. *Stolonica socialis* Hartmeyer, 1903



Fot. 481

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Stolidobranchia
Familia: Styelidae
Género: *Stolonica*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial cuyos zooides pueden alcanzar unos 25 mm de altura, los cuales tienen forma oblonga o de barrilete y se disponen muy agrupados permaneciendo unidos por su base. La superficie corporal es delgada y de color anaranjada (**fots. 481-482**).

Hábitat

Vive en fondos rocosos, fija sobre superficies verticales y extraplomos en zonas donde el hidrodinamismo es moderado o elevado y existe poca sedimentación. También puede aparecer vinculada a sustratos arenosos o biodetríticos cercanos al roquedo, donde puede observarse fijada a concrecionamientos biogénicos. A veces se encuentra como epibionte de otros organismos sésiles, sobre todo de gorgonias (**fots. 483-485**). Desde 10 a 40 metros de profundidad, con mayor frecuencia entre 20 y 30 metros.

Distribución

En el Atlántico oriental desde las Islas Británicas hasta Marruecos incluido el Estrecho de Gibraltar.



Fot. 482



JCGG

Fot. 483



Fot. 484

JCGG



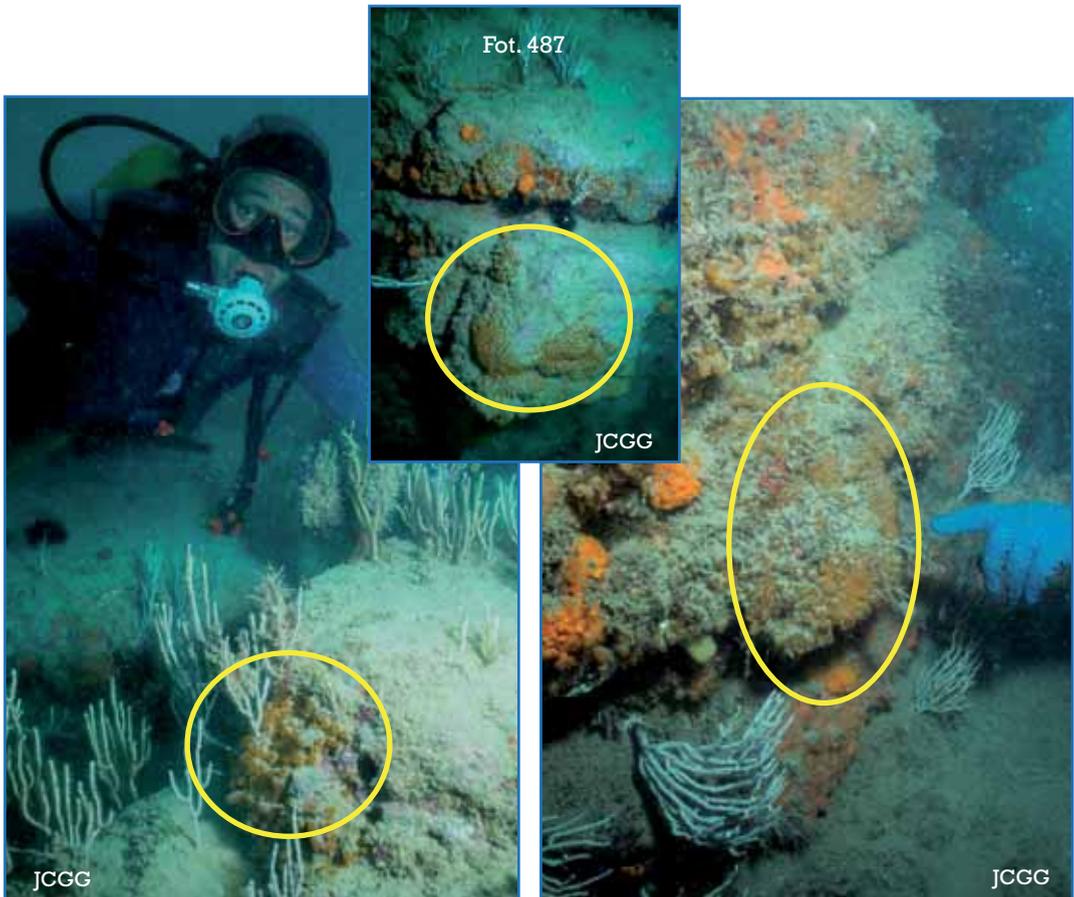
JCGG

Fot. 485

Sensibilidad ambiental

Especie sensible, típica de aguas limpias y renovadas (Naranjo *et al.*, 1996; Zubía *et al.*, 2003). No tolera ciertos niveles de carga orgánica ni elevada tasa de sedimentación y prefiere los sustratos naturales frente a los artificiales, aunque éstos últimos tengan también buenas condiciones ambientales (Hiscock *et al.*, 2010). Por estas razones, no se encuentra en fondos perturbados sometidos al influjo directo o indirecto de los emisarios de aguas residuales (Carballo y Naranjo, 2002). También ha mostrado su vulnerabilidad ante una sedimentación excesiva derivada de la decantación de áridos finos provenientes de dragados litorales, sobre todo si las colonias están aposentadas sobre superficies horizontales (García-Gómez, 2007) (ver secuencia en las **fotografías 489-492**. Cuando este tipo de impactos es alto, también se ven seriamente afectadas las colonias fijadas sobre superficies verticales (**fots. 486-488**).

Su llamativa coloración, el tamaño de sus colonias, y su aspecto inconfundible (una vez el observador se familiarice con la especie) la postulan como idónea para desempeñar funciones de vigilancia submarina en nuestro entorno sublitoral.



Fot. 486

Fot. 488



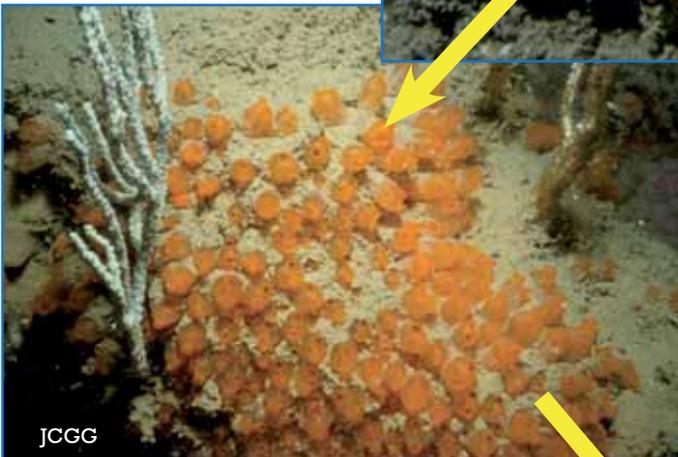
Fot. 489

JCCG



Fot. 490

JCCG



Fot. 491

JCCG



Fot. 492

JCCG

11.55. *Clavelina dellavallei* (Zirpolo, 1825)



Fot. 493

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Clavelinidae
Género: *Clavelina*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial cuyos zooides son independientes (aunque unidos por estolones basales) los cuales pueden alcanzar los 5 cm de longitud. Los zooides son transparentes por lo que pueden apreciarse las estructuras internas que tienen una pigmentación amarilla y azulada (fots. 493-495). Su consistencia es quitinosa en el pedúnculo y gelatinosa en el resto.

Hábitat

Se asocia a comunidades de algas de ambientes luminosos y umbríos y aparece adherida a superficies rocosas verticales y extraplomos, generalmente en zonas de moderado o alto hidrodinamismo. También se encuentra sobre gorgonias y en fondos coralígenos y detríticos costeros. Aunque raramente puede localizarse a menos de 5 m de profundidad, normalmente se encuentra a partir de los 10 m, habiendo sido citada hasta la cota de 90 metros.

Distribución

Mediterráneo, desde Grecia y Túnez hasta España. Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Es una especie sensible a perturbaciones ambientales, especialmente a vertidos de aguas residuales y a obras de ingeniería civil, por lo que prefiere

los ecosistemas naturales en buen estado ecológico (Carballo y Naranjo, 2002). Es, por tanto, buena indicadora de aguas limpias y renovadas (Naranjo *et al.*, 1996; López-González *et al.*, 1999; García-Gómez, 2007). Resulta especialmente sensible a la turbidez continuada y a una sedimentación alta. También se la clasifica como especie con un alto valor de fragilidad respecto a las actividades de buceo (Lloret *et al.*, 2006; García-Charton *et al.*, 2008).

Se descubre fácilmente en inmersión, por lo que debe ser objeto de atención especial en programas de vigilancia ambiental de los fondos litorales, particularmente la que puedan implementar buceadores deportivos.



Fot. 495

Fot. 494

11.56. *Polysyncraton lacazei* (Giard, 1872)



Fot. 496

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Didemnidae
Género: *Polysyncraton*
Nombre común: no tiene

Descripción

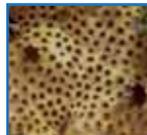
Ascidia colonial, casi siempre de color rojo-anaranjado. Forma colonias laminares o ligeramente masivas, y lobuladas de tamaño variable, pudiendo tapizar amplias superficies de rocas, con lo que puede fácilmente confundírsele con especies rojas o anaranjadas de esponjas (fots. 496-501). *Polysyncraton lacazei* se diferencia de éstas al observarse las colonias de cerca, pues en la ascidia aparece una alta densidad de puntitos que no aparecen en las esponjas recubrientes de similar color, donde sólo se aprecian los agujeros exhalantes (ósculos), por donde sale el agua.

Hábitat

Se encuentra en zonas protegidas como paredes verticales, extraplomos, entrada de cuevas o bajo piedras. También en enclaves semiexpuestos, fondos coralígenos y detríticos costeros. Puede aparecer asociada a comunidades de algas de zonas iluminadas y oscuras. Se ha observado en praderas de *Posidonia* y de *Caulerpa prolifera*. Desde el límite inferior de la marea 30-40 m de profundidad.

Distribución

Fot. 497



Atlántico oriental, desde Escandinavia a Sudáfrica. También en el Atlántico occidental y el indopacífico. Mediterráneo oriental y occidental, Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.



Fot. 498

Sensibilidad ambiental

Especie sensible, típica de fondos bien conservados, biológicamente ricos y bien estructurados (Turón, 1985; Chabbi *et al.*, 2010). Aunque requiere fundamentalmente de aguas limpias y renovadas (García-Gómez, 2007; Chebbi, 2010), puede tolerar ciertos grados de perturbación si bien en estos casos su presencia deviene excepcional (Naranjo *et al.*, 1996). Debido a su coloración y a que sus colonias pueden ocupar una importante superficie del sustrato, una vez el buceador se familiarice con la especie, esta puede contribuir a la vigilancia de zonas habituales de buceo donde su presencia es constante. De ahí que su total desaparición de enclaves donde antes abundaba indique que algo importante puede estar sucediendo, lo que conviene validarse con observaciones paralelas similares centradas en otras especies indicadoras sensibles.



Fot. 499

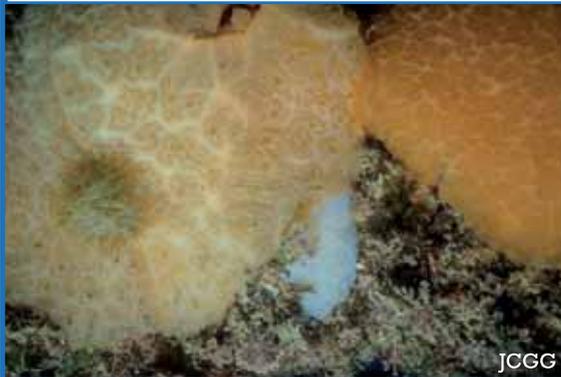


Fot. 500



Fot. 501

11.57. *Aplidium conicum* (Olivi, 1792)



Fot. 502

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polyclinidae
Género: *Aplidium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial, de configuración masiva, con forma generalmente de pera o de disco, o bien irregular (**fot. 502**). Su tamaño oscila normalmente entre 5 y 10 cm de diámetro aunque se pueden observar colonias de hasta 25 o más centímetros de diámetro mayor. Su consistencia es carnosocartilaginosa y no suele tener arena adherida. Presenta un color que varía desde blanquecino o rosado hasta amarillo anaranjado o naranja intenso (**fots. 503-510**).

Hábitat

Suele encontrarse asociada a comunidades de algas de zonas iluminadas en aguas batidas o semibatidas, sobre roquedos naturales pero fundamentalmente en paredes verticales y extraplomos (**fot. 503**). También se integra en comunidades de algas de ambientes umbríos, fondos coralígenos y detriticos costeros. Se han observado en praderas de *Posidonia* y fondos de *Caulerpa prolifera*. Puede observarse a escasos metros de profundidad, en ambientes umbríos hasta 40 metros.

Distribución

Se extiende desde el Cabo de Trafalgar en el Estrecho de Gibraltar hasta Italia y Túnez, incluyendo las costas mediterráneas españolas, Baleares y Ceuta.



Fot. 503



Fot. 504



Fot. 505



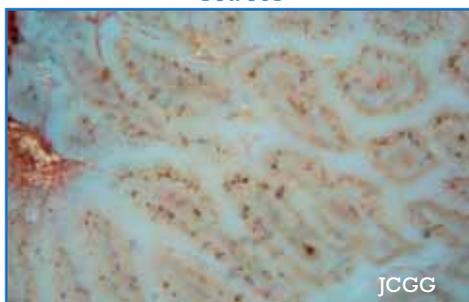
Fot. 506



Fot. 507



Fot. 508



Fot. 509

Sensibilidad ambiental

Especie excelente indicadora de aguas limpias y renovadas (Chabbi *et al.*, 2010; El Lakhrach *et al.*, 2012) siendo muy sensible al deterioro de la calidad del agua y a perturbaciones ambientales significativas (Carballo y Naranjo, 2002; Naranjo *et al.*, 1996). Un ejemplo de la información medioambiental que reporta esta especie se expone en la **figura 32** en la cual los puntos amarillos indican su localización en la Bahía de Algeciras (1995). Uno de estos puntos, ubicado en el interior de una zona portuaria de amplia bocana, ilustra su existencia no esperada. Sin embargo, la fotografía obtenida por el satélite LANDSAT (cortesía de la CMAYOT de la Junta de Andalucía) muestra cómo una corriente (flecha amarilla de trazo discontinuo) baña la zona interior de la dársena, lo que parece explicar su atípica presencia (García-Gómez *et al.* 1997).



Fig. 32



Fot. 510

Aplidium conicum es particularmente sensible a la carga orgánica, a la sedimentación alta y a la turbidez elevada. También se la ha correlacionado negativamente con la intensidad de la corriente (Ordines *et al.*, 2011). Las **fotografías 511 y 512** muestran su extrema sensibilidad a la sedimentación excesiva proveniente de actividades humanas en el litoral. La **fotografía 513** ilustra una colonia casi completamente impregnada de sedimentos finos. La **514** es la misma colonia -y su entorno inmediato- que ha sido limpiada manualmente. Se advierte, por el color pálido que manifiesta (comparar con **fol. 513**), la situación “pre mortem” de la colonia.

Por su tamaño y vistosidad esta especie resulta idónea para utilizarla como indicadora en programas de vigilancia ambiental de los fondos litorales.



Fot. 511



Fot. 512



Fot. 513



Fot. 514

11.58. *Aplidium punctum* (Giard, 1873)



Fot. 515

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polyclinidae
Género: *Aplidium*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta ascidia se caracteriza porque las colonias están constituidas por estructuras pedunculadas “mazudas” en su extremo apical (**fots. 515, 516 y 518**). De estos ensanchamientos distales, en forma de globo, cuyo diámetro es de 1 a 3 cm, parten largos pedúnculos que acaban en una base común. Su consistencia es carnosogelatinosa y su color naranja. No tiene incrustaciones de arena.

Hábitat

Se encuentra en la zona infralitoral, fijada sobre superficies rocosas preferentemente verticales donde la iluminación es atenuada (**fot. 517**). Además, tiene preferencia por lugares de moderado a intenso hidrodinamismo. Aunque ocasionalmente se encuentra en aguas someras, normalmente se encuentra entre 10 y 30 metros de profundidad. Se reproduce durante los meses de marzo, abril y mayo.

Distribución

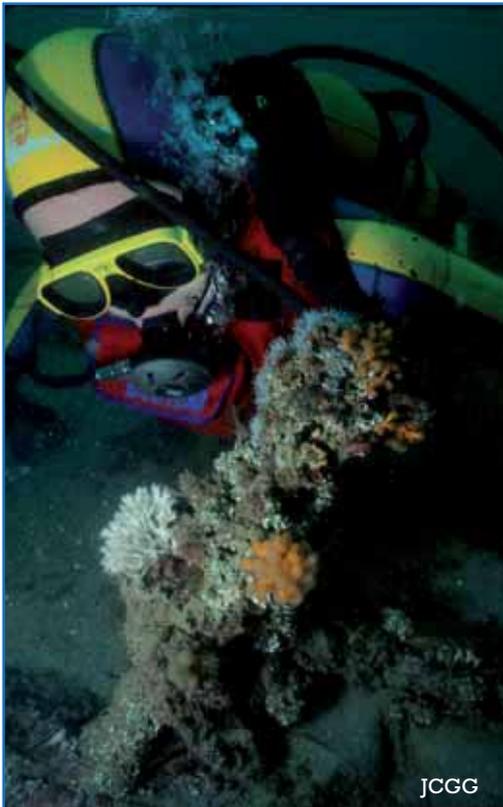
Se encuentra en el Estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán. En el Atlántico oriental se ha observado desde las Islas Británicas hasta Portugal.



Fot. 516

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a perturbaciones ambientales, tendiendo a desaparecer con éstas (Naranjo *et al.*, 1996; Derrien-Courtel *et al.*, 2008; Van Rein *et al.*, 2011). Es, por tanto, muy buena indicadora de aguas limpias y renovadas (Carballo y Naranjo, 2002; García-Gómez, 2007). Es especialmente sensible a la carga orgánica, a la turbidez extrema y a la sedimentación alta. Cuando esta última es de origen antrópico y se produce en áreas próximas a un dragado que experimenta “overflow”, la sedimentación fina proveniente de éste las embadurna y acaban pereciendo, tras un periodo de permanencia al agente perturbador relativamente corto (fot. 519, se observa el mal aspecto de la colonia tras algunos días de exposición a la columna de turbidez sedimentaria) (García-Gómez, 2007). Por su vistosidad y fácil reconocimiento en inmersión, es recomendable utilizarla como indicadora en programas de vigilancia ambiental de los fondos litorales.



Fot. 517

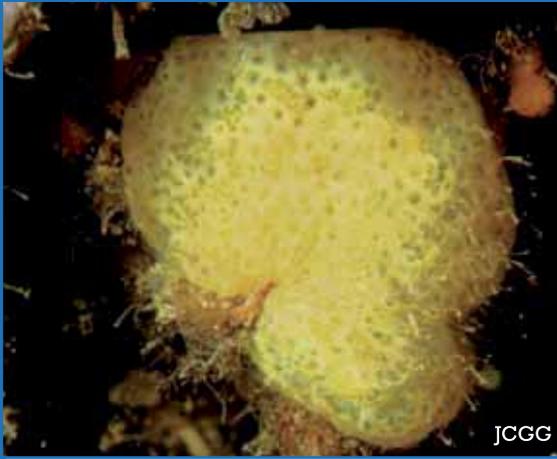


Fot. 518



Fot. 519

11.59. *Pseudodistoma obscurum* Pérès, 1959



Fot. 520

- Filo: Chordata
- Subfilo: Tunicata
- Clase: Ascidiacea
- Orden: Aplousobranchia
- Familia: Pseudodistomidae
- Género: *Pseudodistoma*
- Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial que presenta dos aspectos diferentes. Por un lado forma colonias globosas, piramidales y cónicas de gran tamaño, que pueden medir más de 5 cm de altura; carnosas, de color amarillo intenso o pálido (**fots. 520 y 523**), sin tener habitualmente incrustaciones de arena (este tipo morfológico se adscribía anteriormente a la especie *Pseudodistoma crucigaster*, considerada actualmente sinónima de *P. obscurum*). Por otra parte, existen colonias de morfología similar a la anterior (aunque a veces son aplanadas o discoidales pequeñas), cuyo tamaño no suele exceder de 5 cm de altura y 10 cm de diámetro mayor; son también carnosas, pero más consistentes que el morfotipo anterior y presenta incrustaciones de arena; su color es grisáceo, a veces casi negro (de ahí el nombre específico *obscurum*) (**fots. 521 y 524**). Ocasionalmente pueden contemplarse ambas variedades casi juntas (**fot. 522**). También existen morfotipos de tonos amarillentos más apagados o intensamente oscurecidos.

Hábitat

Se encuentra asociada a comunidades de algas de ambientes luminosos, en zonas de moderado-alto hidrodinamismo, y también vinculada a zonas escasamente iluminadas de aguas calmadas y en el coralígeno. Se ha observado en praderas de



Fot. 521

Posidonia y en sustratos detríticos costeros. La profundidad a la que se observa normalmente es de 5 a 35 metros.

Distribución

Mediterráneo occidental, Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a perturbaciones ambientales de origen humano (Naranjo *et al.*, 1996; García-Gómez, 2007; Chebbi, 2010). Requiere para vivir de aguas limpias (López-González *et al.*, 1997; Carballo y Naranjo, 2002) y moderado o alto hidrodinamismo (Zubía *et al.*, 2003), siendo por tanto una buena indicadora de este tipo de condiciones medioambientales. Es especialmente sensible a la carga orgánica, a la turbidez extrema y a la sedimentación alta.



Fot. 522



Fot. 523



Fot. 524

11.60. *Polycitor adriaticus* (Drasche, 1883)



Fot. 525

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polycitoridae
Género: *Polycitor*
Nombre común: no tiene

Descripción

Esta especie constituye colonias masivas de forma variable, que tienen hasta 10 cm de diámetro y 5 cm de altura (**fol. 525**). Las colonias, de consistencia gelatinosa-cartilaginosa y superficie lisa, tienen un pedúnculo muy corto, no perceptible o sólo ocasionalmente en inmersión. La coloración es blanquecina, algo traslúcida, con puntuaciones pardo oscuras, en forma de ocho, que corresponden a los zooides (**fots. 527 y 528**).

Hábitat

Suele encontrarse en paredes verticales y extraplomadas (**fol. 526**, dentro de círculos), asociada a comunidades algales en zonas sujetas a corrientes o de hidrodinamismo moderado. Generalmente se establece en fondos umbríos o medianamente umbríos. También en praderas de *Posidonia*, fondos detríticos (excepcionalmente se ha identificado en arenas fangosas). Se ha observado en paredes de hormigón donde el hidrodinamismo es elevado, como es el exterior de los puertos. Batimétricamente, se localiza entre 2 y 40 metros, si bien entre 10 y 30 metros su frecuencia parece mayor.

Distribución

Mediterráneo, Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Especie sensible a perturbaciones ambientales (Carballo y Naranjo, 2002; García-Gómez, 2007), y, por tanto, regresiva, esto es, que sus poblaciones disminuyen cuando aumenta el grado de estrés ambiental. Es singularmente sensible a la carga orgánica, a la turbidez extrema y a la sedimentación alta, por lo que es muy buena indicadora de aguas limpias y renovadas (Naranjo *et al.*, 1996; Chabbi *et al.*, 2010; El Lakhraich *et al.*, 2012). También se ha mostrado como sensible ante el aumento anómalo de la temperatura del agua (Verdura *et al.*, 2013).



Fot. 526



Fot. 527



Fot. 528

11.61. *Polycitor crystallinus* (Renier, 1804)



Fot. 529

Filo: Chordata
Subfilo: Tunicata
Clase: Ascidiacea
Orden: Aplousobranchia
Familia: Polycitoridae
Género: *Polycitor*
Nombre común: no tiene

Descripción

Ascidia colonial, que se adhiere al sustrato directamente sin existir un pedúnculo intermediario. Las colonias son masivas, de forma globosa y tienen entre 6 y 7 cm de diámetro. Son blanquecinas y generalmente exhiben numerosos círculos de color blanco intenso, los cuales bordean los sifones de los zooides (**fots. 529-531**). En las colonias más desarrolladas el color blanquecino adquiere mayor intensidad y otras pueden ser incluso amarillo-anaranjado. Su consistencia es carnosa y gelatinosa, de superficie lisa. En la base de las colonias puede haber arena (zona de unión al sustrato), la cual está ausente en el resto de la superficie de las mismas.

Hábitat

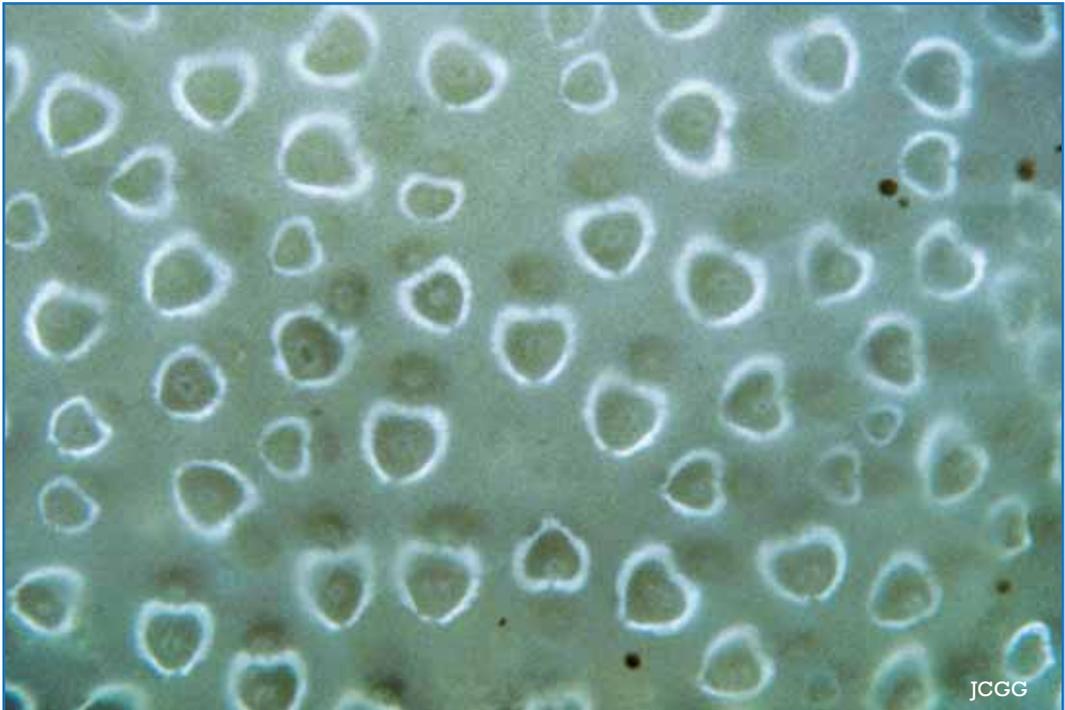
Presente en fondos rocosos de zonas preferentemente umbrías con moderado hidrodinamismo, sobre paredes verticales y extraplomos en el coralígeno. También se ha citado en praderas de *Posidonia*, en rizomas de algas laminariales, agujeros de *Caulerpa*, así como en fondos detríticos costeros y enfangados. Puede ser epibionte de gorgonias (*Eunicella*). Desde 4 m de profundidad hasta la zona batial.

Distribución

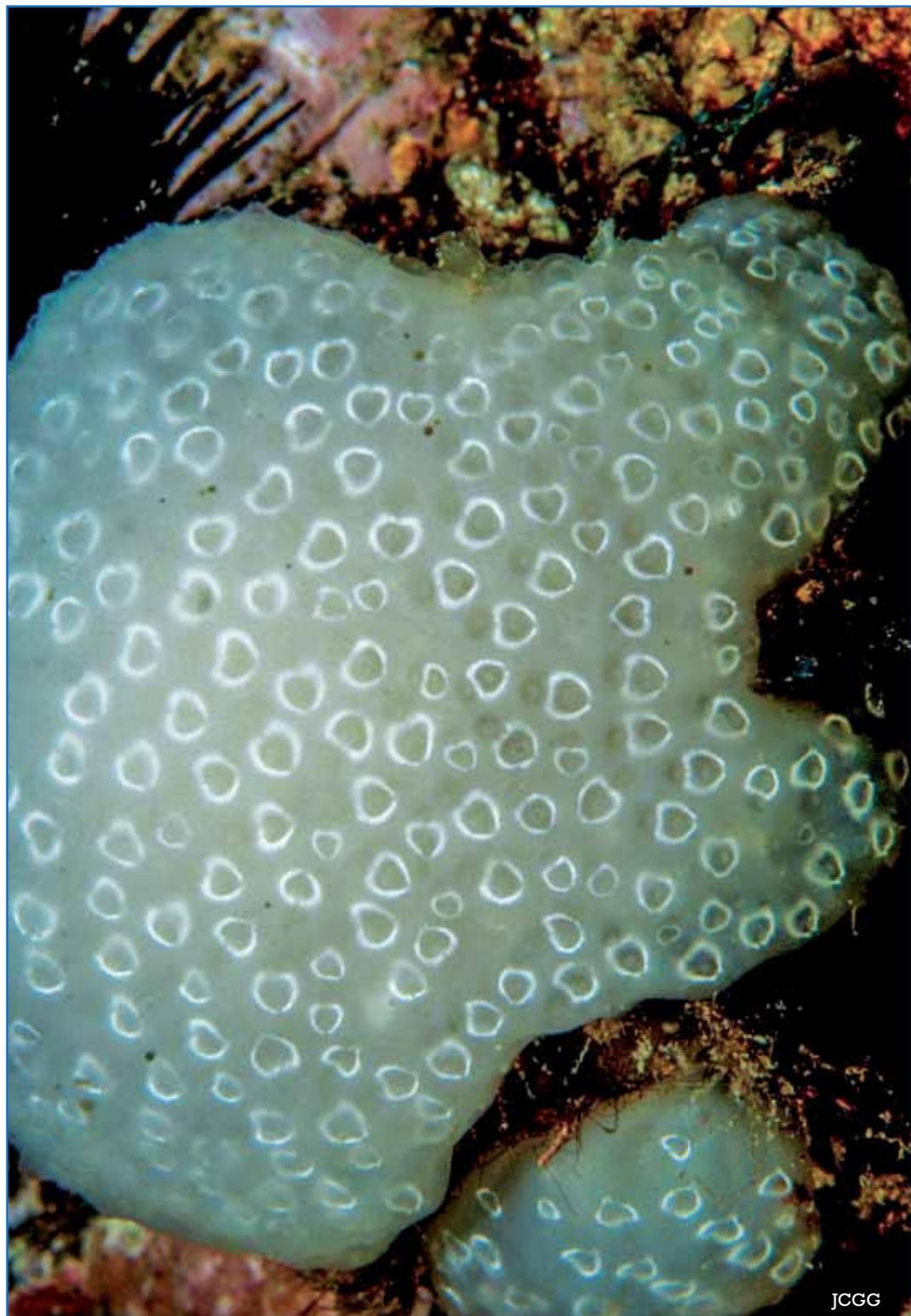
Mediterráneo y Estrecho de Gibraltar. Atlántico Oriental (costas africanas de Senegal y Gambia).

Sensibilidad ambiental

Especie indicadora de aguas limpias no contaminadas y, por tanto, sensible a perturbaciones ambientales (Naranjo *et al*, 1996; García-Gómez, 2007). Tiende a la reducción de efectivos o a desaparecer cuando aumenta el estrés ambiental derivado de algún tipo de afección antrópica significativa.



Fot. 530



JCGG

Fot. 531

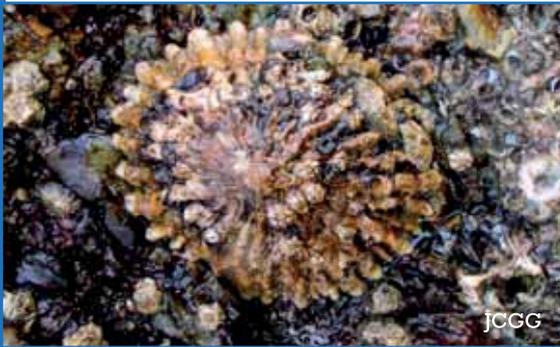
12 OTRAS ESPECIES BENTÓNICAS SENSIBLES DE APOYO



A young child, dressed in a white sailor-style outfit with a matching hat, is sitting on a boat. The child is holding a large, cooked shellfish, possibly a scallop or mussel, and is eating it. The boat is cluttered with fishing gear, including ropes and nets. In the background, the blue sea and a clear sky are visible, with several sailboats on the horizon. The word "MOLUSCOS" is overlaid in large, white, bold letters across the center of the image.

MOLUSCOS

12.1. *Patella ferruginea* Gmelin, 1791



Fot. 534

Filo: Mollusca

Clase: Gastropoda

Familia: Patellidae

Género: *Patella*

Nombre común: Lapa ferruginosa

Descripción

Patella ferruginea es una de las mayores lapas europeas, oscilando entre los 40 y 80 mm de longitud, aunque puede llegar a alcanzar los 100 mm. Posee una concha muy distintiva, caracterizada por unas costillas radiales, muy gruesas e irregulares (fots. 534 y 535). Los juveniles tienen el perímetro exterior de la concha muy irregular, mientras que en los adultos suele ser más liso y regular. Su concha es de color pardo-ferruginoso, existiendo bandas concéntricas más oscuras en algunos ejemplares de pequeña talla, mientras que la parte interna es de color blanco opaco y brillante. La altura de la concha es variable, yendo desde las más altas y cónicas, características generalmente de las áreas menos batidas, hasta las más bajas y aplanadas, de zonas con mayor hidrodinamismo. *P. ferruginea* presenta un pie grande y musculoso, de color crema con tintes anaranjados. El dorso del pie y la cabeza son de color grisáceo oscuro.

Hábitat

Esta especie no puede considerarse estrictamente sésil, ya que durante la marea alta es vágil, pues se desplaza activamente por las proximidades de su huella o “home scar”, donde retorna para permanecer fijada a la roca durante la marea baja. No es tampoco una especie FBI (Fixed Biological Indicator) en la concepción de Rovere *et al.*, (2015) y sólo puede considerarse como tal durante la marea baja.

Habita en la zona intermareal rocosa, ubicada mayoritariamente en el nivel mediolitoral superior (fots. 536-537). Se ha señalado su relación con el cinturón de *Chthamalus stellatus*.

Distribución

Especie endémica del Mediterráneo occidental que se encuentra en clara regresión desde inicios del siglo XX, tanto en las costas europeas como en las africanas. Actualmente se halla prácticamente extinta en las costas continentales europeas, quedando reducida a pequeñas subpoblaciones en Córcega, Cerdeña y la isla de Pantellaria. En las costas africanas se limita a Marruecos, islas Habibas en Argelia, y Zembra y cabo Bon en Túnez. En España existen poblaciones en Andalucía y Murcia, siendo las principales las existentes en Ceuta, Melilla y las Islas Chafarinas.



Fot. 535

Sensibilidad ambiental

Especie tradicionalmente asociada a aguas limpias y oxigenadas. Es sensible a la contaminación, a la turbidez y a la disminución de oxígeno en el agua (Espinosa, 2005). Ha sido propuesta como especie indicadora de buenas condiciones ambientales (Espinosa *et al.*, 2007).

Información adicional

Es una especie emblemática dentro de la recientemente propuesta figura de protección de Microrreserva Marina Artificial (García-Gómez *et al.*, 2011, 2014) ya que, a pesar de su sensibilidad frente a las perturbaciones, posee importantes poblaciones establecidas en entornos artificiales que tienen unas determinadas y favorables condiciones ambientales: mientras que en todo el litoral de la Península Ibérica se han citado en torno a 2.500 ejemplares (Moreno y Arroyo, 2008; comunicación EGMASA), solamente en el puerto de Ceuta se han hallado más de 14.000 (Rivera-Ingraham *et al.*, 2011).



JCGG

Fot. 536

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Anexo IV de la Directiva Hábitats (especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta).

Incluida como “En Peligro de Extinción” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “en Peligro Crítico”.



Fot. 537

12.2. *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758)



Fot. 538

Filo: Mollusca
Clase: Bivalvia
Orden: Mytiloida
Familia: Mytilidae
Género: *Lithophaga*
Nombre común: dátil de mar

Descripción

Posee valvas coincidentes iguales y alargadas, con forma casi cilíndrica y color pardo-rojizo (**fots. 538 y 539**). En su superficie hay bandas radiales concéntricas muy finas. El interior es de tono azul claro. Puede alcanzar los 10 cm de tamaño.

Hábitat

Especie endolítica, que habita en sustratos rocosos del infralitoral, en el interior de rocas calizas, las cuales disgrega y perfora mediante la secreción de una sustancia ácida (**fot. 540**). La galería creada puede alcanzar los 20 cm de largo. Generalmente se extiende desde aguas someras hasta los 30 metros de profundidad.

Distribución

Se encuentra en el Atlántico oriental, desde Marruecos hasta Portugal, incluyendo las islas Canarias y Madeira, y en todo el litoral Mediterráneo.

Sensibilidad ambiental

Es una especie de aguas limpias y renovadas. Evita fondos sometidos a elevada sedimentación y carga orgánica (observación personal).

Información adicional

La principal amenaza para esta especie radica en que posee un elevado interés gastronómico, siendo muy apreciada en muchos de los países costeros del Mediterráneo. Debido a su forma de vida, la pesca o captura de esta especie implica la destrucción irreversible de su hábitat (Pantoja-Trigueros *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2008c). Por ello, se encuentra protegida a nivel europeo (Moreno *et al.*, 2008c; Tunesi *et al.*, 2008).

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/ CEE del Consejo (Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión).

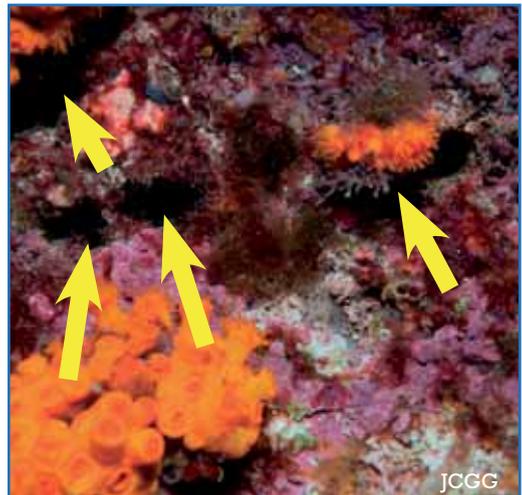
Incluida como “Vulnerable” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 539



Fot. 540

12.3. *Charonia lampas lampas* (Linnaeus, 1758)



Fot. 541

- Filo:** Mollusca
Clase: Gastropoda
Orden: Littorinimorpha
Familia: Ranellidae
Género: *Charonia*
Nombre común: Bocina o tritón de mar

Descripción

Este gasterópodo es el mayor del Mediterráneo. Tiene una concha gruesa, sólida y robusta de hasta 40 cm de longitud y 15 cm de diámetro. Su forma es cónica con 9 vueltas de espira, el ápice de la concha es agudo. Dichas vueltas están cubiertas de tubérculos y costillas que en individuos más viejos pueden aparecer erosionados. La abertura de la concha es amplia y ovalada y en uno de sus lados se observan muchos dientes pequeños y parduscos. La concha tiene color blanquecino, amarillo-grisáceo, con bandas radiales más o menos finas e irregulares de color rojo-pardo. El cuerpo es anaranjado o rojizo (fots. 541, 542 y 545).

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos y detríticos próximos a los primeros (fots. 543 y 544). Se alimenta de erizos, holoturias y estrellas de mar, de tal forma que coadyuva al control de las poblaciones de este tipo de organismos. Normalmente se encuentra en aguas someras hasta más de 100 metros de profundidad.

Distribución

Aunque la especie *Charonia lampas* se distribuye por todos los mares templados del mundo, la subespecie *Charonia lampas lampas*, se encuentra en el Mediterráneo occidental y Atlántico oriental, desde las Islas Canarias hasta el Mar Cantábrico. También está presente en Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Aunque prefiere aguas limpias y fondos no perturbados (Bazairi *et al.*, 2013), su escasa frecuencia no posibilita su utilización en programas de monitorización, salvo los que posean grandes recursos (CAPMA, 2012). Sin embargo, por ser especie protegida y de gran tamaño, debe ser incluida en esta obra, de forma que sea conocida para ser respetada y protegida, ya que es frecuentemente capturada por los buzos, ya sea para adorno, ya para alimentación. En este sentido, tal mensaje no sólo va dirigido a buceadores en general, sino a pescadores que accidentalmente retienen en sus redes (trasmallos, arrastres) ejemplares de esta especie (Malaquias *et al.*, 2006) y que, una vez reconocidos en superficie, deben ser devueltos inmediatamente al mar.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida como “Vulnerable” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 542



Fot. 543

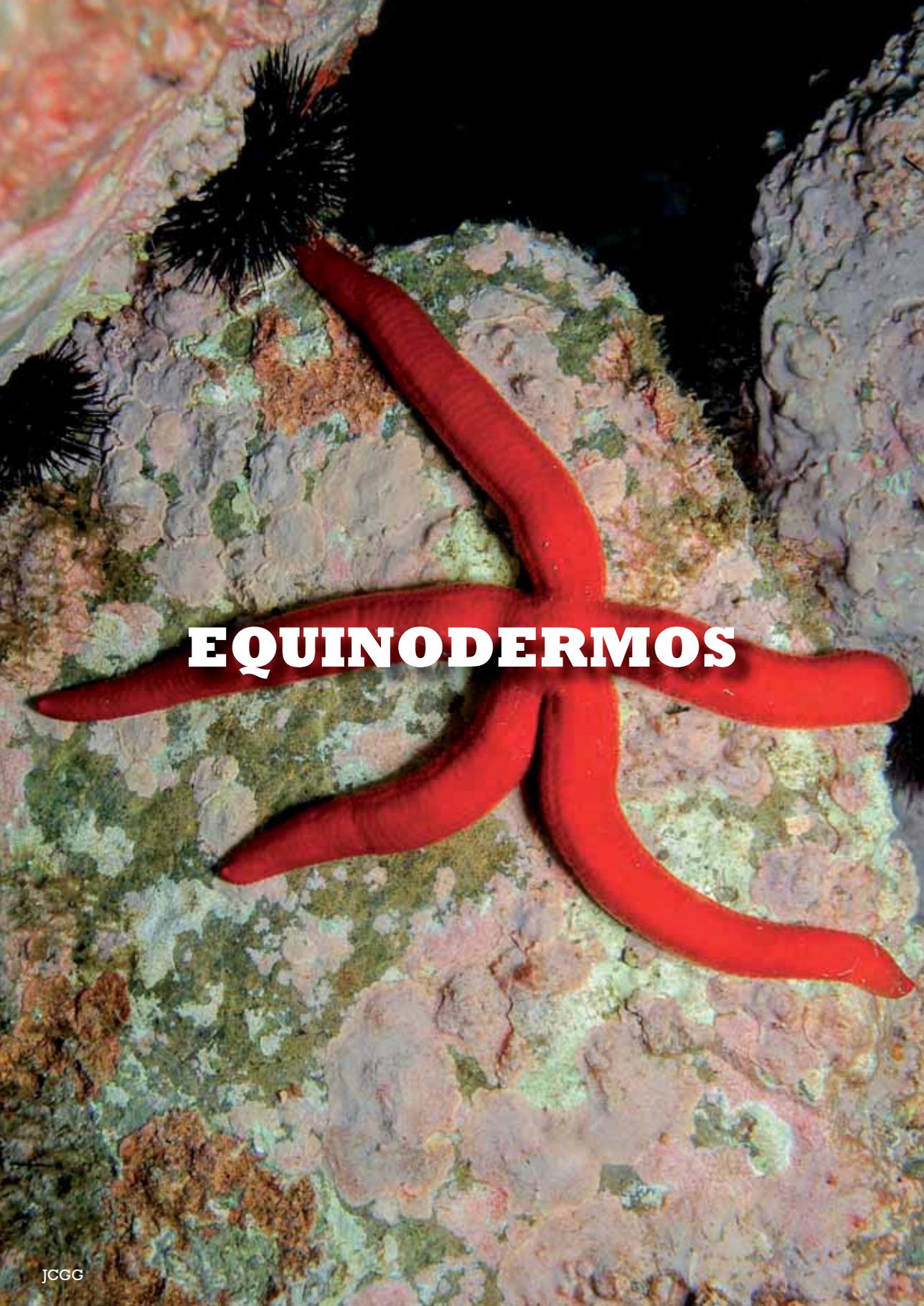


Fot. 544



JCGG

Fot. 545



EQUINODERMOS

12.4. *Antedon mediterranea* (Lamarck, 1816)



Fot. 547

Filo: Echinodermata
Clase: Crinoidea
Orden: Comatulida
Familia: Antedonidae
Género: *Antedon*
Nombre común: Clavelina de mar

Descripción

Es un lirio de mar de color rojizo, amarillo o pardo cuyas tonalidades pueden ser homogéneas o estar irregularmente mezcladas (**fots. 547, 549-551**). El cuerpo tiene un pequeño cono central en forma de cáliz y el ápice es redondeado. De este cono parten 10 brazos con aspecto plumoso. De la parte dorsal salen unos cirros, hasta 40, con una longitud de 1.5 cm que acaban en gancho. Su tamaño alcanza los 25 cm.

Hábitat

Es una especie sedentaria y gregaria que se reproduce en primavera y verano. En fondos rocosos con algas abundantes y fondos arenosos o fangosos, también en praderas de *Posidonia*. Suele estar fija sobre organismos de estos fondos (**fol. 548**). En zonas umbrías o medianamente umbrías con aguas moderadamente batidas. Rehuyen la luz. Se halla desde 15 a 300 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo, hasta el Estrecho de Gibraltar.



Fot. 548

Sensibilidad ambiental

Es una especie que se suele hallar en zonas con buenas condiciones ecológicas, incluso abundantemente (El Lakhrach *et al.*, 2012). Se muestra sensible a perturbaciones ambientales de origen humano, como la contaminación (Candia-Carnevali *et al.*, 2001; Barbaglio *et al.*, 2006) o la pesca de arrastre (Mangano *et al.*, 2013). Por otra parte, parece tolerar bien los procesos de sedimentación, ya que se la ha hallado de forma abundante en zonas donde la deposición de fangos y arcillas era elevada (McKinneya y Jaklin, 2001).



Fot. 549



Fot. 550



Fot. 551

12.5. *Astrospartus mediterraneus* (Risso, 1826)



Fot. 552

Filo: Echinodermata
Clase: Ophiuroidea
Orden: Euryalida
Familia: Gorgonacephalidae
Género: *Astrospartus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Es una ofiura de gran tamaño, de color grisáceo, que puede alcanzar los 40 cm de diámetro. El disco central es pentagonal y grueso, con un diámetro de hasta 8 cm. De éste parten 5 brazos que se ramifican varias veces dicotómicamente desde la base; las ramificaciones son cada vez más finas y se enredan entre ellas (**fots. 552 y 553**). Tanto el disco como las ramas están revestidos de unos finos gránulos.

Hábitat

Aparece en fondos rocosos y arenosos o fangosos, en ambientes umbríos o medianamente umbríos y donde el movimiento del agua es moderado pero constante. Se suele encontrar sobre otros organismos como gorgonias, siempre enfrentándose a la corriente para capturar alimento. Se encuentra desde los 25 m de profundidad.

Distribución

En el Mediterráneo y Atlántico.

Sensibilidad ambiental

Es una especie frecuentemente asociada a comunidades características de zonas con gran valor ecológico (Junoy y Viéitez, 2008; Templado *et al.*, 2012)

Entre los factores documentados a los que se muestra vulnerable se hallan el aumento de la temperatura del agua (Escoubet *et al.*, 2001) y las actividades pesqueras (Gonçalves *et al.*, 2008). En zonas de gradiente ambiental, desaparece hacia las áreas de aguas más turbias, de menor hidrodinamismo y más antropizadas (observación personal).

Información adicional

Es una especie poco común.

Figuras de protección

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Preocupación Menor”.



JCCG

Fot. 553

12.6. *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845)



Fot. 554

Filo: Echinodermata
Clase: Echinoidea
Orden: Diadematoida
Familia: Diadematidae
Género: *Centrostephanus*
Nombre común: Puerco espín marino

Descripción

Erizo que se caracteriza por sus largas y frágiles espinas de hasta 14 cm de longitud. En estas se alternan anillos blancos o amarillentos con otros violáceos. El cuerpo tiene hasta 6 cm de diámetro, es deprimido y de color marrón-violáceo. Es una especie activa. (**Fots. 554-556**).

Hábitat

Aparece en fondos rocosos umbríos o ligeramente umbríos y también en fondos detríticos, de arena o fango. Presenta fototropismo negativo por lo que huye de la luz. Por ello, durante las inmersiones diurnas, se la encuentra en cuevas o anfractuosidades de las rocas. Entre 15 y hasta 130 m. Las poblaciones más densas se encuentran entre 60 y 130 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo hasta el Estrecho de Gibraltar. Atlántico.

Sensibilidad ambiental

Es frecuente hallarla en zonas con alta calidad ambiental (Micael *et al.*, 2012) y con poca influencia de actividades relacionadas con la pesca y el buceo, debido a su elevada fragilidad (Lloret *et al.*, 2006).

También se la clasifica como especie termófila, y su presencia en áreas donde previamente se hallaba ausente puede ser indicadora de posibles aumentos en la temperatura del agua (Francour *et al.*, 1994; Pérez, 2008).

Información adicional

Es una especie que soporta un rango estrecho de temperatura. Es poco común.

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/ CEE del Consejo (especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión).

Incluida como “Especie de Especial Interés” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



Fot. 555



Fot. 556

12.7. *Gracilechinus acutus* (Lamarck, 1816)



Fot. 557

Filo: Echinodermata
Clase: Echinoidea
Orden: Camarodonta
Familia: Echinidae
Género: *Gracilechinus*
Nombre común: Erizo de honduras

Descripción

Erizo de cuerpo esférico, de hasta 17 cm de diámetro, subcónico y con la superficie de la boca aplanada. Su color puede ser amarillo, rosado o anaranjado y con bandas radiales claras. Las espinas son relativamente cortas y delgadas, de color rojizo con bandas blanquecinas (**fots. 557 y 558**).

Hábitat

Vive sobre fondos rocosos umbríos o medianamente umbríos y también en fondos detríticos y praderas de *Posidonia*. Se reproducen fundamentalmente en primavera y verano aunque lo pueden hacer gran parte del año. Se encuentra entre 20 y más de 250 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo y costa atlántica europea, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

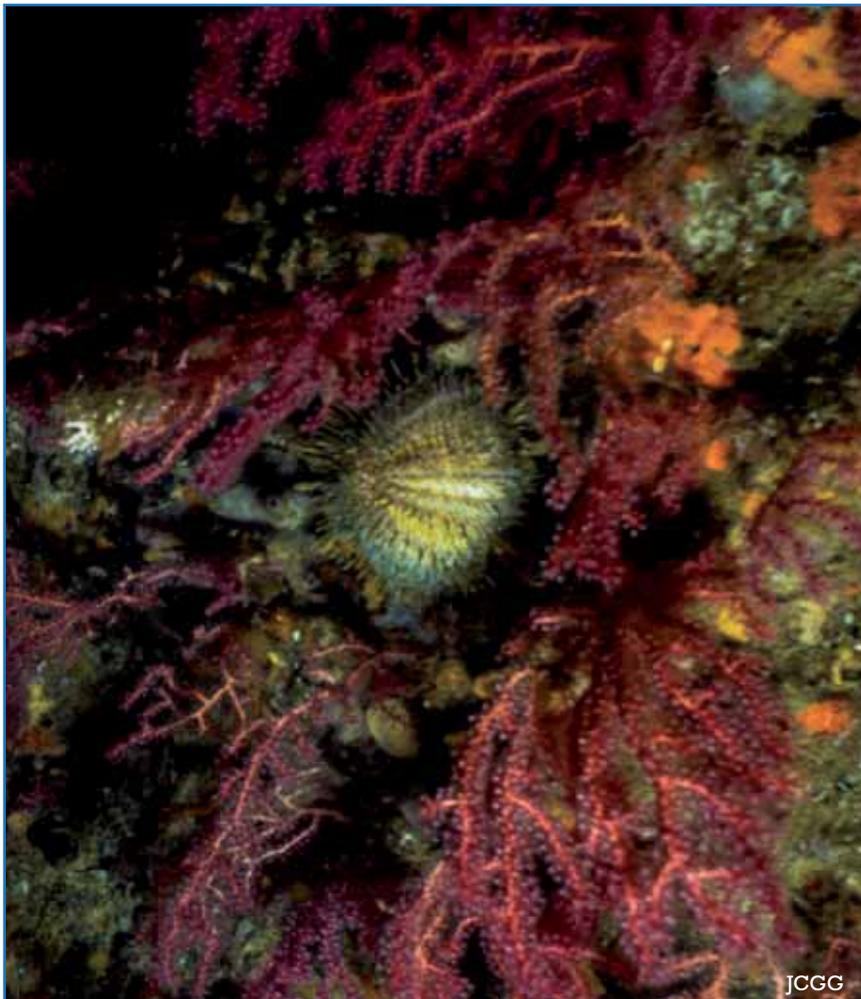
Esta especie se ha usado como indicadora de aguas relativamente no contaminadas (Wielgolaski, 1975). Es también una indicadora adecuada para evaluar la presión por efecto de la pesca de arrastre (González-Irusta *et al.*, 2012) y perturbaciones relacionadas con la contaminación debida a hidrocarburos (Hughes *et al.*, 2010). Sin embargo, diversos estudios (Catarino

et al., 2008; Moureaux *et al.*, 2011) señalan su capacidad de tolerar entornos altamente contaminados con metales pesados, donde consiguen sobrevivir aunque con diversas afecciones.

En el Estrecho de Gibraltar ha sido localizada en aguas límpidas y fondos estructurados, nunca en zonas interiores antropizadas (observación personal).

Información adicional

Especie citada anteriormente como *Echinus acutus*.



Fot. 558

12.8. *Echinus melo* Lamarck, 1816



Fot. 559

Filo: Echinodermata
Clase: Echinoidea
Orden: Camarodonta
Familia: Echinidae
Género: *Echinus*
Nombre común: no tiene

Descripción

Erizo de cuerpo globoso, con un diámetro de hasta 14 cm. El color es verde oliva con bandas claras. Las espinas no son muy numerosas, de tamaño pequeño y color verde amarillento, tiene otras púas más largas cuyo color es verde oliva con la punta blanca (**fots. 559 y 560**).

Hábitat

Vive sobre fondos duros y arenosos, también en fondos coralígenos. Entre 30 y 1000 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo hasta el Estrecho de Gibraltar. Atlántico oriental, desde las Islas Azores hasta las costas portuguesas.

Sensibilidad ambiental

Echinus melo es una especie con una presencia común en zonas con elevada calidad ambiental (Micael *et al.*, 2012), incluyendo los fondos conservados de coralígeno (Lo Iacono *et al.*, 2012; Templado *et al.*, 2012), mientras que desaparece en áreas perturbadas debido a la contaminación química y biológica

(Altug *et al.*, 2011). También se muestra como una especie especialmente sensible a los impactos provocados por la pesca de arrastre (Hall-Spencer *et al.*, 1999).



SM

Fot. 560

12.9. *Ophidiaster ophidianus* (Lamarck, 1816)



Fot. 561

- Filo:** Echinodermata
Clase: Asteroidea
Orden: Valvatida
Familia: Ophidiasteridae
Género: *Ophidiaster*
Nombre común: Estrella purpúrea

Descripción

Estrella de mar de color rojo anaranjado o púrpura, a veces con muchas pintas de color violáceo. Es robusta y de hasta 45 cm de diámetro. El disco es pequeño y a lo largo de toda su longitud parten unos brazos largos, gruesos y cilíndricos; su extremo es redondeado (**fots. 561- 563**).

Hábitat

Se encuentra en fondos rocosos iluminados o medianamente umbríos, donde el agua está moderadamente batida. Es una especie que prefiere temperaturas altas. Se halla entre 5 y 40 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo, hasta el Estrecho de Gibraltar. Atlántico oriental, desde las Islas Azores hasta el Golfo de Guinea.

Sensibilidad ambiental

Ophidiaster ophidianus se encuentra en el listado de especies protegidas del convenio de Barcelona (Boudouresque, 2002) y se halla fácilmente en zonas con elevada calidad ambiental (Tunési *et al.*, 2008; Micael *et al.*, 2012). Se la clasifica como especie termófila, y su presencia en áreas donde previamente se hallaba ausente puede ser indicadora de posibles aumentos en la temperatura del agua (Francour *et al.*, 1994; Pérez, 2008).

Figuras de protección

Incluida en el Anexo II del Convenio de Barcelona (especies marinas en peligro o amenazadas) y en el Anexo II del Convenio de Berna (especies estrictamente protegidas).

Incluida en el Listado Español de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE, RD 139-2011).

Incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al.*, 2008), en la categoría “Vulnerable”.



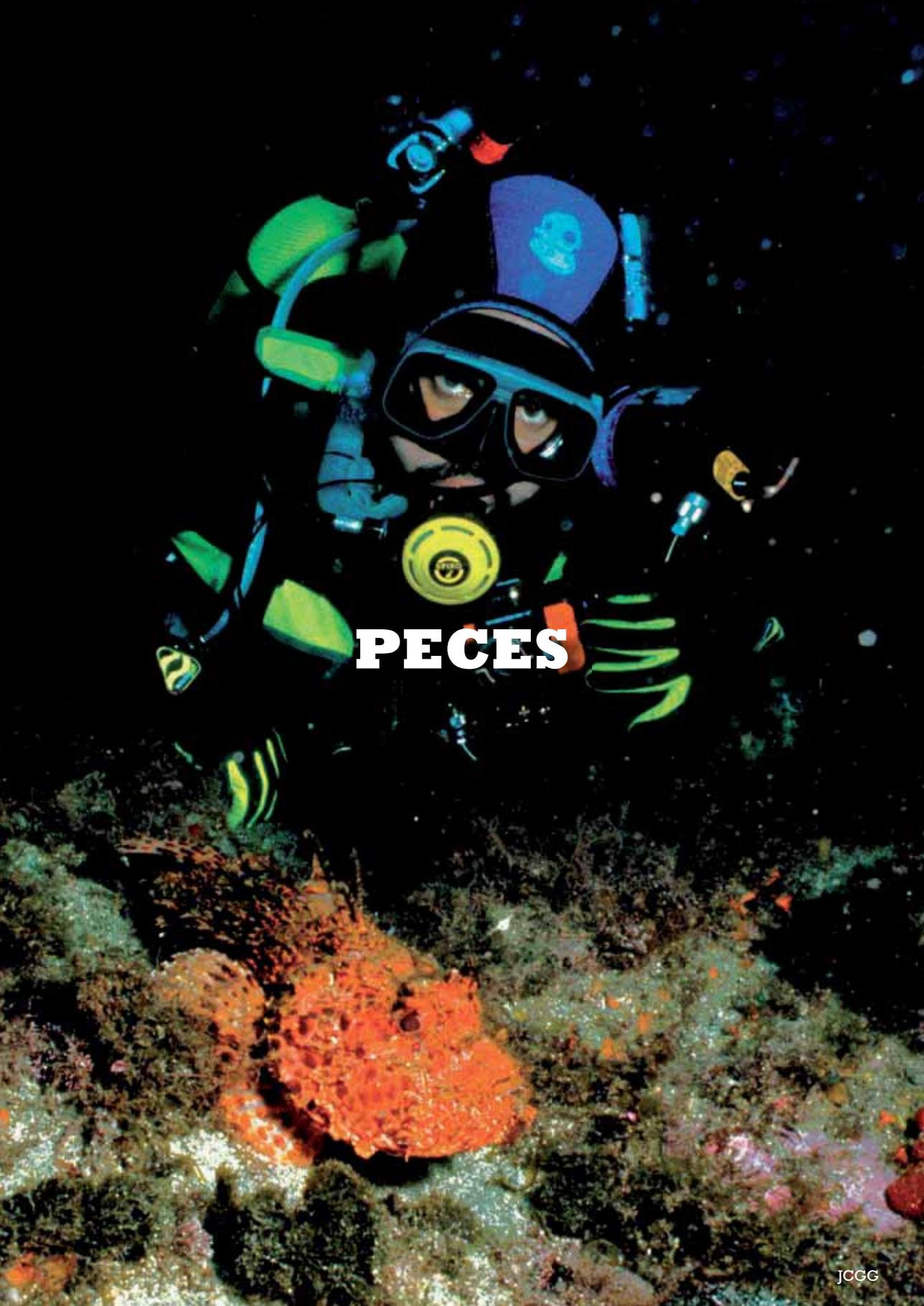
JCGG

Fot. 562



JCGG

Fot. 563



PECES

12.10. *Apogon imberbis* (Linnaeus, 1758)



Fot. 565

Filo: Chordata
Subfilo: Vertebrata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Apogonidae
Género: *Apogon*
Nombre común: salmonete real o pez cardenal

Descripción

Especie con el cuerpo oval y corto y de color rojo vivo con las aletas rosadas y con una longitud de hasta 15 cm (**fol. 565**). A lo largo de la base de la aleta caudal presenta 2 o 3 puntos negros que a veces pueden estar unidos. Las aletas pectorales son redondeadas y largas llegando al menos hasta el comienzo de la aleta anal. La primera aleta dorsal es triangular y la segunda es más alta y amplia que la primera. Los ojos son grandes y tanto la parte dorsal como la ventral de la cabeza es marrón. La boca es grande y la mandíbula inferior prominente, la cual presenta pequeños y finos dientes.

Hábitat

Es un animal migratorio y puede aparecer solo o formando grupos. Vive normalmente en sustratos rocosos, en grietas o cuevas (**fol. 566**). Es una especie muy esciáfila (esto es, exige para vivir ambientes estrictamente umbríos). Por ello, durante el día sólo puede ser observada por los buceadores si éstos introducen la cabeza en grietas u oquedades, donde se dejan entrever al fondo de las mismas. Se encuentra desde los fondos más someros, incluso a 1-2 metros de profundidad en zonas muy umbrías, hasta 200 m.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico próximo, incluido el Estrecho de Gibraltar.

Sensibilidad ambiental

Aunque ha sido ocasionalmente citada en sustratos fangosos, es una especie típica de enclaves rocosos muy umbríos y “techados”, sensible a perturbaciones del medio, que prefiere aguas limpias, impolutas y renovadas (Guidetti *et al.*, 2002, 2004; García-Gómez, 2007). Sin embargo, si dichas perturbaciones no son excesivamente importantes es posible que la presencia de la especie no se resienta (Guidetti *et al.*, 2003; Azzurro *et al.*, 2010).

Pese a no dejarse ver fuera de sus refugios oscuros en las inmersiones diurnas, el observador debe controlar, en su zona de buceo habitual, los meses del año donde está siempre presente (grupos de al menos algunos individuos) en cuevas o grietas específicas, fácilmente localizables durante los itinerarios de inmersión (Bussotti *et al.*, 2003).



JCGG

Fot. 566

12.11. *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758)



Fot. 567

- Filo:** Chordata
Subfilo: Vertebrata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Labridae
Género: *Thalassoma*
Nombre común: Fredí o pez verde

Descripción

Este pez se caracteriza por presentar un cuerpo fusiforme, alargado y comprimido lateralmente. La cabeza es mediana y convexa con los labios no muy gruesos y con repliegues, los dientes son cónicos y se disponen en una sola fila en cada mandíbula. Los ojos son pequeños. Las aletas dorsal y anal son largas aunque la primera más que la segunda, el extremo posterior es agudo. Las aletas pectorales son largas y oblicuas y las ventrales cortas. Los machos alcanzan los 25 cm de longitud y son de color verde con finas líneas transversales rosadas. La cabeza es rojiza, con dibujos arabescos azulados y los labios son blancos. En los flancos existen bandas transversales de color variable y presentan una franja azul en la zona de las aletas pectorales. Además, en las aletas dorsal y anal tiene bandas longitudinales de varios colores. Las hembras tienen una longitud de hasta 15 cm, son de color verde claro con 5 o 6 bandas azules transversales y en la cabeza tienen unos dibujos arabescos azulados. Presentan una mancha negra en el dorso y bandas longitudinales en las aletas impares. Existen diferentes variedades de color que en su tiempo fueron consideradas como especies diferentes. Pese a tales diferencias de color, el aspecto de esta especie es inconfundible



Fot. 568

con la del resto de lábridos, de ahí que no deba producirse error en la identificación durante las inmersiones (**fol. 567**).

Hábitat

Es un animal gregario y muy activo que vive en fondos rocosos y praderas de fanerógamas (**fol. 568**, interior de círculos; **fol. 569**), frecuentando cuevas, aberturas, paredes verticales, bloques de rocas y piedras recubiertas de algas. También se ha observado en la interfase rocas-arena y arena-fanerógamas, arenas fangosas y gruesas, cascajos y detritos, así como en el interior de esponjas y de tubos vacíos de gusanos poliquetos. Se encuentra entre 1 y 50 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo, incluido el Estrecho de Gibraltar. Atlántico oriental, desde Portugal hasta el Congo.

Sensibilidad ambiental

Como la mayor parte de los lábridos mediterráneos, es una especie sensible que vive en aguas limpias, impolutas y renovadas (García-Gómez, 2007). Suele ser sensible ante la presencia de contaminantes en el agua (Azzurro *et al.*, 2010), pero también se han citado casos donde la presencia de la especie no se ve afectada ante diferentes tipos de perturbaciones (Guidetti *et al.*, 2002, 2003, 2004; Araújo *et al.*, 2005).



Fot. 569

Aunque es muy huidiza, se aproxima sin reparo al buceador cuando este levanta cuidadosamente una piedra para observar sus recubrimientos infralapidícolas o extrae selectivamente muestras del sustrato. De ahí que, en las zonas de buceo habitual, especialmente a escasa profundidad (intervalo de 0 a 15 metros) y si los fondos no están perturbados significativamente, esta especie resulta fácilmente localizable.

12.12. *Anthias anthias* (Linnaeus, 1758)



JCGG

Fot. 570

Filo: Chordata
Subfilo: Vertebrata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Serranidae
Género: *Anthias*
Nombre común: Tres colas

Descripción

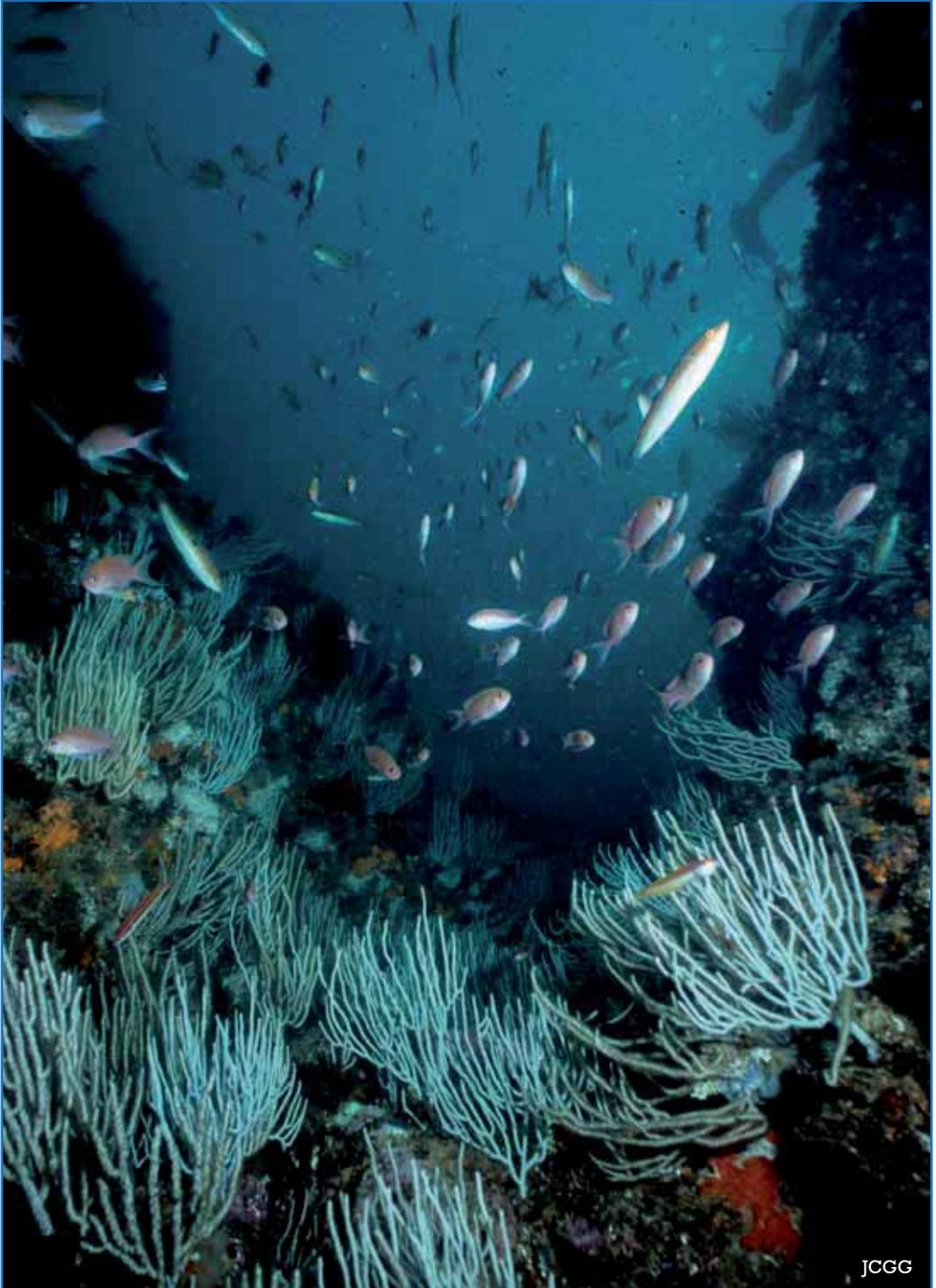
El cuerpo de esta especie es ovoidal, alto y comprimido lateralmente y alcanza una longitud de 25 cm aunque suele ser más pequeño. La cabeza es alta y el rostro corto, con boca amplia, oblicua y protráctil, y numerosos dientes pequeños. La mandíbula inferior es más prominente que la superior y los ojos son grandes. El color del cuerpo es rojo, con el vientre más claro. En los flancos y sobre el morro exhibe tres bandas amarillas longitudinales. Los bordes de las aletas son violetas. Su aleta dorsal ocupa prácticamente todo el dorso, las aletas pectorales son grandes, anchas y redondas, las aletas ventrales son muy largas y la aleta caudal muy escotada (**fot. 570**).

Hábitat

Suele vivir en grupos pocos densos. Se encuentra en fondos rocosos, especialmente junto a paredes verticales (**fot. 571**) y en las entradas de agujeros y grietas (**fots. 572 y 573**), pero también se observan densos cardúmenes de esta especie sobre bloques rocosos y enclaves rocosos horizontales (próximos a promontorios rocosos) (**fot. 574**). Generalmente se encuentran a partir de 20 metros de profundidad, pero también se puede localizar a menor profundidad en zonas rocosas umbrías (**fot. 575**).

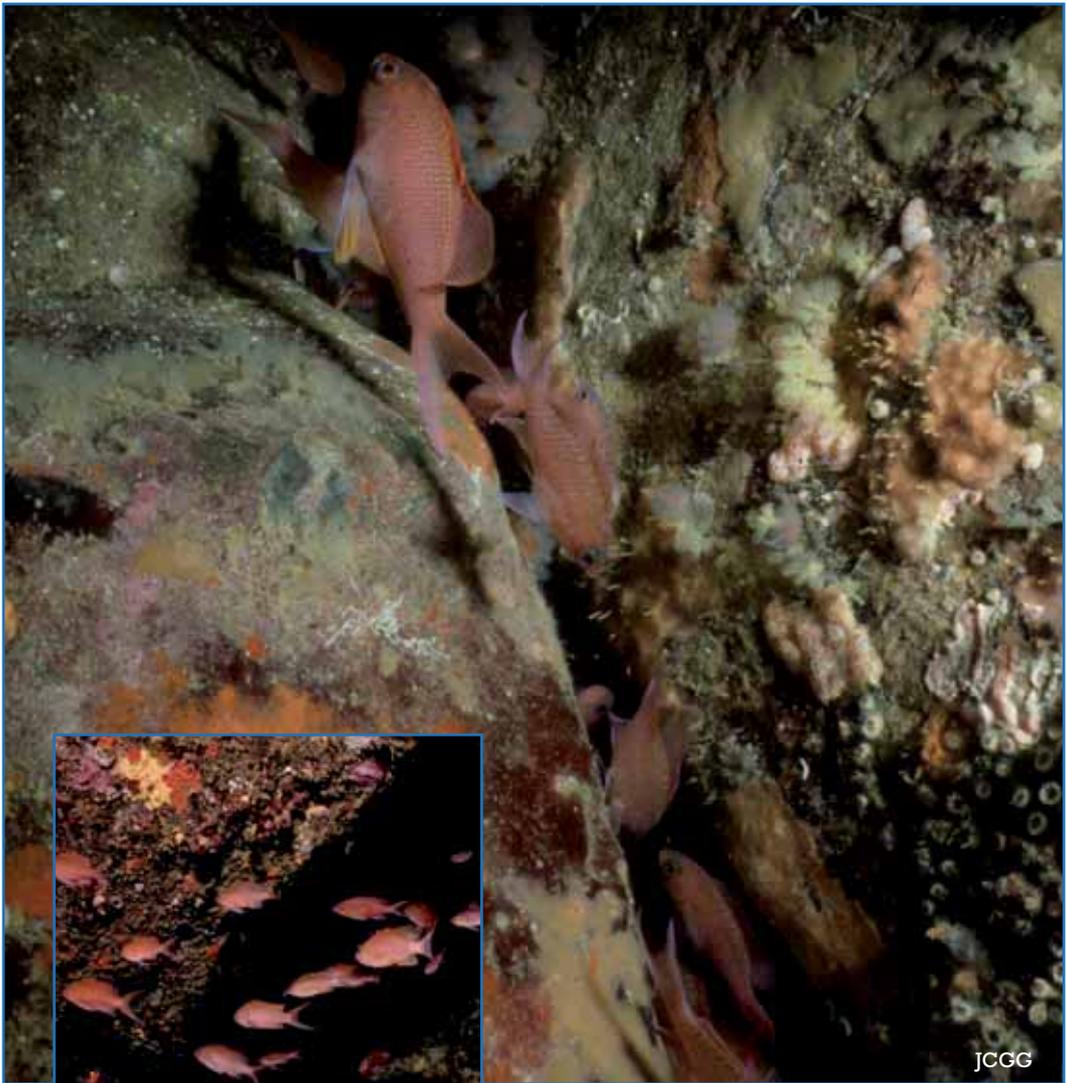
Distribución

Mediterráneo y Atlántico, incluido el Mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar, donde es muy abundante.



JCCG

Fot. 571



Fot. 572



Fot. 573

Sensibilidad ambiental

Es una especie sensible que requiere de aguas limpias, impolutas y renovadas (García-Gómez, 2007), por lo que suele ser más abundante en las áreas que cuentan con medidas de protección que en las que no las poseen (Cecchi *et al.*, 2007; Consoli *et al.*, 2013). Hace las delicias de los buceadores, no sólo por su abundancia y color, sino por vivir muy próxima a las superficies rocosas, permitiendo un acercamiento al submarinista que se siente gratamente acompañado en los fondos rocosos donde esta especie vive (Templado *et al.*,

2012). Por esta razón, en las zonas habituales de buceo, entre 20 y 40 metros, estos acompañantes permanentes se echarán en falta si aparece un factor de perturbación grave que provoque su huída y desaparición de las zonas donde siempre estaban presentes.

Aunque no hemos podido confirmarlo, si bien esta especie es de hábitos sedentarios, al tener capacidad de huída activa ante un hipotético empeoramiento de las condiciones ambientales de su hábitat, puede ser de los primeros indicadores en advertir con su desaparición una perturbación ambiental en su fase inicial, con lo que tal vez los indicadores bentónicos fijos al sustrato no pueden ofrecer tan rápida respuesta (entre otras razones porque son prisioneros de su sustrato y no pueden huir). Como recomendación, en la zona de buceo habitual, debe elegirse una zona de fácil localización, donde el buceador observe la presencia continua de la especie en densas formaciones.



Fot. 574



Fot. 575

12.13. *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766)



Fot. 576

- Filo:** Chordata
Subfilo: Vertebrata
Clase: Actinopterygii
Orden: Gadiformes
Familia: Phycidae
Género *Phycis*
Nombre común: Brótola de roca

Descripción

La brótola tiene un cuerpo alargado, fusiforme y ligeramente comprimido lateralmente. Alcanza el metro de longitud y su color es marrón-parduzco con reflejos violáceos, pero se va aclarando por los lados hasta convertirse en blanco en el vientre. La cabeza es pequeña y la boca tan grande que alcanza el extremo del ojo. La mandíbula superior es más prominente que la inferior y los dientes son pequeños. Los ojos son relativamente grandes. Posee dos aletas dorsales de la misma altura, la primera es corta y la segunda bastante larga. Las aletas pectorales y la caudal son redondeadas. Las aletas ventrales, situadas por delante de las pectorales, son filamentosas, ahorquilladas y largas y su extremo alcanza el comienzo de la aleta anal (**fots. 576-578**).

Hábitat

Es una especie solitaria que vive en fondos rocosos, sobre todo en recovecos y cuevas (**fol. 579**). Desde 20 a 600 metros de profundidad.

Distribución

Mediterráneo y Atlántico oriental, desde Irlanda hasta las Islas de Cabo Verde incluido el Estrecho de Gibraltar.



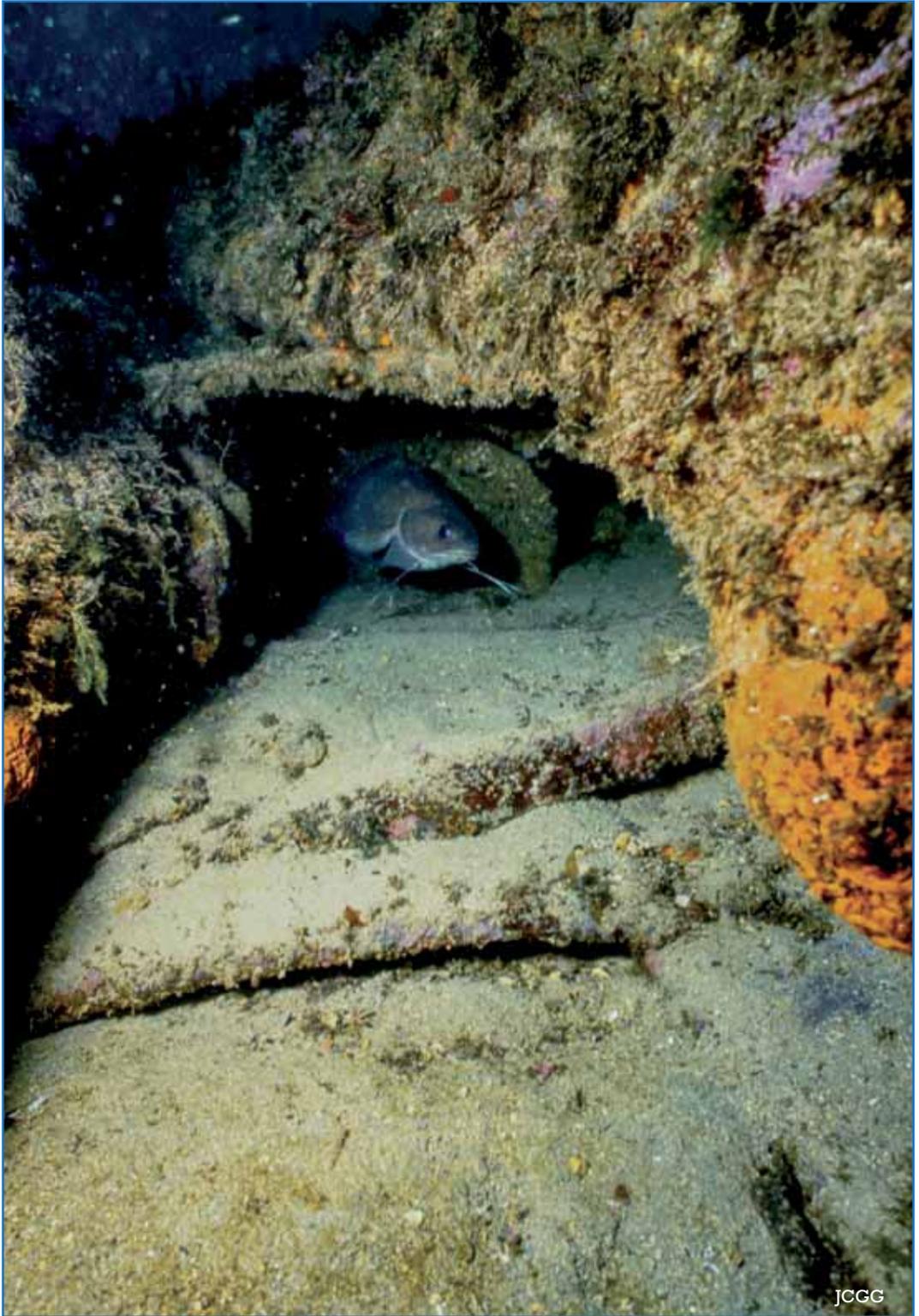
Fot. 577

Sensibilidad ambiental

Phycis phycis es una de las especies más características de los peces de los fondos del coralígeno español (Templado *et al.*, 2012), los cuales requieren siempre unas buenas condiciones ambientales. Una muestra de esta sensibilidad frente a los ambientes perturbados es que *P. phycis* también se vuelve más abundante en las zonas donde se implementan medidas de protección, respecto a las que no las poseen (Cecchi *et al.*, 2007). Por último, es una especie que muestra bajos valores de acumulación de diferentes elementos tóxicos y contaminantes (Carvalho *et al.*, 2005).



Fot. 578



JCCG

Fot. 579

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abrams, P. A. 1996. *Evolution and the consequences of species introductions and deletions*. *Ecology* 77: 1321-1328.
- Addis, P., Secci, M., Brundu, G., Manunza, A., Corrias, S. y Cau, A. 2009. Density, size structure, shell orientation and epibiontic colonization of the fan mussel *Pinna nobilis* L. 1758 (Mollusca: Bivalvia) in three contrasting habitats in an estuarine area of Sardinia (W Mediterranean). *Scientia Marina* 73(1): 143-152.
- Ahn, Y. B., Rhee, S. K., Fennell, D. E., Kerkhof, L. J., Hentschel, U. y Häggblom, M. M. 2003. Reductive Dehalogenation of Brominated Phenolic Compounds by Microorganisms Associated with the Marine Sponge *Aplysina aerophoba*. *Applied and Environmental Microbiology* 69(7): 4159-4166.
- Airoldi, L., Turón, X., Perkol-Finkel, S. y Rius, M. 2014. Corridors for aliens but not for natives: effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Diversity and Distributions* doi: 10.1111/ddi.12301.
- Albayrak, S. y Balkis, N. 2000. Hydroid Polyps of the Bosphorus. *Turkish Journal of Marine Sciences* 6(1): 41-53.
- Alfonso, M. I., Bandera, M. E., López-González, P. J. y García-Gómez, J. C. 1998. Spatio-temporal distribution of the cumacean community associated to seaweed as a bioindicator in Algeciras Bay. *Cahiers de Biologie Marine* 39: 197-205.
- Altamirano, M., Muñoz, A. R., De la Rosa, J., Barrajon-Minguez, A., Barrajon-Domenech, A., Moreno-Robledo, C. y Arroyo, M. C. 2008. The invasive species *Asparagopsis taxiformis* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta) on Andalusian coasts (Southern Spain): Reproductive stages. New records and invaded communities. *Acta Botanica Malacitana* 33: 5-15.
- Altug, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloglu, B., Dede, A., Keskin, Ç., Isinibilir, M., Çardak, M. y Çiftçi, P. S. 2011. Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records* 4: 1-17.
- Angiolillo, M., Bo, M., Bavestrello, G., Giusti, M., Salvati, E. y Canese, S. 2012. Record of *Ellisella paraplexauroides* (Anthozoa: Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* 5(4): 1-8.
- Araújo, M. F., Cruz, A., Humanes, M., Lopes, M. T., da Silva, J. A. L. y Fraústo da Silva, J. J. R. 1999. Elemental composition of Demospongiae from the eastern Atlantic coastal waters. *Chemical Speciation and Bioavailability* 11(1): 25-36.
- Araújo, R., Almeida, A. J. y Freitas, M. 2005. The impact of the oil spill of the tanker "Aragon" on the littoral fish fauna of Porto Santo (NE Atlantic Ocean) in 1991 and ten years later. *Bocagiana* 217: 1-8.
- Arévalo, R., Pinedo, S. y Ballesteros, E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55: 104-113.

- Arias, E. y Morales, E. 1979. Variación estacional de organismos adherentes en el puerto de Castellón de la Plana. *Investigaciones Pesqueras* 43(2): 353-382.
- Aristegui, J. 1987. Introducción al estudio de de las comunidades de Briozoos más representativas del litoral de las Islas Canarias. *Cahiers de Biologie Marine* 28: 323-338.
- Astier, J. M. y Tailliez, P. 1978. Impacts des effluents du grand collecteur du cap Sicié sur la vie des fonds marins. *Bulletin de la Fondation scientifique Ricard, Observatoire de la Mer* 3: 13-23.
- Astruch, P., Boudouresque, C. F., Bonhomme, D., Goujard, A., Antonioli, P. A., Bonhomme, P., Perez, T., Ruitton, S., Saint-Martin, T. y Verlaque, M. 2012. Mapping and state of conservation of benthic marine habitats and assemblages of Port-Cros national Park (Provence, France, northwestern Mediterranean Sea). *Scientific Reports of Port-Cros National Park* 26: 45-90.
- Azzurro, E., Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., La Mesa, G., Scarpato, A. y Axiak, V. 2010. Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Marine Environmental Research* 69: 390-397.
- Badalamenti, F., Ben Amer, I., Dupuy De La Grandrive, R., Foulquie, M., Milazzo, M., Sghaier, Y. R., Gomei, M. y Limam, A. 2011. *Scientific field survey report for the development of Marine Protected Areas in Libya*. Medpan South Project Technical Series, 31 pp.
- Bailey-Brock, J. H. y Krause, E. R. 2007. *Benthic Infauna Community Structure in Reef Sediments Adjacent to Sewage Outfalls at the Agana and Northern District Treatment Plants, Guam, Mariana Islands for 2005-2007*. Water Resources Research Center, University of Hawai 'i At Manoa, 80 pp.
- Baker, J. M., Hiscock, S., Hiscock, K., Levell, D., Bishop, G., Precious, M., Collinson, R., Kingsbury, R. y O'sullivan, A. J. 1931. The rocky shore biology of Bantry bay: a re-survey. *Irish Fisheries Investigations Series B (marine)* 23, 28 pp.
- Balata, D., Piazzzi, L., Cecchi, E. y Cinelli, F. 2005. Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition. *Marine Environmental Research* 60: 403-421.
- Balata, D., Piazzzi, L. y Cinelli, F. 2007. Increase of sedimentation in a subtidal system: Effects on the structure and diversity of macroalgal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351: 73-82.
- Ballesteros, E. 1992. *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixenen la seva distribució*. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques. 315 pp.
- Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 44: 123-195.
- Ballesteros, E. y Karim, B. M. 2003. The coralligenous in the Mediterranean Sea. Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). RAC/SPA- Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, 82 pp.

Ballesteros, E. y Pardo, S. 2004. Los bosques de algas pardas. En: Luque, A. A. y Templado, J. (coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp.223-236. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L. y De Torres, M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172-180.

Bandelj, V., Curiel, D., Lek, S., Rismondo, A. y Solidoro, C. 2009. Modelling spatial distribution of hard bottom benthic communities and their functional response to environmental parameters. *Ecological Modelling* 220: 2838–2850.

Barbaglio, A., Mozzi, D., Sugni, M., Tremolada, P., Bonasoro, F., Lavado, R., Porte, C. y Candia-Carnevali, M. D. 2006. Effects of exposure to ED contaminants (TPT-Cl and Fenarimol) on crinoid echinoderms: comparative analysis of regenerative development and correlated steroid levels. *Marine Biology* 149: 65-77.

Bard, S. M. 1998. A biological index to predict pulp mill pollution levels. *Water Environmental Research* 70(1): 108-122.

Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E., Moreno, D. (coords.). 2008. *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Consejería de Medio ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.

Barsanti, M., Delbono, I., Ferretti, O., Peirano, A., Bianchi, C. N. y Morri, C. 2007. Measuring change of Mediterranean coastal biodiversity: diachronic mapping of the meadow of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Gulf of Tigullio. (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Hydrobiologia* 580: 35–41.

Bazairi, H., Limam, A., Benhoussa, A., Navarro-Barranco, C., González, A. R., Maestre, M., Perez-Alcantara, J. P. y Espinosa, F. 2013. *Communautés biologiques marines du Cap des Trois Fourches (Méditerranée, Maroc): caractérisation, cartographie et orientations de gestion*. Ed. CAR/ASP - Projet MedMPAnet, Tunis, 98 pp.

Becerro, M. A., Uriz, J. M. y Turón, X. 1994. Trends in space occupation by the encrusting sponge *Crambe crambe*: variation in shape as a function of size and environment. *Marine Biology* 121: 301-307.

Bell, J. J. y Barnes, D. K. A. 2000. The distribution and prevalence of sponges in relation to environmental gradients within a temperate sea lough: vertical cliff surfaces. *Diversity and Distributions* 6: 283-303.

Ben Mustapha, K., Komatsu, T., Hattour, A., Sammari, C., Zarrouk, S., Souissi, A. y El Abed, A. 2002. Tunisian mega benthos from infra (*Posidonia* meadows) and circalittoral (*coralligenous*) sites. *Bulletin de L'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô* 29: 23-36.

Benedetti-Cecchi, L., Pannacciulli, F., Bulleri, F., Moschella, P. S., Airoidi, L., Relini, G. y Cinelli, F. 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* 214: 137–150.

Benkdad, A., Laissaoui, A., Tornero, M. V., Benmansour, M., Chakir, E., Moreno Garrido, I. y Blasco Moreno, J. 2011. Trace metals and radionuclides in macroalgae from Moroccan coastal Waters. *Environmental Monitoring and Assessment* 182: 317–324.

Bermejo, R., Vergara, J. J. y Hernández, I. 2012. Application and reassessment of the reduced species list index for macroalgae to assess the ecological status under the Water Framework Directive in the Atlantic coast of Southern Spain. *Ecological Indicators* 12: 46–57.

Bermejo, R., De la Fuente, G., Vergara, J. J. y Hernández, I. 2013. Application of the CARLIT index along a biogeographical gradient in the Alboran Sea (European Coast). *Marine Pollution Bulletin* 72: 107–118.

Bianchi, C. N. 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 580: 7–21.

Bianchi, C. N., Parravicini, V., Montefalcone, M., Rovere, A. y Morri, C. 2012. The Challenge of Managing Marine Biodiversity: A Practical Toolkit for a Cartographic, Territorial Approach. *Diversity* 4: 419-452.

Binark, N., Güven, K. C., Gezgin, T. y Ünlü, S. 2000. Oil Pollution of Marine Algae. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 64: 866-872.

Blandin, P. 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin Ecologie* 17(4): 211-307.

Blandin, P. y Lamotte, M. 1985. Écologie des systèmes et aménagement : fondements théoriques et principes méthodologiques, pp. 139-162. En: *Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire* (Lamotte, M. éd.), Masson, Paris.,

Bocchetti, R., Fattorini, D., Gambi, M. C. y Regoli, F. 2004. Trace metal concentrations and susceptibility to oxidative stress in the polychaete *Sabella spallanzani* (Gmelin) (Sabellidae): potential role of antioxidants in revealing stressful environmental conditions in the Mediterranean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 46: 353-361.

Boisset-López, F. 1989. Influencia de la contaminación sobre las comunidades esciáfilas superficiales en régimen moderadamente batido del litoral valenciano. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46(1): 139-148.

Boisset-López, F. 1992. Las comunidades algales esciáfilas en régimen relativamente calmado del litoral levantino. Comportamiento de los parámetros bionómicos y estructurales en función de la profundidad. *Lazaroa* 13: 5-22.

Bokn, T. L., Murray, S. N., Moy F. E. y Magnusson, J. B. 1992. *Changes in fucoïd distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90*. En: *Acta Phytogeographica Suecica* 78 (Eds. Sjogren, E., Wallentinus, I. y Snoeijs, P.), pp. 117-124. OPULUS Press A B, Uppsala.

Borja, A., Aguirrezabalaga, F., Martínez, J., Sola, J. C., García-Arberas, L. y Gorostiaga, J. M. 2004. Benthic communities, biogeography and resources management. *Elsevier Oceanography Series. Oceanography and Marine Environment of the Basque Country* 70: 455–492.

Borja, A., Fernández, J. A. y Orive, E. 2012. Aplicación de métodos numéricos al estudio de la distribución de los organismos bentónicos del intermareal rocoso de Vizcaya. *Oecologia aquatica* 6: 147-157.

Boudouresque, C. F. 2002. Protected marine species, prevention of species introduction and the national environmental agencies of Mediterranean countries: professionalism or amateurishness? En: Actes du congrès international "Environnement et identité en Méditerranée", Corte, 3-5 July 2002, Université de Corse Pascal Paoli publ. 4: 75-85.

Boudouresque, C. F. y Verlaque. 2002. M. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin* 44: 32-38.

Boyra, A., Nascimento, F. J. A., Tuya, F., Sánchez-Jerez, P. y Haroun, R. J. 2004. Impact of sea-cage fish farms on intertidal macrobenthic assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 665-668.

Bramanti, L., Movilla, J., Gurón, M., Calvo, E., Gori, A., Dominguez-Carrió, C., Grinyó, J., López-Sanz, A., Martínez-Quintana, A., Pelejero, C., Ziveri, P. y Rossi, S. 2013. Detrimental effects of ocean acidification on the economically important Mediterranean red coral (*Corallium rubrum*). *Global Change Biology* 19: 1897-1908.

Breves-Ramos, A., Passeri-Lavrado, H., De Oliveira Ribeiro, A. y Gonçalves da Silva, S. H. 2005. Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in Areas with Different Pollution Levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48(6): 951-965.

Bullimore, B. 1896. Skomer marine reserve subtidal monitoring project. *Hydrobiologia* 142: 340.

Burton, M., Lock, K., Gibss, R. y Newman, P. 2008. *Parazoanthus axinellae* population. Skomer Marine Nature Reserve project status report 2007/08. CCW Regional Report CCW/WW/08/3, 99 pp.

Bussotti, S., Guidetti, P. y Belmonte, G. 2003. Distribution patterns of the cardinal fish, *Apogon imberbis*, in shallow marine caves in southern Apulia (SE Italy). *Italian Journal of Zoology* 73: 153-157.

Cabral, A. C. 2013. *Hidrozoários bênticos, em substrato artificial, como indicadores de condições ambientais na baía da Babitonga, Santa Catarina*. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 114 pp.

Cancemi, G., De Falco, G. y Pergent, G. 2003. Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 961-968.

Candia-Carnevali, M. D., Galassi, S., Bonasoro, F., Patruno, M. y Thorndyke, M. C. 2001. Regenerative response and endocrine disrupters in crinoid echinoderms: arm regeneration in *Antedon mediterranea* after experimental exposure to polychlorinated biphenyls. *The Journal of Experimental Biology* 204: 835-842.

CAPMA. 2012. *Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz. Informe final de resultados*. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 109 pp.

- Carballo, J. L. y Naranjo, S. 2002. Environmental assessment of a large industrial marine complex based on a community of benthic filter-feeders. *Marine Pollution Bulletin* 44: 605–610.
- Carballo, J. L., Sánchez-Moyano, J. E. y García-Gómez, J. C. 1994. Taxonomic and ecological remarks on boring sponges (Clionidae) from the Straits of Gibraltar (southern Spain): tentative bioindicators? *Zoological Journal of the Linnean Society* 112(4): 407-424.
- Carballo, J. L., Naranjo, S. A. y García-Gómez, J. C. 1996. Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Marine Ecology Progress Series* 135: 109-122.
- Carballo, J. L., Naranjo, S. y García-Gómez, J. C. 1997. Where does the Mediterranean Sea begin? Zoogeographical affinities of the littoral sponges of the Straits of Gibraltar. *Journal of Biogeography* 24: 223-232.
- Carvalho, M. L., Santiago, S. y Nunes, M. L. 2005. Assessment of the essential element and heavy metal content of edible fish muscle. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 382: 426-432.
- Carvalho, S., Barata, M., Pereira, F., Gaspar, M. B., Cancela da Fonseca, L. y Pousao-Ferreira, P. 2006. Distribution patterns of macrobenthic species in relation to organic enrichment within aquaculture earthen ponds. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1573-1584.
- Catarino, A. I., Cabral, H. N., Peeters, K., Pernet, P., Punjabi, U. y Dubois, P. 2008. Metal concentrations, sperm motility, and RNA/DNA ratio in two echinoderm species from a highly contaminated fjord (the Sørøfjord, Norway). *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(7): 1553–1560.
- Cattaneo-Vietti, R., Benatti, U., Cerrano, C., Giovine, M., Tazioli, S. y Bavestrello, G. 2003. A marine biological underwater depuration system (MUDS) to process waste waters. *Biomolecular Engineering* 20: 291-298.
- Cebrián, E., Martí, R., Uriz, J. M. y Turón, X. 2003. Sublethal effects of contamination on the Mediterranean sponge *Crambe crambe*: metal accumulation and biological responses. *Marine Pollution Bulletin* 46: 1273–1284.
- Cebrián, E., Úriz, M. J. y Turón, X. 2006. Sponges as biomonitors of heavy metals in spatial and temporal surveys in Northwestern Mediterranean: multispecies comparison. *Environmental Toxicology and Chemistry* 26: 2430–2439.
- Cecchi, E. y Piazzzi, L. 2010. A new method for the assessment of the ecological status of coralligenous assemblages. *Biologia Marina Mediterranea* 17(1): 162-163.
- Cecchi, E., Piazzzi, L. y Balata, D. 2007. Interaction between depth and protection in determining the structure of Mediterranean coastal fish assemblages. *Aquatic Living Resources* 20: 123–129.
- Cerrano, C., Totti, C., Sponga, F. y Bavestrello, G. 2006. Summer disease in *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862) (Cnidaria, Zoanthidea). *Italian Journal of Zoology* 73(4): 355-361.
- Cha, J. H., Kim, K. B., Song, J. N., Kim, I. S., Seo, J. B. y Kwoun, C. H. 2013. Comparative Study on the Fauna Composition of Intertidal Invertebrates between Natural and Artificial Substrata in the Northeastern Coast of Jeju Island. *Ocean Science Journal* 48(4): 319-328.

Charubhun, N., Charubhun, B. y Thongpan, A. 2003. Water Quality and Identification of Organisms Found at the Intake Water Area of South Bangkok Thermal Plant. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 37: 307-320.

Chabbi, N., Mastrototaro, F. y Missaoui, H. 2010. Ascidio fauna from the gulf of Hammamet (Mediterranean sea, Tunisia). *Bulletin de L'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô* 37: 51-56.

Chebbi, N. 2010. *Etude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies de Tunisie*. Tesis doctoral. Institut National Agronomique de Tunisie, 301 pp.

Chia, F. 1973. Killing of marine larvae by diesel oil. *Marine Pollution Bulletin* 4(2): 29-30.

Chrysovergis, F. y Panayotidis, P. 1995. Évolution des peuplements macrophytobenthiques le long d'un gradient d'eutrophisation (Golfe de Maliakos, Mer Egée, Grèce). *Oceanologica Acta* 8(6): 649-658.

Cima, F., y Ballarin, L. 2008. Effects of antifouling paints alternative to organotin-based ones on macrofouling biocoenosis of hard substrates in the lagoon of Venice. *Fresenius Environmental Bulletin* 17: 1901-1908.

Claudet, J., Pelletier, D., Jouvenel, J. Y., Bachet, F. y Galzin, R. 2006. Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. *Biological Conservation* 130: 349-369.

Cocito, S., Bedulli, D. y Sgorbini, S. 2002. Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Scientia Marina* 66: 175-181.

Coito, R., Torres, P., Costa, M. C., Humanes, M. y Almeida, M. 2007. Acetylcholinesterase activity in marine sponges from the Portuguese coast. *Revista lusófona de Ciências e Tecnologias da Saúde* 4(2): 202-214.

Conradi, M., López-González, P. J. y García-Gómez, J. C. 1997. The amphipod community as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula) based on a spatio-temporal distribution. *Marine Ecology PSZN* 18(2): 97-111.

Conradi, M., López-González, P. J., Cervera, J. L. y García-Gómez, J. C. 2000. Seasonality and spatial distribution of peracarids associated with the bryozoan *Bugula neritina* (L.) in Algeciras Bay, Spain. *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 334-349.

Consoli, P., Sarà, G., Mazza, G., Battaglia, P., Romeo, T., Incontro, V. y Andaloro, F. 2013. The effects of protection measures on fish assemblage in the Plemmirio marine reserve (Central Mediterranean Sea, Italy): A first assessment 5 years after its establishment. *Journal of Sea Research* 79: 20-26.

Contardo-Jara, V., Miyamoto, J. H. S., Da Gama, B. A. P., Molis, M., Wahl, M. y C. Pereira, R. C. 2006. Limited evidence of interactive disturbance and nutrient effects on the diversity of macrobenthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 308: 37-48.

- Cook, P. L. 1967. Polyzoa (Bryozoa) from West Africa. The Pseudostega, the Cribrimorpha and some Ascophora Imperfecta. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology* 15(7): 321-351.
- Corriero, G., Gherardi, M., Giangrande, A., Longo, C., Mercurio, M., Musco, L. y Marzano, C. N. 2004. Inventory and distribution of hard bottom fauna from the marine protected area of Porto Cesareo (Ionian Sea): Porifera and Polychaeta. *Italian Journal of Zoology* 71: 237-245.
- Corriero, G., Longo, C., Mercurio, M., Marchini, A. y Occhipinti-Ambrogi, A. 2007. Porifera and Bryozoa on artificial hard bottoms in the Venice Lagoon: Spatial distribution and temporal changes in the northern basin. *Italian Journal of Zoology* 74(1): 21-29.
- Cranston, P. S., Fairweather, P. y Clarke, G. 1996. Biological indicators of water quality. En: *Indicators of Catchment Health: a technical perspective* (Eds: Walter, J. y Reuter, D. J.). CSIRO, Melbourne, pp. 143-154.
- Cullinane, J. P. y McCarthy, P. 1975. The effect of oil pollution in Bantry Bay. *Marine Pollution Bulletin* 6(11): 173-176.
- Cúrdia, J., Monteiro, P., Afonso, C. M. L., Santos, M. N., Cunha, M. R. y Gonçalves, J. M. S. 2013. Spatial and depth-associated distribution patterns of shallow gorgonians in the Algarve coast (Portugal, NE Atlantic). *Helgoland Marine Research* 67: 521-534.
- Davies, J. 1998. Bristol Channel and approaches (Cape Cornwall to Cwm yr Eglwys, Newport Bay) (MNCR Sector 9). En: *Marine Nature Conservation Review. Benthic marine ecosystems of Great Britain and the north-east Atlantic*, Ed. K. Hiscock, 255-295. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee. (Coasts and seas of the United Kingdom. MNCR series.)
- De Caralt, S., López-Legentil, S., Tarjuelo, I., Úriz, M. J. y Turón, X. 2002. Contrasting biological traits of *Clavelina lepadiformis* (Ascidacea) populations from inside and outside harbours in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 244: 125-137.
- De Felice, R. C., Eldredge, L. G. y Carlton, J. T. 2001. *Salmacina dysteri* (Huxley, 1885). En: *A Guidebook of Introduced Marine Species in Hawaii* (Eds. Eldredge, L. G. y Smith, C. M.), pp 35-36. Bishop Museum Technical Report 21.
- De Juan, S., Lo Iacono, C. y Demestre, 2013. M. Benthic habitat characterisation of soft-bottom continental shelves: Integration of acoustic surveys, benthic samples and trawling disturbance intensity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 117: 199-209.
- Derrien-Courtel, S., Le Gal, A., Mercier-Pécard, M., Derrien, R. y Decaris, F. X., 2008. *Résultats de la surveillance du Benthos. Région Bretagne. Suivi stationnel des roches subtidales 2007*, Volume 1. Muséum National d'Histoire Naturelle - Station de Biologie Marine de Concarneau. Département Milieux et Peuplements Aquatiques, 315 pp.
- Di Franco, A., Milazzo, M., Baiata, P., Tomasello, A. y Chemello, R. 2009. Scuba diver behaviour and its effects on the biota of a Mediterranean marine protected area. *Environmental Conservation* 36: 32-40.
- Dietl, G. P. y Alexander, R. R. 2005. High frequency and severity of breakage-induced shell repair in western Atlantic Pinnidae (Bivalvia). *Journal of Molluscan Studies* 71(3): 307-311.

- Díez, I., Secilla, A., Santolaria, A. y Gorostiaga, J. M. 1999. Phytobenthic Intertidal Community Structure Along an Environmental Pollution Gradient. *Marine Pollution Bulletin*, 38(6): 463-472.
- Díez, I., Santolaria, A. y Gorostiaga, J. M. 2003. The relationship of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 1041-1054.
- Díez, I., Secilla, A., Santolaria, A. y Gorostiaga, J. M. 2007. Assessing the Impact of 'Prestige' oil spill in Phytobenthic Intertidal Communities from the Basque coast: Results from 2004 to 2005. *Abstracts book of the Symposium on Marine Accidental Oil Spills – VERTIMAR*, 118 pp.
- Díez, I., Santolaria, A., Secilla, A. y Gorostiaga, J. M. 2009. Recovery stages over long-term monitoring of the intertidal vegetation in the 'Abra de Bilbao' area and on the adjacent coast (N. Spain). *European Journal of Phycology* 44(1): 1-14.
- Díez, I., Bustamante, M., Santolaria, A., Tajadura, J., Mugerza, N., Borja, A., Muxika, I., Saiz-Salinas, J. I. y Gorostiaga, J. M. 2012. Development of a tool for assessing the ecological quality status of intertidal coastal rocky assemblages, within Atlantic Iberian coast. *Ecological Indicators* 12: 58-71.
- Díez, I., Santolaria, A., Mugerza, N. y Gorostiaga, J. M. 2013. Measuring restoration in intertidal macrophyte assemblages following sewage treatment upgrade. *Marine Environmental Research* 84: 31-42.
- Dolenec, T., Vokal, B. y Dolenc, M. 2005. Nitrogen-15 signals of anthropogenic nutrient loading in *Anemonia sulcata* as a possible indicator of human sewage impacts on marine coastal ecosystems: a case study of Pirovac Bay and the Murter Sea (Central Adriatic). *Croatica Chemica Acta* 78(4): 593-600.
- Dolenec, T., Lojen, S., Kniewald, G., Dolenc, M., y Rogan, N. 2006. $\delta^{15} \text{N}$ of particulate organic matter and *Anemonia sulcata* as a tracer of sewage effluent transport in the marine coastal ecosystem of Pirovac Bay and the Murter Sea (Central Adriatic). *Materials and Geoenvironment* 53(1): 1-13.
- Dyrynda, P. 2005. The Ecology of Poole Harbour. *Proceedings in Marine Science* 7: 109-130.
- Echavarri-Erasun, B., Juanes, J. A., García-Castrillo, G. y Revilla, J. A. 2007. Medium-term responses of rocky bottoms to sewage discharges from a deepwater outfall in the NE Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 54: 941-954.
- El-Komi, M. M. 1991. Incidence and Ecology of Marine Fouling Organisms in the Eastern Harbour of Alexandria, Egypt. *Marine Pollution Bulletin* 23: 289-206.
- El-Lakhrach, H., Hattour, A., Jarboui, O., Elhasni, K. y Ramos-Esplá, A. A. 2012. Spatial distribution and abundance of the megabenthic fauna community in Gabes gulf (Tunisia, eastern Mediterranean Sea). *Mediterranean Marine Science* 13(1): 12-29.
- El-Wahidi, M., El-Amraoui, B., Biard, J. F., Uriz, M. J., Fassouane, A. y Bamhaoud, T. 2011. Seasonal and geographical variation range of antifungal activity of sponge extracts from the Moroccan Atlantic coasts. *Journal de Mycologie Médicale* 21: 28-32.

- Emara, A. M. y Belal, A. A. 2004. Marine fouling in Suez Canal, Egypt. *Egyptian journal of Aquatic Research* 30(A): 189-206.
- Erwin, P. M., López-Legentil, S., González-Pech, R. y Turón, X. 2012. A specific mix of generalists: bacterial symbionts in Mediterranean *Ircinia* spp. *Microbiological Ecology* 79: 619–637.
- Escoubet, S., Woittrain, F., Arnaud, A. y Escoubet, P. 2001. Some observations about *Astrospartus mediterraneus* and *Centrostephanus longispinus* in captivity. *Bulletin de l'Institut océanographique*, Monaco, n° spécial 20, fascicule 1.
- Espinosa, F. 2005. *Caracterización biológica del molusco protegido Patella ferruginea Gmelin, 1791 (Gastropoda: patellidae): bases para su gestión y conservación*. Tesis doctoral. Laboratorio de Biología Marina – Universidad de Sevilla, 329 pp.
- Espinosa, F., Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2007. Sewage pollution and extinction risk: an endangered limpet as a bioindicator? *Biodiversity and Conservation* 16: 377-397.
- Estacio, F., García-Adiego, E., Fa D., García-Gómez, J. C., Daza, J. L., Hortas, F. y Gómez-Ariza, J. L. 1997. Ecological analysis in a polluted area of Algeciras Bay (Southern Spain): external vs. Internal outfalls and environmental implications. *Marine Pollution Bulletin* 34(10): 780-793.
- Estacio, F., García-Adiego, E. M., Carballo, J. L., Sánchez-Moyano, J. E. y García-Gómez, J. C. 1999. Interpreting temporal disturbances in an estuarine benthic community under combined anthropogenic and climatic effects. *Journal of Coastal Research* 15(1): 155-167.
- Ezzat, L., Merle, P. L., Furla, P., Buttler, A. y Ferrier-Page, C. 2013. The response of the mediterranean gorgonian *Eunicella Singularis* to thermal stress is independent of its nutritional regime. *PLoS ONE* 8(5) e64370.
- Fa, D. A., Sánchez-Moyano, J. E., García-Asencio I., García-Gómez, J. C., Finlayson, C. y Shearer, M. 2003. A comparative study of the marine ecoregions of the South Iberian Peninsula, as identified from different coastal habitats. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19(1.4): 135-147.
- Falcao, C. y Menezes de Széchy, M. T. 2005. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina* 48: 208–217.
- Fattorini, D. y Regoli, F. 2004. Arsenic speciation in tissues of the Mediterranean polychaete *Sabella spallanzanii*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 1881-1887.
- Fernández-Torquemada, Y., González-Correa, J. M., Martínez, J. E. y Sánchez-Lizaso, J. L. 2005. Evaluation of the effects produced by the construction and expansion of marinas on *Posidonia oceanica* (L.) Delile Meadows. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 49: 94-99.
- Foveau, A., Desroy, N., Dewarumez, J. M., Dauvin, J. C. y Cabioch, L. 2008. Long-term changes in the sessile epifauna of the Dover Strait pebble community. *Journal of Oceanography, Research and Data* 1: 1-11.

Francour, P., Boudouresque, C. F., Harmelin, J. G., Harmelin-Vivien, M. L. y Quignard, J. P. 1994. Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin* 28: 523–526.

Friedrich, A. B., Fischer, I., Proksch, P., Hacker, J. y Hentschel, U. 2001. Temporal variation of the microbial community associated with the mediterranean sponge *Aplysina aerophoba*. *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Ecology* 38: 105-113.

Gadelha, J. R., Ferreira, V. A. M., Abreu, S. N., Soares, A. M. V. M. y Morgado, F. M. R. 2010. Experimental mercury bioaccumulation trends in sea anemone *Actinia equina* exposed to chlor-alkali industry effluent contaminated water. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry - Biological Responses to Contaminants* 3: 149-157.

Galil, B. 2007. *Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea*. *Marine Pollution Bulletin* 55: 314-322.

Galil, B. 2012. *Truth and consequences: the bioinvasion of the Mediterranean Sea*. *Integrative Zoology* 7(3): 299-311.

García, P., Gutierrez Pesquera, L. M. y Zapico Redondo, E. 2011. Macroalgae in the intertidal zone of Cantabrian Sea: richness, cover of characteristic and opportunistic species. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21: 7–16.

García-Charton, J. A., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Claudet, J., Badalamenti, F., Benedetti-Cecchi, L., Falcón, J. M., Milazzo, M., Schembri, P. J., Stobart, B., Vandeperre, F., Brito, A., Chemello, R., Dimech, M., Domenici, P., Guala, I., LeDiréach, L., Maggi, E. y Planes, S. 2008. Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: Do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems?. *Journal for Nature Conservation* 16: 193-221.

García-Gómez, J. C. 2002. *Paradigmas de una fauna insólita. Los Moluscos Opisthobranchios del Estrecho de Gibraltar*. Publicaciones del Instituto de Estudios Campogibaltareños. Serie Ciencias 29, 397 pp.

García-Gómez, J. C. 2007. *Biota Litoral y Vigilancia Ambiental en las Áreas Marinas Protegidas*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, 193 pp.

García-Gómez, J. C. 2008. Implicaciones de la biodiversidad marina en la evaluación de impactos, vigilancia ambiental y conservación del medio litoral, pp: 169-183. En: *Biodiversidad*. Ed. Presidència de la Generalitat, Fundació Premios Rey Jaime I.

García-Gómez, J. C. y Magariño, S. 2010. *Bucear en el último confín de Europa, la isla de Tarifa*. Instituto de Estudios Campogibaltareños, Algeciras, 349 pp.

García-Gómez, J. C., Manzano, C. y Olaya-Ponzzone, L. 1997. Los Océanos y el Litoral Andaluz como escenario. En: *Naturaleza de Andalucía: El Mar* (2), Ed. Giralda, pp. 27-81.

García-Gómez, J. C., López-Fé, C. M., Espinosa, F., Guerra-García J. M. y Rivera-Ingraham, G. A. 2011. Marine artificial micro-reserves: a possibility for the conservation of endangered species living on artificial substrata. *Marine Ecology* 32: 6–14.

García-Gómez, J. C., Guerra-García, J. M., Espinosa, F., Maestre, M. J., Rivera-Ingraham, G. A., Fa, D., González, A. R., Ruiz-Tabares, A. y López-Fé, C.M. 2014. Artificial Marine Micro-Reserves Networks (AMMRNs): an innovative approach to conserve marine littoral biodiversity and protect endangered species. *Marine Ecology*, MAE-1921.R1.

García-Gómez, J. C., González, A. R., Maestre, M. J. y Espinosa, F. 2015. Long-term pattern of sessile bioindicators monitoring (rocky shores). Alert system proposal to detect coastal disturbances and climate change effects. (en curso de publicación)

García-Sánchez, M., Pérez-Ruzafa, I. M., Marcos, C. y Pérez-Ruzafa, A. 2012. Suitability of benthic macrophyte indices (EEI, E-MaQI and BENTHOS) for detecting anthropogenic pressures in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain). *Ecological Indicators* 19: 48-60.

Garrabou, J. 1997. *Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient: a Geographical Information system (GIS) approach*. Tesis doctoral. Departamento Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, 214 pp.

Garrabou, J. y Ballesteros, E. 2000. Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum* (Corallinales, Rhodophyta) in the northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* 35: 1-10.

Garrabou, J. y Harmelin, J. G. 2002. A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *Journal of Animal Ecology* 71: 966-978.

Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A. y Zabala, M. 1998. The impact of diving on rocky sublittoral communities: A case of study of a bryozoan population. *Conservation Biology* 12(2): 302-312.

Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., y Harmelin, J. G. 2001. Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series* 217: 263-272.

Garrabou, J., Coma, R., Bensoussan, N., Bally, M., Chevaldonné, P., Cigliano, M., Díaz, D., Harmelin, J. G., Gambi, M. C., Kersting, D. K., Ledoux, J. B., Lejeusne, C., Linares, C., Marschal, C., Pérez, T., Ribes, M., Romano, J. C., Serrano, E., Teixido, N., Torrents, O., Zabala, M., Zuberer, F. y Cerrano, C. 2009. Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* 15: 1090-1103.

Geertz-Hansen, O., Enríquez, S., Duarte, C. M., Agustí, S., Vaqué, D. y Vidondo, B. 1994. Functional implications of the form of *Codium bursa*, a balloon-like Mediterranean macroalga. *Marine Ecology Progress Series* 108: 153-160.

Geisser, S y Greenhouse, S. W. 1958. An extension of Box' results on the use of *F* distribution in multivariate analysis. *Annals of Mathematical Statistics* 29: 885-891.

Geraci, S. y Relini, G. 1970. Fouling di zone inquisite. Osservazioni nel Porto di Genova. I. Briozoi. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 38: 21-32.

Giangrande, A. 1988. Polychaete zonation and its relation to algal distribution down a vertical cliff in the western Mediterranean (Italy): a structural analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 120: 263-276.

Giménez-Casalduero, F., Gomariz-Castillo, F. J. y Calvín, J. C. 2011. Hierarchical classification of marine rocky landscape as management tool at southeast Mediterranean coast. *Ocean & Coastal Management* 54: 497-506.

Golubic, S. 1970. Effect of organic pollution on benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 1(4): 56-57.

Gonçalves, J. M. S., Bentes, L., Coelho, R., Monteiro, P., Ribeiro, J., Correia, C., Lino, P. G. y Erzini, K. 2008. Non-commercial invertebrate discards in an experimental trammel net fishery. *Fisheries Management and Ecology* 15: 199-210.

González del Val, A., Platas, G., Basilio, A., Cabello, A. Gorrochategui, J., Suay, I., Vicente, F., Portillo, E., Jiménez del Río, M., García-Reina, G. y Peláez, F. 2001. Screening of antimicrobial activities in red, green and brown macroalgae from Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *International Microbiology* 4: 35-40.

González-Irusta, J. M., Punzón, A. y Serrano, A. 2012. Environmental and fisheries effects on *Gracilechinus acutus* (Echinodermata: Echinoidea) distribution: is it a suitable bioindicator of trawling disturbance?. *ICES Journal of Marine Science* 69(8): 1457-1465.

Gori, A., Rossi, S., Berganzo, E., Pretus, J. L., Dale, M. R. T. y Gili J. M. 2011. Spatial distribution, abundance and relationship with environmental variables of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata* and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology* 158: 143-158.

Gorostiaga, J. M. y Díez, I. 1996. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). *Marine Ecology Progress Series* 130: 157-167.

Gorostiaga, J. M., Santolaria, A., Secilla, A. y Díez, I. 1998. Sublittoral Benthic Vegetation of the Eastern Basque Coast (N. Spain): Structure and Environmental Factors. *Botanica Marina* 41: 455-465.

Gorostiaga, J. M., Borja, A., Díez, I., Francés, G., Pagola-Carte, S. y Sáiz-Salinas, J. I. 2004. Recovery of benthic communities in polluted systems. *Elsevier Oceanography Series. Oceanography and Marine Environment of the Basque Country* 70: 549-578.

Green R. H. 1979. *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*. John Wiley & Sons, New York, 257 pp.

Greenhouse, S. W. y Geisser, S. 1959. On methods in the analysis of profile data. *Psycho-metrika* 24: 95-112.

Greenstreet, S. P. R., Rossberg, A. G., Fox, C. J., Le Quesne, W. J. F., Blasdale, T., Boulcott, P., Mitchell, I., Millar, C. y Moffat, C. F. 2012. Demersal fish biodiversity: species-level indicators and trends-based targets for the Marine Strategy Framework Directive. *Journal of Marine Science* 69(10): 1789-1801.

Grubelić, I., Antolić, B., Despalatović, M., Grbec, B. y Beg-Paklar, G. 2004. Effect of climatic fluctuations on the distribution of warm-water coral *Astroides calycularis* in the Adriatic Sea: new records and review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 599-602.

Guallart, J. y Templado, J. 2012. *Pinna nobilis*. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 81 pp.

Guarnieri, G., Terlizzi, T., Bevilacqua, S. y Fraschetti, S. 2012. Increasing heterogeneity of sensitive assemblages as a consequence of human impact in submarine caves. *Marine Biology* 159: 1155–1164.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2001. The spatial distribution of Caprellidea (Crustacea: Amphipoda): A stress bioindicator in Ceuta (North Africa, Gibraltar Area). *Marine Ecology PSZN* 22(4): 357-367.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2004a. Crustacean assemblages and sediment pollution in an exceptional case study: a harbour with two opposing entrances. *Crustaceana* 77(3): 353-370.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2004b. Poychaete assemblages and sediment pollution in a harbour with two opposing entrances. *Helgoland Marine Research* 58: 183-191.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2005a. Assessing pollution levels in sediments of an unusual harbour with two opposing entrances. *Journal of Environmental Management* 77: 1-11.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2005b. Oxygen levels versus chemical pollutants: do they have similar influence on macrofaunal assemblages.? A case study in a harbour with two opposing entrances. *Environmental Pollution* 135: 281-291.

Guerra-García, J. M. y García-Gómez, J. C. 2006. Recolonization of defaunated sediments: Fine versus gross sand dredging versus experimental trays. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68: 328-342.

Guerra-García, J. M., Corzo, J. y García-Gómez, J. C. 2003a. Short-Term Benthic Recolonization after Dredging in the Harbour of Ceuta, North Africa. *Marine Ecology PSZN* 24(3): 1-13.

Guerra-García, J. M., Corzo, J. y García-Gómez, J. C. 2003b. Distribución vertical de la macrofauna en sedimentos contaminados del interior del puerto de Ceuta. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19: 105-121.

Guerra-García, J. M., González-Vila, F. J. y García-Gómez, J. C. 2003c. Aliphatic hydrocarbon pollution and macrobenthic assemblages in Ceuta harbour: a multivariate approach. *Marine Ecology Progress Series* 263: 127-138.

Guerra-García, J. M., Maestre, M. J., González, A. R. y García-Gómez, J. C. 2006. Assessing a quick monitoring method using rocky intertidal communities as a bioindicator: a multivariate approach in Algeciras Bay. *Environmental Monitoring and Assessment* 116: 345–361.

Guidetti, P., Fanelli, G., Fraschetti, S., Terlizzi, A. y Boero, F. 2002. Coastal fish indicate human-induced changes in the Mediterranean littoral. *Marine Environmental Research* 53: 77–94.

- Guidetti, P., Terlizzi, A., Frascchetti, S. y Boero, F. 2003. Changes in Mediterranean rocky-reef fish assemblages exposed to sewage pollution. *Marine Ecology Progress Series* 253: 269–278.
- Guidetti, P., Frascchetti, S., Terlizzi, A. y Boero, F. 2004. Effects of desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fishery on littoral fish assemblages along rocky coasts of southeastern Italy. *Conservation Biology* 18(5): 1417-1423.
- Guinda, X., Juanes, J. A., Puente, A. y Echavarri-Erasun, B. 2012. Spatial distribution pattern analysis of subtidal macroalgae assemblages by a non-destructive rapid assessment method. *Journal of Sea Research* 67: 34–43.
- Guiry, M. D. 1973. The Marine Algal Flora of Bantry Bay, Co. Cork. *Irish Fisheries Investigations Series B (Marine)* 10, 23 pp.
- Hall-Spencer, J. M., Froggia, C., Atkinson, R. J. A. y Moore, P. G. 1999. The impact of Rapido trawling for scallops, *Pecten jacobaeus* (L.), on the benthos of the Gulf of Venice. *Journal of Marine Science* 56: 111–124.
- Hardisson, A., Frias, I. y de Bonis, A. 1998. Mercury in algae of the Canary Islands littoral. *Environment International* 24(8): 945-950.
- Hardy, F. G., Evans, S. M. y Tremayne, M. A. 1993. Long-term changes in the marine macroalgae of three polluted estuaries in north-east England. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 172: 81-92.
- Harmelin, J. G. y Capo, S. 2002. *Effects of sewage on bryozoan diversity in Mediterranean rocky bottoms*. En: Wyse Jackson, P. N., Buttler, C. J. y Spencer-Jones, M. (editores), *Bryozoan Studies 2001*: 151-158. A. A. Balkema Publishers, Lisse, Abingdon, Exton, Tokyo.
- Hartl, M. G. J. y Ott, J. A. 1999. An *In-Situ* Study on the Influence of Ascidian Suspension Feeding on the Subtidal Nepheloid Layer in the Northern Adriatic Sea. *Marine Ecology* 20: 359-372.
- Hartnoll, R. G. 1998. Volume VIII. Circalittoral faunal turf biotopes. Scottish Association of Marine Sciences (UK Marine SAC Project), Oban, Scotland, 109 pp.
- Hayward, P. J. y Ryland, J. S. 1998. Cheilostomatous Bryozoa. Part I. Aeteoidea-Cribrilinoidea. *Synopses of the British Fauna (N. Ser.)* 10 (2ª ed.). Field Studies Council, Shrewsbury.
- Hergueta, E., Salas, C. y García-Raso, J. E. 2004. Las formaciones de *Mesophyllum alternans*. En: Luque, A. A. y Templado, J. (coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp. 223-236. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Hiscock, K., Southward, A.J., Tittley, I. y Hawkins, S. J. 2004. Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 333-362.
- Hiscock, K., Sharrock, S., Highfield, J. y Snelling, D. 2010. Colonization of an artificial reef in south-west England – ex-HMS ‘Scylla’. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90(1): 69-94.

- Horridge, G. A. 1951. Occurrence of *Asparagopsis armata*-harv on the Scilly isles. *Nature* 167: 732-733.
- Hughes, S. J. M., Jones, D. O. B., Hauton, C., Gates, A. R. y Hawkins, L. E. 2010. An assessment of drilling disturbance on *Echinus acutus* var. *norvegicus* based on in-situ observations and experiments using a remotely operated vehicle (ROV). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 395: 37-47.
- Ibrahim, A. 2009. Impacts of urban activities on the coastal and marine ecosystems of Syria, and the adaptative measures. *Impact of large coastal Mediterranean cities on marine ecosystems, Alexandria, Egypt*, 1-4.
- Iserentant, R. y De Sloover, J. L. 1976. Le concept de bioindicateurs. *Mém. Soc. Roy. Bot. Belg.* 7: 15-24.
- Jeffrey, D. W., Madden, B. y Rafferty, B. 1993. Beach Fouling by *Ectocarpus siliculosus* in Dublin Bay. *Marine Pollution Bulletin* 26: 51-53.
- Jelic-Mrcelic, G., Sliskovic, M. y Antolic, B. 2006. Biofouling communities on test panels coated with TBT and TBT-free copper based antifouling paints. *Biofouling* 22(5): 293-302.
- Juanes, J. A., Guinda, X., Puente, A. y Revilla, J. A. 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. *Ecological Indicators* 8: 351-359.
- Juanes, J. A. *et al.* 2010. Intercalibration of biological elements for transitional and coastal water bodies. North East Atlantic GIG: Coastal Waters - Macroalgae and Angiosperms. Macroalgae - Parameter intertidal or subtidal macroalgae rocky bottom, 109 pp.
- Junoy, J. y Viéitez, J. M. 2008. Especies protegidas por la legislación recogidas durante la campaña. En: *Informe final sobre los trabajos realizados en el Laboratorio de Bentos de la Universidad de Alcalá con las muestras recogidas durante la campaña PALAMÓS08 (convenio SGP-UAH)*, pp. 58-64. Dpto. de Zoología y Antropología Física, Universidad de Alcalá, 112 pp.
- Katsanevakis, S. y Thessalou-Legaki, M. 2009. Spatial distribution, abundance and habitat use of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay, Crete. *Aquatic Biology* 8: 45-54.
- Kiirikki, M. y Blomster, J. 1996. Wind induced upwelling as a possible explanation for mass occurrences of epiphytic *Ectocarpus siliculosus* (Phaeophyta) in the northern Baltic Proper. *Marine Biology* 127: 353-358.
- Klein, J. C. y Verlaque, M. 2009. Macroalgal assemblages of disturbed coastal detritic bottoms subject to invasive species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82: 461-468.
- Klein, J. C., Ruitton, S., Verlaque, M. y Boudouresque, C. F. 2005. Species introductions, diversity and disturbances in marine macrophyte assemblages of the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 290: 79-88.
- Knight-Jones, P., Knight-Jones, W. y Ergen, Z. 1991. Sabelliform polychaetes, mostly from Turkey's Aegean coast. *Journal of Natural History* 25: 837-858.

- Kočak, F. 2008. Bryozoan assemblages at some marinas in the Aegean Sea. *Marine Biodiversity Records* 1, e45 doi:10.1017/S1755267207005325.
- Kocak, F. y Kucuksezgin, F. 2000. Sessile fouling organisms and environmental parameters in the marinas of the Turkish Aegean coast. *Indian Journal of Marine Sciences* 29: 149-157.
- Koechlin, N. y Grasset, M. 1998. Silver contamination in the marine polychaetes annelid *Sabella pavanina* S.: A cytological and analytical study. *Marine Environmental Research* 26: 249-265.
- Kružić, P. 2002. Marine fauna of the Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia). 1. Anthozoa. *Natura Croatica* 11: 265-292.
- Kružić, P., Zibrowius, H. y Pozar-Domac, A. 2002. Actiniaria and Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) from the Adriatic Sea (Croatia): First records, confirmed occurrences and significant range extensions of certain species. *Italian Journal of Zoology* 69: 345-353.
- Lambert, C. C. y Lambert, G. 1998. Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Marine Biology* 130: 675-688.
- Lanyon J. M. y Marsh, H. 1995. Temporal changes in the abundance of some tropical intertidal seagrasses in North Queensland. *Aquatic Botany* 49: 217-237.
- Lebrun P. 1981. L'Usage des bioindicateurs dans le diagnostic sur la qualité du milieu de vie, pp 13-14. En: *Ecologie appliquée: indicateurs biologiques et techniques d'études, Journées d'études, Grenoble*. Association Française des Ingénieurs Ecologues, Mainvilliers.
- Lejeusne, C., Chevaldonne, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F. y Pérez, T. 2010. Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology and Evolution*. 25(4): 250-260.
- Linares, C., Coma, R., Garrabou, J., Díaz, D. y Zabala, M. 2008. Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis*. *Journal of Applied Ecology* 45: 688-699.
- Littler, M. M. y Littler, D. S. 1981. Intertidal Macrophyte Communities from Pacific Baja California and the Upper Gulf of California: Relatively Constant vs. Environmentally Fluctuating Systems. *Marine Ecology Progress Series* 4: 145-158.
- Littler, M. M. y Murray, S. N. 1975. Impact of Sewage on the Distribution, Abundance and Community Structure of Rocky Intertidal Macro-organisms. *Marine Biology* 30: 277-291.
- Lloret, J., Marín, A., Marín-Guirao, L. y Carreño, M. F. 2006. An alternative approach for managing scuba diving in small marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 579-591.
- Lo Iacono, C., Orejas, C., Gori, A., Gili, J. M., Requena, S., Puig, P. y Ribó, M. 2012. Habitats of the Cap de Creus Continental Shelf and Cap de Creus Canyon, Northwestern Mediterranean. En: Harris, P. T. y Baker, E. K. (Eds.) *Seafloor geomorphology as benthic habitat*, pp. 457-469. Elsevier, 936 pp.

- López de la Cuadra, C. M. y García-Gómez, J. C. 1988. Briozoos Queilostomados del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas. *Cahiers de Biologie Marine* 29: 21-36.
- López de la Cuadra, C. M. y García-Gómez, J. C. 1994. *Zoogeographical study of the Cheilostomida from the Straits of Gibraltar*. En: *Biology and Paleobiology of Briozoans*. Eds: Hayward, P. J., Ryland, J. S. y Taylor, P. D. Olsen y Olsen, Denmark.
- López de la Cuadra, C. M. y García-Gómez, J. C. 1996. The species of *Cellaria* (Bryozoa: Cheilostomatida) with large avicularia from West Africa. *Journal of Natural History* 30(1): 153-161.
- López-Gappa, J. J., Tablado, A. y Magaldi, N. H. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezii*. *Marine Ecology Progress Series* 63: 163-175.
- López-González, P. J. 1993. *Taxonomía y zoogeografía de los antozoos del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, 568 pp.
- López-González, P. J., Conradi, M. y García-Gómez, J. C. 1997. New records of copepods associated with marine invertebrates from the Strait of Gibraltar and nearby areas. *Miscel-lània Zoològica* 20(1): 101-110.
- López-González, P. J., Megina, C. y Conradi, M. 1999. *Ascidioxynus ibericus* n. sp. (Copepoda: Poecilostomatoida: Lichomolgidae), associated with the ascidian *Clavelina dellavallei* from the Strait of Gibraltar. *Hydrobiologia* 400: 205-210.
- Lopez y Royo, C., Pergent, G., Alcoverro, T., Buia, M. C., Casazza, G., Martínez-Crego, B., Pérez, M., Silvestre, F. y Romero, J. 2011. The seagrass *Posidonia oceanica* as indicator of coastal water quality: Experimental intercalibration of classification systems. *Ecological Indicators* 11: 557-563.
- Lozano, G., Hardisson, A., Gutiérrez, A. J. y Lafuente, M. A. 2003. Lead and cadmium levels in coastal benthic algae (seaweeds) of Tenerife, Canary Islands. *Environment International* 28: 627-631.
- Luna-Pérez, B., Valle, C., Vega Fernández, T., Sánchez-Lizaso, J. L. y Ramos-Esplá, A. A. 2010. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767) as an indicator of SCUBA diving impact. *Ecological Indicators* 10: 1017-1024.
- Luna-Pérez, B., Valle-Pérez, C. y Sánchez-Lizaso, J. L. 2011. *Halocynthia papillosa* as SCUBA diving impact indicator: An in situ experiment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 398: 33-39.
- Mahaut, M. L., Basuyaux, O., Baudinière, E., Chataignier, C., Pain, J. y Caplat, C. 2013. The porifera *Hymeniacidon perlevis* (Montagu, 1818) as a bioindicator for water quality monitoring. *Environmental Science and Pollution Research* 20: 2984-2992.
- Malaquias, M. A. E., Bentes, L., Erzini, K. y Borges, T. C. 2006. Molluscan diversity caught by trawling fisheries: a case study in southern Portugal. *Fisheries Management and Ecology* 13: 39-45.
- Maldonado, M., López-Acosta, M., Sánchez-Tocino, L. y Sitjà, C. 2013. The rare, giant gorgonian *Ellisella paraplexauroides*: demographics and conservation concerns. *Marine Ecology Progress Series* 479: 127-141.

Mallia, A. y Schembri, P. J. 1995. Detecting low-level sewage pollution using rocky shore communities as bio-indicators. *Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 34: 140.

Mangano, M. C., Kaiser, M. J., Porporato, E. M. D. y Spanò, N. 2013. Evidence of trawl disturbance on mega-epibenthic communities in the Southern Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology Progress Series* 475: 101-117.

Mangialajo, L., Chiantore, M. y Cattaneo-Vietti, R. 2008. Loss of furoid algae along a gradient of urbanisation, and structure of benthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 358: 63-74.

Manilal, A., Sujith, S., Seghal-Kiran, G., Selvin, J., Shakir, C., Gandhimathi, R y Premnath-Lipton, A. 2009. Antimicrobial potential and seasonality of red algae collected from the southwest coast of India tested against shrimp, human and phytopathogens. *Annals of Microbiology* 59: 207-219.

Manilal, A., Sujith, S., Sabarathnam, B., Seghal-Kiran, G., Selvin, J., Shakir, C. y Premnath-Lipton, A. 2010. Bioactivity of the red algae *Asparagopsis taxiformis* collected from the southwestern coast of India. *Brazilian Journal of Oceanography* 58(2): 93-100.

Mannino, A. M. 2003. Morphology and composition of mineral deposits of *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie (Corallinales, Rhodophyta) from the Island of Ustica. *Plant Biosystems* 137(2): 203-214.

Marchini, A., Gauzer, K. y Occhipinti-Ambrogi, A. 2004. Spatial and temporal variability of hard-bottom macrofauna in a disturbed coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta, Northwestern Adriatic Sea). *Marine Pollution Bulletin* 48: 1084-1095.

Mariani, S., Uriz, M. J. y Turón, X. 2003. Methodological bias in the estimations of important meroplanktonic components from near-shore bottoms. *Marine Ecology Progress Series* 253: 67-75.

Mastrototaro, F., D'onghia, G. y Tursi, A. 2008. Spatial and seasonal distribution of ascidians in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88: 1053-1061.

Mauchly, J. W. 1940. Significance test for sphericity of a normal n -variate distribution. *Annals of Mathematical Statistics* 11: 204-209.

May, V. 1985. Observations on algal floras close to two sewerage outlets. *Cunninghamia* 1(3): 385-394.

McKinneya, F. K. y Jaklin, A. 2001. Sediment accumulation in a shallow-water meadow carpeted by a small erect bryozoan. *Sedimentary Geology* 145: 397-410.

Megally, A. H. 1970. Ecological study on marine fouling organisms in the Eastern Harbour of Alexandria. M. Sc. Thesis, Faculty of Science, Alexandria University, 240 pp.

Megina, C., González-Duarte, M. M., López-González, P. J. y Piraino, S. 2013. Harbours as marine habitats: hydroid assemblages on sea-walls compared with natural habitats. *Marine Biology* 160: 371-381.

Meziti, A., Kormas, K. A. R., Pancucci-Papadopoulou, M. A. y Thessalou-Legaki, M. 2007. Bacterial phylotypes associated with the digestive tract of the sea urchin *Paracentrotus lividus* and the Ascidian *Microcosmus* sp. *Russian Journal of Marine Biology* 33(2): 84-91.

Micael, J., Alves, M. J., Jones, M. B. y Costa, A. C. 2012. Diversity of shallow-water asteroids (Echinodermata) in the Azorean Archipelago. *Marine Biodiversity Records* 5(49): 1-10.

Milazzo, M., Chemello, R., Badalamenti, R.C. y Riggio, S. 2002. The impact of human activities in marine protected areas: What lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *P.Z.S.N.I. Marine Ecology* 23: 280- 290.

Miller, A. N. y Strychar, K. B. 2010. Effects of Heat and Salinity Stress on the Sponge *Cliona Celata*. *International Journal of Biology* 2(2): 3-16.

Montefalcone, M. 2009. Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: A review. *Ecological indicators* 9: 595–604.

Moreno, D. 2008. *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884). En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 323-329. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D. y Arroyo, M. C. 2008. *Patella ferruginea* Gmelin, 1791. En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 308–319. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D. y Barraón, A. 2008. *Pinna Rudis* (Linnaeus, 1758). En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 403-407. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D. y López-González, P. J. 2008. *Phyllangia mouchezii* (Lacaze-Duthiers, 1897). En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 272-276. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D., Arroyo, M. C., López-González, P. J. 2008a. *Astroides calycularis* (Pallas, 1766). En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 281–287. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D., Linde-Rubio, A. y Maldonado-Barahona, M. 2008b. *Axinella polypoides* Schmidt, 1862. En: Barea-Azcón J. M., Ballesteros-Duperón, E., Moreno, D. (coords.). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*, pp. 192-196. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.

Moreno, D., Linde-Rubio, A. y Remón-Menéndez, J. M. 2008c. *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus 1758). En: Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (Eds. Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E. y Moreno, D), pp. 386–392. Tomo 1. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Moureaux, C., Simon, J., Mannaerts, G., Catarino, A. I., Pernet, P. y Dubois, P. 2011. Effects of field contamination by metals (Cd, Cu, Pb, Zn) on biometry and mechanics of echinoderm ossicles. *Aquatic Toxicology* 105: 698-707.

- Munda, I. M. 1993. Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia* 260/261: 239-253.
- Naranjo, S. A., Carballo, J. L. y García-Gómez, J. C. 1996. Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators?. *Marine Ecology Progress Series* 144: 119-131.
- Naranjo, S., Carballo, J. L. y García-Gómez, J. C. 1998. Towards a knowledge of marine boundaries using ascidians as indicators. Characterising transition zones for species distribution along Atlantic-Mediterranean shores. *Biological Journal of the Linnean Society* 64: 151-177.
- Ocaña, A., Sánchez-Tocino, L. y López-González, P. J. 2000. Faunistic and biogeographical observations concerning the Anthozoa (Cnidaria: Anthozoa) of the Granada coast (Sea of Alboran). *Zoologica Baetica* 11: 51-65.
- Okuş, E., Altıok, H., Yüksek, A., Yılmaz, N., Yılmaz, A. A., Karhan, S. U., Demirel, N., Müftüoğlu, E., Demir, V., Zeki, S., Kalkan, E. y Taş, S. 2007. Biodiversity in western part of the Fethiye Bay. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment* 13: 19-34.
- Oliva, S., Mascaró, O., Llagostera, I., Pérez, M. y Romero, J. 2012. Selection of metrics based on the seagrass *Cymodocea nodosa* and development of a biotic index (CYMOX) for assessing ecological status of coastal and transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 114: 7-17.
- Ordines, F., Jordá, G., Quetglas, A., Flexas, M., Moranta, J. y Massutí, E. 2011. Connections between hydrodynamics, benthic landscape and associated fauna in the Balearic Islands, western Mediterranean. *Continental Shelf Research* 31: 1835-1844.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Resources* 2(2): 45-65.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P. y Stamatis, N. 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators* 3: 27-33.
- Orfanidis, S., Papatthanasidou, V. y Gounaris, S. 2007. Body size descriptor of *Cymodocea nodosa* indicates anthropogenic stress in coastal ecosystems. *Transitional Waters Bulletin* 2: 1-7.
- Orfanidis, S., Papatthanasidou, V., Gounaris, S. y Theodosiou, T. 2010. Size distribution approaches for monitoring and conservation of coastal *Cymodocea* habitats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 177-188.
- Orlando-Bonaca, M. y Lipej, L. 2009. Benthic macroalgae as bioindicators of the ecological status in the gulf of Trieste. *Varstvo Narave* 22: 63-72.
- Orlando-Bonaca, M., Lipej, L. y Orfanidis, S. 2008. Benthic macrophytes as a tool for delineating, monitoring and assessing ecological status: The case of Slovenian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin* 56: 666-676.
- Ormond, R. F. G. y Caldwell, S. 1982. The effect of oil pollution on the reproduction and feeding behaviour of the sea anemone *Actinia equina*. *Marine Pollution Bulletin* 13(4): 118-122.

Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B. y Savini, D. 2013. Monitoreo de especies marinas invasoras en áreas marinas protegidas (AMP) del Mediterráneo: Estrategia y guía práctica para gestores. UICN, 136 pp.

Pacios, I., Guerra-García, J. M., Baeza-Rojano, E. y Cabezas, M. P. 2011. The non-native seaweed *Asparagopsis armata* supports a diverse crustacean assemblage. *Marine Environmental Research* 71: 275-282.

Pantoja-Trigueros, J., Redondo, M. S. y García, R. 2000. *Estudio sobre la biología, conservación y problemática del dátil de mar (Lithophaga lithophaga) en España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, España, 66 pp.

Papadopoulou, C. P., Cazianis, C. T. y Grimanis, A. P. 1967. Neutron activation analysis of vanadium, copper, zinc, bromine and iodine in *Pyura microcosmus*. Proceedings of a Symposium IAEA, "Nuclear activation techniques in the life sciences": 365-377.

Papadopoulou, C. y Kaniyas, G. D. 1977. Tunicate species as marine pollution indicators. *Marine Pollution Bulletin* 8(10): 229-231.

Parlakay, A., Sukatar, A. y Şenkardeşler, A. 2005. Marine Flora Between South Çeşme and Cape Teke (Izmir, Aegean Sea, Turkey). *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 22: 187-194.

Patti, F. P. y Gambi, M. C. 2001. Phylogeography of the invasive polychaete *Sabella spallanzanii* (Gmelin) (Sabellidae) based on the nucleotide sequence of internal transcribed spacer 2 (ITS2) of nuclear rDNA. *Marine Ecology Progress Series* 215: 169-177.

Pećarević, M., Mikuš, J., Bratoš-Cetinić, A., Dulčić, J. y Calić, M. 2013. Introduced marine species in Croatian waters (Eastern Adriatic Sea). *Mediterranean Marine Science* 14(1): 224-237

Pérez., T. 2008. Impact of climate change on biodiversity in the Mediterranean Sea. UNEP-MAP-RAC/SPA, 1-61.

Pérez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J. G., Francour, P. y Vacelet, J. 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie* 323(10): 853-865.

Pérez, T., Vacelet, J. y Rebouillon, P. 2004. *In situ* comparative study of several mediterranean sponges as potential biomonitors of heavy metals. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 68: 517-525.

Pérez-Cirera, J. L., Cremades, J. y Bárbara, I. 1989. Precisiones sistemáticas y sinecológicas sobre algunas algas nuevas para Galicia o para las costas atlánticas de la península ibérica. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 46(1): 35-45.

Pérez-Portela, R., Arranz, V., Rius, M. y Turón, X. 2013. Cryptic speciation or global spread? The case of a cosmopolitan marine invertebrate with limited dispersal capabilities. *Scientific Reports* 3 3197 DOI: 10.1038/srep03197.

Piazzini, L. y Balata, D. 2011. Coralligenous habitat: patterns of vertical distribution of macroalgal assemblages. *Scientia Marina* 75(2): 399-406.

- Piazzì, L., Balata, D., Cecchi, E., Cinelli, F. y Sartoni, G. 2010. Species composition and patterns of diversity of macroalgal coralligenous assemblages in the north-western Mediterranean Sea. *Journal of Natural History* 44(1-2): 1-22.
- Piola, R. F. y Johnston, E. L. 2006. Differential tolerance to metals among populations of the introduced bryozoan *Bugula neritina*. *Marine Biology* 148: 997-1010.
- Pinedo, S., García, M., Satta, M. P., Torras, X. y Ballesteros, E. 2003. Littoral benthic communities as indicators of environmental quality in mediterranean waters. *Proceedings of the second mediterranean symposium on marine vegetation*: 205-210.
- Pinedo, S., García, M., Satta, M. P., De Torres, M. y Ballesteros, E. 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality: A case study in the Northwestern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 55: 126-135.
- Philp, R. B., Leung, F. Y. y Bradley, C. 2003. A Comparison of the Metal Content of Some Benthic Species from Coastal Waters of the Florida Panhandle Using High-Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) Analysis. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 44: 218-223.
- Previati, M., Scinto, A., Cerrano, C. y Osinga, R. 2010. Oxygen consumption in Mediterranean octocorals under different temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 390: 39-48.
- Rabaoui, L., Tlig-Zouari, T. y Ben Hassine, O. K. 2008. Distribution and habitat of the fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Bivalvia) along the northern and eastern Tunisian coasts. *Cahiers de Biologie Marine* 49: 67-78.
- Ramos-Esplá, A. A. y Luque, A. A. 2004. Los fondos de Maërl. En: Luque, A. A. y Templado, J. (coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp.223-236. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.
- Read, G. B., Inglis, G., Stratford, P. y Ahyon, S. T. 2011. Arrival of the alien fanworm *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791) (Polychaeta: Sabellidae) in two New Zealand harbours. *Aquatic Invasions* 6(3): 273-279.
- Riedel, B., Zuschin, M., Haselmair, A. y Stachowitsch, M. 2008. Oxygen depletion under glass: Behavioural responses of benthic macrofauna to induced anoxia in the Northern Adriatic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 367: 17-27.
- Rindi, F. y Guiry, M. D. 2004. A long-term comparison of the benthic algal flora of Clare Island, County Mayo, western Ireland. *Biodiversity and Conservation* 13: 471-492.
- Rius, M., Pineda, M. C. y Turón, X. 2009. Population dynamics and life cycle of the introduced ascidian *Microcosmus squamiger* in the Mediterranean Sea. *Biological Invasions* 11: 2181-2194.
- Rius-Viladomiu, M. 2008. Biology and population genetics of the invasive ascidian *Microcosmus squamiger*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, Departamento de Biología animal. 186 pp.

Rivera-Ingraham, G. A., Espinosa, F. y García-Gómez, J. C. 2011. Conservation status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. *Animal Biodiversity and Conservation* 34(1): 83-99.

Roberts, M. 1977. Studies on marine algae of the British Isles. 9. *Cystoseira nodicaulis* (Withering) M. Roberts. *British Phycological Journal* 12: 175-199.

Roghi, F., Parravicini, V., Montefalcone, M., Rovere, A., Morri, C., Peirano, A., Firpo, M., Bianchi, C. N. y Salvati, E. 2010. Decadal evolution of a coralligenous ecosystem under the influence of human impacts and climate change. *Biol. Mar. Mediterr.* 17(1): 59-62.

Rovere, A., Antonioli, F. y Bianchi, C. N. 2015. *Fixed biological indicators*. En: Handbook of Sea-Level Research (Eds. Shennan, I., Long, A. J. y Horton, B. P.), pp. 268-280. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.

Ruiz, J. M. y Romero, J. 2003. Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* 46: 1523-1533.

Ruiz-Giráldez, F., Corzo, J., Espinosa, F., García-Gómez, J. C. 2004. Utilización de especies bioacumuladoras para la evaluación de impactos de dragados sobre la biota marina en el entorno portuario de Ceuta. *Actas del XII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*: 161.

Ruiz-Tabares, A., Gordillo, I., Corzo, J. R. y García-Gómez, J. C. 2003. Macrofitobentos mediolitoral y delimitación de áreas sensibles a la contaminación marina en el litoral ceutí (estrecho de Gibraltar). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19: 93-103.

Ryland, J. S. 1965. *Catalogue des principales salissures marines. 2: Bryozoaires*. O.C.D.E. 82 pp.

Sabya, E., Justesen, J., Kelvec, M. y Úriz, M. J. 2009. *In vitro* effects of metal pollution on Mediterranean sponges: Species-specific inhibition of 2',5'-oligoadenylate synthetase. *Aquatic Toxicology* 94: 204-210.

Saiz-Salinas, J. I. y Urkiaga-Alberdi, J. 1999. Use of Faunal Indicators for Assessing the Impact of a Port Enlargement near Bilbao (Spain). *Environmental Monitoring and Assessment* 56(3): 305-330.

Sala, E., Garrabou, J. y Zabala, M. 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Marine Biology* 126: 451-459.

Sams, M. A., Keough, M. J. 2013. Early recruitment variation and an established dominant alter the composition of a temperate fouling community. *Marine Ecology Progress Series* 486: 79-91.

Sánchez-Lizaso, J. L. 2004a. Impactos sobre las praderas de *Posidonia oceanica*. En: Luque, A. A. y Templado, J. (coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp. 127-132. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Sánchez Lizaso, J. L. 2004b. Impactos sobre *Cymodocea nodosa*. En: Luque, A. A. y Templado, J. (coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp. 153-156. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 pp.

Sánchez-Moyano, J. E. y García-Gómez, J. C. 1998. The arthropod community, especially crustacea, as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Spain) based on a spatial distribution. *Journal of Coastal Research* 14-13: 1119-1133.

Sánchez-Moyano, J. E., Estacio, F., García-Adiego, E. M. y García-Gómez, J. C. 1998. Las praderas submarinas de la Bahía de Algeciras. Evolución histórica y planes para su restauración y conservación. *Almoraima* 19: 173-180.

Sánchez-Moyano, J. E., Estacio, F. J., García-Adiego, E. M. y García-Gómez, J. C. 2000a. The molluscan epifauna of the alga *Halopteris scoparia* in Southern Spain as a bioindicator of coastal environmental conditions. *Journal of Molluscan Studies* 66: 431-448.

Sánchez-Moyano, J. E., García-Adiego, E. M., Estacio, F. y García-Gómez, J. C. 2000b. Environmental factors influence on the spatial distribution of the epifauna of the alga *Halopteris scoparia* in Algeciras Bay, Southern Spain. *Aquatic Ecology* 34: 355-367.

Sánchez-Moyano, J. E., García-Adiego, E. M., Estacio, F. y García-Gómez, J. C. 2002. Effects of environmental factors on the spatial variation of the epifaunal polychaetes of the algae *Halopteris scoparia* in Algeciras Bay (Strait of Gibraltar). *Hydrobiologia* 470: 133-148.

Sánchez-Moyano, J. E., Estacio, F., García-Adiego, E. M. y García-Gómez, J. C. 2003. Dredging impact on the benthic community of an unaltered inlet in southern Spain. *Helgoland Marine Research* 58: 32-39.

Sánchez-Moyano, E., García-Asencio, I., García-Adiego, E., García-Gómez, J. C., Leal, A., Ollero, C. y Fraidías, J. 2005a. *Caracterización ambiental de los fondos del estuario del río Guadiana. Respuesta de la fauna bentónica a gradientes físico-químicos y a la calidad ambiental de los sedimentos*. Ed. Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente, 271 pp.

Sánchez-Moyano, E., García-Asencio, I., García-Adiego, E., García-Gómez, J. C., Leal, A., Ollero, C., Fraidías, J. 2005b. *Vigilancia Ecológica del litoral andaluz (I). Monitorización de la macrofauna del sedimento y calidad ambiental de los fondos sublitorales*. Ed. Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente, 271 pp.

Sardá, R., Rossi, S., Martí, X. y Gili, J. M. 2012. Marine benthic cartography of the Cap de Creus (NE Catalan Coast, Mediterranean Sea). *Scientia Marina* 76(1): 159-171.

Scanlan, C. M., Foden, J., Wells, E. y Best, M. A. 2007. The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 162-171.

Schembri, P. J., Deidun, A., Mallia, A. y Mercieca, L. 2005. Rocky Shore Biotic Assemblages of the Maltese Islands (Central Mediterranean): A Conservation Perspective. *Journal of Coastal Research* 21(1) 157-166.

Scherner, F., Antunes Horta, P., Cabral de Oliveira, E., Simonassi, J. C., Hall-Spencer, J. M., Chow, F., Nunes, J. M. C. y Barreto Pereira, S. M. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 76: 106-115.

Schoener, A. 1983. *Colonization rates and processes as an index of pollution severity*. NOAA Technical Memorandum OMPA-27. School of Oceanography, University of Washington, 45 pp.

Serfor-Armah, Y., Carboo, D., Akuamoah, R. K. y Chatt, A. 2006. Determination of selected elements in red, brown and green seaweed species for monitoring pollution in the coastal environment of Ghana. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 269(3): 711–718.

Sfriso, A. y Facca, C. 2011. Macrophytes in the anthropic constructions of the Venice littorals and their ecological assessment by an integration of the “CARLIT” index. *Ecological Indicators* 11: 772-781.

Sfriso, A., Birkemeyer, T. y Ghetti, P. F. 2001. Benthic macrofauna changes in areas of Venice lagoon populated by seagrasses or seaweeds. *Environmental Marine Research* 52: 323-349.

Sheehan, E. V., Stevens, T. F., Gall, S. C., Cousens, S. L. y Attrill, M. J. 2013. Recovery of a Temperate Reef Assemblage in a Marine Protected Area following the Exclusion of Towed Demersal Fishing. *PLoS ONE* 8-12 e83883.

Shiber, J. G. 1981. Metal concentrations in certain coastal organisms from Beirut. *Hydrobiologia* 83(2): 181-195.

Smale, D. A., Burrows, M. T., Moore, P., O'Connor, N. y Hawkins, S. J. 2013. Threats and knowledge gaps for ecosystem services provided by kelp forests: a northeast Atlantic perspective. *Ecology and Evolution* 3(11): 4016–4038.

Smith, J. C. 1968. The fauna of a polluted shore in the Firth of Forth. *Helgotänder Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 17: 216-223.

Soltan, D., Verlaque, M., Boudouresque, C. F. y Francour, P. 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Marine Pollution Bulletin* 42(1): 59-70.

Steckbauer, A., Duarte, C. M., Carstensen, J., Vaquer-Sunyer, R. y Conley, D. J. 2011. Ecosystem impacts of hypoxia: thresholds of hypoxia and pathways to recovery. *Environmental Research Letters* 6: 1-12.

Stromgren, T. 1980. The effect of dissolved copper on the increase in length of four species of intertidal fucoid algae. *Marine Environmental Research* 3: 5–13.

Sureda, A., Tejada, S., Box, A. y Deudero, S. 2013. Polycyclic aromatic hydrocarbon levels and measures of oxidative stress in the Mediterranean endemic bivalve *Pinna nobilis* exposed to the Don Pedro oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 71: 69–73.

Susini, M. L., Mangialajo, L., Thibaut, T. y Meinesz, A. 2007. Development of a transplantation technique of *Cystoseira amentacea* var. *Stricta* and *Cystoseira compressa*. *Hydrobiologia* 580: 241–244.

Tarjuelo, I., Posada, D., Crandall, K., Pascual, M. y Turón, X. 2001. Cryptic species of *Clavelina* (Asciacea) in two different habitats: harbours and rocky littoral zones in the northwestern Mediterranean. *Marine Biology* 139: 455-462.

Templado, J., Capa, M., Guallart, J. y Luque, A. 2009. 1170 Arrecifes. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 142 p.

Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. 2012. Tipología de hábitats marinos presentes en España y descripción sinóptica de los mismos. En: Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos, pp. 21-83. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 231 pp.

Terlizzi, A., Fraschetti, S., Guidetti, P. y Boero, F. 2002. The effects of sewage discharge on shallow hard substrate sessile assemblages. *Marine Pollution Bulletin* 44: 544–550.

Terrón-Sigler, A., Peñalver-Duque, P., León-Muez, D. y Espinosa-Torre, F. 2014. Spatio-temporal macrofaunal assemblages associated with the endangered orange coral *Astroides calycularis* (Scleractinia: Dendrophylliidae). *Aquatic biology* 21: 143-154.

Thomas, M. L. H. 1973. Effects of Bunker C Oil on Intertidal and Lagoonal Biota in Chedabucto Bay, Nova Scotia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30(1): 83-90.

Titlyanov, E. A. y Titlyanova, T. V. 2013. Algal Fouling of Underwater Structures at Lobster Farms in Nha Trang Bay (Vietnam). *Russian Journal of Marine Biology* 39(5): 321–330.

Tittley, I. y Neto, A. I. 2000. A provisional classification of algal-characterised rocky shore biotopes in the Azores. *Hydrobiologia* 440: 19–25.

Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L. y Ballesteros, E. 2003. Assessment of coastal environmental quality based on littoral community cartography: methodological approach. *Proceedings of the second mediterranean symposium on marine vegetation*: 145-153.

Torrents, O., Tambutté, E., Caminiti, N. y Garrabou, J. 2008. Upper thermal thresholds of shallow vs. deep populations of the precious Mediterranean red coral *Corallium rubrum* (L.): Assessing the potential effects of warming in the NW Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 357: 7–19.

Tsiamis, K., Economou-Amilli, A., Katsaros, C. y Panayotidis, P. 2013. First account of native and alien macroalgal biodiversity at Andros Island (Greece, Eastern Mediterranean). *Nova Hedwigia* 97: 209-224.

Tunesi, L., Agnesi, S., Di Nora, T., Molinari, A. y Mo, G. 2008. Marine protected species and habitats of conservation interest in the Gallinaria island (Ligurian sea): a study for the establishment of the Marine Protected Area. *Atti Associazione Italiana Oceanologia Limnologia* 19: 489-497.

Turón, X. 1985. Ascidijs del cabo de Creus (Costa NE española). *Miscel-lània Zoològica* 9: 265-271.

Turon, X. 1988. Distribución ecológica de las ascidias en las costas de Cataluña e Islas Baleares (Mediterráneo Occidental). *Miscel-lanea Zoològica* 12: 219-236.

Turón, X., Nishikawa, T. y Rius, M. 2007. Spread of *Microcosmus squamiger* (Asciadiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 185–188.

Underwood, A. J. 1992. Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable World. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161: 145-178.

UNEP (DEPI)/MED WG.320/20. 2007. Draft decision on the “action plan for the protection of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean”. United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan, 19 pp.

UNEP (DEPI)/MED WG.359/16. 2011. Proposition d’inscription sur la liste des ASPIM: Aire Marine Protégée de Capo Carbonara. Programme des Nations Unies pour l’environnement/Plan d’action pour la Méditerranée, 40 pp.

Urkiaga-Alberdi, J., Pagola-Cardo, S. y Saiz-Salinas, J. I. 1999. Reducing effort in the use of benthic bioindicators. *Acta Oecologica* 20(4): 489–497.

Van Rein, H., Brown, C. J., Schoeman, D. S., Quinn, R. y Breen, J. 2011. Fixed-station monitoring of a harbour wall community: the utility of low-cost photomosaics and scuba on hard-substrata. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21: 690–703.

Vázquez, E. y Urgorri, V. 1992. Ascidiáceos del «fouling» de la ensenada de A Graña, Ría de Ferrol (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 3: 161-167.

Verdura, J., Cebrián, E. y Linares, C. 2013. *Efectes de les mortalitats massives en el coral-ligen al Parc Nacional de Cabrera*. Màster d’ecologia, gestió i restauració del medi natural. Centre d’Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC), Departament d’Ecologia de la Universitat de Barcelona. 38 pp.

Vidondo, B. y Duarte, C. M. 1995. Seasonal growth of *Codium bursa*, a slow-growing Mediterranean macroalga: *in situ* experimental evidence of nutrient limitation. *Marine Ecology Progress Series* 123: 185-191.

Virgilio, M., Airoidi, L. y Abbiati, M. 2006. Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. *Coral Reefs* 25: 265–272.

Walker, D. I. y Kendrick, G. A. 1998. *Threats to macroalgal diversity: marine habitat destruction and fragmentation, pollution and introduced species*. *Botanica Marina* 41: 105-112.

Webster, N. S. 2007. Sponge disease: a global threat? *Environmental Microbiology* 9(6): 1363–1375.

Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P. y Scanlan, C. 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 151-161.

Whitfield, A. K. y Elliott, M. 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61(Supplement A): 229-250.

Wielgolaski, F. E. 1975. Biological indicators on pollution. *Urban Ecology* 1: 63-79.

Wollgast, S., Lenz, M., Wahl, M. y Molis, M. 2008. Effects of regular and irregular temporal patterns of disturbance on biomass accrual and species composition of a subtidal hard-bottom assemblage. *Helgoland Marine Research* 62: 309–319.

Wood, A. C. L., Probert, P. K., Rowden, A. A. y Smith, A. M. 2012. Complex habitat generated by marine bryozoans: a review of its distribution, structure, diversity, threats and conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22: 547–563.

Yüsek, A., Okus, E., Yilmaz, I. N., Aslan-Yilmaz, A. y Tas, S. 2006. Changes in biodiversity of the extremely polluted Golden Horn Estuary following the improvements in water quality. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1209-1218.

Zabala, M. 1986. Fauna dels Briozous dels Països Catalans. *Arxius de la Secció de Ciències* 84. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona. 833 pp.

Zenetos, A., Çinar, M. E., Pancuci-Papadopoulou, M. A., Harmelin, J. G., Furnari, G., Aandaloro, F., Belou, N., Streftaris, N. y Zibrowius, H. 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science* 6(2): 63-118.

Zubía, E., Ortega, M. J. y Salvá, J. 2003. Antitumor potential of natural products from marine ascidians of the Gibraltar Strait: A survey. *Ciencias Marinas* 29(2): 251–260.

within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61(Supplement A): 229-250.

Wielgolaski, F. E. 1975. Biological indicators on pollution. *Urban Ecology* 1: 63-79.

Wollgast, S., Lenz, M., Wahl, M. y Molis, M. 2008. Effects of regular and irregular temporal patterns of disturbance on biomass accrual and species composition of a subtidal hard-bottom assemblage. *Helgoland Marine Research* 62: 309–319.

Wood, A. C. L., Probert, P. K., Rowden, A. A. y Smith, A. M. 2012. Complex habitat generated by marine bryozoans: a review of its distribution, structure, diversity, threats and conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22: 547–563.

Yüsek, A., Okus, E., Yilmaz, I. N., Aslan-Yilmaz, A. y Tas, S. 2006. Changes in biodiversity of the extremely polluted Golden Horn Estuary following the improvements in water quality. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1209-1218.

Zabala, M. 1986. Fauna dels Briozous dels Països Catalans. *Arxius de la Secció de Ciències* 84. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona. 833 pp.

Zenetos, A., Çinar, M. E., Pancuci-Papadopoulou, M. A., Harmelin, J. G., Furnari, G., Aandaloro, F., Belou, N., Streftaris, N. y Zibrowius, H. 2005. Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science* 6(2): 63-118.

Zubía, E., Ortega, M. J. y Salvá, J. 2003. Antitumor potential of natural products from marine ascidians of the Gibraltar Strait: A survey. *Ciencias Marinas* 29(2): 251–260.

ANEXO



Club de Buceo “Campo de Gibraltar” La Línea de la Concepción (Cádiz).



Colaboradores:

- Augusto Martínez Álvarez
- Rafael Fosela García
- Daniel Miguel Tarazona
- Tyrone Leonardo Ruíz Viñas
- Rafael Fosela Bouzon
- Juan Antonio Olmedo Bonachera
- Rafael M^a Cobo Gutiérrez
- José Ángel Cantera Novales
- José Fernando Pérez Cuesta
- Vanesa Beza Robles



Sección de Buceo del Real Club Náutico, La Línea de la Concepción (Cádiz).

<http://www.rcnllinea.es/>

Colaboradores:

- Agustín Villar Iglesias
- Mario Jiménez Galeote
- Fico Jiménez Galeote
- Miguel Puche
- Guillermo Puche
- Alba Jiménez
- Mario Diego Jiménez
- Gerardo Torres



Club de Buceo "El Estrecho" Algeciras (Cádiz).

Club de Buceo
"El Estrecho"



<http://www.buceoelestrecho.com/>

Colaboradores:

- Roberto Anillo Carreto
- Eduardo del Valle Abadía
- Mauricio Rodríguez Ruiz
- M^a Palma del Valle Abadía
- Luis Bravo Galtier
- Guillermo Oteros Valcarce



"Caetaria" Actividades Subacuáticas, Algeciras (Cádiz).



<http://proyecto.caetariabuceo.com/>

Colaboradores:

- Raúl González Gallero
- Carmen Mora Aguilar
- María Jesús Martín Villota
- María Jesús Pérez Ramírez
- Félix Rodríguez Lloret

Club de Buceo C.I.E.S (Centro de Investigaciones y Exploraciones Submarinas), Algeciras (Cádiz).

<http://www.clubuceoci.es.org/>

Colaboradores:

- Manuel Martínez Chacón (fotógrafo)
- Ricardo Silva Silva
- Juan Antonio Parada Rodríguez
- Encarni Sánchez Castillo
- Francisco Javier Nieto Vera
- Javier Moreno Franco
- Vicente Durán Pérez.



Centro de Buceo "Scórpora" Tarifa (Cádiz).

<http://www.buceoscorpورا.com>



Colaborador:

- Miguel Blanco

**Centro de Buceo
“CIES-SUB”
Tarifa (Cádiz).**

CIES-SUB
TARIFA

Colaborador: Salvador Magariño Rubio



**Centro de Buceo
“Nature Explorer”
Barbate (Cádiz).**

NatureEXPLORER
TURISMO ACTIVO

<http://www.zaharasub.com/>

<http://www.natureexplorer.com/>

Colaborador: Juan Hernández



**Centro de Buceo
"Ocean addicts"
Conil de la Frontera
(Cádiz).**



<http://www.oceanoaddictos.com/>

Colaboradores:

- Alberto González Fernández
- Juan Carlos González Fernández

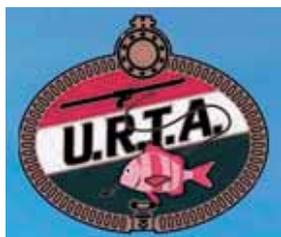


**Club Náutico Unión Roteña de Técnica Acuática
(U.R.T.A.), Rota (Cádiz).**

<https://www.facebook.com/cnurtabuceo>

Colaboradores:

- José Manuel Cermeño Fenoy
- José Antonio Pérez Ruiz
- Pedro Jiménez Nievas
- Uwe Acosta Martín



Club Universitario de Actividades Subacuáticas de la Universidad de Sevilla (CUASS), Sevilla.



Colaboradores:

- Javier Pellón
- Francisco Sánchez
- María Gutiérrez
- Juan Sempere
- John Mejía
- Fátima Luca
- Gonzalo Mendoza
- Álvaro Sabino
- Carlos Pérez
- Claire Lugrin
- Manuel Cepedello



IT3 CLOUD

Empresa de Gestión Informática encargada de la elaboración de la página web para el acceso de las imágenes submarinas y del software de interpretación y análisis de las mismas

IT3CLOUD

Colaboradores:

- Gabriel García
- David Manso







