



ESTRATEGIA MARINA
DEMARCACIÓN MARINA CANARIA
PARTE IV. DESCRIPTORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL
DESCRIPTOR 2: ESPECIES ALÓCTONAS
EVALUACIÓN INICIAL Y BUEN ESTADO AMBIENTAL



Madrid, 2012



ESTRATEGIAS MARINAS: EVALUACIÓN INICIAL, BUEN ESTADO AMBIENTAL Y OBJETIVOS AMBIENTALES

AUTORES DEL DOCUMENTO

Instituto Español de Oceanografía:

- Francisco Alemany
- Roberto Sarralde Vizuite
- Luis López-Abellán
- Carlos L. Hernández
- Santiago Barreiro
- Salud Deudero
- Maite Vázquez

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Edurne Blanco
- José Gustavo González
- Jaime Ezequiel Rodríguez

CARTOGRAFÍA DIGITAL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Olvido Tello

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Carolina Sánchez
- Carmen Díaz
- Colaboración: Nuria Hermida Jiménez y Elena Pastor Garcia, en el marco del proyecto IDEO (Infraestructura de Datos Espaciales) del IEO, han participado en la elaboración, corrección y actualización de capas GIS que fueron utilizadas en la elaboración de la cartografía para los diferentes descriptores.

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Demetrio de Armas

Juan Bellas

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (DIVISIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

José Luis Buceta Miller
Felipe Martínez Martínez
Ainhoa Pérez Puyol
Sagrario Arrieta Algarra
Jorge Alonso Rodríguez
Ana Ruiz Sierra
Javier Pantoja Trigueros
Mónica Moraleda Altares
Víctor Escobar Paredes



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-175-8



DESCRIPTOR 2: ESPECIES ALÓCTONAS

Índice

1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR	1
1.1.Legislación y convenios nacionales e internacionales relacionados con el descriptor. Fuentes de información. Programas de seguimiento.....	1
2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL	10
2.1.Conceptos clave y criterios de evaluación. Elementos de evaluación. Fundamento en la selección de criterios e indicadores: Viabilidad y operatividad. Justificación de la selección de parámetros o componentes de cada indicador.	10
2.2.Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos.	14
2.3.Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento.	69
2.4.Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones.	71
3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL.....	72
3.1.Interpretación del BEA en relación con los criterios y el descriptor. Ámbito y limitaciones.....	72
3.2.Definición del BEA. Marco conceptual. Metodología y fundamento. Integración de criterios e indicadores.	73



1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR

1.1. *Legislación y convenios nacionales e internacionales relacionados con el descriptor. Fuentes de información. Programas de seguimiento*

Legislación y convenios nacionales e internacionales relacionados con el descriptor.

Existen numerosos acuerdos internacionales, algunos en vigor desde hace décadas, que contemplan, directa o indirectamente, la problemática asociada a las especies alóctonas en medio marino. Sin embargo, son escasos los ejemplos de aplicación de medidas concretas relacionadas con la gestión de las especies alóctonas en el mismo. Este hecho es en parte consecuencia de la falta de información científica de base sobre distribución e impactos de dichas especies y a la dificultad intrínseca, e incluso imposibilidad, de llevar a cabo acciones para limitar o revertir los efectos negativos; pero es también atribuible a la lentitud en la ratificación de los convenios internacionales y en la trasposición de las normas comunitarias a la legislación nacional y su ulterior desarrollo reglamentario. También influye en ocasiones la falta de capacidad de las administraciones, principalmente por limitaciones presupuestarias, para poner en práctica lo que establece la legislación.

A nivel global, la **Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar** (UNCLOS, en sus siglas en inglés, 1982), ratificada por la UE en 1998, requiere explícitamente *“prevenir, reducir y controlar la polución del medio marino resultante de la introducción intencional de especies nuevas o alóctonas en cualquier parte del medio marino donde pueda causar cambios dañinos y significativos”*. En el marco del **Convenio de Ramsar (Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, 1971)** que afecta a zonas como marismas, albuferas y salobres donde habitan también organismos marinos, se adoptó en 1999 la resolución VII.14 sobre *“Especies invasoras y humedales”* que insta a las partes a abordar la problemática del impacto ambiental y socioeconómico de las especies invasoras en los humedales bajo su jurisdicción. Ante la falta de implementación de medidas, se aprobó una nueva resolución en 2002 sobre la misma cuestión, la VIII-18, urgiendo a las partes de nuevo a encarar el problema de forma decisiva y holística. **La Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres** (CITES, 1973), especifica en su artículo XIV que la Convención no afecta en ninguna manera al derecho de los países para restringir o prohibir la posesión, comercio o transporte de especies no incluidas en sus apéndices, lo cual ha sido usado por la UE para legislar específicamente sobre especies invasoras. **El Convenio de Bonn (Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias, CMS, 1979)** especifica en su artículo III, 4c, que los estados, en la medida de lo posible y apropiado, harán lo necesario para *“prevenir, reducir o controlar los factores que pongan en peligro, o puedan hacerlo en un futuro, las*



especies consideradas, incluyendo un control estricto de la introducción de especies exóticas, incluso el control o eliminación de las ya introducidas". De especial relevancia en este contexto es el **Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques (2004, Organización Marítima Internacional –OMI-)** cuyo principal objetivo es prevenir, minimizar y en último término eliminar la transferencia de patógenos y otros organismos potencialmente dañinos en aguas de lastre y sedimentos de barcos. La puesta en marcha definitiva del convenio, prevista a los 12 meses tras la ratificación por parte de al menos 30 países que representen el 35% del tonelaje de tráfico marítimo de mercancías constituirá un paso clave hacia la reducción de la dispersión no intencionada de especies invasoras marinas a escala regional y mundial. El **Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (SPS, en sus siglas en inglés, 1994)** en el marco de la Organización Mundial del Comercio, no trata directamente el tema de especies invasoras, pero sí las denominadas "*pestes*", causadas a menudo por especies alóctonas, como ocurre en el caso de patógenos asociados a especies de cultivo no nativas importadas que, en ocasiones, diezman las poblaciones locales. Finalmente, el **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992)**, ratificado por España en 1993, ha constituido hasta hace poco la referencia para la gestión de las especies alóctonas en Europa. Dicho convenio reconoció la existencia de este problema y estableció en su artículo 8.h que cada Parte Contratante, en la medida de sus posibilidades, impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen los ecosistemas, los hábitats o las especies. Posteriormente, la sexta reunión de la Conferencia de las Partes del citado Convenio, celebrada en el año 2002, aprobó la Decisión VI/23 en la que se definen los *Principios Orientadores para la Gestión de las Especies Exóticas Invasoras*. El documento "*La Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad-3*", publicado en 2010, reconoce a las especies exóticas invasoras como una de las cinco presiones principales que, de forma directa, provocan la pérdida de la biodiversidad. Estos principios se han plasmado en las siguientes decisiones de la Conferencia de las Partes y recomendaciones del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTTA, en sus siglas en inglés):

- Decisión IV/1 , Informe del SBSTTA e instrucciones de la Conferencia de las Partes al SBSTTA.
- Decisión V/8, sobre especies alóctonas que amenazan ecosistemas, hábitats o especies.
- Decisión IV/5 , anexo, Programa del Área 5, relativo a conservación y uso sostenible de la biodiversidad costera y marina.
- Decisión VI/23 , también sobre especies alóctonas que amenazan ecosistemas, hábitats o especies, en la que se señala que la correcta identificación del carácter "*invasor*" de una especie debe ser definida mediante un análisis de riesgos. Este tipo de análisis es definido en dicha norma teniendo en cuenta su aplicación al comercio exterior según el artículo 61.3 de la Ley 42/2007, y se establece su metodología.
- Decisión VII/13 , relativa igualmente a especies alóctonas que amenazan ecosistemas, hábitats o especies (Artículo 8 (h)).



- Recomendación IV/4 , desarrollo de los principios guía para la prevención de los impactos de especies alóctonas e identificación de áreas prioritarias de trabajo en ecosistemas aislados, que recoge recomendaciones para el ulterior desarrollo del Programa Mundial sobre Especies Invasoras.
- Recomendación V/4 , especies alóctonas: principios guía para la prevención, introducción y mitigación de impactos.
- Recomendación VI/4 , sobre especies alóctonas que amenazan ecosistemas, hábitats o especies.
- Recomendación IX/15 I, centrada en especies alóctonas invasoras.

En el marco regional, existen numerosos Convenios que tratan el tema objeto de este documento. Tal es el caso del **Convenio sobre la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste** (OSPAR, 1992), En la versión final del OSPAR Quality Status Report 2010 (OSPAR, 2009) las especies invasoras son identificadas explícitamente como una presión antrópica relevante en el área marítima bajo supervisión. También el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) trata el tema de las especies invasoras, ya que en su seno se ha creado un Grupo de Trabajo sobre Introducciones y Transferencias de Organismos Marinos (WGITMO), que elaboró precisamente un documento sobre la cuestión para contribuir al OSPAR Quality Status Report 2010, incluyendo información sobre 160 especies, el 20% de ellas con carácter invasor. También el **Convenio de Barcelona para la Protección del Medio Marino y la Región Costera del Mediterráneo** (Convenio de Barcelona, 1976, modificado en 1995) adoptó en 2003 un Plan de Acción sobre la introducción de especies invasoras en el Mediterráneo.

Por otra parte, existe una serie de **Guías y Códigos de Conducta** internacionales que deben ser asimismo tenidos en cuenta al tratar el tema de las especies alóctonas en el medio marino. Cabe destacar:

- Guía de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza para la prevención de las pérdidas de Biodiversidad causadas por Especies Alóctonas Invasivas, del año 2000. Se relaciona directamente con el artículo 8h de la Convenio sobre la Diversidad Biológica, para asistir a los gobiernos y agencias responsables de la gestión en la reducción de los efectos negativos de dichas especies.
- Guía de la OMI para el control y la gestión de aguas de lastre, de 1997, dirigida a minimizar la transferencia de organismos acuáticos dañinos o de patógenos a través de dichas aguas.
- Guía de la UICN sobre reintroducciones, de 1995, que contiene una sección sobre prevención de patógenos alóctonos asociados a la reintroducción de especies cultivadas en cautividad.



- Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, de 1995, cuyo artículo 9.2.3 establece que los estados *“deberían consultar a los países vecinos, siempre que fuera apropiado, antes de introducir especies alóctonas en sistemas acuáticos transfronterizos”*. Además, en el artículo 9.3.1 se indica que *“Los Estados deberían conservar la diversidad genética y mantener la integridad de las comunidades acuáticas mediante una adecuada gestión. En particular, se deberían realizar esfuerzos para minimizar los efectos dañinos de la introducción de especies alóctonas o stocks genéticamente modificados usados para acuicultura, incluyendo pesquerías basadas en individuos cultivados, especialmente cuando hay una posibilidad significativa de dispersión de dichas especies alóctonas o genéticamente modificadas hacia aguas bajo la jurisdicción de otros estados o hacia otras aguas bajo la jurisdicción del propio Estado de origen. Los Estados, siempre que sea posible, deberían implementar medidas para minimizar los efectos adversos genéticos, de enfermedades o de otro tipo, de individuos escapados de las granjas de cultivo sobre los stocks salvajes”*.
- Código de prácticas del ICES sobre Introducción y Transferencia de Organismos Marinos, del 2003, que contiene una sección especialmente dedicada a especies alóctonas, que recomienda métodos y prácticas dirigidos a reducir los riesgos de dicha introducción o transferencia.
- Resolución de la Organización Internacional de Aviación Civil, de 1998, para la prevención de la introducción de especies alóctonas invasoras, que insta a los Estados Miembros a apoyarse mutuamente en los esfuerzos para reducir los riesgos de introducción a través del transporte aéreo, de especies alóctonas potencialmente invasoras hacia áreas fuera de su rango de distribución natural.
- Guías elaboradas por el Centro de Actividad Regional para Áreas Especialmente Protegidas en 2008, en el marco del Convenio de Barcelona, para el control de los vectores de introducción de especies alóctonas e invasivas marinas en el Mediterráneo y para la elaboración de análisis de riesgos para evaluar los impactos de su introducción.

A nivel exclusivamente europeo, el Consejo de Europa, en el marco del **Convenio** relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural de Europa (Convenio de Berna, 1979), elaboró en el año 2004 la **Estrategia Europea sobre Especies Exóticas Invasoras**, que incluye recomendaciones de prevención y para la aplicación de medidas de control de las especies exóticas invasoras, y desde el año 2007 dispone de una lista de especies exóticas invasoras.

En el contexto de este convenio se elaboró la comunicación *“Hacia una Estrategia de la Unión Europea sobre especies invasoras”*, adoptada por la Comisión Europea en 2008, que recoge diversas recomendaciones de las instituciones europeas (Parlamento Europeo y



Consejo Europeo). En este documento se indicaba la magnitud del problema para varios sectores económicos y que el problema aumentaría exponencialmente a menos que se tomaran urgentemente las medidas oportunas. Resaltaba además que era indispensable un enfoque coordinado a nivel europeo, dada la naturaleza transfronteriza de los impactos.

Por lo que respecta a la Unión Europea, la **Directiva 92/43/CEE**, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres (**Directiva de Hábitats**), establece en su artículo 22 que los Estados Miembros garantizarán que la introducción intencionada en la naturaleza de una especie que no sea autóctona de su territorio se regule de modo que no perjudique a la fauna y a flora silvestres autóctonas, ni a sus hábitats naturales en su zona de distribución natural y, si lo consideran necesario, prohibirán dicha introducción. Otras directivas y regulaciones del acervo legislativo comunitario también abordan la cuestión de las especies alóctonas, como la **Directiva Fitosanitaria (2000/29/CE)**, la **Regulación del Consejo sobre Comercio de Especies Salvajes (338/97/EC)**, o la **Regulación del Consejo sobre el uso de especies alóctonas en acuicultura (708/2007/EC)**.

La Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua, DMA), traspuesta a la legislación española a través del artículo 129 de la Ley 62/2003, se dirige a la protección de los ecosistemas acuáticos. Esta Directiva incluye en su ámbito de aplicación a las aguas costeras, de modo que también se relaciona con la problemática de las especies invasoras en medio marino. La DMA no hace mención expresa a las especies alóctonas y su impacto potencial sobre la calidad ecológica de las aguas, si bien en el Documento Guía de la DMA las especies alóctonas se señalan como ejemplo tanto de presión biológica e impacto. En consecuencia, en 2007 se inició un plan para promover la discusión relativa a la inclusión de las especies invasoras en la metodología de evaluación del estado ecológico de las aguas. En este sentido, en septiembre de 2009 se publicó y presentó al Grupo de Trabajo sobre Estatus Ecológico de la DMA un informe sobre “Especies Alóctonas y la Directiva Marco del Agua”, resultante de un grupo de trabajo reunido a tal efecto en Ispra en junio del 2009.

Hasta la entrada en vigor de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (**Directiva Marco sobre la Estrategia Marina**), no existía en el ámbito comunitario un instrumento integrador para abordar el problema de las especies alóctonas invasoras, que facilitara la armonización de los enfoques adoptados entre distintos países y, por tanto, tampoco requerimientos formales para la elaboración de análisis de riesgos para la introducción de especies alóctonas que pudieran afectar a la biodiversidad. La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina tiene como objetivo alcanzar el buen estado medioambiental del medio marino para el año 2020. Dicho objetivo se basará en una serie de descriptores cualitativos, entre los que se establece que *“las especies alóctonas introducidas por la actividad humana se encuentran presentes en niveles que no afectan de forma adversa a los ecosistemas”*, abordando así de forma directa la cuestión.



Esta Directiva ha sido transpuesta a la legislación española a través de la **Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino**, pero existen antecedentes legislativos sobre el tema a nivel nacional.

Concretamente, ya desde el año 1989, la introducción de especies alóctonas estaba limitada por autorización administrativa, en virtud de la **Ley 4/1989 de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre** y del Real Decreto 1118/1989 de 15 de septiembre, por el que se determinan las especies objeto de caza y de pesca comercializables y se dictan normas al respecto. Posteriormente, el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, estableció medidas para contribuir a garantizar la Biodiversidad mediante la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres. Son asimismo relevantes el Real Decreto 1803/1999, de 26 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Parques Nacionales y el Real Decreto 1190/1998, de 12 de junio, por el que se regulan los Programas Nacionales de Erradicación o Control de organismos nocivos de los vegetales aún no establecidos en el territorio nacional.

La Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, elaborada en 1999 en respuesta a los compromisos adquiridos en el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, contiene diversas referencias a la necesidad de establecer medidas preventivas, de control y de erradicación de tales especies. También plantea ese tipo de medidas el Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, desarrollo de la Ley 42/2007. La **Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal** contempla restricciones y prohibiciones a la introducción en nuestro país de vegetales alóctonos que puedan afectar negativamente a la economía y el medio ambiente, al igual que respecto a animales lo hace la **Ley 8/2003 de Sanidad Animal**. En este contexto, desde el año 1995, la introducción o liberación no autorizada de especies alóctonas perjudiciales para el equilibrio biológico figura como delito contra el medio ambiente en la Ley orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal, modificada por la Ley Orgánica 15/2003, de 25 de noviembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal.

Por su parte, la **Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental**, identifica, a través del Real Decreto 2090 /2008, de 22 de diciembre, como agente causante de daño biológico, entre otros, las especies exóticas invasoras e identifica a una serie de sectores profesionales que deben disponer de una garantía financiera que les permita hacer frente a la responsabilidad medioambiental inherente a su actividad.

Consciente de esta problemática, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha publicado durante los últimos años varios Atlas y Libros Rojos de la fauna y flora española que incluían listados de especies exóticas y un Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España.



La promulgación de la **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad** supuso un gran avance normativo en la lucha contra las especies exóticas invasoras, incluyendo distintas disposiciones en relación a las especies alóctonas en general y exóticas invasoras en particular. Así, el artículo 52.2 establece que las administraciones públicas competentes prohibirán la introducción de especies, subespecies o razas geográficas alóctonas cuando éstas sean susceptibles de competir con las especies silvestres autóctonas, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos. El artículo 61.1 crea el **Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras**, que debería incluir todas aquellas especies y subespecies exóticas invasoras que constituyan de hecho, o puedan llegar a constituir, una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas, la agronomía o para los recursos económicos asociados al uso del patrimonio natural. También señala que dicho Catálogo tendrá carácter administrativo y ámbito estatal, y será dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (en adelante, MAGRAMA). Complementariamente, el artículo 61.4, prescribe la necesidad de seguimiento de las especies exóticas con potencial invasor. El catálogo desarrolla las disposiciones sobre especies exóticas de la Ley 42/2007, estableciendo la estructura, funcionamiento y contenido del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, especificando los procedimientos administrativos para la inclusión o exclusión de especies exóticas invasoras, los contenidos y procedimientos de elaboración y aprobación de las estrategias para su control y posible erradicación, así como aquellas medidas necesarias para prevenir la introducción y evitar la propagación de las mismas.

Como paso previo a la catalogación requerida por el artículo 61.1, se elaboró un Listado de especies exóticas con potencial invasor, en el que se incluían todas aquellas que cumplieran o pudieran cumplir las condiciones establecidas en los artículos 52.2 y 61.4 de la Ley 42/2007, e incluía además las especies exóticas en las que no está suficientemente acreditada la gravedad de los problemas que generan y las que requieran de mejor información de su carácter invasor. Dicho listado fue regulado mediante el Real Decreto 1628/2011, de 14 de Noviembre. .

Si bien este Real Decreto se encuentra actualmente en revisión, por lo que podrían producirse cambios en el listado de especies incluidas en el catálogo, en la versión incluida en el mismo se contemplan una serie de especies marinas, como las algas *Asparagopsis armata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Codium fragile*, *Sargassum muticum*, *Acrothamnion preissii*, *Lophocladia lallemandi* y *Womersleyella setacea*; los cangrejos marinos *Carcinus maenas*, *Pacifastacus leniusculus* y *Eriocheir sinensis*; el pez *Pterois volitans*; los cnidarios *Mnemiopsis leidy* y *Haliplanella lineata*; los moluscos *Xenostrobus securis*, *Ruditapes philippinarum*, *Cordylophora caspia*, *Potamopyrgus antipodarum* y *Crepidula fornicata* y el poliqueto *Ficopomatus enigmaticus*, así como otras especies acuáticas más propias de agua dulce que podrían estar también presentes en aguas de transición.



Por su parte, varias Comunidades Autónomas han publicado inventarios regionales de estas especies. Asimismo, a lo largo de esta última década se han ido preparando proyectos legislativos en diversas Comunidades Autónomas con el fin de unificar las distintas normas relativas a especies invasoras y sentar las bases de planes de acción específicos. Sin embargo, hasta el momento sólo en la Comunidad Autónoma de Valencia se ha publicado ya un decreto (213/2009, de 20 de noviembre) sobre medidas de control de las especies invasoras en su ámbito geográfico.

Fuentes de información. Programas de seguimiento.

A pesar de la cantidad de compromisos internacionales asumidos por los estados para la prevención, control y seguimiento de las especies alóctonas e invasoras, lo cierto es que pocos se han traducido en programas concretos de monitoreo con una cobertura espacial, diversidad de metodologías de muestreo y continuidad temporal necesarios para generar la información que permita realizar una evaluación precisa de los impactos a nivel de las demarcaciones determinadas en la Directiva Marco de Estrategias Marinas.

Así, la principal fuente de información hoy en día son publicaciones científicas, de relevancia muy heterogénea: desde meras citas de presencia de una especie en un área hasta trabajos en revistas de impacto, algunos con información sobre la distribución espacial de las especies, otros con datos cuantitativos de abundancias y/o biomásas de los taxones analizados, y otros incluso con información sobre impactos observados y demostrados. En todo caso, estos trabajos adolecen de una falta de continuidad en el tiempo y reflejan una limitación en la cobertura espacial del muestreo. Además, la mayoría suelen centrarse en una especie concreta o, a lo sumo, en un grupo taxonómico determinado y no ofrecen por sí solos una visión de la situación a nivel global en toda una demarcación.

Otra importante fuente de información son las Bases de Datos internacionales sobre especies invasoras. Éstas no recogen de forma exhaustiva todas las especies alóctonas, según se deduce al comparar la información recogida en ellas con la que proporciona el análisis directo de la bibliografía científica, ni aportan, por lo general, datos cuantitativos relevantes para la aplicación de indicadores. Sin embargo, resultan útiles para extraer datos sobre la distribución global de las especies, información sobre su biología y ecología, y también para obtener referencias bibliográficas relevantes. Algunas son generales, pero otras se centran en organismos marinos, por lo que resultan especialmente útiles en el caso que nos atañe. Cabe destacar sobre todo la base de datos desarrollada en el Proyecto DAISIE de la Comisión Europea, de Inventario de Especies Exóticas Invasoras en Europa, realizada en el marco del Sexto Programa Marco de Investigación (<http://www.europe-aliens.org/>). Otros grandes proyectos a nivel europeo que merecen especial atención son:

ALARM: dirigido a la gestión de especies alóctonas y en cuyo marco se desarrolló una metodología estandarizada para evaluar sus impactos, el denominado “*biopollution level*” (<http://corpi.ku.it/~biopollution>). Este proyecto también impulsó la elaboración de una



revista científica on line sobre especies acuáticas alóctonas (<http://www.alarmproject.net/alarm>).

IMPASSE: Centrado en el desarrollo de buenas prácticas relacionadas con las introducciones y traslocaciones en acuicultura, así como evaluaciones de riesgos y de impactos de especies invasoras en la acuicultura (<http://www.hull.ac.uk/hifi/IMPASSE>).

ALIENS: Este proyecto desarrollado por equipos de 5 países europeos tuvo como objetivo la mejora en el conocimiento de los efectos de las introducciones de macroalgas en las costas europeas.

A pesar de que, como se ha señalado anteriormente, no se ha implementado por el momento un sistema de seguimiento a nivel nacional que cubra todas las demarcaciones marinas españolas, desde hace años las administraciones autonómicas han impulsado diversos estudios, incluso programas de seguimiento, relativos a especies alóctonas en medio marino, como los mencionados en los anteriores párrafos.

La mayoría de los estudios sobre especies alóctonas en la Demarcación Canaria suelen ser puntuales geográficamente, discontinuos en el tiempo o realizados durante periodos, no pudiendo ser considerados en ningún caso como programas de seguimiento. Sin embargo, desde la administración autonómica se han impulsado dos iniciativas, el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias

(<http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/medionatural/biodiversidad/especies/bancodatos/>)

y el de Especies introducidas en Canarias, que incluye especies marinas:

<http://www.interreg-bionatura.com/especies/index.php>

<http://www.interreg-bionatura.com/biodiv/exoticos.php?lang=es>

que han resultado de enorme utilidad para realizar esta evaluación, a pesar de que dichas bases de datos carecen de rango normativo, por lo que la inclusión de una especie en ella tiene carácter meramente informativo. Uno de los principales problemas que afectan al análisis y extracción de información relevante de estas y otras fuentes de información es la dificultad de determinar si una especie en cuestión se trata de una especie introducida recientemente o bien sólo de una especie no detectada hasta el momento en que se citó por primera vez, es decir, la gran cantidad de especies consideradas criptogénicas en esta área. Ello representa obviamente una importante dificultad para evaluar el impactos de las especies alóctonas, ya que de entrada resulta imposible saber si de entrada muchas de ellas son o no realmente alóctonas. En este informe se han considerado sólo aquellas en que su carácter de especie introducida está fehacientemente contrastado. Igualmente, la capacidad invasiva de las especies consideradas como tales dentro de la Demarcación Canaria es difícil de evaluar, debido a la ausencia de seguimiento científico. En realidad en las bases de datos



mencionadas no hay ninguna categorizada como invasora en medio marino, si bien algunas de ellas se recogen en la lista de especies consideradas como tales en el Real Decreto 1628/2011, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras, concretamente cuatro algas consideradas incluidas en la categoría de “invasoras” (Anexo I). En la actualidad y con el objeto de implementar las directrices del Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), el Gobierno de Canarias está elaborando una “Estrategia Canaria para la prevención y control de las especies exóticas invasoras” en la que se trata, fundamentalmente, de la prevención, detección temprana, control o erradicación de las especies exóticas invasoras, así como de la investigación, información, educación y sensibilización pública. Asimismo, establece un plan de trabajo con las actuaciones que corresponderían a cada departamento de las diferentes administraciones públicas.

En conclusión, si bien el análisis conjunto de toda la bibliografía disponible permite obtener una visión global del problema, e incluso aplicar algunos indicadores sencillos, la falta de un sistema de seguimiento continuo en el tiempo, de amplia cobertura y usando metodologías estandarizadas, impide realizar una evaluación completa, precisa y fiable.

2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL

2.1. Conceptos clave y criterios de evaluación. Elementos de evaluación. Fundamento en la selección de criterios e indicadores: Viabilidad y operatividad. Justificación de la selección de parámetros o componentes de cada indicador.

La mayoría de conceptos clave en relación con este descriptor que deben ser tenidos en cuenta para abordar la evaluación de una demarcación en función de la presencia de invasoras, como definición del objeto de estudio, presiones e impactos asociados y consideraciones sobre las escalas espaciales y temporales, así como la problemática inherente al muestreo de alóctonas y cuantificación de sus impactos, han sido ya descritos en la anterior introducción. En este apartado se definirán los criterios e indicadores propuestos para la evaluación inicial. Al enmarcarse en un proceso a escala continental, es recomendable que los enfoques en las distintas demarcaciones sean lo más homogéneos posible. Además, los indicadores seleccionados deben adaptarse a la información disponible, de forma que su uso sea factible en esta evaluación inicial. Es asimismo conveniente tener en cuenta las propuestas de iniciativas anteriores. En este sentido, en la Convención sobre Diversidad Biológica (ver punto anterior 1.2) se propuso que las “*tendencias en especies alóctonas invasoras*” eran uno de los indicadores de amenazas a la biodiversidad a utilizar para el seguimiento de los progresos hacia el cumplimiento del objetivo 2010, es decir, el compromiso de alcanzar una reducción significativa en la tasa de pérdida de biodiversidad. Posteriormente, la Agencia Europea de Medio Ambiente planteó una estrategia para un desarrollo más detallado de este indicador, considerando como elementos del indicador el



nº acumulado de especies alóctonas, presencia de especies con capacidad invasora reconocida, el impacto y abundancia de dichas especies, las alertas sobre presencia de nuevas invasoras y costes asociados a la misma. Finalmente, en el marco de la primera fase del SEBI sólo se desarrollaron dos de ellos, el nº acumulado de invasoras y la presencia de invasoras reconocidas, incluyéndose en el listado de indicadores de biodiversidad de la UE (EEA, 2007). El primero es importante para evaluar las tasas de introducción en relación con vías y vectores, pero hay que reconocer su escasa utilidad para llevar a cabo una evaluación global porque no categoriza las especies según su impacto real.

Las especies que desarrollan carácter invasor suelen ser un pequeño porcentaje de las alóctonas, estimado por Williamson y Fitter (1996) en un 10%. Posiblemente este valor se encuentre incluso sobreestimado, ya que la presencia de muchas especies alóctonas, sobre todo aquellas no invasoras, no es detectada en muchos casos. Hay que tener en cuenta además que una sola especie puede causar efectos devastadores, aunque el nº total de alóctonas pueda mantenerse bajo. Aún así, sigue considerándose que el registro del nº de especies alóctonas en un área debe ser incluido en el proceso de evaluación ambiental (*e.g.* Cardoso y Free 2008; Orendt *et al.*, 2009). Algunos autores consideran que la mera presencia de alóctonas ya debe considerarse como contaminación biológica, independientemente de los impactos que pueda causar (Arbačiauskas *et al.*, 2008).

La experiencia acumulada en el estudio de invasiones en medio terrestre también constituye una buena referencia. Así, se pueden trasponer al medio marino algunos indicadores aplicados en ecología terrestre, como porcentaje de fondos afectados por la invasora en un área dada, distribución y abundancia en la misma de una determinada invasora, o ratio de invasoras respecto a especies nativas en grupos taxonómicos determinados (McGeoch *et al.*, 2006).

Este tipo de indicadores no ofrecen tampoco una información directa sobre los impactos, y por tanto sobre el estado ambiental. Ante la dificultad de disponer de información suficiente y contrastada sobre impactos demostrados, se llevó a cabo en el marco de dos proyectos europeos del 6º Programa Marco, ALARM y DAISIE, un importante esfuerzo para desarrollar un método estándar basado en rangos de abundancia y distribución para clasificar al menos la escala los impactos de las especies invasoras sobre las comunidades nativas, el denominado “Índice de Biopolución” (Olenin *et al.*, 2007), en el que esos rangos son finalmente relacionados con la magnitud de los impactos ocasionados a distintos niveles: especies, hábitats y funcionamiento de los ecosistemas. A pesar del avance que supone esta aproximación, los propios autores reconocen que requiere un ulterior desarrollo para especificar la magnitud de los impactos de forma más precisa y en relación a distintos grupos taxonómicos.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, la legislación relevante ya existente y las conclusiones del Grupo de Expertos *ad hoc* sobre este descriptor (Olenin *et al.*, 2010), la Comisión incluyó en su Decisión de 1 de septiembre de 2010 sobre los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas



(2010/477/UE) [notificada con el número C(2010) 5956], los siguientes criterios e indicadores relativos a especies alóctonas para su aplicación en el marco de las Estrategias Marinas

Criterio 2.1. Abundancia y caracterización del estado de las especies alóctonas y, en especial, de las invasoras.

Indicador 2.1.1. — Tendencias en la abundancia, frecuencia temporal y distribución espacial dentro de la naturaleza de las especies alóctonas y, en especial, de las invasoras, particularmente en las zonas de riesgo, en relación con los principales vectores y vías de propagación de esas especies.

Criterio 2.2. Impacto ambiental de las especies alóctonas invasoras.

Indicador 2.2.1 — Relación entre especies alóctonas invasoras y especies autóctonas en algunos grupos taxonómicos bien estudiados (por ejemplo, peces, macroalgas o moluscos), como medida de los cambios en la composición por especies (por ejemplo, a raíz del desplazamiento de las especies autóctonas)

Indicador 2.2.2 — Impactos de las especies alóctonas invasoras a nivel de especies, hábitats y ecosistemas, cuando ello sea factible (2.2.1).

Además, esta decisión señala que poder identificar y evaluar las vías y vectores de propagación de especies alóctonas como resultado de las actividades humanas es condición previa indispensable para prevenir que las especies así introducidas puedan alcanzar niveles que afecten negativamente a los ecosistemas y mitigar así cualquier posible impacto. Indica también que la evaluación inicial habrá de tener en cuenta que algunas de las especies introducidas como consecuencia de una actividad humana se encuentran ya reguladas a escala de la Unión, con objeto de valorar y de reducir al mínimo su posible impacto en los ecosistemas acuáticos, como es el caso del Reglamento (CE) nº 708/2007 del Consejo, de 11 de junio de 2007, sobre el uso de las especies exóticas y las especies localmente ausentes en la acuicultura, y que algunas especies alóctonas han venido utilizándose normalmente en la acuicultura desde hace mucho tiempo y están sujetas ya a un régimen específico de permisos dentro de la normativa vigente (anexo IV del Reglamento (CE) nº 708/2007).

La Decisión reconoce explícitamente que el conocimiento de los efectos de las especies alóctonas en el medio ambiente es aún muy limitado y que, por tanto, se precisan más conocimientos científicos y técnicos para desarrollar indicadores potencialmente útiles que permitan determinar, en especial, los impactos de las especies alóctonas invasoras, que son todavía la principal preocupación en el proceso de consecución del buen estado medioambiental. Esta falta de conocimiento es lo que justifica que la prioridad en la evaluación y el seguimiento se centre en esta primera fase en la caracterización del estado, que es un requisito previo esencial para valorar la magnitud de los impactos, aunque no determine por sí misma la consecución del buen estado medioambiental con relación a este descriptor.



Así, el primer criterio se dirige simplemente a caracterizar el estado de las alóctonas, priorizando las invasoras, justificándolo como un prerequisite para la evaluación de impactos. La información cualitativa y cuantitativa sobre el grado de establecimiento de invasoras en un área es desde luego indispensable, pero no suficiente para llevar a cabo una evaluación realmente útil para la gestión. Ello se debe a que una vez establecidas, las especies alóctonas invasoras ya no pueden ser erradicadas en la inmensa mayoría de casos. Esta irreversibilidad implica que el uso de indicadores descriptivos de estado, que comparan valores observados respecto a unos niveles de base o rangos de referencia predefinidos, como los que se utilizan en casos de contaminación química, tienen poco sentido en el caso de las especies invasoras establecidas, ya que simplemente constatarían año tras año una situación no deseada. Por ello los indicadores propuestos no se basan en valores absolutos, sino en tendencias. En todo caso la decisión de la Comisión no detalla los elementos de los indicadores, que deberán ser definidos para cada demarcación en el marco de este informe de evaluación inicial y posteriormente revisados.

Atendiendo a la información disponible en las demarcaciones marinas españolas, se ha considerado que el indicador 2.1.1 puede concretarse como el valor de la pendiente de la tendencia en el nº de citas acumuladas de especies alóctonas producidas en cada demarcación, definiendo cita como observación de una especie en una fecha y localidad determinada. Este indicador puede aplicarse a nivel global en toda la demarcación y considerando todas las especies o, para obtener información más precisa y relevante, calcularlo para determinadas áreas y grupos taxonómicos, con el fin de minimizar el sesgo producido por diferencias en cantidad y cobertura de estudios entre zonas y el relacionado con metodologías de muestreo. No permite describir con precisión los procesos de dispersión ni la evolución de las invasiones en términos de abundancias o extensión afectada, pero sí puede ser una buena aproximación a la presión de introducción, y el nº de localidades afectadas puede asumirse como proporcional a dichas abundancias y extensión de las invasiones.

El criterio 2.2 se refiere ya a lo que es el núcleo del problema que pretende abordar este descriptor, el impacto de las especies alóctonas en los ecosistemas y no sólo su mera presencia. Sin embargo, al ser conscientes de la preocupante falta de datos fehacientes sobre el particular, sólo se propone un indicador indirecto como es el ratio entre el nº de alóctonas y nativas en determinados grupos taxonómicos, en aquellos en los que se asume que la biota nativa y la alóctona es bien conocida, como peces, macroalgas y macrobentos. Se considera, atendiendo a los mismos argumentos presentados en relación al criterio 2.1., que el indicador numérico asociado no sería tanto el valor del ratio en un momento dado, ya que ello supone sólo la constatación de un hecho, sino la pendiente de la función que describe la evolución de ese parámetro en el tiempo, que sí es susceptible de ser modificada como resultado de una buena gestión que prevenga nuevas introducciones.

Gracias a la puesta en marcha de sistemas de seguimiento de amplia cobertura espacial por parte de algunas administraciones regionales, es posible que en un futuro puedan aplicarse en las demarcaciones marinas españolas indicadores ya más directamente



relacionados con el impacto potencial, como puede ser la evolución de la extensión afectada por una especie o grupo de especies especialmente importantes, como pueden ser las macroalgas.

Finalmente, se sugiere aplicar indicadores que cuantifiquen directamente impactos cuando sea posible, si bien sin definir en absoluto los elementos de dichos indicadores. Por desgracia, la información disponible en las demarcaciones marinas españolas, escasísima por lo que respecta a estudios de impacto, no permite una aplicación generalizada de este tipo de indicadores.

Referencias

- Arbačiauskas, K., Semchenko, V., Grabowski, M., Leuven, R.S.E.W., Paunović, M., Son, M.O., Csányi, M., Gumuliauskaitė, S., Konopacka, A., Nehring, S., van der Velde, G., Vezhnovetz, V., and Panov, V.E., 2008. Assessment of biocontamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways. *Aquatic Invasions* 3(2): 211-230.
- Cardoso, A.C., and Free, G. 2008. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive. *Aquatic Invasions*, 3 (4): 361-366
- McGeoch, M.A., Chown, S.L., and Kalwij, J.M. 2006. A Global Indicator for Biological Invasion. *Conservation Biology* 20, 1635-1646.
- Olenin, S., Minchin, D., and Daunys, D. 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Marine Pollution*
- Orendt, C., Schmitt, C., van Liefferinge, C., Wolfram, G., and de Deckere, D. 2009. Include or exclude? A review on the role and suitability of aquatic invertebrate neozoa as indicators in biological assessment with special respect to fresh and brackish European waters. *Biological Invasions*.
- Williamson, M.H., and Fitter, A. 1996. The characters of successful invaders. *Biological Conservation* 78: 163-170.

2.2. Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos.

El análisis de 64 referencias bibliográficas, de un total de 98 trabajos registrados (Ver apartado de referencias), permitido recopilar 257 citas puntuales acerca de 59 especies alóctonas en Canarias. Cabe señalar que en esta Demarcación muchas especies no pueden ser catalogadas con seguridad como alóctonas por falta de estudios previos de referencia, por lo que el porcentaje de criptogénicas en los listados taxonómicos de fauna y flora Canaria es muy alto. También destacar que especies consideradas exóticas o alóctonas en algunas fuentes bibliográficas en realidad no lo son atendiendo a la definición considerada en el marco de este informe, el propuesto por el Grupo de Expertos ad hoc (Olenin et al., 2010), que implica la necesaria intervención de un vector antrópico en algún momento del



proceso de expansión de la especie, ya que pueden haber llegado a las Canarias exclusivamente por vías naturales. Así, en la siguiente Tabla se recogen sólo aquellas especies que se ha considerado cumplen estrictamente la definición de especie alóctona adoptada en el marco de las Estrategias Marinas.

Tabla I-Especies alóctonas detectadas en la demarcación Canaria

Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	Briozoa	<i>Aetea anguina</i>
Algae	<i>Antithamnion diminutum</i>	Briozoa	<i>Aetea ligulata</i>
Algae	<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Briozoa	<i>Aetea longicollis</i>
Algae	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Briozoa	<i>Aetea sica</i>
Algae	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i>	Briozoa	<i>Aetea truncata</i>
Algae	<i>Ceramium atrorubescens</i>	Briozoa	<i>Beania mirabilis</i>
Algae	<i>Ceramium cingulatum</i>	Briozoa	<i>Bugula avicularia</i>
Algae	<i>Codium fragile fragile</i>	Briozoa	<i>Bugula fulva</i>
Algae	<i>Colpomenia sinuosa</i> var. <i>peregrina</i>	Briozoa	<i>Bugula neritina</i>
Algae	<i>Corynophlaea cystophorae</i>	Briozoa	<i>Bugula simplex</i>
Algae	<i>Dipterosiphonia dendritica</i>	Briozoa	<i>Bugula stolonifera</i>
Algae	<i>Grateloupia doryphora</i>	Briozoa	<i>Chorizopora brongniartii</i>
Algae	<i>Grateloupia imbricata</i>	Briozoa	<i>Electra pilosa</i>
Algae	<i>Grateloupia turuturu</i>	Briozoa	<i>Escharina vulgaris</i>
Algae	<i>Gymnophycus hapsiphorus</i>	Briozoa	<i>Fenestrulina malusii</i>
Algae	<i>Laurencia caduciramulosa</i>	Briozoa	<i>Membranipora tuberculata</i>
Algae	<i>Neosiphonia harveyi</i>	Briozoa	<i>Microporella ciliata</i>
Algae	<i>Predaea huismanii</i>	Briozoa	<i>Puellina innominata</i>
Algae	<i>Scinaia acuta</i>	Briozoa	<i>Reptadeonella violacea</i>
Algae	<i>Scytosiphon dotyi</i>	Briozoa	<i>Schizoporella errata</i>
Algae	<i>Stypopodium schimperi</i>	Briozoa	<i>Schizoporella unicornis</i>
Algae	<i>Undaria pinnatifida</i>	Briozoa	<i>Scruparia ambigua</i>
Algae	<i>Womersleyella setacea</i>	Gasteropoda	<i>Haminoea callidegenita</i>
Anfipoda	<i>Caprella scaura</i>	Gasteropoda	<i>Terebra corrugata</i>
Tunicata	<i>Botrylloides leachi</i>	Myxozoa	<i>Sphaerospora testicularis</i>
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>	Teleostea	<i>Argyrosomus regius</i>
Tunicata	<i>Cystodytes dellachiajei</i>	Teleostea	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Tunicata	<i>Diplosoma listerianum</i>	Teleostea	<i>Monodactylus sebae</i>
Tunicata	<i>Microcosmus squamiger</i>	Teleostea	<i>Pomacanthus maculosus</i>
		Teleostea	<i>Sparus aurata</i>

De las 59 especies registradas, que con seguridad pueden considerarse alóctonas en la demarcación, 30 tienen potencial invasor acreditado en otras áreas, aunque ello no



implique que realmente se haya cuantificado su impacto en esta Demarcación, ni si ese impacto en el ecosistema merece realmente el calificativo de negativo, a menos que se considere cualquier cambio en la proporción de especies en los ecosistemas o la mera presencia de alóctonas como impacto negativo. En realidad, en sólo 8 especies se dispone de algún dato concreto sobre impacto demostrado en el área, que se detallan en un apartado posterior.

Tendencias en la introducción de especies alóctonas

En relación a los indicadores relacionados con el Criterio 2.1 *“Abundancia y caracterización del estado de las especies alóctonas y, en especial, de las invasoras”*, en las figuras siguientes se refleja la evolución temporal del nº de citas de especies alóctonas por año (sin incluir criptogénicas), estimado a partir de aquellas publicaciones que aportan datos concretos sobre la fecha del registro, la acumulada de dichas cifras y la evolución del nº de especies alóctonas citadas en la demarcación, respectivamente. Se entiende como citas a la referencia a un taxón determinado en una localidad en el marco de un estudio concreto. El concepto de localidad es heterogéneo, ya que en unos casos representa un punto de muestreo y en otros la cita integra información de diversos puntos de muestreo visitados en el marco de una misma campaña, hasta un nivel máximo de provincia. El efecto de esa integración de datos en algunos estudios es disminuir el nº de casos en un año dado, por lo que la gráfica debe interpretarse como el resultado mínimo. Se dan también casos de citas repetidas en una misma localidad, que provocarían el efecto contrario, distorsionando al alza la tasa de expansión de una especie. La elaboración de un Sistema de Información Geográfica permitiría minimizar estos sesgos, pero no el derivado de la heterogeneidad en la distribución espacio-temporal de los muestreos y la variedad de metodologías utilizadas en los distintos estudios. Así, la única vía para obtener estimaciones precisas sería la implementación de un sistema de detección coordinado y regular, con una cobertura espacial representativa y que utilizara metodologías de muestreo estandarizadas. Al no ser ese el caso, las gráficas presentadas deben ser interpretadas con cautela.



Citas alóctonas Canarias

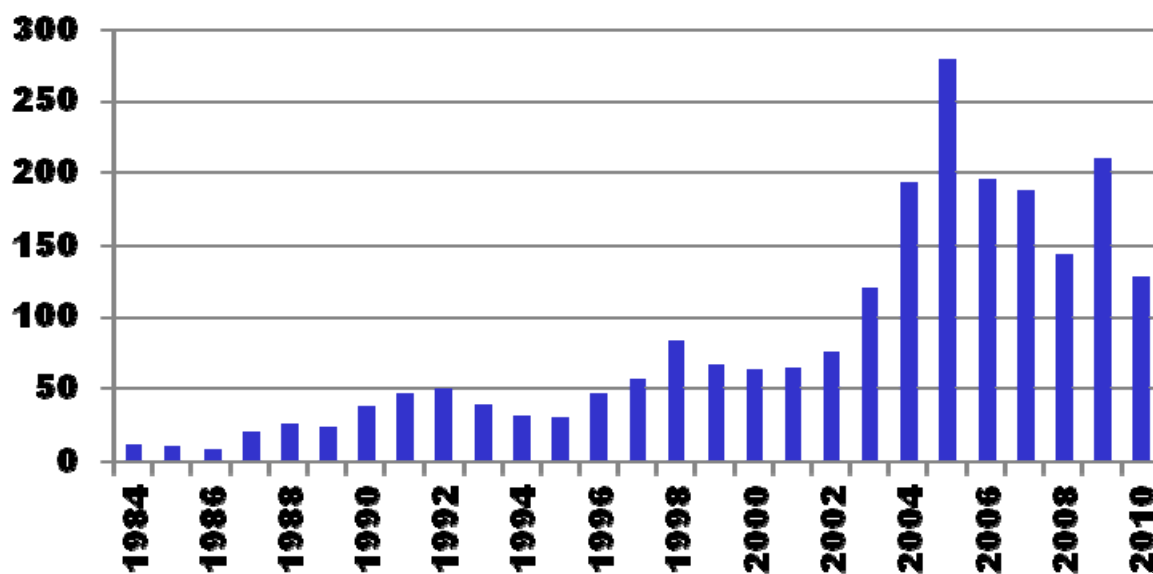


Figura 1-Evolución temporal de las citas de especies alóctonas (taxón/año/localidad) en la Demarcación Sudatlántica.



Figura 2-Evolución temporal acumulada de las citas de especies alóctonas (taxón/año/localidad) en la Demarcación Canaria.

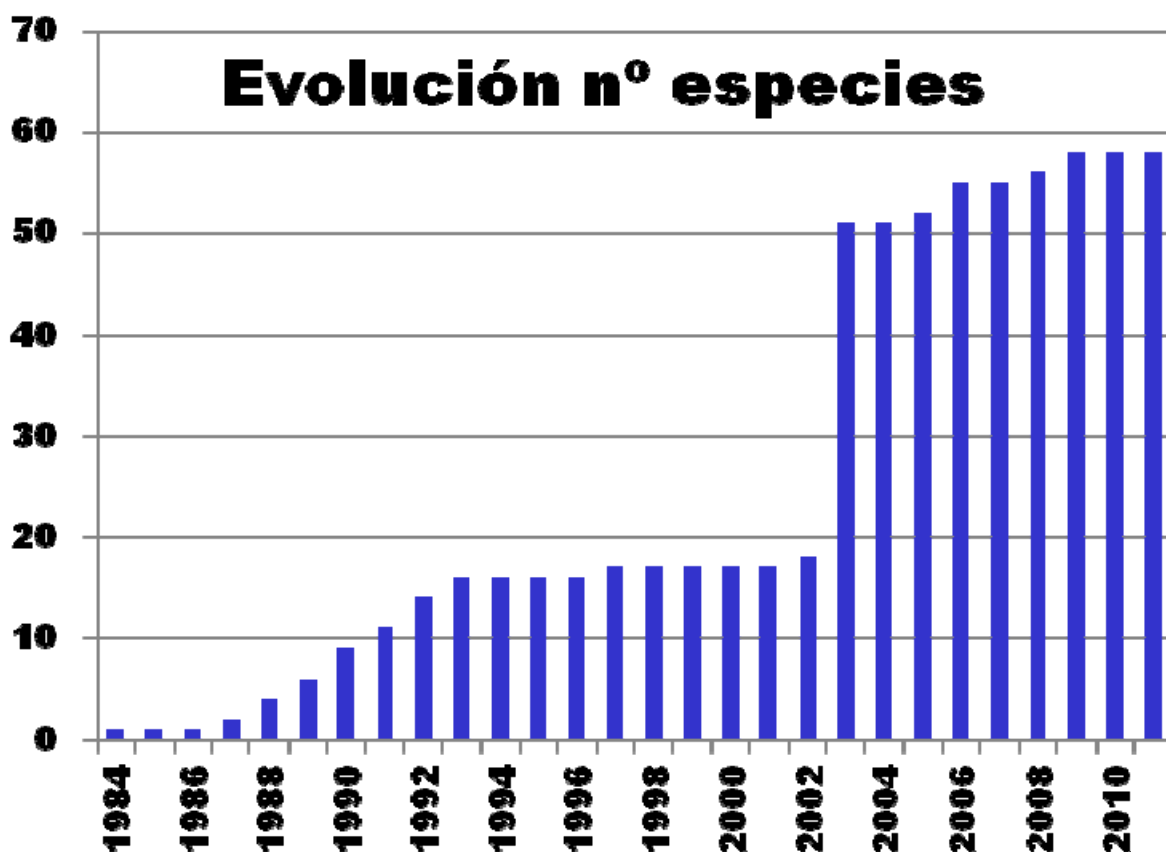


Figura 3-Evolución temporal del número de especies alóctonas en la demarcación Sudatlántica sobre las que se dispone de información concreta sobre la fecha en que se produjeron las primeras citas. No representa el total de especies alóctonas detectadas.

A pesar de los evidentes sesgos derivados de la realización de estudios puntuales, todo parece indicar una tendencia positiva consistente de aumento de la introducción y expansión de especies alóctonas. Además, al observar el tipo de especies registradas, detallado en el siguiente gráfico, se aprecia también un evidente sesgo derivado de las metodologías de muestreo y análisis, ya que la mayoría son especies macrobentónicas, o por la existencia de estudios detallados pero focalizados en un grupo taxonómico específico, como es el caso de los briozoos.

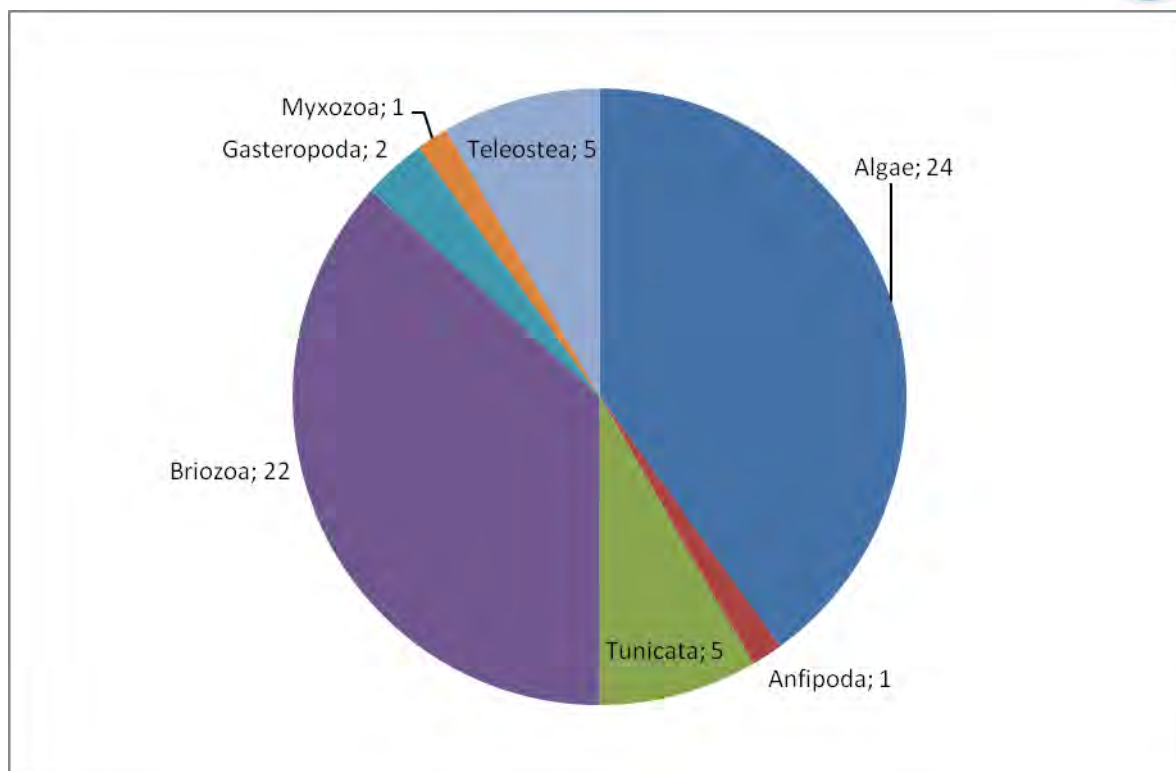


Figura 4-Distribución relativa por grupos taxonómicos de las especies alóctonas detectadas en la Demarcación Canaria.

Ello refuerza la idea de que la presencia de especies invasoras puede ser en realidad mucho mayor, y que la puesta en marcha de muestreos dirigidos a especies planctónicas o pequeños organismos meiobentónicos haría que el número de especies alóctonas aumentara de forma exponencial. Por ese motivo es conveniente segmentar cualquier análisis por grupos taxonómicos principales, o al menos por metodologías de muestreo.

En conclusión, al no tratarse de una información exhaustiva estos resultados deben considerarse como una representación de mínimos de las tasas de establecimiento de especies.

Análisis de impactos

A pesar de que existen indicios sobre el carácter invasor de las especies anteriormente citadas, en realidad la cuantificación de impactos es muy escasa en la literatura consultada, con la mayoría de trabajos consistentes en citas de especies invasoras sin aportar información cuantitativa precisa sobre su distribución y abundancia, y menos sobre interacciones con otros elementos del ecosistema. Al ser este último tipo de datos los realmente relevantes en relación con este descriptor, se ha llevado a cabo un estudio detallado de la bibliografía que aporta alguna información en este sentido. Se expone a continuación dicha información, útil en algunos casos para la aplicación de indicadores relacionados con el Criterio 2.2 "*Impacto ambiental de las especies alóctonas invasoras*".



Se presenta a continuación un cuadro resumen de los estudios e impactos descritos y realizados en la demarcación agrupando datos de fuentes diversas, ya sean derivados de seguimientos rutinarios publicados en informes técnicos o artículos científicos resultantes de proyectos de investigación. Los estudios de impactos de invasoras se han tipificado en cinco niveles (elaboración propia) atendiendo al grado de impacto de la invasora (presencia y distribución de la especie, biología y autoecología de la especie, comunidades y hábitats, ecosistemas y procesos, usos y servicios). Así, el primer nivel incluye los estudios en los que el impacto de la invasora es una mera cita de presencia de la especie o si se evalúa o cuantifica algún aspecto de su distribución espacio-temporal. La segunda categoría se ha desglosado en estudios que evalúan aspectos fisiológicos (activación de enzimas de estrés oxidativo...), modificaciones de tasas de crecimiento, cambios en aspectos reproductivos (fecundidad), toxicidad inducida por las invasoras, alteraciones genéticas (hibridación...) y transmisión de patógenos. La tercera tipología de impactos incluye los estudios que alteran la estructura de la comunidad o el hábitat y que demuestren experimentalmente que la invasora genera cambios en variables como la abundancia, composición específica o riqueza de especies de otros grupos taxonómicos. El cuarto nivel se centra en impactos a nivel de ecosistema al analizar modificaciones de procesos tales como reclutamiento, trofismo, flujos energéticos, cambios físico-químicos en el medio, modificaciones en las relaciones interespecíficas (competencia). El quinto grado trasciende los aspectos ecobiológicos y resalta el alcance del impacto sobre usos y servicios del ser humano.

La evaluación y análisis de los estudios de la Demarcación Canaria se ha realizado atendiendo a un criterio científico riguroso excluyendo los estudios que no demuestren explícitamente el impacto, desechándose hipótesis y elucubraciones. Siguiendo este criterio, aparecen ocho especies catalogadas como invasoras: las algas *Asparagopsis armata*, *A. taxiformis*, *Caulerpa racemosa*, *Codium fragile*, *Grateloupia turuturu*, *Undaria pinnatifida*, *Styopodium schimperi* y *Womersleyella setacea*; el anfípodo *Caprella scaura*, la ascidia *Microcosmus squamiger* y el parásito *Sphaerospora testicularis* (Tabla 1). Los resultados presentan la totalidad de estudios de invasoras incluidos en la categoría 1 (distribución espacial y temporal), no encontrándose ningún estudio de impacto constatado hasta la fecha, con la excepción del parásito *Sphaerospora testicularis*.

Resumen de la tipología y niveles de impactos de especies invasoras en la Demarcación Canaria:

- 1- Estudios de distribución espacial y temporal
- 2- Estudios a nivel de especie:
 - 2.1. Cambios fisiológicos
 - 2.2. Cambios en el crecimiento
 - 2.3. Estudios de fecundidad
 - 2.4. Toxicidad
 - 2.5. Alteraciones genéticas



2.6. Transmisión de patógenos

3- Alteraciones o cambios en la estructura de la comunidad y hábitat. Modificaciones de abundancia, composición específica, riqueza de especies.

4- Alteraciones de procesos (Ecosistemas):

4.1. Modificación del reclutamiento

4.2. Modificaciones tróficas

4.3. Modificación de los flujos energéticos

4.4. Modificaciones físico-químicas del medio

4.5. Modificaciones de las relaciones interespecíficas (competencia por el espacio, nicho ecológico...)

5- Impactos sobre usos y servicios

Tipología y niveles de impacto de especies invasoras en la demarcación Canaria															
	1	2						3	4					5	
Especie	1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5	Cita
Algae															
<i>Asparagopsis armata</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
	x														Andreakis et al., 2011
	x														Andreakis et al., 2007
	x														Lista de Especies Marinas Canarias
	x														Johnston, 1969
	x														Haroun et al., 2002
esporofito de <i>A. armata</i> (<i>Falkenbergia rufolanosa</i>)	x														Haroun et al., 2003
	x														Especies Introducidas Canarias 2011
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	x														Lista de Especies Marinas Canarias
	x														Gil-Rodríguez & Alfonso-Carrillo, 1980
<i>Caulerpa racemosa</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
	x														Verlaque et al., 2004
	x														Gil-Rodríguez et al., 2007
	x														Moreira-Reyes & Gil-Rodríguez, 2008
<i>Codium fragile</i> subs. <i>tomentosoides</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
	x														Lista de Especies Marinas Canarias
	x														Chacana, 1992
<i>Grateloupia turuturu</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
<i>Undaria pinnatifida</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
<i>Styopodium schimperi</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
<i>Womersleyella setacea</i>	x														Especies Introducidas Canarias 2011
	x														Rojas-González & Alfonso Carrillo, 2000
	x														Haroun et al., 2002
Amphipoda															
<i>Caprella scaura</i>	x														Guerra-García et al., 2011
Ascidiacea															
<i>Microcosmus squamiger</i>	x														Turón et al., 2007
Parásitos															
<i>Sphaerospora testicularis</i>							x								Toledo Guedes et al., 2011



En la demarcación Canaria la información sobre impactos es insuficiente para evaluar los efectos y establecer pautas de seguimiento, control y gestión de las invasoras al disponer tan sólo de estudios de distribución espacial y temporal. Es recomendable monitorizar la evolución de las especies citadas, así como evaluar la tipología de impactos causados en las especies, hábitats y ecosistemas invadidos. Estos datos son de especial relevancia para una correcta evaluación y comprensión sobre los impactos que las especies invasoras causan en los hábitats nativos.

A continuación se proponen diversos índices e indicadores para futuros seguimientos y estudios de la cuantificación del impacto de las invasoras en la demarcación (elaboración propia):

- a) Riqueza esperada de Hulbert- (Hurlbert's expected species richness) abreviado como "E (Sn)". El cálculo está basado la ecuación de Hurlbert (1971) que estima el número de especies en base a submuestras de individuos seleccionados de manera aleatoria. Se recomienda aplicar el ES(50) basado en la elección de 50 muestras al azar. Este índice es aconsejable para comparar zonas con distinto esfuerzo muestral y o distintas metodologías de muestreo.
- b) Índice de Shannon (Shannon index) H. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Es un índice frecuentemente aplicado a los estudios de diversidad biótica.
- c) Distinción taxonómica (Taxonomic distinctness) Δ^+ (Clarke & Warwick 1999). Este índice requiere de información pormenorizada sobre las especies, con un componente taxonómico elevado. Para su cálculo es necesario disponer de listas de base sobre las especies y comunidades preexistentes. Se trata de un índice integrador, recomendable para la evaluación de impactos sobre comunidades bentónicas (aplicado en impactos de invasoras tales como *Caulerpa racemosa* sobre comunidades de poliquetos (Box et al, 2010) y de foraminíferos (Mateu et al, 2010). No es requisito que los listados taxonómicos sean definitivos, permitiendo la incorporación de nuevas citas (por ejemplo provenientes de Red Natura 2000, DMA, inventarios de comunidades autónomas) e incrementando la robustez estadística.

d) Proporción del número de invasoras /especies nativas para cada grupo taxonómico:

$$\text{PIN} = (\text{Invasoras/nativas}) \times 100$$

Proporción del número de invasoras /especies nativas protegidas

$$\text{PINp} = (\text{Invasoras/nativas protegidas}) \times 100$$

Este índice es variable (Borja et al, 2011 en la aplicación de la EME presentan valores de PIN oscilando entre 2,3 y 12,6%). Se propone la siguiente escala de trabajo para el ratio del PIN (elaboración propia):



escala	ratio%
1	<2
2	'2-5
3	'6-10
4	'11-15
5	>15

La escala varía entre 1- no impacto: las especies nativas no se ven desplazadas ni modifican sus parámetros cuantitativos, 2- impacto débil: desplazamiento de especies nativas, sin cambios de especies dominantes, 3- impacto moderado: desplazamiento a gran escala de especies nativas, declive en abundancia y rango de distribución; extinciones, especies alóctonas dominantes, 4- impacto fuerte: extinciones, reducción en abundancia de la comunidad inicial dominante, 5- impacto masivo: extinción de especies clave, extinción de comunidades en más de un grupo ecológico. Estas categorizaciones siguen de manera análoga la clasificación del impacto de las invasoras en especie y comunidades nativas (Olenin et al 2007).

La aplicación de los índices e indicadores antes mencionados y orientados a la cuantificación del impacto de especies invasoras se puede establecer a tres niveles de estudio (elaboración propia): 1) Indicadores de especie/comunidad, 2) Indicadores de hábitats y 3) Indicadores de ecosistemas. Esta clasificación se efectúa siguiendo las indicaciones de Olenin et al 2007, donde se describe con detalle el Índice de nivel de biopolución (BPL). La biopolución se define como el impacto de la especie invasora en la calidad ecológica. La metodología de cálculo del Índice de nivel de biopolución (Biopollution Level BPL) queda íntegramente explicada en Narcisus et al 2012. En principio se parte de la abundancia y del rango de distribución de la especie invasora (ADR) en relación a la biota nativa. Consideramos que dicho índice es de utilidad como evaluador sencillo, aunque presenta ciertos inconvenientes tales como la excesiva preponderancia de los valores de abundancia y/o distribución espacial de la especie invasora (ADR), proporcionando valores de biopolución elevados que, sin embargo, no integran la interacciones entre especies ni las consecuencias o efectos cruzados.

Resumen de indicadores de aplicabilidad en Estrategia Marina Europea:

- 1- Indicadores de especie/comunidad: BPL, PIN, ES(50)
- 2- Indicadores de hábitats: BPL, PIN, ES(50), Δ^+
- 3- Indicadores de ecosistemas: BPL, PIN para estrategias tróficas, Δ^+

Los impactos de las invasoras sobre los ecosistemas son difíciles de definir, puesto que deben incluir la evaluación y cuantificación de los procesos (reclutamiento, redes tróficas...), así como la evaluación de parámetros biológicos: crecimiento, reproducción, condición fisiológica... El objetivo último de la evaluación de los efectos de las invasoras sobre los ecosistemas debe integrar la definición de la resiliencia del sistema, evaluar si existen mecanismos de facilitación o sinergia entre invasoras.



La mayoría de estudios de especies invasoras realizados en las cinco demarcaciones son citas de especies en localidades aisladas, excepto algunos trabajos sobre la distribución espacial y dinámica temporal, siendo especialmente limitados los trabajos que evalúan los efectos e impactos de especies invasoras sobre comunidades nativas. Se debe puntualizar la subestima en el número de invasoras por la escasez de científicos especialistas, taxónomos sobretudo en ciertos grupos taxonómicos introduciendo un sesgo en la cuantificación. Asimismo, es requisito indispensable disponer de listados e inventarios de especies base para contrastar los efectos de las invasoras sobre las especies nativas. En muchos casos, dichas listas son inexistentes o la información está excesivamente fragmentada.

Los impactos sobre bienes y ecosistemas son extremadamente heterogéneos, lo que añade complejidad a su cuantificación. En esta fase de la redacción no consideramos pertinente su inclusión, aun debiéndose considerar posteriormente.

En relación a los seguimientos del impacto de invasoras podemos considerar dos escalas de estudio: nivel local y nivel global. El estudio local debe iniciarse por la fase de tipificación de la especie invasora predominante, para luego establecer su BPL. La siguiente fase puede centrarse en el cómputo de los efectos a nivel de hábitat, evaluándose por ejemplo los efectos sobre la arquitectura y complejidad del hábitat asociados a la invasión por una macroalga.

Referencias:

- Borja A, Ibon Galparsoro, Xabier Irigoien, Ane Iriondo, Iratxe Menchaca, Iñigo Muxika, Marta Pascual, Iñaki Quincoces, Marta Revilla, J. Germán Rodríguez, Marina Santurtún, Oihana Solaun, Ainhize Uriarte, Victoriano Valencia, Izaskun Zorita, 2011. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin* 62: 889–904
- Box, A.; Deudero, S. Martin, D. 2010 Polychaeta assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows after the colonisation by invasive *Caulerpa racemosa*: seasonal changes in species composition, community structure and trophic guilds. *Scientia Marina* 74(2): 317-329
- Clarke K. R., Warwick R. M. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series* 184: 21-29
- Hulbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577- 585
- Mateu-Vicens, G.; Box, A.; Deudero, S.; Rodríguez, B. 2010 Comparative analysis of epiphytic foraminifera in sediments colonized by seagrass *Posidonia oceanica* and invasive macroalgae *Caulerpa* spp. *Journal of Foraminiferal Research* 40 (2): 134-147
- Narscius A, Olenin S Zaiko A, Minchinn D, 2012. Biological invasion impact assessment system: From idea to implementation. *Ecological Informatics* 7: 46-51



Olenin S, Minchin D, Daunys D, 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. Marine Pollution Bulletin 55: 379-394

Olenin S & Narscius A, 2010. "Beaufort scale" for bioinvasion impacts. Aliens 52-54

INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE ESPECIES MÁS RELEVANTES

Las más relevantes, por su más amplia distribución en diversos puntos de la demarcación, altas abundancias locales o existencia de impactos negativos demostrados, o por ser especies de potencial invasor reconocido e incluidas por ello en bases de datos internacionales sobre especies invasoras, serían:

***Asparagopsis armata* Harvey, 1855**

División Rhodophyta, Clase Florideophyceae, Orden Bonnemaisoniales, Familia Bonnemaisoniaceae



Ecología: Alga anual que crece en sustratos duros y como epífita sobre otras algas en zonas bien iluminadas del mediolitoral inferior e infralitoral superior. Esta es una especie oportunista que tiene un rápido crecimiento y es capaz de reproducirse vegetativamente en todas sus fases, tolera bien las bajas temperaturas y carece de depredadores debido a una serie de sustancias químicas que produce la especie (Maggs y Stegenga, 1999). En Europa el gametófito se encuentra entre Junio y Septiembre, y el tetrasporófito, denominado *Falkenbergia rufolanosa*, todo el año, pero preferentemente entre Octubre y Marzo. Este último se presenta en forma de pequeñas bolas esféricas de 1 a 3 cm de diámetro. Estas matas consisten en una agrupación de numerosos filamentos muy finos, ramificados que se hayan formados por tres células pericentrales. También es epífita, sobre todo sobre *Corallina spp.*

Dispersión: Esta especie es originaria de Australia y/o posiblemente de Nueva Zelanda. La primera vez que se citó en las costas europeas fue en el año 1925, en las localidades de



Cherbourg y Biarritz. Esta alga se introdujo en el continente europeo posiblemente asociado al comercio de las ostras.

Distribución mundial: en Europa, desde Shetland hasta Cádiz y el mar Mediterráneo; en África se encuentra en Marruecos, Senegal, Sudáfrica, Argelia, Túnez y mar Rojo; en Asia se ha citado en la India y Mar Rojo; en América se ha encontrado en Cuba y Chile; en Oceanía se ha citado al Sur y Oeste de Australia, en Tasmania y Nueva Zelanda.

Citas en la demarcación: La primera cita se produjo en Lanzarote, en 1965 (Johnson, 1969). Andreakis *et al.* (2007) señalan su presencia en Gran Canaria en 1993, y posteriormente, según la base de datos de especies introducidas en Canarias (Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008) y listados de plantas marinas en el archipiélago (Haroun *et al.*, 2002, 2003), ha sido detectada en todas las islas del archipiélago.

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone.

Impacto potencial: Aunque sus poblaciones pueden llegar a ser importantes y recubrir en invierno hasta el 100% del substrato, no se ha determinado su impacto sobre las comunidades autóctonas (Ribera y Boudouresque, 1995). En algunas localidades del mar Mediterráneo la proliferación de esta especie está variando la fisonomía de los fondos, provocando una pérdida de la biodiversidad.

Control: Ninguno

Usos: Ninguno

Referencias consultadas: Johnston, 1969; Haroun *et al.*, 2002, 2003; Moro *et al.*, 2003 (eds.); Andreakis *et al.*, 2004, 2007; Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008

Otras referencias relevantes:

- Andreakis, N., Procaccini, G. & Kooistra, W.H.C.F. (2004). *Asparagopsis taxiformis* and *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): genetic and morphological identification of Mediterranean populations. *European Journal of Phycology* 39: 273-284.
- Aranda, J., Niell, F.X. & Fernández, J.A. (1984). Production of *Asparagopsis armata* (Harvey) in a thermally-stressed intertidal system of low tidal amplitude. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 84: 285-295.
- Báez J.C., Conde F. & Flores A. 1997. Plantas marinas foráneas del litoral ibérico. *Quercus*, 140: 31-33.
- Bonin, D.R. & Hawkes, M.W. (1987). Systematics and life histories of New Zealand Bonnemaisoniaceae (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): I. The genus *Asparagopsis*. *New Zealand Journal of Botany* 25: 577-590.
- Boudouresque, C.F., M.Verlaque, 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin*, 44-1: 32-38
- Braune, W. (2008). *Meeresalgen. Ein Farbbildführer zu den verbreiteten benthischen Grün- Braun- und Rotalgen der Weltmeere.* pp. [1]-596, pls 1-266 (colour photographs). Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag.
- Bruneau, Y., Codomier, L., Combaut, G. & Teste, J. (1978). Étude comparative des composés halogénés du *Falkenbergia rufolanosa* (Harv.) Schmitz et de l'*Asparagopsis armata* (Harv.): Rhodophycées bonnemaisoniales. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences. Paris. Série D* 286: 603-605.
- Chemin, E. (1937). Répartition géographique et mode de dissémination d'*Asparagopsis armata*, Harv. : 43-44.



- Codomier, L., Bruneau, Y., Combaut, G. & Teste, J. (1977). Étude biologie et chimique d'*Asparagopsis armata* et de *Falkenbergia rufolanosa* (Rhodophycées bonnemaisoniales). *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences. Paris. Série D* 284: 1163-1165.
- Codomier, L., Segot, M. & Combaut, G. (1979). Effets de l'iode sur la croissance des frondes d'*Asparagopsis armata* (Rhodophycées, Bonnemaisoniales) obtenues en culture à partir de rameaux à harpons. *Giornale Botanico Italiano* 113: 387-393.
- Codomier, L., Segot, M. & Combaut, G. (1981). Influence de composés organiques halogénés sur la croissance d'*Asparagopsis armata* (Rhodophycée, Bonnemaisoniale). *Botanica Marina* 24: 509-513.
- Codomier, L., Segot, M. & Teste, J. (1979). Sur le développement d'*Asparagopsis armata* (Rhodophycée, Bonnemaisoniale) en culture. *Botanica Marina* 22: 153-157.
- Codomier, L., Segot, M., Combaut, G. & Teste, J. (1981). Sur le développement d'*Asparagopsis armata* (Rhodophycée, Bonnemaisoniale) en culture. Effets de certaines substances azotées ou phosphorées inorganiques ou organiques. *Botanica Marina* 24: 43-49.
- Codomier, L., Segot, M., Teste, J. & Jeanty, G. (1978). Sur la croissance et le développement des frondes d'*Asparagopsis armata* Harv. (Rhodophycée, Bonnemaisoniale) à partir de rameaux à harpons mis en culture dans un milieu enrichi en brome. *Bulletin de la Société Phycologique de France* 23: 29-37.
- Combaut, G., Bruneau, Y., Codomier, L. & Teste, J. (1979). Comparative sterols composition of the red alga *Asparagopsis armata* and its tetrasporophyte *Falkenbergia rufolanosa*. *Journal of Natural Products* 42: 150-151.
- Combaut, G., Bruneau, Y., Teste, J. & Codomier, L. (1978). Composés halogènes d'une algue rouge, *Falkenbergia rufolanosa* tetrasporophyte d'*Asparagopsis armata*. *Phytochemistry* 17: 1661-1663.
- De Valéra, M. & Folan, A. (1964). Germination in situ of carpospores in Irish material of *Asparagopsis armata* Harv. and *Bonnemaisonia asparagoides* (Woodw.) Ag.. *British Phycological Bulletin* 2: 332-338.
- De Valéra, M. (1942). A red alga new to Ireland: *Asparagopsis armata* Harv. on the west coast. *Irish Naturalists' Journal* 8: 30-33.
- De Valéra, M. (1957). A note on the distribution of *Asparagopsis armata* and *Falkenbergia rufolanosa* in Ireland as compared with Spain. *Collectanea Botanica* 5: 377-380.
- Dizerbo, A.H. (1964). L'écologie d'*Asparagopsis armata* Harv. et de *Falkenbergia rufolanosa* (Harv.) Schmitz dans le Massif Armoricain. *Proceedings of the International Seaweed Symposium* 4: 179-185.
- Drew, K.M. (1950). Occurrence of *Asparagopsis armata* Harv. on the coast of Cornwall. *Nature, London* 161: 223.
- Eno N.C., Clark R.A. & Sanderson W.G., (eds.). 1997. *Non-native marine species in British waters: a review and directory*. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 152 pp.
- Feldmann, J. & Feldmann, G. (1939). Sur le développement des carpospores et l'alternance de générations de l'*Asparagopsis armata* Harvey. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences, Paris* 208: 1240-1242, Figs. A-E.
- Flores-Moya A. & Conde F. 1992. Fenología y corología de *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) en el Mediterráneo. *Acta Botánica Malacitana*, 17: 245-260.
- Flores-Moya, A. & Conde, F. (1992). Fenología y corología de *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) en el Mediterráneo. *Acta Botanica Malacitana* 17: 245-249.
- Funk, G. (1955). Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen von Neapel: Zugleich mikrophotographischer Atlas. *Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 25(Suppl.): i-x, 1-178, 36 figs.
- Guiry, M.D. & Dawes, C.J. (1992). Daylength, temperature and nutrient control of tetrasporogenesis in *Asparagopsis armata* (Rhodophyta). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 158: 197-219.
- Haslin, C. & Pellegrini, M. (2001). Culture medium composition for optimal thallus regeneration in the red alga *Asparagopsis armata* Harvey (Rhodophyta, Bonnemaisoniaceae). *Botanica Marina* 44: 23-30.
- Haslin, C., Lahaye, M. & Pellegrini, M. (2000). Chemical composition and structure of sulphated water-soluble cell-wall polysaccharides from the gametic, carposporic and tetrasporic stages of *Asparagopsis armata* Harvey (Rhodophyta, Bonnemaisoniaceae). *Botanica Marina* 43: 475-482.
- Horridge, G.A. (1951). Occurrence of *Asparagopsis armata* Harv. on the Scilly Isles. *Nature, London* 167: 732-733.
- Kraan, S. & Barrington, K. (2005). Commercial farming of *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta) in Ireland, maintenance of an introduced species. *Journal of Applied Phycology* 17: 103-110.
- Loiseaux-de Goër, S. & Noailles, M.-C. (2008). *Algues de Roscoff*. pp. [1]-215, col. figs. Roscoff: Editions de la Station Biologique de Roscoff.
- Maggs C.A. & Stegenga H. 1999. Red algal exotics on North Sea coasts. *Helgoländer Meeresunters*, 52: 243-258.
- Maggs, C.A. & Hommersand, M.H. 1993. *Seaweeds of the British Isles. Volume 1: Rhodophyta. Part 3A: Ceramiales*. London, HMSO, for Natural History Museum.
- Mata, L., Silva, J., Schuenhoff, A. & Santos R. (2007). Is the tetrasporophyte of *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales) limited by inorganic carbon in integrated aquaculture?. *Journal of Phycology* 43: 1252-1258.
- McLachlan, J. (1967). Tetrasporangia in *Asparagopsis armata*. *British Phycological Bulletin* 3: 251-252.



- Ní Chualáin, F., Maggs, C.A., Saunders, G.W. & Guiry, M.D. (2004). The invasive genus *Asparagopsis* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta): molecular systematics, morphology, and ecophysiology of *Falkenbergia* isolates. *Journal of Phycology* 40: 1112-1126.
- Pacios, I., Guerra-García, J.M., Baeza-Rojano, E. & Cabezas, M.P. (2011). The non-native seaweed *Asparagopsis armata* supports a diverse crustacean assemblage. *Marine Environmental Research* 71(4): 275-282.
- Paul, N.A., Cole, L., de Nys, R. & Steinberg, P.D. (2006). Ultrastructure of the gland cells of the red alga *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniaceae). *Journal of Phycology* 42: 637-645.
- Ribera M.A & Boudouresque C.F. 1995. Introduced marine plants, with referente to macroalgae: mechanisms and impact. *Progress in Phycological Research*, 11: 187-268.
- Sauvageau, C. (1925). Sur la naturalisation en France d'une Floridée australasienne de l'iode (*Asparagopsis armata* Harv.) et sur ses ioduques. *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences*. Paris. 180??-???: .
- Segot, M. & Codomier, L. (1981). Culture media with enriched seawater: Optimal and inhibitory concentrations of some chemical compounds added to seawater for the culture of *Asparagopsis armata* (Rhodophyceae, Bonnemaisoniales). *Botanica Marina* 24: 63-67.
- Silva, P.C., Basson, P.W. & Moe, R.L. (1996). Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Publications in Botany 79: 1-1259.
- Svedelius, N. (1933). On the development of *Asparagopsis armata* Harv. and *Bonnemaisonia asparagoides* (Woodw.) Ag. A contribution to the cytology of the haplobiontic Rhodophyceae. *Nova Acta Reg. Soc. sci. Ups.* 9(1): 1-61.
- Thomas, L. (1955). Observaciones sobre la ecología de las formas *Asparagopsis armata*-*Falkenbergia rufolanosa* y un nuevo órgano de reproducción. *Collectanea Botanica* 4(3): 399-407.
- Womersley, H.B.S. (1996). The marine benthic flora of southern Australia - Part IIIB - Gracilariales, Rhodymeniales, Corallinales and Bonnemaisoniales. Vol. 5 pp. 1-392, 160 figs. Canberra & Adelaide: Australian Biological Resources Study & the State Herbarium of South Australia.

Links de interés: http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=6

***Bonnemaisonia hamifera* Hariot 1891**

Phylum Rhodophyta, Clase Florideophyceae, Orden Bonnemaisoniales, Familia Bonnemaisoniaceae



Ecología: Esta alga roja presenta una apariencia general similar a la de *A. armata*. Sus gametófitos, que alcanzan los 35 cm y son generalmente epífitos, presentan ramas en forma de anzuelo gracias a las cuales se pueden reenganchar al sustrato u otras algas de la zona sublitoral. El tetrasporófito, denominado *Trailiella intricata*, forma amasijos de finos filamentos de 1-2 cm, que se encuentran epífitos o sobre sustratos duros (EUNIS A3) incluidos estructuras artificiales. En ambas fases, junto a las células ordinarias, presentan células glandulares que generan compuestos organobromados. Los tetrasporófitos se



encuentran normalmente hasta unos 8 m; aunque hay citas hasta los 28m, mientras que los gametófitos se sitúan a menores profundidades. Ambas fases pueden sobrevivir entre -1 y 29°C, y las tetrasporas maduran en aguas a más de 13°C, aunque su máximo crecimiento se da entre 15 and 25 °C. Los gametófitos muestran crecimiento óptimo a 15°C. Tolera desde las altas salinidades del Mediterráneo, más de 37 ppt, a aguas de sólo 11 ppt. Se puede reproducir también por simple por fragmentación. Es un alga depredada por herbívoros como erizos de mar.

Dispersión: Esta alga es originaria del Mar de China, incluyendo costas del Japón. De forma natural los gametos se dispersan por las corrientes y las plantas adultas pueden derivar enganchadas a objetos flotantes. Se cree que salió de su área natural de distribución en aguas de lastre o enganchada a cascos, y también asociada a comercio de moluscos. Existen registros de su presencia en las Islas Británicas ya en 1890. Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en el Atlántico Noreste, desde Noruega a las costas ibéricas, incluyendo Islandia, Azores y Canarias. También se ha introducido en el Mediterráneo, en las costas atlánticas norteafricanas, en Sudáfrica y ambas costas de Norteamérica.

Citas en la demarcación: Borgesen (1925) la citó en Lanzarote y Fuerteventura a principios del sXX. Betancort Villalba *et al.* (1995) la encontraron de nuevo en las mismas islas en 1991. Según la base de datos de especies introducidas en Canarias (Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008) y diversos listados de plantas marinas en el archipiélago (Haroun *et al.*, 2002; Alfonso Carrillo *et al.*, 2002), se encuentra también en el resto de islas Canarias.

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone

Impacto potencial: Siendo una especie epífita puede cubrir totalmente otras macroalgas. Los compuestos químicos que produce la protege de pequeños depredadores, y reducen la cantidad de bacterias en su superficie. Puede convertirse en el macrófito dominante en las zonas invadidas.

Control: No se conocen medidas efectivas

Usos: Se estudia el uso de los compuestos que sintetiza como agentes antiincrustantes.

Referencias consultadas: Borgesen, 1925; Betancort Villalba *et al.*, 1995; Alfonso Carrillo *et al.*, 2002; Haroun *et al.*, 2002; Domínguez-Álvarez & Gil-Rodríguez, 2008.

Otras referencias relevantes:

- Bartsch I, Kuhlenskamp R (2000) The marine macroalgae of Helgoland (North Sea): an annotated list of records between 1845 and 1999. Helgoland Marine Research 54:160-189
- Breeman AM, Guiry MD (1989) Tidal influences on the photoperiodic induction of tetrasporogenesis in *Bonnemaisonia hamifera* (Rhodophyta). Marine Biology 102:5-14
- Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Serio D (2004) Alien macrophytes in the Mediterranean Sea: a review. Recent Research Developments in Environmental Biology 1:153-202



- Farnham WF (1980) Studies on aliens in the marine flora of southern England. In: Price JH, Irvine DEG, Farnham WF (eds) The shore environment, vol 2: ecosystems. London, Academic Press. (Systematics Association Special Volume, No. 17B.), pp 875-914
- Guiry MD (1997) Benthic red, brown and green algae. In: Howson CM, Picton BE (eds) The Species Directory of the Marine Fauna and Flora of the British Isles and Surrounding Seas. Belfast & Ross-on-Wye, Ulster Museum & Marine Conservation Society, pp 341-367
- Harder R, Koch W (1949) Life-history of *Bonnemaisonia hamifera* (*Traillella intricata*), Nature 163:106
- Hardy FG, Guiry MD (2003) A Check-list and Atlas of the Seaweeds of Britain and Ireland. London: British Phycological Society, pp 435
- Holmes EM (1897) Note on *Bonnemaisonia hamifera*. Journal of Botany, London, 35:408-409
- Irvine DEG (1982) Seaweeds of the Faroes. 1: the flora. Bulletin of the British Museum (Natural History), Botany Series 10:109-131
- Nash R, Rindi F, Guiry MD (2005) Optimum conditions for cultivation of the *Traillella* phase of *Bonnemaisonia hamifera* Hariot (*Bonnemaisoniales*, *Rhodophyta*), a candidate species for secondary metabolite production. Botanica Marina 48:257-265
- Paavola M, Olenin S, Leppäkoski E (2005) Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? Estuarine, Coastal and Shelf Science 64:738-750
- South GR, Tittley I (1986) A checklist and distributional index of the benthic marine algae of the North Atlantic Ocean. St. Andrews & London, Huntsman Marine Laboratory & British Museum (Natural History) p 213
- Verlaque M (1996) L'Étang de Thau (France), un site majeur d'introduction d'espèces en Méditerranée – Relations avec l'ostreiculture. In: Ribera MA, Ballesteros E, Boudouresque CF, Gómez A, Gravez V (eds) Second International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Barcelona Spain, 15-17 December 1994. Publ. Univ. Barcelona, pp 423-430
- Wallentinus I (2006) Alien Species Alert: on *Undaria pinnatifida* (Wakame or Japanese kelp). Annex 9. In: Report of the Working Group of Introductions and Transfers of Marine Organisms, Oostend, Belgium, 16-17 March 2006. ICES CM 2006/ACME:05, pp 292-327 [available at www.ices.dk]
- Westbrook MA (1930) Notes on the distribution of certain marine red algae. Journal of Botany, London, 68:257-264
- Yoshida T (1998) Marine algae of Japan. Tokyo, Uchida Rokakuho Publishing, pp 25 + 1222

Links de interés:

- http://www.algaebase.org/speciesdetail.lasso?species_id=9&session=abv3:51E9E7DE1123e25DB1VGt3AFD20
- <http://www.nobanis.org/speciesInfo.asp?taxalD=2494>
- <http://www.incc.gov.uk/page-1666>
- <http://www.habitas.org.uk/marinelife/species.asp?item=ZM2100>
- <http://www.marbee.fmns.rug.nl/pdf/marbee/2005-Wolf-ZoolMed.pdf>
- http://www.horta.uac.pt/species/Algae/Bonnemaisonia_hamifera/Bonnemaisonia_hamifera.htm
- <http://eunis.eea.europa.eu/species-factsheet.jsp?idSpecies=64442&idSpeciesLink=64442>
- http://www.ku.lt/nemo/directory_details.php?sp_name=Bonnemaisonia+hamifera
- http://massbay.mit.edu/exoticspecies/exoticmaps/descriptions_intro.html

***Grateloupia turuturu* Yamada 1941**

Phylum Rhodophyta, Clase Florideophyceae, Orden Halymeniales, Familia Halymeniaceae



Ecología: En Verlaque *et al.* (2005) se proporciona una detallada descripción de esta rodófito de color rojo oscuro y textura gelatinosa, que forma estructuras en forma de hoja lanceolada con volutas en sus bordes de entre 10 y 70 cm de altura por 2-15 cm de anchura, que se adhieren al sustrato mediante pequeños pies discoidales. Se ha observado una alta homogeneidad genética entre poblaciones en Europa y Norteamérica (Marston y Villalard-Bohnsack, 2002). Las del Atlántico Norte se encuentran en zonas costeras semiexpuestas o protegidas, así como en bahías y puertos con poco oleaje pero fuertes corrientes mareales (Farnham, 1980; Irvine, 1983). Crecen habitualmente sobre sustrato rocoso o piedras (Irvine, 1983), en la zonas intermareal y submareal superior, así como en charcos mareales (Villalard-Bohnsack and Harlin, 2001). Puede crecer en aéreas eutróficas con regímenes variables de temperatura (entre 4 y 29°C) y salinidad (entre 22 y 37 ppt, soportando valores entre 12 y 52 ppt (Simon *et al.*, 1999; 2001). Según Gladych *et al.* (2009) los ejemplares juveniles se desarrollan de forma óptima a unos 25°C, aunque pueden crecer bien entre 15 y 20°C. Villalard-Bohnsack (2001) encontraron que en la costa Este de Estados Unidos alcanza su máxima biomasa al final del verano y principios de otoños, mientras que los mínimos se dan en primavera e inicios de verano, y una pauta similar se ha observado también en Europa, concretamente en Bretaña (Cabioch *et al.* (1997).

G. turuturu puede reproducirse tanto por esporas como de forma vegetativa. Presenta un ciclo de vida trifásico, con gametófitos, tetrasporófitos y carposporófitos (Bold and Wynne, 1985). Los gametófitos y esporófitos son isomórficos, produciendo los primeros carposporas diploides y finalmente tetrasporófito y los segundos tetrasporas haploides que dan lugar a los gametófitos. Ambos tipos de esporas se producen en densas masas que tras formar parte del plancton se asientan en el fondo en forma de discos redondeados que producen miles de esporas adicionales (Harlin y Villalard-Bohnsack, 2001; Balcom, 2009). También pueden crecer plántulas a partir de fragmentos de discos (Kuishuang *et al.*, 2004) y porciones de los frondes (Heinonen, 2007).

Esta alga es el hábitat de numerosos invertebrados y juveniles de peces. Hay pocas referencias de herbivoría sobre esta especie (Harlin y Villalard-Bohnsack, 2001; Heinonen,



2007; Villalard-Bohnsack y Harlin (1997)), que parece afectar sobre todo a los frondes (Heinonen, 2007), mientras que la base es más resistente a la depredación, pauta observada en otras algas (Lubchenco y Cubit, 1980; Cabioch y Giraud, 1982; Littler y Arnold, 1982).

Dispersión: Su área de distribución nativa son los mares de China y Japón, alcanzando las costas coreanas y del extremo oriental de Siberia (Xia, 2004; Yoshida, 1998; Yoshida *et al.*, 1990; Lee and Kang, 2001; Lee, 2008; Perestenko, 1996). Fue introducida en las costas de Australasia, el Pacífico mejicano, la costa Este de Norteamérica y Europa. Uno de los mayores vectores parece ser la acuicultura de moluscos, gracias al transporte de individuos en cuyas conchas se habían adosados ejemplares juveniles microscópicos (Ribera y Boudouresque, 1995; Cabioch *et al.*, 1997; Maggs y Stegenga, 1999; Reise *et al.*, 1999; Ribera Siguan, 2002; Wallentinus, 2002; Schaffelke *et al.*, 2006), aunque también se han producido translocaciones de ejemplares macroscópicos adosados a rocas o piedras (Simon *et al.*, 2001), así como trasferencias accidentales en cascos de barcos, como parece ser el caso de poblaciones en el sur de Inglaterra y Bretaña (Farnham, 1978; 1980; Simon *et al.*, 2001). Se puede producir asimismo transporte de esporas en aguas de lastre (Marston y Villalard-Bohnsack, 2002). La similitud genética entre poblaciones distantes sugiere que se ha producido transporte a larga distancia asociado a tráfico marítimo.

Citas en la demarcación: Diversos listados de plantas marinas en Canarias Alfonso Carrillo *et al.*, 1984, 2002; Reyes *et al.*, 1994; y la Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias (Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008) indican su presencia en Tenerife y Gran Canaria.

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone.

Impacto potencial: Puede competir con algas nativas gracias a su gran tamaño y alta capacidad reproductiva mediante esporas o de forma vegetativa (Barillé-Boyer *et al.*, 2004; MIT Sea Grant Coastal Resources, 2009). Así, puede alterar redes tróficas y causar pérdida de hábitats (Vitousek *et al.*, 1997; Walker y Kendrick, 1998; Marston y Villalard-Bohnsack, 1999; Simon *et al.*, 2001; Torbett *et al.*, 2004; Wallentinus and Nyberg, 2007). Presenta muchas de las características propias de las especies invasoras (Farnham, 1980; Harlin and Villalard-Bohnsack, 2001; Balcom, 2009), como su rápido crecimiento y potencial reproductivo, así como su alta tolerancia a amplios rangos de parámetros ambientales (Simon *et al.*, 1999; 2001). Por ello es considerada una de las cinco especies de algas más peligrosas por su potencial invasor (Nyberg y Wallentinus, 2005; Inderjit *et al.*, 2006).

Control: Al igual como ha ocurrido con otras algas invasoras, la erradicación no parece ser una opción muy viable una vez establecida. En este caso la dispersión de formas microscópicas dificulta su detección precoz. Así, como sugiere Hewitt *et al.* (2007), la prevención mediante la reducción del transporte accidental mediante concienciación y aumento de las responsabilidades legales de los armadores, así como un mayor control de las actividades de acuicultura, sería la única vía de control efectiva.



Usos: En el extremo oriente *G. turuturu* es consumida directamente como alimento, así como para producción de carragenatos (Levring *et al.*, 1969; Denis *et al.*, 2009; 2010). Aunque no se dispone de datos precisos, los beneficios potenciales han sido suficientes para impulsar estudios biotecnológicos sobre esta especie en Japón (Huang *et al.*, 1999). Se ha estudiado también su potencial en biomedicina (Miyazawa y Ito, 1974; Simon-Collin *et al.*, 2002; 2004; Hellio *et al.*, 2004; Pang *et al.*, 2006; Denis *et al.*, 2009; 2010;) y como fuente de diversos componentes químicos (Denis *et al.*, 2009; 2010).

Referencias consultadas: Alfonso Carrillo *et al.*, 1984, 2002; Reyes *et al.*, 1994; Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008.

Otras referencias relevantes:

- Agardh JG, 1851. [English title not available]. (Species genera et ordines algarum, seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum, quibus algarum regnum constituitur. Volumen secundum: algas florideas complectens. Part 1.) Lundae [Lund]: C. W. K. Gleerup, i-xii, 1-351.
- Aguilar-Rosas R, Aguilar-Rosas LE, Hiroshi K, NiNi W, 2010. First report on the Japanese species *Grateloupia lanceolata* (Okamura) Kawaguchi and *Grateloupia turuturu* Yamada (Halymeniaceae, Rhodophyta) in Baja California, Mexico. In: XX International Seaweed Symposium, Ensenada, Baja California, México [ed. by Cabello-Pasini, A.], México: International Seaweed Association and Universidad Autónoma de Baja California, 112-113.
- Araújo R, Bárbara I, Santos G, Rangel M, Sousa Pinto I, 2003. [English title not available]. (Fragmenta Chorologica Occidentalia, Algae, 8572-8640.) Fragmenta Chorologica Occidentalia, Algae, 8572-8640, 60. 405-409.
- Araújo R, Bárbara I, Tibaldo M, Berecibar E, Tapia PD, Pereira R, Santos R, Pinto IS, 2009. Checklist of benthic marine algae and cyanobacteria of northern Portugal. *Botanica Marina*, 52:24-46.
- Ardre F, Gayral P, 1961. [English title not available]. (Quelques *Grateloupia* de l'Atlantique et du Pacifique.) *Revue Algologique* (n. s.), 6:405-409.
- Balcom NC, 2009. *G. turuturu*: a red seaweed invading Long Island Sound. *G. turuturu*: a red seaweed invading Long Island Sound. Groton, Connecticut: Connecticut Sea Grant, 2 pp. <http://web2.uconn.edu/seagrant/publications/ais/gratelou.pdf>
- Bárbara I, Calvo S, Cremades J, Díaz P, Dosil J, Peña V, López Varela C, Novo T, 2003. [English title not available]. (Fragmenta chorologica occidentalia, algae, 8641-8747.) *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 60:409-416.
- Bárbara I, Cremades J, 2004. [*Grateloupia lanceolata* versus *G. turuturu* (Gigartinales, Rhodophyta) in the Iberian Peninsula]. (*Grateloupia lanceolata* versus *G. turuturu* (Gigartinales, Rhodophyta) en la Península Iberica.) *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 61:103-118.
- Bárbara I, Cremades J, Calvo S, López-Rodríguez MC, Dosil J, 2005. Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 62:69-100.
- Barreiro R, Quintela M, Bárbara I, Cremades J, 2006. RAPD differentiation between an invasive and a native species of *Grateloupia* (Rhodophyta) in Galicia (NW Spain). *Phycologia*, 46:213-217.
- Barrillé-Boyer AL, Gruet Y, Barillé L, Harin N, 2004. Temporal changes in community structure of tide pools following the "Erika" oil spill. *Aquatic Living Resources*, 17:323-328.
- Benhissoune S, Boudouresque CF, Perret-Boudouresque M, Verlaque M, 2002. A checklist of the seaweeds of the Mediterranean and Atlantic coasts of Morocco. III. Rhodophyceae (excluding Ceramiales). *Botanica Marina*, 45:391-412.
- Bird K, Habig C, Debusk T, 1982. Nitrogen allocation and storage patterns in *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 18:344-348.
- Blaschik N, Whitlatch R, Kraemer GP, Yarish C, Lin S, 2007. Spread & impacts of the non-indigenous Rhodophycean alga, *G. turuturu*, on eastern Long Island Sound. In: Spread & impacts of the non-indigenous Rhodophycean alga, *G. turuturu*, on eastern Long Island Sound. 74.
- Bodard M, 1965. [English title not available]. (*Grateloupia senegalensis*, nouvelle espèce de l'Ouest africain (Rhodophytes, Cryptonémiales).) *Bulletin de L'Institut Fondamental d'Afrique Noire Sér (Sciences Naturelle)*, 27:1211-1220.
- Bold HC, Wynne MJ, 1985. Introduction to the algae: structure and reproduction. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 720 pp.
- Bonnemaison T, 1822. [English title not available]. (Essai d'une classification des hydrophites loculées, ou plantes marines articulées qui croissent en France.) *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts*, 94:138-148.



- Bornet E, 1892. [English title not available]. (Les algues de P.-K.-A. Schousboe.) Mémoires société imperiale des sciences naturelles, Cherbourg, 28:165-376.
- Bowden MM, 2005. Code red: Roger Williams biologists track new species of seaweed in Narragansett Bay. The Bridge. Code red: Roger Williams biologists track new species of seaweed in Narragansett Bay. The Bridge, Spring 2005. Roger Williams University, 16-17.
- Burns RL, Mathieson AC, 1972. Ecological studies of economic red algae. II. Culture studies of *Chondrus crispus* Stackhouse and *Gigartina stellata* (Stackhouse) Batters. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 8:1-6.
- Burns RL, Mathieson AC, 1972. Ecological studies of economic red algae. III. Growth and reproduction of natural and harvested populations of *Gigartina stellata* (Stackhouse) Batters in New Hampshire. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 9:77-95.
- Cabioch J, Castric-Fey A, L'Hardy-Halos MT, Rio A, 1997. [English title not available]. (*Grateloupia doryphora* et *Grateloupia filicina* var. *luxurians* (Rhodophyta, Halymeniaceae) sur les côtes de la Bretagne.) Cryptogamie Algologie, 18:117-137.
- Cabioch J, Giraud G, 1982. [English title not available]. (La structure hildenbrandioïde stratégie adaptative chez les Floridées.) Phycologia, 21:307-315.
- Chiang YM, 1993. The developmental sequence of the marine red alga *Grateloupia filicina* in culture. Korean Journal of Phycology, 8:231-237.
- Ciniglia C, Yoon HS, Pollio A, Pinto G, Bhattacharya D, 2004. Hidden biodiversity of the extremophilic Cyanidiales red algae. Molecular Ecology, 13:1827-1838.
- Clerck O de, Gavio B, Fredericq S, Bárbara I, Coppejans E, 2005. Systematics of *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae, Rhodophyta), based on rbcL sequence analyses and morphological evidence, including the reinstatement of *G. minima* and the description of *G. capensis* sp. nov. Journal of Phycology, 41:391-410.
- Connecticut Sea Grant, 2009. Invasive species of Long Island Sound. Invasive species of Long Island Sound. Groton, Connecticut: University of Connecticut Sea Grant Program, unpaginated. <http://web2.uconn.edu/seagrant/whatwedo/ais/listour.php>
- Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Serio D, 2004. Alien macrophytes in the Mediterranean sea: a review. Recent Research Developments in Environmental Biology, 1:153-202.
- Crouan PL, Crouan HM, 1858. [English title not available]. (Note sur quelques algues marines nouvelles de la rade de Brest.) Annales des Sciences Naturelles, Botanique Sér, 4:69-75.
- Dangeard P, 1949. [Marine algae of the west coast of Morocco]. (Les algues marines de la côte occidentale du Maroc.) Le Botaniste, 34:89-189.
- Dangeard P, 1952. [English title not available]. (Algues de la presqu'île du Cap Vert (Dakar) et de ses environs.) Le Botaniste, 36:195-329.
- D'Archino R, Nelson WA, Zuccarello GC, 2007. Invasive marine red alga introduced to New Zealand waters: first record of *G. turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta). New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 41:35-42.
- Darwin CR, 1854. A monograph on the sub-class Cirripedia, with figures of all the species. The Balanidae (or Sessile Cirripedes); the Verrucidae, etc. London, UK: The Ray Society, 684 pp.
- Dawes CJ, 1981. Marine botany. New York, USA: John Wiley & Sons, 628 pp.
- Dawson EY, 1954. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 2: Cryptonemiales (cont.). Allan Hancock Pacific Expedition, 17:241-397.
- Dawson EY, Acleto C, Foldvik N, 1964. The seaweeds of Peru. Nova Hedwigia, 13:1-111.
- Denis C, Moranchais M, Li M, Deniaud E, Gaudin P, Wielgosz-Collin G, Barnathan G, Jaouen P, Fleurence J, 2010. Study of the chemical composition of the edible red macroalgae *G. turuturu* from Brittany (France). Food Chemistry, 119:913-917.
- Denis C, Moranchais M, Li M, Gaudin P, Fleurence J, 2009. Effect of enzymatic digestion on thallus degradation and extracton of hydrosoluble compounds from *G. turuturu*. Botanica Marina, 52:262-267.
- Dominion Resources Services Inc, 2004. Monitoring the marine environment of Long Island Sound at Millstone Power Station, Waterford, Connecticut. Annual report. Waterford, CT: Millstone Environmental Laboratory, Dominion Resources Services Incorporated, unpaginated.
- Dunstan PK, Johnson CR, 2007. Mechanisms of invasion: can the recipient community influence invasion rates? Botanica Marina, 50:361-372.
- Eno NC, Clarck RA, Sanderson WG, 1997. Non-native marine species in British waters: a review and directory. Peterborough, UK: Joint Nature Conservation Committee, unpaginated.
- Farnham WF, 1975. Seaweeds and their allies (algae). In: The Natural History of Pagham Harbour Part II [ed. by Rayner, R. W.]. Bognor Regis, UK: Bognor Regis Natural Science Society, 37-46.
- Farnham WF, 1978. Introduction of marine algae into the Solent, with special reference to the genus *Grateloupia*. Portsmouth, UK: Portsmouth Polytechnic, unpaginated.



- Farnham WF, 1980. Studies on aliens in the marine flora of southern England. In: The Shore Environment. Volume 2: Ecosystems [ed. by Price, J. H.\Irvine, D. E. G.\Farnham, W. F.]. London, UK: Academic Press, 875-914.
- Farnham WF, 1997. [Invasive species of the English Channel and Atlantic coasts]. (Espèces invasives sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique.) In: Dynamique d'espèces marines, application à l'expansion de *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée. Paris, France: Lavoisier Tec & Doc, 15-35.
- Farnham WF, Irvine LM, 1973. The addition of a foliose species of *Grateloupia* in the British marine flora. *British Phycological Journal*, 8:208-209.
- Figuerola L, Korbee N, Clerck O de, Bárbara I, Gall ERA, 2007. Characterization of *Grateloupia lanceolata* (Halymeniales, Rhodophyta), an obscure foliose *Grateloupia* from the Iberian Peninsula, based on morphology, comparative sequence analysis and mycosporine-like amino acid composition. *European Journal of Phycology*, 42(3):231-242.
- Ganesan EK, 1990. A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. Caracas: Fondo Editorial Conicit, 237 pp.
- García-Jiménez P, Geraldino P, Boo SM, Robaina RF, 2008. Red alga *Grateloupia imbricata* (Halymeniaceae), a new species introduced into the Canary islands. *Phycological Research*, 56:166-171.
- Gargiulo MG, Masi FDe, Tripodi G, 1992. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta, Fucales) is spreading in the Lagoon of Venice. *Giorn. Bot. Ital*, 126:359.
- Gavio B, Fredericq S, 2002. *G. turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta) is the correct name of the non-native species in the Atlantic known as *Grateloupia doryphora*. *European Journal of Phycology*, 37:349-360.
- Gayral P, 1958. [Algae of the Atlantic coast of Morocco]. (Algues de la Côte Atlantique Marocaine.) Rabat, Morocco: Collection la Nature au Maroc, 523 pp.
- Giaccone G, Colonna P, Graziano C, Mannino AM, Tornatore E, Cormaci M, Furnari G, Scammaca B, 1985. [English title not available]. (Revisione della flora marina di Sicilia e isole minori.) *Gioenia di Scienze Naturali Catania*, 18:537-781.
- Gladych R, Blaschik NB, Kraemer GP, Whitlatch R, Yarish C, 2007. Potential ecosystem changes caused by an introduced red alga, *Grateloupia turuturu* Yamada in Long Island Sound. In: *Marine Bioinvasions: Fifth International Conference on Marine Bioinvasions* [ed. by Pederson, J.]. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Sea Grant College Program, 58.
- Gladych R, Keser M, Yarish C, 2006. Initial observations and monitoring of *G. turuturu* Yamada along the Connecticut coast in Long Island Sound. In: *Phycological Society of America, 60th Annual Meeting*, Univ. Alaska Southeast, Juneau, Alaska. unpaginated.
- Gladych R, Yarish C, Kraemer G, 2009. Tracking and predicting a path of invasion along the southern New England coast: *G. turuturu* Yamada. In: *48th Northeast Algal Symposium*, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts. 32.
- Go Metal Detecting, 2010. Go metal detecting. Go metal detecting. unpaginated. <http://gometaledetecting.com/beach-rakes.htm>
- Grizel H, 1994. [English title not available]. (Réflexions sur les problèmes d'introduction de mollusques.) In: *Introduced species in European Coastal Waters*. European Commission EUR 15309 EN, Ecosystem Research Report 8 [ed. by Boudouresque, C. F.\Briand, F.\Nolan, C.]. 50-55.
- Grizel H, Héral M, 1991. Introduction into France of the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*). *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 47:399-403.
- Guiry M, Guiry W, 2010. *AlgaeBase* version 4.3 world-wide electronic publication. *AlgaeBase* version 4.3 world-wide electronic publication. Galway, Ireland: National University of Ireland, unpaginated. <http://www.algaebase.org>
- Guiry MD, West JA, Kim DH, Masuda M, 1984. Reinstatement of the genus *Mastocarpus* kutzing (Rhodophyta). *Taxon*, 33:53-63.
- Hamon PY, Pichot Y, 1994. [English title not available]. (La Conchyliculture en Méditerranée, 1 ère partie.) *Equinoxe*, 52:25-35.
- Hamon PY, Tournier H, 1990. [Study of the mollusc stocks reared in Thau Lagoon from 1981 to 1987]. (Étude des stocks de mollusques élevés dans l'étang de Thau de 1981 à 1987.) *Étude des stocks de mollusques élevés dans l'étang de Thau de 1981 à 1987*. Sète: Ifremer, unpaginated. [R.I.D.R.V.-90.43-RA/Sète.]
- Harlin MM, Villalard-Bohnsack M, 1999. A large red seaweed invades Narragansett bay. *Maritimes*, 41:6-9.
- Harlin MM, Villalard-Bohnsack M, 2001. Seasonal dynamics and recruitment strategies of the invasive seaweed *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae, Rhodophyta) in Narragansett Bay and Rhode Island Sound, Rhode Island, USA. *Phycologia*, 40:468-474.
- Harlin MM, Villalard-Bohnsack M, 2002. An invasive red seaweed: Morphology and recruitment in Rhode Island Waters. *RINHewS The Newsletter of the Rhode Island Natural History Survey*, 9(1):May 2002.
- Haroun RJ, Gil-Rodríguez MC, Díaz de Castro J, Prud'homme van Reine WF, 2002. A checklist of the marine plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina*, 45:139-169.
- Heinonen K, 2007. Risk assessment review of invasive species in Long Island Sound. Avery Point, Connecticut, USA: University of Connecticut, Marine Sciences Department, 58 pp.



- Hellio C, Simon-Colin C, Clare AS, Deslandes E, 2004. Isethionic acid and floridoside isolated from the red alga, *G. turuturu* inhibit settlement of *Balanus amphitrite* cyprid larvae. *Biofouling*, 20:139-145.
- Hewitt CL, Campbell ML, Schaffelke B, 2007. Introductions of seaweeds: accidental transfer pathways and mechanisms. *Botanica Marina*, 50:326-337.
- Hoek van den C, 1975. Phytogeographic provinces along the coasts of the northern Atlantic Ocean. *Phycologia*, 14:317-330.
- Holmes EM, 1896. New marine algae from Japan. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, 31:248-260.
- Hooper RG, Mathieson AC, Wilce RT, 2002. Geographic distributions of marine algae along the Northeastern Coast of North America. In: NEAS Keys to Benthic Marine Algae of the Northeastern Coast of North America from Long Island Sound to the Strait of Belle Isle. Contribution No. 2 [ed. by Sears, J.]. Dartmouth, Massachusetts, USA: Northeast Algal Society, 133-136.
- Howe MA, 1914. The marine algae of Peru. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, 15:1-185.
- Huang W, Fujita Y, Ninomiya M, Ohno M, 1999. Seed production and cultivation of *G. turuturu* (Cryptonemiales, Rhodophyta) by callus culture. *Bulletin Marine Science Fisheries Kochi University*, 19:1-7.
- Humm HJ, 1969. Distribution of marine algae along the Atlantic coast of North America. *Phycologia*, 7:43-53.
- ICES, 1992. Report of the working group on introductions and transfers of marine organisms. Lisbon, Portugal: International Council for the Exploration of the Sea, 92 pp.
- Inderjit, Chapman D, Ranelletti M, Kaushik S, 2006. Invasive marine algae: an ecological perspective. *Botanical Review*, 72:153-178.
- Irvine LM, 1983. Seaweeds of the British Isles, volume 1, Rhodophyta; Part 2A: Cryptonemiales (sensu stricto) Palmariales, Rhodymeniales. London, UK: British Museum (Natural History), 113 pp.
- Irvine LM, Farnham WF, 1983. Halymeniaceae. In: Seaweeds of the British Isles, volume 1, Rhodophyta; Part 2A: Cryptonemiales (sensu stricto) Palmariales, Rhodymeniales [ed. by Irvine, L. M.]. London: British Museum (Natural History), 17-51.
- John DM, Lawson GW, Ameka GK, 2003. The marine macroalgae of the tropical West Africa subregion. Berlin & Stuttgart, Germany: J. Cramer, 217 pp. [Beihefte zur Nova Hedwigia 125.]
- John DM, Prud'homme van Reine WF, Lawson GW, Kostermans TB, Price JH, 2004. A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. Berlin & Stuttgart, Germany: J. Cramer, 339 pp. [Beihefte zur Nova Hedwigia 127.]
- Jones E, 2007. Community interactions in an epiphytic algal community. In: Benthic Ecology Meeting, Georgia Tech University, Atlanta. 134.
- Kawabata SJ, 1954. On the structure of the frond, and the reproductive organ of *Pachymeniopsis lanceolata* Yamada (*Aeodes lanceolata*. Okam.). *Japanese Journal of Phycology (Sôru)*, 2:67-71.
- Kawaguchi S, 1997. Taxonomic notes on the Halymeniaceae (Gigartinales, Rhodophyta) from Japan, III. Synonymization of *Pachymeniopsis* Yamada in Kawabata with *Grateloupia* C. Agardh. *Phycological Research*, 45:9-21.
- Kawaguchi S, Wang HW, Horiguchi T, Sartoni G, Masuda M, 2001. A comparative study of the red alga *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae) from the northwestern Pacific and Mediterranean with the description of *Grateloupia asiatica*, sp. nov. *Journal of Phycology*, 37:433-442.
- Knight M, Parke M, 1931. Manx algae. *Memoir Liverpool Marine Biological Commission*, 30:1-147.
- Knowlton N, 2000. Molecular genetic analyses of species boundaries in the sea. *Hydrobiologia*, 420:73-90.
- Kraft GT, 1977. The morphology of *Grateloupia intestinalis* from New Zealand, with some thoughts on generic criteria within the family Cryptonemiaceae (Rhodophyta). *Phycologia*, 16:43-51.
- Kuishuang S, Jinxia W, Baicheng Z, 2004. Production and application of filaments of *G. turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 16:431-437.
- Kuntze O, 1891. [Revision of the plant genera, Part 2]. (Revisio generum plantarum, Pars 2.) Leipzig, London: Arthur Felix, Dulalu & Co., 375-1011.
- Kylin H, 1941. [Californian Rhodophyta]. (Californische Rhodophyceen.) *Acta Universitatis Lundensis*, 37:1-71.
- Lane CE, Mayes C, Druehl LD, Saunders GW, 2006. A multi-gene molecular investigation of the kelps (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization. *Journal of Phycology*, 42:493-512.
- Lee Y, 2008. Marine algae of Jeju. Seoul, Korea: Academy Publication, 177 pp.
- Lee Y, Kang S, 2001. A catalogue of the seaweeds in Korea. Jeju, Korea: Cheju National University Press, 662 pp.
- Levring T, Hoppe HA, Schmid OJ, 1969. Marine algae. A survey of research and utilization. Hamburg: Cram de Gruyter & Company, 421 pp.
- Li WW, Ding ZF, 1998. A new genus of Cryptonemiaceae-Sinotubimorpha. *Journal of Guangdong Ocean University*, 24:140-184.
- Littler MM, Arnold KE, 1982. Primary productivity of marine macroalgal functional-form groups from southwestern North America. *Journal of Phycology*, 18:307-311.



- Liu F, Pang SJ, 2009. Stress tolerance and antioxidant enzymatic activities in the metabolisms of the reactive oxygen species in two intertidal red algae *G. turuturu* and *Palmaria palmata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 383:82-87.
- Loiseaux-de Goër S, Noailles MC, 2008. [Algae of Roscoff]. (Algues de Roscoff.) Roscoff, France: Station Biologique de Roscoff, 215 pp.
- Lubchenco J, Cubitt J, 1980. Heteromorphic life histories of certain marine algae as adaptations to variations in herbivory. *Ecology*, 61:676-687.
- Maggs CA, Stegenga H, 1999. Red algal exotics on north sea coasts. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 52:243-258.
- Maiz NB, Boudouresque CF, Gerbal M, 1986. [Algal flora of Thau Lagoon: *Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe and *G. filicina* (Wulfen) C. Agardh]. (Flore algal de l'Etang de Thau: *Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe et *G. filicina* (Wulfen) C. Agardh.) *Thallographica*, 9:39-49.
- Marston M, Villalard-Bohnsack M, 1999. The use of molecular genetics to investigate the geographic origin and vector of an invasive red alga. In: *Marine Bioinvasion: First International Conference* [ed. by Pederson, J.]. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Sea Grant College Program, 244-250.
- Marston M, Villalard-Bohnsack M, 2002. Molecular variability and potential sources of *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae), an invasive species in Rhode Island waters (USA). *Journal of Phycology*, 38:649-658.
- Masi F de, Gargiulo GM, 1982. ['*Grateloupia doryphora*' (Mont.) Howe (Rhodophyta, Cryptonemiales) in the Mediterranean]. ('*Grateloupia doryphora*' (Mont.) Howe (Rhodophyta, Cryptonemiales) en Méditerranée.) *Allionia*, 25:105-108.
- Mathieson AC, 1982. Reproductive phenology and sporeling ecology of *Chondrus crispus* Stackhouse. In: *Proceedings of the Republic of China-U.S. Cooperative Science Seminar on Cultivation of Economic algae* [ed. by Tsuda, R.\Chiang, Y. M.]. Mangilao, Guam: University of Guam Laboratory Publication, 33-40.
- Mathieson AC, Burns RL, 1975. Ecological studies of economic red algae. V. Growth and reproduction of natural and harvested populations of *Chondrus crispus* Stackhouse in New Hampshire. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 17:137-156.
- Mathieson AC, Dawes CJ, Pederson J, Gladych RA, Carlton JT, 2008. The Asian red seaweed *G. turuturu* (Rhodophyta) invades the Gulf of Maine. *Biological Invasions*, 10:985-988.
- Mathieson AC, Pederson J, Dawes CJ, 2008. Rapid assessment surveys of fouling and introduced seaweeds in the Northwest Atlantic. *Rhodora*, 110:406-478.
- Mineur F, Jonson MP, Maggs C, Stegenga H, 2007. Hull fouling on commercial ships as a vector of macroalgal introduction. *Marine Biology*, 151:1299-1307.
- MIT Sea Grant Coastal Resources, 2009. Introduced species- descriptions. MIT Sea Grant Coastal Resources. Introduced species- descriptions. MIT Sea Grant Coastal Resources. unpaginated. http://massbay.mit.edu/exoticspecies/exoticmaps/descriptions_intro.html
- Miyazawa K, Ito K, 1974. Isolation of a new peptide, L-Citrullinyl-L-arginine, from a red alga *G. turuturu*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 40:815-818.
- Müller OF, 1776. [English title not available]. (Zoologiee danicee prodromus seu animalium Danire et Norvegiee indigenarum characteres, nomina et synonyma imprimis popularium Havniee.) *Zoologiee danicee prodromus seu animalium Danire et Norvegiee indigenarum characteres, nomina et synonyma imprimis popularium Havniee*. unpaginated.
- Neish AC, Shacklock PF, Fox CH, Simpson FJ, 1977. The cultivation of *Chondrus crispus*. Factors affecting growth under greenhouse conditions. *Canadian Journal of Botany*, 55:2263-2271.
- Nyberg CD, Wallentinus I, 2005. Can species traits be used to predict marine macroalgal introduction? *Biological Invasions*, 7:265-279.
- Pang SJ, Xiao T, Shan TF, Wang ZF, Gao SQ, 2006. Evidence of the intertidal red alga *G. turuturu* in turning *Virbio parahaemolyticus* into non-culturable state in the presence of light. *Aquaculture*, 260:1-4.
- Patten MP van, 2006. Beware of the red menace. *Wreck Lines Magazine*, 6:8-10.
- Patten MP van, 2006. Seaweeds of Long Island Sound. Avery Point, Groton, CT, USA: Connecticut Sea Grant College Program, University of Connecticut,, 104 pp.
- Pederson J, Bullock RR, Carlton J, Dijkstra J, Dobroski N, Dyrinda P, Fisher R, Harris L, Hobbs N, Lambert G, Lazo-Wasem E, Mathieson A, Miglietta MP, Smith J, Smith J, Tyrrell M, 2005. Marine invaders in the northeast; rapid assessment survey of non-native and native marine species of floating dock communities. August 2003. *Marine invaders in the northeast; rapid assessment survey of non-native and native marine species of floating dock communities*. August 2003. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Sea Grant College Program, 40 pp. [MIT Sea Grant College Program Publication No. 05-3.]
- Perestenko LP, 1996. Red algae of the far-eastern seas of Russia. St. Petersburg: Rossiiskaia Akademiia Nauk, Botanichesk Insitut im. V. L. Komarova [Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Science], 330 (331) pp.



- Pérez-Cirera JL, Cremades J, Bárbara I, 1989. [English title not available]. (*Grateloupia lanceola* (Cryptonemiales, Rhodophyta) en las costas de la Península Ibérica: estudio morfológico y anatómico.) *Lazaroa*, 11:123-134.
- Pichot P, 1991. [English title not available]. (Thau: l'élevage des mollusques- historique.) In: ECOTHAU, synthèse des résultats [ed. by Jouffre, D.\Amanieu, M.]. Montpellier, France: Université Montpellier II, 32-34.
- Quintela M, Barreiro R, Bárbara I, Cremades J, 1999. [English title not available]. (Aplicación de la técnica de RAPD como ayuda en la diferenciación de especies foliosa del género *Grateloupia* (Gigartinales, Rhodophyta).) In: XIII Simposio de Botánica Criptogámica Madrid [ed. by Crespo, A.]. Madrid, Spain: Universidad Complutense de Madrid, unpaginated.
- Reise K, Gollasch S, Wolff WJ, 1999. Introduced marine species of the North Sea Coasts. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 52:219-234.
- Ribera A, Boudouresque CF, 1995. Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impact. In: *Progress in Phycological Research*, Vol. 11 [ed. by Round, F. E.\Chapman, D. J.]. Amsterdam: Biopress Ltd., 187-268.
- Ribera Siguan MA, 2002. Pathways of biological invasions of marine plants. In: *Invasive Species: Vectors and Management Strategies* [ed. by Ruiz, G. M.\Carlton, J. T.]. Washington, USA: Island Press, 183-226.
- Riouall R, Guiry MD, Codomier L, 1985. [English title not available]. (Introduction d'une espèce foliacées de *Grateloupia* dans la flore marine de l'Etang de Thau (Hérault, France).) *Cryptogamie Algologie*, 6:91-98.
- Ruiz G, Hewitt CL, 2002. Towards understanding patterns of coastal marine invasions: a prospectus. In: *Invasive Aquatic Species of Europe, Distribution, Impacts and Management* [ed. by Leppäkoski, E.\Gollasch, S.\Olenin, S.]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 529-547.
- Rull Lluçh J, Ribera MA, Gomez Garreta A, 1991. [English title not available]. (Quelques Rhodophyta intéressantes de la Méditerranée.) *Nova Hedwigia*, 52:149-155.
- Salem Sound Coastwatch, 2009. Guide to marine invaders in the Gulf of Maine: *G. turuturu*, red algae. Guide to marine invaders in the Gulf of Maine: *G. turuturu*, red algae. unpaginated. http://www.mass.gov/czm/invasives/docs/invaders/g_turuturu.pdf
- Saunders GW, Withall RD, 2006. Collections of the invasive species *G. turuturu* (Halymeniales, Rhodophyta) from Tasmania, Australia. *Phycologia*, 45:711-714.
- Schaffelke B, Smith JE, Hewitt CL, 2006. Introduced macroalgae- a growing concern. *Journal of Applied Phycology*, 18:529-541.
- Sfriso A, Curiel D, 2007. Check-list of seaweeds recorded in the last 20 years in Venice lagoon, and a comparison with the previous records. *Botanica Marina*, 50:22-58.
- SGNIS, 2010. Try to arrest Gracie "the blade" red algae. Sea Grant Nonindigenous Species Site (SGNIS). unpaginated. http://www.sgnis.org/kids/Atlantic/bookem/bookem_Gracie.html
- Silva P, 2009. [English title not available]. (Index Nominum Algarum Bibliographia Phycologica Universalis.) *Index Nominum Algarum Bibliographia Phycologica Universalis*. Berkeley, California, USA: Center for Phycological Documentation, University Herbarium, University of California, unpaginated. <http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>
- Simon C, Gall EA, Deslandes E, 2001. Expansion of the red alga *Grateloupia doryphora* along the coast of Brittany, France. *Hydrobiologia*, 443:23-29.
- Simon C, Gall EA, Levassasseur G, Deslandes E, 1999. Effects of short-term variations of salinity and temperature on the photosynthetic response to the red alga *Grateloupia doryphora* from Brittany (France). *Botanica Marina*, 42:437-440.
- Simon-Colin C, Kervarec N, Pichon R, Bessieres MA, Deslandes E, 2002. Characterization of N-methyl-L-methionine sulfoxide and isethionic acid from the marine red alga *Grateloupia doryphora*. *Phycological Research*, 50:125-128.
- Simon-Colin C, Kervarec N, Pichon R, Bessieres MA, Deslandes E, 2004. Purification and characterization of 4-methane sulfinyl-2-methylamino butyric acid from the red alga *Grateloupia doryphora* Howe. *Phytochemistry Reviews*, 3:367-370.
- Stegenga H, Karremans M, Simons J, 2007. [English title not available]. (Zeewierden van de voormalige oesterputten bij Yerseke.) *Gorteria*, 32:125-143.
- Stegenga H, Otten BG, 1997. [English title not available]. (Recente veranderingen in de Nederlandse Zeewierflora III. Nieuwe vestingen van soorten in de roodwiergenera *Choreocolax* (Choreocolaceae), *Grateloupia* (Cryptonemiales), *Ceramium* en *Seirospora* (Ceramiaceae).) *Gorteria*, 23:69-76.
- Suringar WFR, 1873. [English title not available]. (Illustrationes des algues du Japon.) *Musée Botanique de Leide*, 1:77-90.
- Tasmanian Planning Commission, 2009. State of the environment, Tasmania 2009. State of the environment, Tasmania 2009. unpaginated. <http://soer.justice.tas.gov.au/2009/>
- Taylor WR, 1962. Marine algae of the Northeastern Coast of North America. Revised edition. Ann Arbor, USA: Univ. Michigan Press, 509 pp.



- Tolomio C, 1993. First record of *Grateloupia doryphora* (Mont.) Howe (Rhodophyceae) from the Lagoon of Venice. *Lavorio, Società Veneto di Scienze Naturali*, 18:215-220.
- Torbett J, Fuda T, Piercey FP, Villalard-Bohnsack M, Marston M, 2004. Impact of the invasive alga *G. turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta) on the native alga *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). In: 43th Northeast Algal Symposium, University of Connecticut, Avery Point, Connecticut. 49.
- Trousselier M, Frisoni GF, Lasserre G, 1991. [English title not available]. (Presentation du cadre.) In: *ECOTHAU, synthèse des résultats* [ed. by Jouffre, D., Amanier, M.]. Montpellier, France: Université Montpellier II, 11-17.
- Verlaque M, 2001. Checklist of the macroalgae of Thau Lagoon (Hérault, France): a hot spot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta*, 24:293-312.
- Verlaque M, Brannock PM, Komatsu T, Villalard-Bohnsack M, Marston M, 2005. The genus *Grateloupia* C. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta) in the Thau Lagoon (France, Mediterranean): a case study of marine plurispecific introductions. *Phycologia*, 44:477-496.
- Villalard-Bohnsack M, Harlin M, 1997. The appearance of *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae, Rhodophyta) on the northeast coast of North America. *Phycologia*, 36:324-328.
- Villalard-Bohnsack M, Harlin M, 2001. *Grateloupia doryphora* (Halymeniaceae, Rhodophyta) in Rhode Island waters (USA): geographical expansion, morphological variations and associated algae. *Phycologia*, 40:372-380.
- Vitousek PM, D, Loope LL, Rejmanek M, Westbrooks R, 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21:1-16.
- Walker D, Kendrick GA, 1998. Threats to macroalgal diversity: marine habitat destruction and fragmentation, pollution and introduced species. *Botanica Marina*, 41:105-112.
- Wallentinus I, 2002. Introduced marine algae and vascular plants in European aquatic environment. In: *Invasive Aquatic Species of Europe, Distribution, Impacts and Management* [ed. by Leppäkoski, E., Gollasch, S., Olenin, S.]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 27-52.
- Wallentinus I, Nyberg CD, 2007. Introduced marine organisms as habitat modifiers. *Marine Pollution Bulletin*, 55:323-332.
- Wang HW, Kawaguchi S, Horiguchi T, Masuda M, 2000. Reinstatement of *Grateloupia catenata* (Rhodophyta, Halymeniaceae) on the basis of morphology and rbcL sequences. *Phycologia*, 39:288-297.
- Wang HW, Kawaguchi S, Horiguchi T, Masuda M, 2001. A morphological and molecular assessment of the genus *Prionitis* J. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta). *Phycological Research*, 49:251-262.
- Wattier RM, Maggs CA, 2001. Intraspecific variation in seaweeds: the application of new tools and approaches. *Advances in Botanical Research*, 35:171-212.
- Wilkes RF, McIvor LM, Guiry MD, 2005. Using rbcL sequence data to reassess the taxonomic position of some *Grateloupia* and *Dermocorynus* species (Halymeniaceae, Rhodophyta) from the north-eastern Atlantic. *European Journal of Phycology*, 40:53-60.
- Wilkes RJ, Morabito M, Gargiulo GM, 2006. Taxonomic considerations of a foliose *Grateloupia* species from the Straits of Messina. *Journal of Applied Phycology*, 18:663-669.
- Womersley HBS, 1994. The marine benthic flora of southern Australia. Rhodophyta. Part IIIA, Bangiophyceae and Florideophyceae (Acrochaetiales, Nemaliales, Gelidiales, Hildenbrandiales and Gigartinales sensu lato). Canberra, Australia: Australian Biological Resources Study, 508 pp.
- Xia BM, 2004. [Marine algal flora of China, Volume 2, Rhodophyta No. 3, Gelidiales, Cryptonemiales, Hildenbrandiales]. (Flora algarum marinarum sinicarum, Tomus II Rhodophyta No. III Gelidiales, Cryptonemiales, Hildenbrandiales.) Beijing: Science Press, 203 pp.
- Yamada Y, 1941. Notes on some Japanese algae IX. *Scientific Papers of the Institute of Algological Research, Faculty of Science, Hokkaido Imperial University*, 2:195-215.
- Yoshida T, 1998. *Marine algae of Japan*. Tokyo, Japan: Uchida Rokakuho Publishing Company, 25 + 1222 pp.
- Yoshida T, Nakajima Y, Nakata Y, 1990. Check-list of marine algae of Japan (revised in 1990). *Japanese Journal of Phycology*, 38:269-320.
- Zuccarello GC, Sandercock B, West JA, 2002. Diversity within red algal species: variation in world-wide samples of *Spyridia filamentosa* (Ceramiaceae) and *Murayella pericladus* (Rhodomelaceae) using DNA markers and breeding studies. *European Journal of Phycology*, 37:403-417.
- Zuccarello GC, West JA, 2002. Biogeography of the *Bostrychia calliptera*/*B. pinnata* complex (Rhodomelaceae, Rhodophyta) and divergence rates based on nuclear, mitochondrial and plastid DNA markers. *Phycologia*, 41:49-60.

Links de interés:

<http://www.ciesm.org/atlas/>

<http://www.algaebase.org>



<http://www.iucnredlist.org>
<http://nas.er.usgs.gov/>
<http://www.marine.csiro.au/crimp/nimpis/>
<http://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/stellwagen/didemnum/>
<http://www.nobanis.org>
<http://www.cwf-fcf.org/en/resources/encyclopedias/invasive-species/>
<http://www.hear.org/gcw/>
<http://www.sci.odu.edu/gmsa/>
<http://research.usm.maine.edu/gulfofmaine-census/education/tools-resources/overviews/invasives>
<http://www.penbay.org/invasives.html>
http://mit.edu/exoticspecies/exoticmaps/descriptions_intro.html
<http://massbay.mit.edu/exoticspecies>
<http://northeastans.org./pet/what.html>
<http://nemis.mit.edu/>
<http://www.serc.edu/labs/marine-invasions/databases/index.jsp>
http://soer.justice.tas.gov.au/2009/table_432/index.php
<http://www.seagrant.uconn.edu/LISINV.HTM>:

Codium fragile subsp. tomentosoides (van Goor) Silva, 1955

Phylum Chlorophyta, Clase Bryopsidophyceae, Orden Bryopsidales, Familia Codiaceae



Ecología: Es una gran alga marina cuyos tallos de color verde intenso pueden alcanzar 1 m de longitud, aunque generalmente oscilan entre 20 y 30 cm. Al tacto tiene una consistencia esponjosa. Las ramas son cilíndricas y se ramifican dicotómicamente de manera regular. Se reproduce sexualmente, pero también tiene capacidad de reproducción vegetativa y partenogenética, por lo que presenta poca variación genética.

Presenta una amplia tolerancia fisiológica, así como una gran plasticidad morfológica y funcional, siendo capaz de usar diversas fuentes de nitrógeno en condiciones tanto oligotróficas como eutróficas. Aunque es una especie propia de aguas cálidas, con un óptimo a 24 °C, el crecimiento y la reproducción son posibles hasta 12°C, y los adultos pueden sobrevivir a temperaturas invernales de -2°C. En condiciones favorables las tasas de



crecimiento son altas. En su hábitat nativo se encuentra en rocas y otros sustratos duros del intermareal y sublitoral (EUNIS A3), al igual que en las zonas invadidas, donde se fija a cualquier estructura artificial, tanto en zonas limpias como contaminadas.

Dispersión: Su área de distribución natural son las costas japonesas del Pacífico. En el Atlántico norte se ha distribuido por las costas europeas (en Holanda fue detectada en 1900), incluyendo las islas macaronésicas, por las costas Atlánticas de Marruecos y también por todo el Mediterráneo, donde apareció por primera vez en las costas francesas en 1946. En España fue citada a principios de los 80. Análisis genéticos indican que las poblaciones del Atlántico Europeo y las del Mediterráneo se originaron por introducciones independientes. Se encuentra asimismo en la costa este de los EEUU. En el Pacífico ha colonizado las costas de Chile y California, y también el sur de Australia y Nueva Zelanda.

Su amplia expansión parece ser debida a la introducción accidental por medio del comercio de especies de mariscos (como las ostras), enganchados a los cascos de los barco, fijadas a cuerdas, cabos y amarres de los mismos barcos, en tanques de lastre. La dispersión secundaria se puede producir de forma natural a través de ejemplares que flotan libremente en el océano.

Citas en la demarcación: Chacana (1992) señala su presencia en Fuerteventura y Lanzarote, y el Listado de Especies Marinas de Canarias (Moro et al., 2003 (eds.)) y la base de datos de especies introducidas en Canarias (Domínguez-Álvarez & Gil-Rodríguez, 2008) confirman su presencia en las mismas (localidades de Playa Blanca y Corralejo, respectivamente).

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone.

Impacto potencial: Este alga compite y desplaza otras especies nativas del mismo género como *Codium tormentosum*, *Codium decorticatum* y *Codium fragile atlanticum*. Altera los hábitats y comunidades bénticas. Sus densos frondes afectan la movilidad de grandes invertebrados e incrementan la sedimentación.

Provoca algunos efectos perjudiciales para los intereses económicos, especialmente en la industria de los cultivos marinos, cubriendo bancos de bivalvos enterrados en sedimento, creciendo sobre los filtradores en cultivo u obturando dragas de captura de esos bivalvos. Se incrustan en estructuras portuarias diversas y en redes de pesca. Los arribazones sobre zonas de playas pueden causar molestias a los usuarios.

Control: No se conocen métodos de control biológico ni químico, y la extracción mecánica es impracticable porque se reproduce a partir de pequeños trozos.

Usos: Se utiliza como alimento en países orientales como Japón, Corea y China. Principios activos presentes en esta alga parecen tener aplicación en la industria farmacéutica.

Referencias consultadas: Chacana, 1992; Moro et al., 2003 (eds.); Domínguez-Álvarez & Gil-Rodríguez, 2008.



Otras referencias relevantes:

- Bárbara I, Díaz P, Cremades J, Tibaldo M, Freire O, Peña V, Lagos V, Calvo S, Veiga AJ, Peteiro C, López Rodríguez MC, Araujo R (2005) Adiciones corológicas a la flora bentónica marina del norte de la Península Ibérica. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 14:83-88
- Battelli C (1996) How many species of the genus *Codium* occur in Slovene coastal waters?. *Annals for Istrian and Mediterranean Studies* 9: 167-176, 6 figs, 3 tables
- Burrows EM (1991) *Seaweeds of the British Isles. Volume 2. Chlorophyta*. pp. xi + 238, 60 figs, 9 plates. London: Natural History Museum Publications
- Chapman AS (1999) From introduced species to invader: what determines variation in the success of *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* (Chlorophyta) in the North Atlantic Ocean. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52:277-289
- Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Serio D (2004) Alien macrophytes in the Mediterranean Sea: A review. *Recent Research Developments in Environmental Biology* 1(1):1-202
- Feldmann J, Magne MF (1964) Additions a l'inventaire de la flore marine de Roscoff algues, champignons, lichens. *Travaux Station Biologique de Roscoff, Nouvelle Série* 15 (New supplement): 1-23
- Furnari G, (1974) Segnalazione di *Codium fragile* (Suringar) Hariot nel Lago di Faro (Messina). *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia* 4:193-198
- Gallardo T, Gómez Garreta A, Ribera MA, Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, boudouresque CF (1993) Checklist of Mediterranean Seaweeds, II. Chlorophyceae Wille s.l.. *Botanica Marina* 36:399-421
- Guiry MD (1978) A consensus and bibliography of Irish Seaweeds. pp 287. Vaduz: J. Cramer
- John DM, Prud'homme van Reine WF, Lawson GW, Kostermans TB, Price JH (2004) A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 127:1-339
- Pericas JJ (1984) De Flora marina Balearica 1. *Bolleti de la Societat d'Historia Natural de les Balears* 28: 139-146
- Provan J, Murphy S, Maggs CA (2005) Tracking the invasive history of the green alga *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. *Molecular Ecology* 14(1):189-194
- Rindi F, Sartoni G, Cinelli F (2002) A floristic account of the benthic marine algae of Tuscany (Western Mediterranean Sea). *Nova Hedwigia* 74(1-2):201-250
- Silva PC (1955) The dichotomous species of *Codium* in Britain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 34: 565-577, 5 figs, 1 plate. Silva, P.C. (1955). The dichotomous species of *Codium* in Britain. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 34: 565-577
- Tittley I, Neto AI (2005) The marine algal (seaweed) flora of the Azores: additions and amendments. *Botanica Marina* 48(3):248-255
- Trowbridge CD (1998) Ecology of the green macroalga *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889: invasive and noninvasive subspecies. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 36:1-64
- Trowbridge CD, Farnham WF, White LF (2004) Thriving populations of the native macroalga *Codium tomentosum* Guernsey rocky shores. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84:873-877

Links de interés:

http://www.europe-aliens.org/pdf/Codium_fragile.pdf

***Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman and Boudouresque, 2003**
Phylum Chlorophyta, Clase Bryopsidophyceae, Orden Bryopsidales, Familia Caulerpaceae



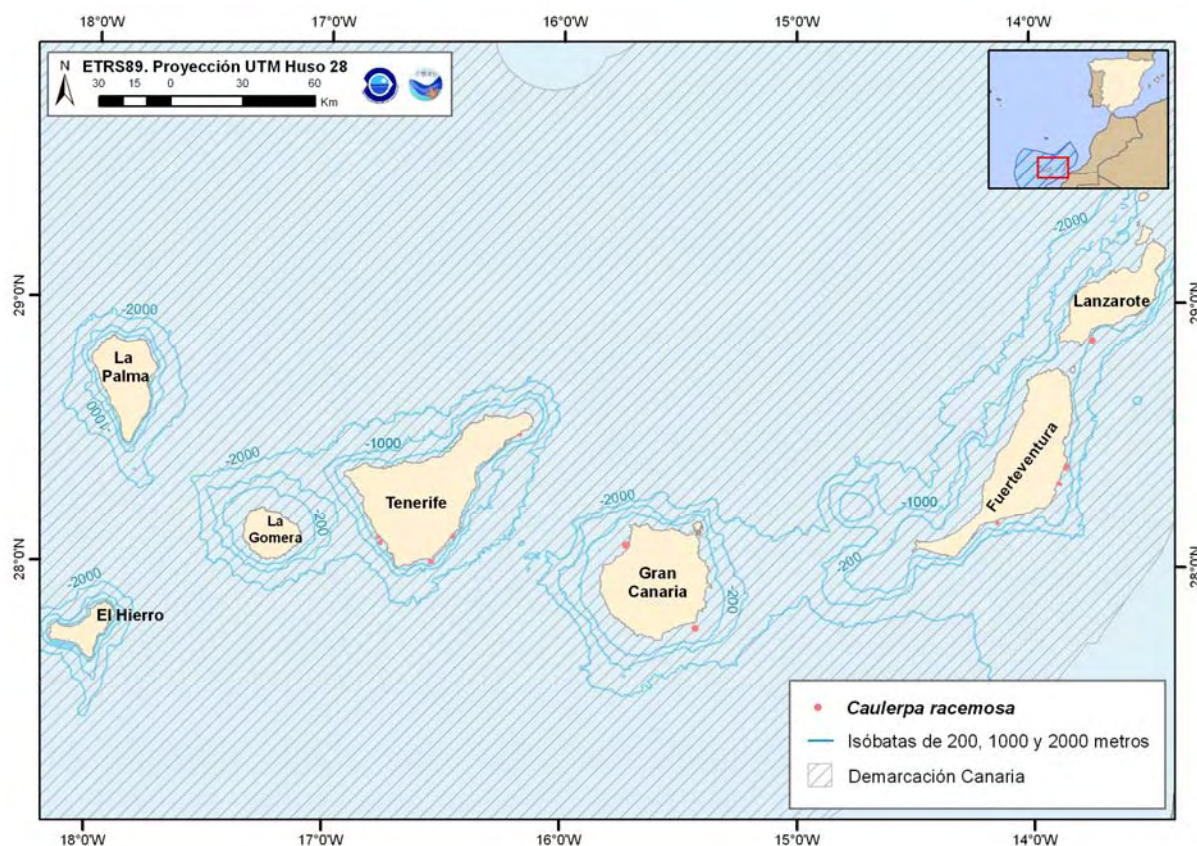
Ecología: Alga sifonal de color verde, compuesta de una parte rastrera constituida por estolones de 0.5 y 1 mm de diámetro, que se fijan al sustrato por pequeños rizoides de hasta 20mm, y una parte erecta formada por frondes, de 10-25 cm de altura y 3-10 mm de anchura, divididas de forma dística o radial y provistas de pínulas semiesféricas e infladas que se caracterizan por su aspecto racemoso. Es anual y pseudoperenne, conservando una parte del talo cada nueva temporada. Se reproduce mediante holocarpia, todo el talo participa en la formación de los gametos, planocigotos, en cantidad no muy elevada (Panayotidis y Zuljevic 2001). Asexualmente también se reproduce mediante la formación de propágulos de sus ramas esféricas, que se desprenden por sí mismas (Renoncourt and Meinesz, 2002) y por fragmentación debida a causas antropogénicas, por acción de animales o por hidrodinamismo. (Smith and Walters, 1999; Ceccherelli and Piazzzi, 2001; Renoncourt y Meinesz 2001). Presenta una dinámica estacional con un máximo de crecimiento en octubre y un mínimo en abril (Piazzzi y Cinelli 1999). Puede habitar cualquier biotopo en los primeros 60 m de profundidad y cualquier sustrato ya sea duro o blando (Verlaque *et al.* 2003). En su área nativa ocupa los hábitats EUNIS A3 (sublitoral rocoso u otro sustrato duro) y A4 (sedimentos sublitorales duros y blandos), y en las zonas invadidas en fondos duros y blandos, contaminados o no, desde el intermareal hasta 70 m. Se distribuye preferentemente entre 1.5 y 35mm aunque se encuentra entre 1 y 70m, y su rango máximo de temperaturas es entre 12.5 y 25°C, con desarrollo óptimo entre 18 y 24°C. Puede ser depredada por peces e invertebrados.

Dispersión: Es nativa de la costa suroeste de Australia, desde donde ha sido transportada al Mediterráneo (Frisch Zaleski and Murray, 2006). y el Atlántico Este, concretamente las Canarias. La primera introducción se pudo producir en la costa Libia en los años 90 del SXX. La hipótesis más probable es la introducción mediante el transporte marítimo, ya sea a través de las aguas de lastre o en fragmentos enganchados en las anclas de embarcaciones o en las redes de pesca (Verlaque *et al.* 2003), aunque este autor no descarta una introducción vía acuarofilia. La primera observación en las costas españolas se produce en las islas Baleares en 1998, alcanzando en 1999 la costa este peninsular. En 2005 se identifica por primera vez en la Región de Murcia, observándose finalmente en diversos puntos de la costa de Ceuta en 2007 y 2008.

Citas en la demarcación: En el listado de planta marinas de Canarias de Haroun *et al.* (2002) se indica su presencia en todas las islas del archipiélago.



Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone de información relevante sobre coberturas o densidades. En el mapa siguiente se señalan las localidades donde ha sido detectada.



Impacto potencial: Los primeros estudios realizados en el Mediterráneo apuntan hacia un severo impacto ecológico sobre las comunidades vegetales autóctonas pudiendo llegar a ser sustituidas casi al completo por poblaciones de *C. racemosa* (Ceccherelli *et al.*, 2001; Piazzini *et al.*, 2001; Verlaque *et al.*, 2003). En cuanto a impacto socioeconómico, podría provocar una cierta disminución de las poblaciones de peces con cierto valor económico y problemas en la pesca a pequeña escala especialmente como resultado del colapso de las redes de pesca (Magri *et al.*, 2001). El establecimiento de esta especie induce una homogenización de los hábitats a diferentes niveles, una pérdida de biodiversidad y de abundancia de invertebrados. Además, esta especie produce metabolitos con efectos fitotóxicos. La actividad alelopática de la caulerpina puede jugar un cierto papel en la competencia con los macrofitos nativos (Raniello *et al.*, 2007). Se ha comprobado que puede cubrir al 100% el área invadida a los 6 meses de su entrada, ya que sus estolones de rápido crecimiento le permite crecer sobre otras macroalgas, disminuyendo su número, recubrimiento y diversidad. Eso ocurre incluso si las comunidades algales nativas son muy diversas y densas. Por ejemplo, en Chipre, donde el alga fue observada por primera vez en 1991, desplazó a la fanerógama dominante *Posidonia oceanica* en sólo 6 años. Este cambio drástico en el



fitobentos modificó a su vez el macrobentos, con un aumento de poliquetos, bivalvos y equinodermos y una reducción de gasterópodos y crustáceos. Estudios de meiofauna en matas de posidonia afectada por la invasión de *C. racemosa* han revelados mayores valores de densidad de organismos; pero una disminución significativa de biodiversidad, y un cambio profundo de la comunidad de crustáceos, con aumentos de copépodos harpacticoides a expensas de ostrácodos, cumáceos, isópodos, anfípodos y tanaideos. En aquellas zonas donde el alga desarrolla grandes biomásas se generan densos tapetes con una elevada capacidad de retención de partículas, actuando por tanto a modo de trampa de sedimentos y modificando las características biogeoquímicas de los mismos. A su vez estos grandes desarrollos algales modifican la estructura de las comunidades de macrófitos existentes, que determinan reducciones en la riqueza de especies y en la cobertura algal de especies autóctonas. Estos cambios en hábitat se han asociado a su vez con modificaciones en la abundancia y composición de niveles tróficos superiores.

C. racemosa ha demostrado presentar un alto potencial invasor en el Mediterráneo, lo que la ha llevado a ser incluida entre las 100 peores especies invasoras en el Mediterráneo. La elevada capacidad colonizadora exhibida se ha relacionada con una elevada plasticidad aclimatativa, que le permite desarrollar bajos requerimientos ecológicos, así como con el desarrollo de eficaces mecanismos de reproducción (tanto sexual como vegetativa) y una elevada capacidad de crecimiento.

Según diversos estudios las comunidades de fondos duros rocosos del fotófilo, fondos detríticos, coralígeno o de mata muerta de *Posidonia oceanica* parecen ser hasta el momento las biocenosis más afectadas por la invasión. Por el contrario, las comunidades de fondos arenosos sin desarrollo algal, así como biocenosis dominadas por la presencia de macrófitos de mayor porte y las praderas de fanerógamas marinas parecen ser los hábitats menos susceptibles a la invasión.

Control: Campañas de prevención y estudio de la expansión de las zonas ya colonizadas. Se han estudiado métodos de control biológico basado en predadores potenciales, como los opistobranquios. Métodos mecánicos como cubrirla con plástico negro o extracción manual o mediante bombas de succión ha resultado inefectiva, como cabe esperar del conspicuo desarrollo de sus rizomas por el sedimento y en las matas de *Posidonia*. Métodos químicos como inyectar soluciones Salinas o de cloro, incluso sulfato de cobre y limo bajo cubiertas de pvc, no han resultado tampoco efectivas.

Usos: Podría tener algún uso en acuarofilia.

Referencias consultadas: Haroun *et al.*, 2002.

Otras referencias relevantes:

Alongi G, Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, 1993. [English title not specified]. (Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae, Caulerpales) per le coste italiane.) Bollettino delle sedute dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania, 26(342):49-53.

Argyrou M, Demetropoulos A, Hadjichristophorou M, 1999. Expansion of the macroalga *Caulerpa racemosa* and changes in softbottom macrofaunal assemblages in Moni Bay, Cyprus. *Oceanol. Acta*, 22:517-528.



- Argyrou M, Demetropoulous M, Hadjichristophorou M (1999) The impact of *Caulerpa racemosa* on the macrobenthic communities in the coastal waters of Cyprus. Proceedings of the workshop on invasive *Caulerpa* species in the Mediterranean, Heraklion, Crete, Greece. MAP technical report series 125:139-158
- Balata D, Piazzì L, Cinelli F, 2004. A comparison among assemblages in areas invaded by *Caulerpa taxifolia* and *C. racemosa* on a subtidal Mediterranean rocky bottom. *Marine Ecology*, 25(1):1-13.
- Ballesteros E, Grau AM, Riera F, 1999. [English title not specified]. (*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) a Mallorca.) *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 42:63-68.
- Capiomont A, Breugnot E, den Haan M, Meinesz A (2005) Phenology of a deep-water population of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the northwestern Mediterranean Sea. *Botanica Marina* 48(1):80-83
- Ceccherelli G, Piazzì L (2005) Exploring the success of manual eradication of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta): the effect of habitat. *Cryptogamie Algologie* 26:319-328
- Ceccherelli G, Piazzì L, 2001. Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on establishment. *Bot. Mar*, 44:209-213.
- Ceccherelli G., Campo D. & Piazzì L. 2001. Some ecological aspects of the introduced alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean; way of dispersal and impact on native species. *Biol. Mar. Medit.*, 8 (1): 94-99.
- Coquillard P, Thibaut T, Hill DRC, Gueugnot J, Mazel C, Coquillard Y, 2000. Simulation of the mollusc *Ascoglossa Elysia subornata* population dynamics: application to the potential biocontrol of *Caulerpa taxifolia* growth in the Mediterranean Sea. *Ecological Modelling*, 135:1-16;.
- Di Martino V, Giaccone G, 1995. *Bollettino delle sedute dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali.*, 693-705.
- Djellouli A, 2000. *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh en Tunisie. In: Proceedings of the first Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Ajaccio, 3-4 October 2000 [ed. by PNUE] Tunis: RAC/SPA, 124-127.
- Famagrave P, Jousson O, Zaninetti L, Meinesz A, Dini F, Di Giuseppe G, Millar AJK, Pawlowski J, 2002. Genetic polymorphism in *Caulerpa taxifolia* (Ulvophyceae) chloroplast DNA revealed by a PCR-based assay of the invasive Mediterranean strain. *J. Evol. Biol*, 15:618 - 624.
- Famagrave P, Wysor B, Kooistra WHCF, Zuccarello G, 2002. Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from chloroplast *tufA* gene. *J. Phycol*, 38:1040-1050.
- Gamundi-Boyeras I, Terrados J, Peñalva M, 2006. [English title not specified]. (Relació entre la presència de l'alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque i la tipologia del substrat a la Badia de Palma (Mallorca).) *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 49:83-88.
- Giaccone G, Di Martino V (1995) Le vegetazione a *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh nella Baia di S. Panagia (Sicilia Sud-Orientale). *Bollettino della Accademia Gioenia di Scienze Naturali in Catania* 28:59-73
- Hamel G, 1926. [English title not specified]. (Quelques algues rares ou nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat*) *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat*, 32:420.
- Hamel G, 1931. [English title not specified]. (Chlorophycées des côtes françaises.) *Rev. Algol*, 5:384-390.
- Hamel G, 1931. *Travaux cryptogamiques dédiés à Louis Mangin* [ed. by Travaux cryptogamiques dédiés à Louis Mangin, pp]. Paris, France: Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 309-312.
- Huisman JM, 2000. *Marine Plants of Australia*. Netherlands: Travaux cryptogamiques dédiés à Louis Mangin.
- Huisman JM, Walker DI, 1990. A catalogue of the marine plants of Rottneest Island, Western Australia, with notes on their distribution and biogeography. *Kingia*, 1:349 - 459.
- Huvé H, 1957. [English title not specified]. (Sur une variété nouvelle pour la Méditerranée du *Caulerpa racemosa* (Forsskål) Agardh.) *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 21:67-73.
- Magri M., Piazzì L. & Serena F. 2001. La presenza de *Caulerpa racemosa* le long des côtes septentrionales de la Toscane et les conséquences possibles sur l'activité de pêche. 4th International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Lercì, 1-2 February 1999 (Gravez V., Ruitton S., Boudouresque C.F., Le Direach L., Meinesz A., Scabbia G. & Verlaque M., editors), 338-344. GIS Posidonie, Marseilles.
- Meinesz A, Melnick J, Blachier J, Charrier S, 1996. [English title not specified]. (Etude préliminaire, en aquarium, de deux ascoglosses tropicaux consommant *Caulerpa taxifolia* : une voie de recherche pour la lutte biologique.) In: Proceedings of the 2nd International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Barcelona [ed. by Ribera] Spain: Universidad Barcelona Publications, 157-161.
- Meusnier I, Olsen JL, Stam WT, Destombe C, Valero M, 2001. Phylogenetic analyses of *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) and of its associated bacterial microflora provide clues to the origin of the Mediterranean introduction. *Molecular Ecology*, 10(4):931-946.
- Nizamuddin M, 1991. *The Green Marine Algae of Libya*. Bern, Switzerland: Elga.
- Panayotidis P, Montesanto B, 1994. *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) on the Greek coasts. *Cryptogamie, Algologie*, 15:159-161.
- Panayotidis P. & Zuljevic A. 2001. Sexual reproduction of the invasive green alga *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta* 24(2): 199-203.



- Pergent G, Petrocelli A, Ruitton S, Zuljevic A, Ceccherelli G (2005) Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. *Cryptogamie, Algologie* 26:189-202
- Piazzì L, Balata D, Cecchi E, Cinelli F (2003) Co-occurrence of *Caulerpa taxifolia* and *C. racemosa* in the Mediterranean Sea: interspecific interactions and influence on native macroalgal assemblages. *Cryptogamie Algologie* 24:233-243
- Piazzì L, Ceccherelli G, Cinelli F (2001) Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 210:149-159
- Piazzì L, Meinesz A, Verlaque M, Açalı B, Antolic B, Argyrou M, Baltana D, Ballesteros E, Calvo S, Cinelli F, Cirik S, Cossu A, d'Archino R, Djellouli AS, Javel F, Lanfranco E, Mifsud C, Pala D, Panayotidis P, Peirano A, Piazzì L. & Cinelli F. 1999. Développement et dynamique saisonnière d'un peuplement méditerranéen de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa*. *Cryptogamie, Algol.* 20 (4): 295-300.
- Piazzì L, Meinesz A, Verlaque M, Akçali B, Antolic B, Argyrou M, Balata D, Ballesteros E, Calvo S, Cinelli F, Cirik S, Cossu A, D'Archino R, Djellouli SA, Javel F, Lanfranco E, Mifsud C, Pala D, Panayotidis P, Periano A, Pergent G, Petrocelli A, Ruitton S, Zuljević, A, Ceccherelli G, 2005. Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. *Cryptogam. Algol.* 26:189-202.
- Piazzì L., Ceccherelli G. & Cinelli F. 2001. Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 149-159.
- Raniello R, Mollo E, Lorenti M, Gavagnin M, Buia MC, 2007. Phytotoxic activity of caulerpenyne from the Mediterranean invasive variety of *Caulerpa racemosa*: a potential allelochemical. *Biological Invasions*, 9(4):361-368.
- Renoncourt L, Meinesz A, 2002. Formation of propagules on an invasive strain of *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *Phycologia*, 41:533-535.
- Ruitton S, Javel F, Culioli JM, Meinesz A, Pergent G, Verlaque M, 2005. First assessment of the *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta) invasion along the French Mediterranean coast. *Marine Pollution Bulletin*, 50(10):1061-1068. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/0025326X>
- Ruitton S, Verlaque M, Boudouresque C-F (2005) Seasonal changes of the introduced *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) at the northwest limit of its Mediterranean range. *Aquatic Botany*
- Ruitton S, Verlaque M, Boudouresque CF, 2005. Seasonal changes of the introduced *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) at the northwest limit of its Mediterranean range. *Aquatic Botany*, 82(1):55-70. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03043770>
- Scullion Littler D, Littler MM, Bucher KE, Norris JN, 1989. *Marine plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil.* Washington DC, USA: Smithsonian Institution Press, 166.
- Smith CM, Walters LJ, 1999. Fragmentation as a strategy for *Caulerpa* species: fates of fragments and implications for management of an invasive weed. *Mar. Ecol. PSZNI*, 20:307-319.
- Stevens DT, 1999. Country report - Malta. In: *Proceeding of the workshop on invasive Caulerpa species in the Mediterranean*, MAP Technical Reports Series No 125 Greece: UNEP, 279-281.
- Thibaut T, Meinesz A, 2000. Are the Mediterranean ascoglossan molluscs *Oxynoe olivacea* and *Lobiger serradifalci* suitable agents for a biological control against the invading tropical alga *Caulerpa taxifolia*? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série III, Sciences de la Vie*, 323(5):477-488.
- Tolay M, Evirgen A, Cirik S, 2001. Observations of *Caulerpa racemosa* in the Egean Sea and the Mediterranean Sea of Turkish region. In: 4th International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Lerici, 1 - 2 February 1999 [ed. by Gravez V, Ruitton S, Boudouresque CF, Le Direach L, Meinesz A, Scabbia G, Verlaque M] Marseilles, France: GIS Posidonie, 328-333.
- Tolay MA, Evirgen A, Piazzì L, Cirik S, 2001. Determination of variations in *Caulerpa racemosa* in the Bodrum-Goumlautkova coast of Turkey. In: XVIIth International Seaweed Symposium Cape Town, South Africa: XVIIth International Seaweed Symposium, 93.
- Tunesi L, Agnesi S, Di Nora T, Mo G, Molinari A, 2007. Colonization of the Gallinaria Island (NW Ligurian Sea) seafloors by *Caulerpa taxifolia* and *C. racemosa*: implications for a new marine protected area. In: *Proceedings of the third Mediterranean symposium on marine vegetation* (Marseilles, 27-29 March 2007) [ed. by Pergent-Martini, El Asmi S, Le Ravallec C] Tunis: UNEP-MAP-RAC/SPA, 197-202.
- Verlaque M, Afonso-Carrillo J, Candelaria Gil-Rodríguez M, Durand C, Boudouresque CF, Le Parco Y (2004) Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biol. Invas.* 6:269-81.
- Verlaque M, Boudouresque CF, Meinesz A, Gravez V, 2000. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 43:49 - 68.
- Verlaque M, Durand C, Huisman JM, Boudouresque CF, Le Parco Y (2003) On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 38:325-339
- Verlaque M, Durand C, Huisman JM, Boudouresque CF, Le Parco Y, 2003. On the identify and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Eur. Phycol.* 38:325-339.



Zaleski SF, Murray SN, 2006. Taxonomic diversity and geographic distributions of aquarium-traded species of *Caulerpa* (Chlorophyta: Caulerpaceae) in southern California, USA. *Marine Ecology, Progress Series*, 314:97-108. <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v314/p97-108/>

Zuljević, A, Antolić B, Onofri V, 2003. First record of *Caulerpa racemosa* (Caulerpales: Chlorophyta) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 83:711-712.

Links de interés:

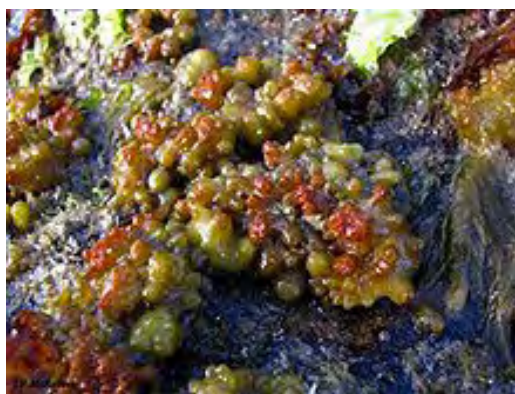
<http://www.unice.fr/LEML/>

<http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=107735&loadmodule=datasheet&page=481&site=144>

<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=53253>

***Colpomenia sinuosa* var. *peregrina* Sauvageau 1927**

Phylum Ochrophyta, Clase Phaeophyceae, Orden Ectocarpales, Familia Scytosiphonaceae



Ecología: Alga parda sésil con morfología globular, hueca y de bordes lobulados o irregulares. Caracterizada por su color marrón oliváceo. Puede llegar a medir hasta 9 cm de ancho. Su superficie es fina y lisa, aunque en ocasiones presenta invaginaciones o roturas. Podemos encontrarla epilítica o epifita, fijada al substrato mediante filamentos rizoidales. Los soros se disponen esparcidos por todo el talo (Womerlsey, 1987).

Se han descrito dos morfotipos de la especie en el Sur de Australia: una forma pequeña y globosa, y otra alargada e irregular con una superficie rugosa (Clayton, 1975). La forma globosa normalmente es de vida epifita, habitando en las piscinas creadas por las mareas. Es la forma de *C. peregrina* más encontrada en Europa (Blackler, 1967). La forma irregular predomina en invierno en el sur de Australia (Clayton, 1975). Actualmente, gracias a nuevos datos genéticos, se encuentra en discusión, si los dos morfotipos corresponden a dos especies diferentes (Youn Cho, 2005).

Presenta un ciclo de vida anual que consta de dos fases alternadas, una fase gametofítica y parenquimática, y otra esporofítica y pseudoparenquimatosa. Los zooides se desarrollan directamente en el talo o a partir de filamentos, se trata de anisogametos. El esporangio que se forma a partir del cigoto es un pequeño disco con un filamento, sobre el que se desarrolla el esporangio. (Womerlsey, 1987).



Habita normalmente en la zona intermareal sobre sustratos duros, generalmente en la roca, o en la superficie de las valvas de las ostras, aunque es posible encontrarla en la zona sublitoral llegando incluso a los 18 metros de profundidad (Peña y Bárbara, 2008).

Dispersión: Es nativa del Océano Pacífico (Eno *et al.* 1997; Oakley, 2008). Como es normal en las invasiones que se producen en el medio marino, existe una cierta incertidumbre sobre la introducción y establecimiento de ésta especie. Algunos autores afirman que *C. peregrina* fue introducida en toda Europa mediante el cultivo del bivalvo *Crassostrea virginica* (Farnham, 1980; Eno *et al.* 1997; Oakley, 2008). Sin embargo, otros estudios afirman que se introdujo a través del cultivo de *C. virginica* sólo en algunos puntos de la costa francesa y, posteriormente, se extendió mediante dispersión natural hacia las costas de Reino Unido, península Ibérica y las costas situadas más al Norte del continente europeo (Blackler, 1967). Según datos históricos se estableció primeramente alrededor del 1905 en la costa atlántica francesa y en los años siguientes abarcó la península Ibérica y las costas de Reino Unido e Irlanda (Wolff, 2005). Posteriormente, se expandió hacia las costas de Holanda (1921), Dinamarca (1939) y Noruega (1949); (Blackler, 1967). En la costa Mediterránea de la península Ibérica se introdujo a través del Estrecho de Gibraltar, donde las corrientes de entrada al Mediterráneo facilitaron la dispersión natural de la especie (Blackler, 1967).

Citas en la demarcación: Parece ser una especie introducida desde hace más de un siglo por lo menos en el archipiélago, ya que numerosos autores la citan en la zona a finales del sXIX y principios del sXX (Montagne, 1840; Vickers, 1896; Sauvageau, 1905; Borgesen, 1925). Los listados de especies y plantas marinas de Canarias y las bases de datos sobre especies introducidas en el archipiélago confirman su presencia en todas las islas,

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone

Impacto potencial: Los ejemplares de *C. peregrina*, sin fisuras en su membrana y fijados a una ostra puede provocar el desprendimiento de la ostra y que sea llevada a flote, debido a que *C. peregrina* actúa como flotador. Esto, supone una grave amenaza para aquellas localidades donde el cultivo de estos bivalvos es una fuente de ingresos importante. Por este curioso efecto se la llama "Oyster thief" (Ladrón de ostras); (Guiry, 2011; Oakley, 2008).

Control: No se conocen depredadores que ejerzan de controlador sobre la especie. Hasta el momento no se han aplicado medidas para gestionar su expansión.

Usos: Ninguno

Referencias consultadas: Montagne, 1840; Vickers, 1896; Sauvageau, 1905; Borgesen, 1925; Johnston, 1969; Haroun *et al.*, 2002; Moro *et al.*, 2003 (eds.); Sangil *et al.*, 2004; Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008

Otras referencias relevantes:



- Bárbara I., Cremades J., Calvo S., López-Rodríguez M.C. & Dosil J. 2005. Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62: 69-100.
- Blackler H. 1967. The occurrence of *Colpomenia peregrina* (Sauv.) Hamel in the Mediterranean (Phaeophyta, Scytosiphonales). *Blumea* 15: 5-8.
- Clayton M.N. 1975. A study of variation in Australian species of *Colpomenia* (Phaeophyta, Scytosiphonales). *Phycologia* 14: 187-195.
- Eno N.C., Clark R. & Sanderson W. 1997. Non-native marine species in British waters: a review and directory. Edited by N. C. Eno, Robin A. C. & W. G. Sanderson. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough. 136 pp.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 09 June 2011.
- Oakley, J. 2008. *Colpomenia peregrina*. Oyster thief. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: <http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=3024>; searched on 09 June 2011.
- Peña V. & Bárbara I. 2008. Biological importance of an Atlantic European maërl bed off Benencia Island (northwest Iberian Peninsula). *Botanica Marina* 51 (2008): 493-505.
- Youn Cho G., Min Boo S., Nelson W. & Clayton M. 2005. Genealogical partitioning and phylogeography of *Colpomenia peregrina* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae), based on plastid *rbcl* and nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. *Phycologia* 44: 103-111.
- Wolff. W.J. 2005. Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. *Zoologische Mededelingen* 79: 1-116.
- Womersley H.B.S. 1987. The marine benthic flora of southern Australia. Part II. South Australia Government Printing Division, Adelaide. 481pp.

Links de interés:

http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Colpomenia_peregrina.pdf

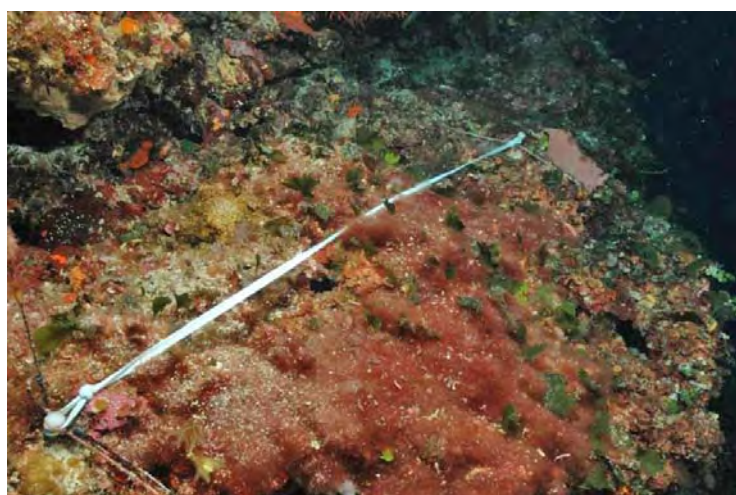
http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=74

http://invasiber.org/fitxa_detalls.php?taxonomic=2&id_fitxa=134

<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50148>

***Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E.Norris, 1992**

Phylum Rhodophyta, Clase Florideophyceae, Orden Ceramiales, Familia Rhodomelaceae





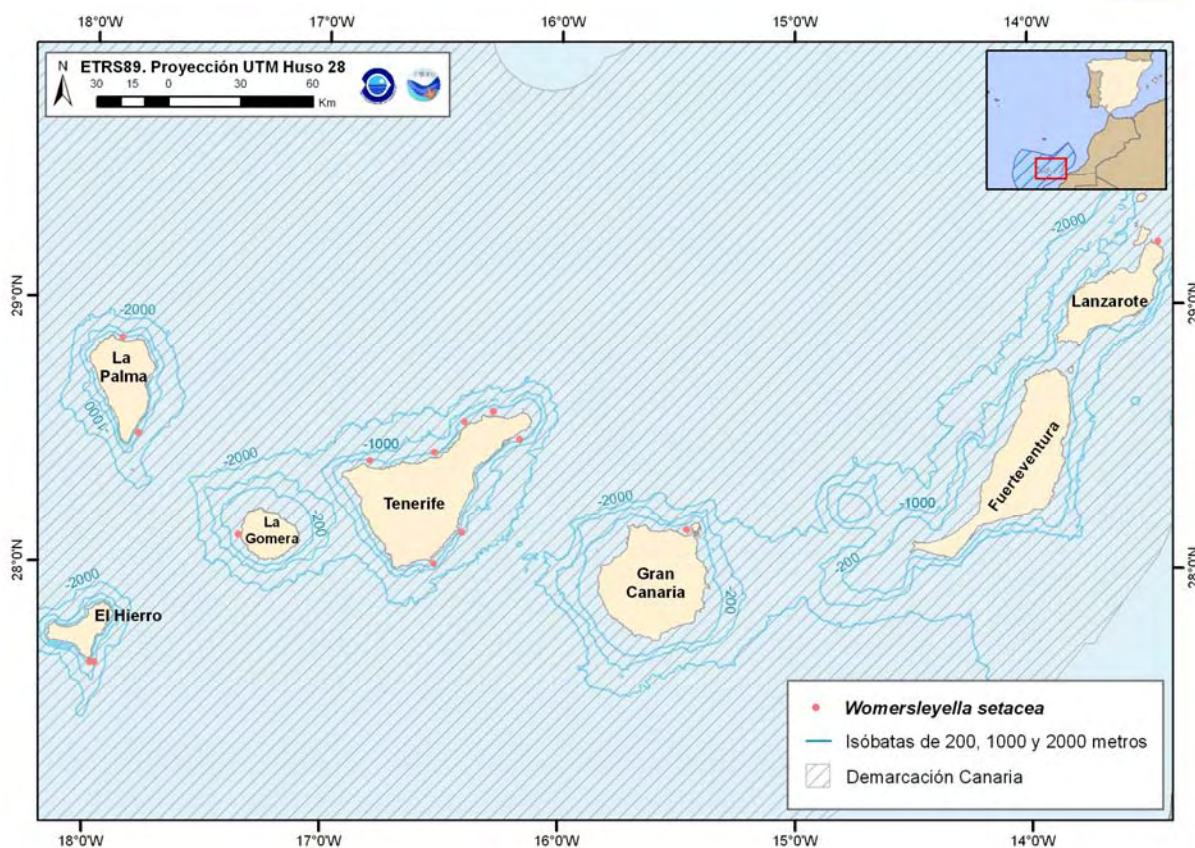
Ecología: Esta rodófito filamentosa presenta una reproducción asexual vegetativa en las Islas Canarias (Rojas-González y Alfonso-Carrillo, 2000) y en el Mediterráneo (Airoldi *et al.*, 1995). En ambos lugares no se han encontrado ni estructuras sexuales ni esporangios, a diferencia de lo que ocurre en las poblaciones nativas del Océano Pacífico, donde hay especímenes con estructuras reproductoras (Hollenberg 1986). El ciclo de vida de esta alga es poco conocido, mostrando propagaciones masivas impredecibles en ciertos años (Verlaque 1989). Esta especie es esciáfila y puede crecer de forma masiva en los fondos rocosos con algo de sedimento (código EUNIS A3), forman densas alfombras rojas de 1-2 cm que cubren completamente la vegetación epilítica entre 10 y 10-40m de profundidad (Ballesteros, 2008; www.interreg-bionatura.com). Según Piazzzi y Cinelli, 2003, la mata muerta de *Posidonia oceánica*, representa el mejor y más adecuado sustrato para la expansión de *W. setacea*. En cuanto a las condiciones ambientales se ha observado que, en el Mediterráneo, sus temperaturas óptima de crecimiento son 15 y 20º y las críticas 10 y 25ºC. El límite máximo se encuentra a 28ºC y son capaces de tolerar temperaturas tan bajas como 5ºC durante 4 semanas sin sufrir ningún daño (Rindi *et al.*, 1999). Esta alga apenas tiene especies que la depreden (Boudouresque y Verlaque, 2002).

Dispersión: *Womersleyella setacea*, especie nativa de los mares tropicales (Islas Hawaii), (Antoniadou y Chintiroglou, 2007), recientemente ha extendido su distribución hasta el Mediterráneo, donde su primera cita fue en 1986, en Italia, como *Polysiphonia* sp (Benedetti-Cechi y Cinelli, 1989) y posteriormente en Francia en 1987, como *Polysiphonia setacea* Hollenberg (Verlaque, 1989). Posteriormente se ha registrado en casi todo el Mediterráneo, desde Grecia hasta España (Airoldi *et al.*, 1995; Athanasiadis, 1997; Piazzzi y Cinelli, 2001). En el Mediterráneo Español se registró por primera vez en 1994, en Menorca (Ballesteros *et al.*, 1997; Gómez Garreta *et al.*, 2001). En las Islas Canarias sin embargo se registró años antes, en 1983 en Las Canteras, Gran Canaria (Rojas-González y Alfonso-Carrillo, 2000). Actualmente ha colonizado los fondos de Baleares y se encuentra en expansión en Cataluña (Weitzmann *et al.*, 2009).

El origen y el modo de introducción en el Mediterráneo son desconocidos, pero se sugiere el fouling o las aguas de lastre como principales vectores de introducción (Verlaque, 1994; CIESM, 2002; Boudouresque y Verlaque, 2002). En el Mediterráneo su expansión se atribuye a la habilidad que muestra para crecer en las redes de pesca (Athanasiadis, 1997).

Citas en la demarcación: Rojas-González y Alfonso Carrillo (2000) la detectaron en todas las islas mayores del archipiélago entre 1990 y 1993, señalando su presencia previa en Las Canteras, en Gran Canaria. Listados de plantas marinas en Canarias (Haroun *et al.*, 2002) y la base de datos de especies introducidas en Canarias (Domínguez-Álvarez & Gil-Rodríguez, 2008) recogen también su presencia en todas las islas.

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone de datos sobre abundancias o coberturas. El siguiente mapa señala las localidades donde ha sido detectada.



Impacto potencial: La alfombra roja de *W. setacea* disminuye la disponibilidad de luz que llega a las especies nativas, como pueden ser las coralinas, impidiendo o reduciendo la fotosíntesis y el crecimiento de éstas algas (Ballesteros, 2006). Además, aumenta la retención y estratificación de sedimentos, lo que puede llegar a limitar el sustrato disponible para el asentamiento de esporas de otras especies, perjudicando su reproducción sexual (Airoldi *et al.*, 1995). También excluye a otras macroalgas por sobrecrecimiento (Piazzini *et al.*, 2002) e inhibe el reclutamiento de coralinas y de otras algas y especies animales que habitan las comunidades coralígenas (Ballesteros *et al.*, 1998). La diversidad es inversamente proporcional al aumento de esta alga (Piazzini y Cinelli, 2000). Streftaris y Zenetos 2006 la clasifican dentro de las 100 peores especies alóctonas invasoras en el Mediterráneo.

Control: En el Mediterráneo se ha observado la formación de extensas coberturas que están causando en las comunidades nativas una gran alteración, por lo que esta especie merece un seguimiento especial (Alfonso-Carrillo *et al.*, 2002).

Referencias consultadas: Domínguez-Álvarez y Gil-Rodríguez, 2008; Rojas-González y Alfonso Carrillo, 2000; Haroun *et al.*, 2002.

Otras referencias relevantes:



- Airoldi L, Rindi F, Piazzì L, Cinelli F. Distribuzione di *Polysiphonia setacea* (Rhodomelacea, Rhodophyta) Hollenberg in Mediterraneo e possibili modalità di diffusione. *Biologia Marina Mediterranea* 1995;2(343):2344.
- Alfonso-Carrillo J, Sansón M, Reyes J, Rojas-González B. Morfología y distribución de la rodófito alóctona *Neosiphonia harveyi*, y comentarios sobre otras algas marinas probablemente introducidas en las islas Canarias. *Rev.Acad.Canar.Cienc.* 2002;XIV(3-4):83-98.
- Antoniadou C, Chintiroglou C. Zoobenthos associated with the invasive red alga *Womersleyella setacea* (Rhodomelacea) in the northern Aegean Sea. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 2007;87:629-641.
- Athanasiadis A. North Aegean Marine Algae IV. *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris (Rhodophyta, Ceramiales). *Botanica Marina* 1997;40:473-476.
- Ballesteros E, Sala E, Garrabou J, Zabala M. Community structure and frond size distribution of a deep water of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the Northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* 1998;33:121-128.
- Ballesteros E. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review* 2006;44:123-195.
- Ballesteros E. Especies Invasoras. Actividades humanas en los mares de España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaria General del Mar. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, 2008. p. 177-185.
- Benedetti-Cecchi L, Cinelli F. Note on a *Polysiphonia* sp. (Rhodophyta, Ceramiales) collected at Rosignano Solvay (Western Mediterranean). *Giornale Botanico Italiano* 1989;123:49-54.
- Boudouresque CF, Verlaque M. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Marine Pollution Bulletin* 2002;44:32-38.
- CIESM. Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black seas. Monaco: 2002.
- Gómez Garreta A, Gallardo T, Ribera MA, Cormaci M, Furnari G, Giaccone G, Boudouresque CF. Checklist of Mediterranean Seaweeds. *Botanica Marina* 2001;44(5):425-460.
- Hollenberg GJ. An account of the species of *Polysiphonia* of the central and western tropical Pacific Ocean.1. *Oligosiphonia*. *Pacific Science* 1986;22(56):98.
- Nikolic´ V, Žuljevic´ A, Antolic´ B, Despalatovic´ M, Cvitkovic´ I. Distribution of invasive red alga *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E.Norris (Rhodophyta, Ceramiales) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* 2010;51(2):195-202.
- Piazzì L, Cinelli F. Distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae on the coast of Tuscany, Italy, northwestern Mediterranean Sea in relation to different habitats and sedimentation. *Botanica Marina* 2001;44:509-520.
- Piazzì L, Pardi G, Balata D, Cecchi F. Seasonal dynamics of a subtidal north-western Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. *Botanica Marina* 2002;45(243):252.
- Piazzì L, Cinelli F. Evaluation of benthic macroalgal invasion in a harbour area of the western Mediterranean Sea. *European Journal of Phycology* 2003;38:223-231.
- Piazzì L, Cinelli F. Effects de l'expansion des Rhodophyceae introduites *Acrothamnion preissii* et *Womersleyella setacea* sur les communautés algales des rhizomes de *Posidonia oceanica* de Méditerranée occidentale. *Cryptogamie. Algologie* 2000;21:291-300.
- Rindi F, Guiry MD, Cinelli F. Morphology and reproduction of the adventive Mediterranean rhodophyte *Polysiphonia setacea*. *Hydrobiologia* 1999;398/399:91-100.
- Streftaris N, Zenetos A. Alien marine species in the Mediterranean-the 100 "Worst Invasives" and their Impact. *Mediterranean Marine Science* 2006;7(1):87-118.
- Verlaque M. Inventaire des plantes introduites en Méditerranée: origins et répercussions sur l'environnement et les activités humaines (Inventory of the introduced plants in the Mediterranean: origins and effects on the environment and human activities). *Oceanologica Acta* 1994;17:1-23.
- Verlaque M. Contribution à la flore des algues marines de Méditerranée: espèces rares ou nouvelles pour les côtes françaises. *Botanica Marina* 1989;32:101-113.
- Weitzmann B, García M, Cebrian E, Ballesteros E. Les invasions biológicas en el medi marí: exemples i impactes a la mediterrània occidental. *L'Atzavara* 2009;18:39-49.



Links de interés:

<http://www.interreg-bionatura.com/especies/pdf/Womersleyella%20setacea.pdf>

***Microcosmus squamiger* Michaelsen, 1927**

Phylum Chordata, Subphylum Tunicata, Clase Ascidiacea, Familia Pyuridae



Ecología: Es una pequeña (hasta 4 cm) ascidia solitaria que se fija sobre sustratos rocosos o sustratos duros artificiales poco profundos, generalmente hasta 10 m aunque ocasionalmente alcanza los 35 (Kott, 1985). Se encuentra sobre todo en zonas de mares templados cálidos, la mayoría de clima mediterráneo. Su rango óptimo de salinidades es entre 30 y 36‰, aunque tolera salinidades más bajas, hasta 15‰. En cuanto a temperaturas, puede vivir entre 10 y 30º, aunque su intervalo óptimo es de 12 a 25ºC. En las áreas que ha colonizado fuera de su zona de origen (Australia), parece preferir hábitats eutrofizados de alta turbidez (Naranjo *et al.*, 1996; Ramos-Esplá, 1988; Lambert and Lambert, 2003; Turon *et al.*, 2007), por lo que se la encuentra en puertos, marinas e instalaciones de acuicultura, formando densos agregados de hasta 2300 individuos/m² (Rius *et al.*, 2009b). Sin embargo, puede también colonizar áreas adyacentes menos antropizadas, compitiendo con las especies autóctonas, y de ahí su consideración de especie invasora. Se la considera una especie indicadora de áreas perturbadas por diversos tipos de stress ambiental, como sedimentación, contaminación o estancamiento (Naranjo *et al.*, 1996). *M. squamiger* es un hermafrodita simultáneo, que libera huevos y esperma directamente en el medio, donde se produce la fertilización y desarrollo embrionario. Su potencial reproductivo es alto. Las larvas se asientan en menos de 24h (Rius *et al.*, 2009a), por lo que su potencial de dispersión natural es limitado. Su ciclo vital completo dura unos dos años,



con un reclutamiento tras el periodo estival, alcanzando la madurez al invierno siguiente, y desapareciendo tras la reproducción estival (Rius *et al.*, 2009b).

Como el resto de ascidias, es un organismo filtrador que puede llegar a alimentarse incluso de bacterias. Es a su vez depredado principalmente por gasterópodos, aunque otros muchos organismos pueden alimentarse de los estadios juveniles (Rius *et al.*, 2009a, b).

Dispersión: Se trata de una especie nativa de Australia, desde donde se ha dispersado a otras partes del mundo, hecho confirmado por estudios genéticos (Rius *et al.*, 2008a). Fue detectada en el Mediterráneo en los años 60 del s. XX, en Túnez, y posteriormente en la ribera norte del Mediterráneo en los 70 (Zibrowius, 1974; Ballesteros, 1978; Monniot, 1981), aunque clasificada como *M. exasperatus*. Ahora es abundante en todo el Mediterráneo Occidental, así como en el Atlántico este central (Península Ibérica, Madeira, Islas Canarias) (Naranjo, 1995). En el Pacífico Este fue citado en los 80, y en Sudáfrica en el 2001 (Monniot *et al.*, 2001, y posteriormente también en el Índico (Abdul and Sivakumar, 2007). La dispersión natural se produce únicamente mediante las larvas planctónicas, de vida corta (Svane and Young, 1989), por lo que sólo se suelen alejar unos pocos kilómetros del punto de origen. En cambio, la dispersión vía tráfico marítimo, al fijarse al casco de buques. Parece ser un método muy efectivo, ya que presenta una amplia variabilidad genética incluso en zonas confinadas (Rius *et al.*, 2008a), lo que indica repetidas reintroducciones. Podrían darse introducciones asociadas a actividades de acuicultura, aunque no han sido demostradas.

Citas en la demarcación: En su Tesis Doctoral sobre la especie Rius (2008) menciona su presencia en Santa Cruz de Tenerife.

Información cuantitativa espacio-temporal: No se dispone.

Impacto potencial: Cuando se expande fuera de las zonas portuarias donde es introducido puede afectar a poblaciones naturales de interés. Aunque esto no sea habitual, hay casos registrados en el Mediterráneo (Turón *et al.*, 2007) y Sudáfrica (M. Rius, Universidad de Ciudad del Cabo, comunicación personal, 2009). Cuando eso ocurre pueden encontrarse densas poblaciones de *M. squamiger* en aguas someras, tapizando completamente el sustrato y compitiendo por el espacio y alimento con otras especies. Por otra parte, al ser una especie estructurante de hábitat, puede inducir aumentos de abundancia de ciertas especies. Su principal impacto económico es debido a su interacción con cultivos de ostras, con las que compete por espacio y alimento. Este hecho ha sido registrado sólo en Australia (Kott, 1985) y California (L. Rodríguez, Universidad de California, USA, comunicación personal, 2009); pero es probable que se dé el caso en otras zonas. Por su capacidad incrustante podría afectar a estructuras sumergidas, como tomas de agua o filtros de canales de refrigeración.

Control: En aguas españolas el gasterópodo nativo *Stramonita haemastoma*, aprovechable comercialmente, ha incluido como alimento preferente a esta especie alóctona, por lo que podría constituir un método de control biológico en aquellos casos que la especie se



extendiera más allá de zonas ya altamente impactadas, donde en realidad no representa un gran problema .

Usos: Se podría usar como cebo de pesca y potencialmente como comida para animales (X. Turon, Center, Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC, comunicación personal, 2009).

Referencias consultadas: Rius, 2008.

Otras referencias relevantes:

- Abdul JAH, Sivakumar V, 2007. Occurrence and distribution of ascidians in Vizhinjam Bay (south west coast of India). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* [Proceedings of the 1st International Invasive Sea Squirt Conference, Woods Hole, Massachusetts, USA, April 21-22, 2005.], 342(1):189-190.
- Ballesteros M, 1978. [English title not available]. (Contribución al conocimiento de la fauna bentónica de Cubellas.) *Publicaciones Departamento de Zoología, Universidad de Barcelona*, 2:7-12.
- Godwin LS, 2003. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. *Biofouling*, 19:123-131. Kott P, 1985. The Australian Ascidiacea part 1, Phlebobranchia and Stolidobranchia. *Memoirs of the Queensland Museum*, 23:1-440.
- Lambert CC, Lambert G, 1998. Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Marine Biology*, 130:675-688. Lambert CC, Lambert G, 2003. Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*, 259:145-161.
- Lowe AJ, 2002. *M. squamiger*; a solitary ascidian introduced to southern California harbors and marinas: salinity tolerance and phylogenetic analysis. Fullerton, California, USA: California State University, unpaginated.
- Mastrototaro F, Dappiano M, 2005. New record of the non-indigenous species *M. squamiger* (Asciacea: Stolidobranchiata) in the harbour of Salerno (Thyrrhenian Sea, Italy). *Journal of the Marine Biological Association, Biodiversity Records*, 2:5124.
- Michaelsen W, 1908. [English title not available]. (Die Pyuriden (Halocynthiiden) des Naturhistorischen Museums zu Hamburg.) *Mitt. Zool. Mus. Hamburg*, 25(2):227-287.
- Michaelsen W, 1919. [English title not available]. (Ascidia Ptychobranchia und Dictyobranchia des Roten Meeres.) *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 95:1-120.
- Michaelsen W, 1927. [English title not available]. (Einige neue westaustralische Ptychobranchiate Ascidien.) *Zool. Anzeiger*, 71:193-203.
- Millar RH, 1955. On a collection of ascidians from South Africa. *Proc. Zool. Soc. Lond*, 125:169-221.
- Millar RH, 1962. Further descriptions of South African ascidians. *Annals of the South African Museum*, 46:113-221.
- Monniot C, 1965. [English title not available]. (Les "blocs á M." des fonds chalutables de la region de Banyuls-Sur-Mer.) *Vie et Milieu*, 16(2B):819-850.
- Monniot C, 1981. [English title not available]. (Apparition de l'ascidie *M. exasperatus* dans les ports méditerranéens.) *Téthys*, 10(1):59-62.
- Monniot C, 2002. Stolidobranch ascidians from the tropical western Indian Ocean. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 135:65-120.
- Monniot C, Monniot F, Griffiths CL, 2001. South African ascidians. *Annals of the South African Museum*, 108(1):1-141.
- Monniot C, Monniot F, Laboute P, 1991. Coral reef ascidians of New Caledonia. Paris, France: Éditions de l'ORSTOM, 247 pp.
- Ramos-Esplà AA, 1988. Ascidas litorales del Mediterráneo ibérico. *Faunística, ecología y biogeografía*. Barcelona, Spain: University of Barcelona, unpaginated.



- Rius M, Pascual M, Turon X, 2008. Phylogeography of the widespread marine invader *M. squamiger* (Ascidiacea). *Diversity and Distributions*, 14:818-828.
- Rius M, Pineda MC, Turon X, 2009a. Population dynamics and life cycle of the introduced ascidian *M. squamiger* in the Mediterranean Sea. *Biological Invasions*, 11(10):2181-2194.
- Rius M, Turon X, Marshall DJ, 2009b. Non-lethal effects of an invasive species in the marine environment: the importance of early life-history stages. *Oecologia*, 159(4):873-882. <http://springerlink.metapress.com/content/w121t0nj17lv6135/?p=9296c257496d44f48d3cf9b341b6b749&pi=17>
- Rius M, Turon X, Pascual M, 2008. Isolation of microsatellite loci for the marine invader *M. squamiger* (Ascidiacea). *Molecular Ecology Resources*, 8:1405-1407.
- Svane I, Young CM, 1989. The ecology and behaviour of ascidian larvae. *Oceanography of Marine Biology Annual Review*, 27:45-90.
- Turon X, Rius M, Nishikawa T, 2007. Spread of *M. squamiger* (Ascidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342:185-188.
- Zibrowius H, 1974. [English title not available]. (*Oculina patagonica*, Scléactiniaire hermatypique introduit en Méditerranée.) *Helgoländer wiss. Meeresunters*, 26:153-173.
- Zibrowius H, 1991. Ongoing modification of the Mediterranean marine fauna and flora, by the establishment of exotic species. *Mesogée*, 51:83-107.

Links de interés:

<http://www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=108333&loadmodule=datasheet&page=481&site=144>

<http://www.sealifebase.org>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>

<http://www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/online-resources/fauna/afd/home>

***Caprella scaura* Templeton, 1836**

Phylum Arthropoda; Clase Malacostraca; Orden Amphipoda; Familia Caprellidae





Foto M. Ros.

Ecología: *Caprella scaura* es una especie fundamentalmente detritívora (Guerra-García y Tierno de Figueroa, 2009). Se ha citado frecuentemente asociada al briozoo *Bugula neritina* y también a otros briozoos erectos de los géneros *Scrupocellaria* y *Tricellaria*, a las algas de los géneros *Sargassum*, *Cystoseira*, *Polysiphonia* y *Gracilaria*, a las fanerógamas marinas *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Zostera* spp y *Heterozostera tasmanica*, e incluso esponjas como *Dysidea fragilis* (Lim y Alexander, 1986; Takeuchi y Hino, 1997; Serejo, 1998 Guerra-García y Thiel, 2011). En las zonas donde es invasora, se encuentra en ambientes portuarios localizándose preferentemente sobre briozoos e hidrozoos. En estos ambientes suele compartir nicho con otros anfípodos como *Elasmopus rapax*, *Corophium acutum*, *Jassa* spp and *Erichtonius brasiliensis* (Guerra-García et al., 2011). *Caprella scaura* presenta cuidado parental (Lim y Alexander, Aoki 1999). Los juveniles quedan adheridos al cuerpo de la madre durante la primera semana de vida.

Dispersión: Esta especie es nativa del Océano Índico, habiéndose descrito a partir de ejemplares de Isla Mauricio. Krapp-Shickel et al. (2006) realizaron una revisión sobre la especie en el Mediterráneo, incluyendo datos de distribución y reseñas taxonómicas. Actualmente la especie se distribuye ampliamente en las costas de Japón, Caribe, Sudamérica y Australia (Guerra-García et al. 2011). En 1999 llegó al Mediterráneo posiblemente asociada a los cascos de los barcos (Krapp-Shickel et al., 2006).

Citas en la demarcación: Se ha detectado recientemente, en mayo de 2009, en Santa Cruz de Tenerife, en unos tanques de cultivos experimentales del IEO (Guerra-García et al., 2011).

Información cuantitativa espacio-temporal: Se estimaron densidades de 3080 indiv/m².

Impacto potencial: Aún no se conoce el impacto que podría tener la especie en nuestros ecosistemas. Sin embargo, parece que *C. scaura* podría desplazar a otros caprellidos nativos del género *Caprella*, como *C. equilibra* o *C. dilatata* (Guerra-García et al. 2011)

Control: No se conoce ningún sistema de control biológico.

Usos: No se trata de una especie de interés comercial.

Referencias consultadas: Guerra-García et al., 2011.

Otras referencias relevantes:

Guerra-García, J.M., Ros, M., Dugo-Cota, A., Burgos, V., Flores-León, A.M., Baeza-Rojano, E., Cabezas, M.P., Núñez, J. 2011. Geographical expansion of the invader *Caprella scaura* (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) to the East Atlantic coast. *Marine Biology* 158: 2617-2622.

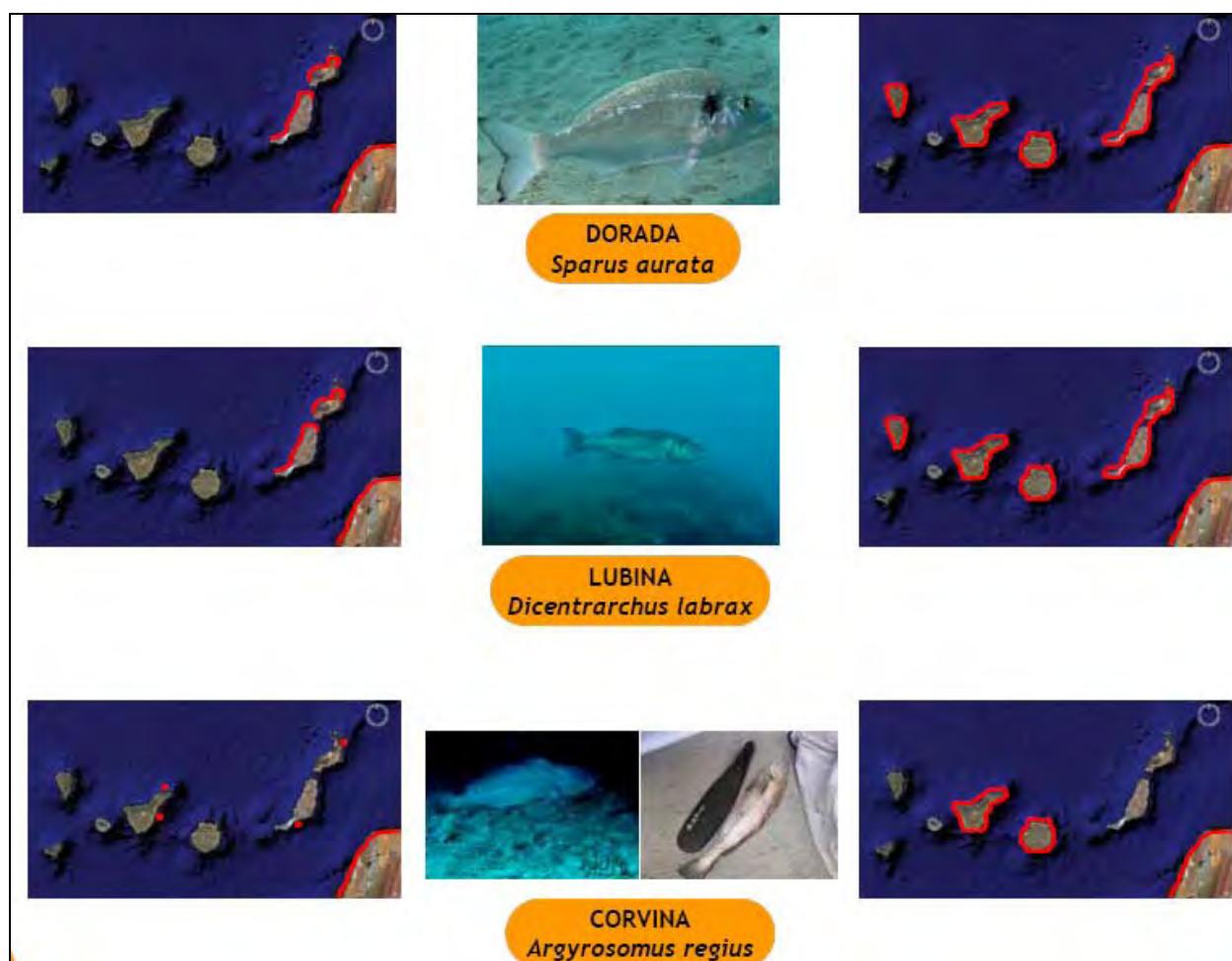
Guerra-García, J.M. y Tierno de Figueroa, J.M. 2009. What do caprellids (Crustacea: Amphipoda) feed on? *Marine Biology* 156: 1881-1890.

Krapp-Schickel T, Lang C, Libertini A, Melzer RR (2006) *Caprella scaura* Templeton 1836 sensu lato Amphipoda: Caprellidae) in the Mediterranean. *Organisms, Diversity and Evolution* 6:77-81



- Lim STA, Alexander CG (1986) Reproductive behaviour of the caprellids amphipod *Caprella scaura typica* Mayer, 1890. *Marine and Behavioural Physiology* 12:217–230
- Martínez J, Adarraga I (2008) First record of invasive caprellid *Caprella scaura* Templeton, 1836 sensu lato (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) from the Iberian Peninsula. *Aquatic Invasions* 3:165–171
- Serejo CS (1998) Gammaridean and caprellidean fauna (Crustacea) associated with the sponge *Dysidea fragilis* Johnston at Arraial deCabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science* 63:363–385
- Takeuchi I, Hino A (1997) Community structure of caprellid amphipods (Crustacea) on seagrasses in Otsuchi Bay, northeastern Japan, with reference to the association of *Caprella japonica* (Schurin) and *Phyllospadix iwatensis* Makino. *Fisheries Science* 63:327–331

Merece también especial atención las expansion por el archipiélago de especies de peces cultivadas, que no son estrictamente especies alóctonas a nivel de Demarcación, ya que estaban presentes en las islas más orientales del archipiélago canario (Brito, 1991; Brito *et al.*, 2002), pero que debido a los escapes desde jaulas de cultivo se han expandido por todas las islas, incluso algunas en las que no formaban parte anteriormente de la biota local, tal como se indica en la siguiente figura.



Distribución de las tres especies de peces cultivadas en Canarias antes (izda.) y después (dcha.) del desarrollo de la acuicultura en el archipiélago. En color rojo zonas de distribución conocida y los puntos señalan capturas ocasionales (Toledo y Brito, 2009).



Estas especies pueden depredar o competir con especies nativas; posibilidad de transmisión de nuevas enfermedades y parásitos; competencia, reducción o alteración por el espacio o los recursos; y también pueden impedir o dificultar el reclutamiento o la regeneración de especies endémicas o nativas. En muestreos realizados entre 2008 y 2009 sobre ejemplares de lubina escapados de jaulas en la isla de Tenerife se han encontrado ejemplares de ambos sexos, maduros simultáneamente, advirtiéndose la existencia del parásito *Myxozoo Sphaerospora testicularis* en los tejidos testiculares de algunos de ellos. El hecho de que los ejemplares escapados se puedan reproducir en libertad, unido a la alta prevalencia de la parasitosis de *S. testicularis*, podría alterar localmente la dinámica de reproducción de las poblaciones nativas después de un escape masivo. (Toledo *et al.*, 2012)

Los datos publicados hasta la fecha indican que las lubinas provenientes de las jaulas depredan principalmente sobre peces, entre los que se encuentran el pejeverde (*Thalassoma pavo*), la araña (*Trachinus draco*) o el rascacio (*Scorpaena* sp.). Entre los crustáceos depredados están el juyón (*Pachygrapsus* sp.), el cangrejo blanco (*Plagusia depressa*) y los cangrejos de género *Xantho* (carnada de vieja). Los datos evidencian también que se pueden dar procesos de competencia por recursos con juveniles de diferentes especies de serránidos como *Mycteroperca fusca*, *Epinephelus marginatus*, *Serranus* spp. (Toledo *et al.*, 2009).

Referencias sobre especies alóctonas en la Demarcación Canaria

1. Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales). Moro, L., Martín, J. L., Garrido, M. J., and Izquierdo, I. 248 pp. 2003. Banco de Biodiversidad de Canarias. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, La Laguna.
Ref Type: Report
2. DAISIE European Invasive Alien Species Gateway. <http://www.europe-aliens.org> . 2008.
Ref. Type: Electronic Citation
3. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias. <http://www.interreg-bionatura.com/especies/> . 2011.
Ref Type: Electronic Citation
4. PescaBase. www.pescabase.org . 2012.
Ref Type: Electronic Citation
5. Alfonso-Carrillo J, Gil-Rodríguez MC, Haroun Tabraue R, Villena Balsa M, Wildpret de la Torre W (1983) Adiciones y correcciones al catálogo de algas marinas bentónicas para el Archipiélago Canario. *Vieraea* 13:27-49



6. Alfonso-Carrillo J, Sansón M (1999) Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica. Materiales Didácticos Universitarios, Biología/2. Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna,
7. Alfonso-Carrillo J, Sansón M, Reyes J, Rojas-González B (2002) Morfología y distribución de la rodófito alóctona *Neosiphonia harveyi*, y comentarios sobre otras algas marinas probablemente introducidas en las Islas Canarias. Rev.Acad.Canar.Cienc. XIV:83-98
8. Andreakis N, Procaccini G, Kooistras WHCF (2004) *Asparagopsis taxiformis* and *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta): genetic and morphological identification of Mediterranean populations. European Journal of Phycology 39:273-283
9. Andreakis N, Procaccini G, Maggs C, Kooistras WHCF (2007) Phylogeography of the invasive seaweed *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales, Rhodophyta) reveals cryptic diversity. Molecular ecology 16:2285-2299
10. Ballesteros E (2008) Especies Invasoras. Actividades humanas en los mares de España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaria General del Mar. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, p 177-185
11. Betancort Villalba MJ, González Henríquez MN, Haroun Tabraue R, Herrera Pérez R, Soler Onís E, Viera Rodríguez MA (1995) Adiciones corológicas a la flora marina de Canarias. Botanica Macaronésica 22:89
12. Borgesen F (1925) The marine algae of Canary Islands, especially from Tenerife and Gran Canaria. I. Chlorophyceae, II. Phaeophyceae, III. Rhodophyceae, part.1,2,3. K.Danske Vidensk.Selsk.Biol.Medd.
13. Brito A (1991) Catálogo de los peces de las Islas Canarias. La Laguna
14. Brito A, Clemente S, Herrera R (2011) On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary island (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? Biological Invasions 13:2185-2189
15. Caballero, P. and Melian, F. R. Actividades antimicrobianas de compuestos de algas del litoral de la isla de Gran Canaria. 31-35. 1988. Bentos VI: proceeding of Simposio Ibérico de estudio del bentos marino, 18 a 22 de septiembre de 1988, Palma de Mallorca.
Ref Type: Conference Proceeding
16. Calabuig, P. Informe sobre la población de cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii* detectada en la presa de Las Hoyas, T.M. de Artenara. 2000. Área de Medio Ambiente



del Cabildo Insular de Gran Canaria. Informe inédito.
Ref Type: Report

17. Carrillo J, Sansón M, Reyes J, Rojas B (2002) Rev.Acad.Canar.Cienc. XIV:83-98
18. Cassano V, Gil-Rodríguez MC, Senties A, Fujii MT (2008) *Laurencia caduciramulosa* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Canary Island, Spain: a new record for the eastern Atlantic Ocean. *Botanica Marina* 51:156-158
19. Castelló J, Junoy J (2007) Catálogo de las especies de isópodos marinos (Crustacea: Isopoda) de los archipiélagos macaronésicos. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 23:21-31
20. Castro-Hernández JJ, Martín-Gutiérrez AY (2000) First record of *Holocentrus ascensionis* (Osbeck, 1765) (Osteichthyes: Holocentridae) in the Canary Islands (Central-east Atlantic). *Scientia Marina* 64:115-116
21. Castro-Hernández JJ (2001) First record of *Selene dorsalis* (Gill, 1862) (Osteichthyes: Carangidae) in the Canary Islands (Central-east Atlantic). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 3-4:335
22. Chacana, M. El género *Codium* Stackhouse (Chlorophyta) en el Archipiélago Canario. 316 pp. 1992. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna (Inédita). Ref Type: Thesis/Dissertation
23. Chevreux E (1926) Voyage de la goélette Melita aux Canaries et au Sénégal 1889-1890. Amphipodes, 1.Gammariens (cont.). *Bulletin de la Société zoologique de France* 50:365-393
24. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Colpomenia peregrina*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
25. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Colpomenia sinuosa*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
26. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Bonnemaisonia hamifera*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
27. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Asparagopsis armata*.
28. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Antithamnion diminuatum*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
29. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.



30. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Codium fragile* subsp. *tomentosoides* . Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
31. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Ceramium cingulatum*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
32. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Ceramium atrorubescens*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
33. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Neosiphonia harveyi*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
34. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Scinaia australis*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
35. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Styopodium schimperi*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
36. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Scytosiphon dotyi*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
37. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Papenfussiella kuromo*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
38. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Predaea huismanii*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
39. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Undaria pinnatifida*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
40. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Corynoplawa cystophorae*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
41. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Womersleyella setacea*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
42. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Laurencia caduciramulosa*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
43. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Gymnophycus hapsiphorus*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
44. Domínguez-Álvarez S, Gil-Rodríguez MC (2008) *Grateloupia turuturu*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.



45. Escivà, A., Antoni Aguilar, J., Gil-Delgado, J. A., Kamiya, T., Mestre, A., Ponz, A., Rueda, J., Sanz-Brau, A., Schmit, O., Poquet, J. M., Smith, R., Soria, J. M., Vandekerkhove, J., Zamora, L., and Mezquita, F. Ostrácodos exóticos y su potencial invasor en la Península Ibérica. (1), 52. 2009. 3er Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras. Zaragoza, del 24 al 27 de noviembre de 2009. Ref Type: Conference Proceeding
46. García-Jiménez P, Geraldino P, Ming Boo S, Robaina RR (2008) Red alga *Grateloupia imbricata* (Halymeniaceae), a species introduced into the Canary Islands. Phycological Research 56:166-171
47. GEIB (2006) Top 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. GEIB,
48. Gil-Rodríguez MC, Alfonso-Carrillo J (1980) Catálogo de las algas marinas bentónicas (Cyanophyta, Chlorophyta, Paeophyta, Rhodophyta) para el archipiélago Canario. Aula de Cultura de Tenerife,
49. Gil-Rodríguez, M. C., Del Arco, M., De la Torre, W., Hernández-González, C. L., and Haroun, R. *Halophiletum decipientid* Wildpret & MC Gil in Canary Islands. An ecological and chorological study. 59. 2002. Praia, Cabo Verde. Abstracts IV Symposium on Fauna and Flora of the Atlantic Islands. 2002. Ref Type: Conference Proceeding
50. Gil-Rodríguez MC, Del Arco M, Wildpret W, Hernández-González CL, Haroun RJ (2007) Biological information and comments on *Halophila decipiens* meadows of the Canary Islands (Hydrocharitaceae, Magnoliophyta). Vieraea 35:77-85
51. González-Lorenzo G, Brito A, Barquín J (2005) Impactos provocados por los escapes de peces de las jaulas de cultivos marinos en Canarias. Vieraea 33:449-454
52. González-Lorenzo G (2008) *Argyrosomus regius*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
53. González-Ruíz S, Sansón M, Reyes J (1995) New records of sublittoral algae from the Canary Islands. Cryptogamie, Algologie 16:21-31
54. González-Ruíz S, Reyes J, Sansón M, Alfonso-Carrillo J (1995) Flora marina de Cotillo, Noroeste de Fuerteventura (Islas Canarias). Vieraea 24:13-38
55. Gozlan RE (2010) The cost of non-native aquatic species introductions in Spain: fact or fiction? Aquatic Invasions 5:231-238
56. Guerra-García J.M., Ros M, Dugo-Cota A, Burgos V, Flores-León M, Baeza-Rojano E, Cabezas MP, Nuñez J (2011) Geographical expansion of the invader *Caprella scaura*



- (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) to the east Atlantic coast. *Marine Biology* 158:2617-2622
57. Guiry, M. D. and Guiry, G. M. AlgaeBase. <http://www.algaebase.org> . 2011. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Ref Type: Electronic Citation
 58. Gutiérrez, P. J. and Martínez, J. M. Informe preliminar sobre la población de cangrejo rojo americano localizada en el barranco del Cercado de San Andrés (Tenerife): impacto y control. 1998. Informe inédito elaborado para la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Ref Type: Report
 59. Haroun R, Gil-Rodríguez MC, Wildpret de la Torre W (2003) Plantas marinas de las Islas Canarias. España
 60. Haroun RJ, Gil-Rodríguez MC, Díaz de Castro J, Proud'homme van Reine WF (2002) A checklist of the marine plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45:139-169
 61. Herrera, G. A. Informe sobre el estado de la población del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) en el barranco de El Cercado (San Andrés, Tenerife). Resultados procedentes de las labores de extinción. 1999. Informe Inédito elaborado para la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Ref Type: Report
 62. Herrera GA, Barquín J, de los Santos A (2006) Colonización de la isla de Tenerife (islas Canarias) por el cangrejo rojo americano *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). *Rev.Acad.Canar.Cienc.* XVIII:81-88
 63. ICES. Report of the working group on environmental interactions of mariculture (WGEIM). ICES CM 2006/MCC:03. 2006. Narragansett, Rhode Island, USA. Ref Type: Report
 64. Johnston CS (1969) The ecological distribution and primary production of macrophytic marine algae in the Eastern Canaries. *International Review of Hydrobiology* 54:473-490
 65. Martín MJ, Sansón M, Reyes J (1996) Morphology and anatomy of *Papenfussiella kuromo* (Chordariaceae, Phaeophyta) from the Canary Islands. *Cryptogamie, Algologie* 17:165-173
 66. Martínez A, Mora J, Palmero AM, Núñez J (2007) Primer registro del prosobranquio *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822) (Mollusca, Gastropoda) en el litoral de Canarias. *Vieraea* 35:7-91
 67. Montagne JFC (1840) Histoire Naturelle des îles Canaries. *Phytographia Canariensis*.



68. Moreira-Reyes A, Monterroso O, Aguirre H, Cruz-Reyes A, Gil-Rodríguez MC, Núñez J (2003) Diversidad y estructura de *Halophiletum decipiens* en el LIC sebadales de San Andrés (ES 7020120) Tenerife, Islas Canarias. Rev.Acad.Canar.Cienc. 15:143-158
69. Moreira-Reyes A, Cruz-Reyes A, Gil-Rodríguez MC, Hernández-Díaz R, Morales-Arbelo T, Acuña-Marrero D (2005) *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Variaciones espaciales y temporales en el L.I.C. Sebadales de San Andrés (ES 7020120) Tenerife. Algas 34.Sociedad Española de Ficología25
70. Moreira-Reyes, A. and Gil-Rodríguez, M. C. Variaciones espaciales y temporales de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque en Los Cristianos, LIC "Franja marina Teno-Rasca" (ES 702017), Tenerife, Canarias. Algas 38.Sociedad Española de Ficología , 18-19. 2007. XVI Simposio Botánica Criptogámica. 2007.
Ref Type: Conference Proceeding
71. Moreira-Reyes A, Gil-Rodríguez MC (2008) Variaciones espaciales y temporales de *Caulerpa racemosa* var *cylindracea* (Chlorophycota) en Los Cristianos e Iguete de San Andrés, Tenerife, Islas Canarias. Vieraea 36:91-102
72. Quilez-Badia, G. Report of the ICES Working Group on Introduction and Transfer of Marine Organisms (WGITMO). 91-115. 2009. 11-13 March 2009, Washington D.C., USA.
Ref Type: Report
73. Quilez-Badia, G. and Ruiz, G. M. Synthesis of marine invasion history for the Iberian Peninsula: patterns and predictions. 2011. 7th International Conference on Marine Bioinvasions Abstract Book, August 23-25, 2011, Barcelona, Spain.
Ref Type: Conference Proceeding
74. Reyes J, Sansón M, Alfonso-Carrillo J (1993) Notes on some interesting marine algae new from the Canary Islands. Cryptogamic Botany 4:50-59
75. Reyes J, Sansón M, Alfonso-Carrillo J (1994) Algas marinas bentónicas de EL Médano, S Tenerife (Islas Canarias). Vieraea 23:15-42
76. Rius, M. Biologia i genètica de poblacions de l'ascidi invasor *Microcosmus squamiger*. 192 pp. 2008.
Ref Type: Thesis/Dissertation
77. Rojas-González B, Afonso-Carrillo J (2000) Notes on Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: Observations on reproductive morphology and new records. Botanica Marina 43:147-155



78. Rull Lluch J, Ballesteros E, Barceló MC, Gómez Garreta A, Ribera Siguan MA (2007) *Dictyota ciliolata* Sonder ex Kützing (Phaeophyceae, Dictyotales) in the Mediterranean Sea. *Cryptogamie, Algologie* 28:89-97
79. Sangil C, Alfonso-Carrillo J, Sansón M (2004) Zonación del fitobentos en el litoral noroeste de La Palma (Islas Canarias). *Rev.Acad.Canar.Cienc.* XVI:75-90
80. Sansón, M. Estudio de las especies de la familia ceramiaceae (Rhodophyta) en las Islas Canarias. 583 pp + 12 fotos. 1991. Ref Type: Thesis/Dissertation
81. Sansón M (1994) Notes on Ceramiaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: new records and observations on morphology and geographical distribution. *Botanica Marina* 37:347-356
82. Sansón M, Reyes J (1995) Morphological and geographical observations on four species of Ceramiaceae (Rhodophyta) new to the Canary Islands. *Botanica Marina* 38:89-95
83. Sansón M, Reyes J, Alfonso-Carillo J, Muñoz E (2002) Sublittoral and deep-water red and brown algae new from the Canary Islands. *Botanica Marina* 45:35-49
84. Sauvageau C (1905) Observations su quelques Dictyotacées et sur *Aglaozonia nouveau*. *Bull.Soc.Sci.d'Arcachon Stat.Biol.* 8:66-81
85. Toledo Guedes K (2008) *Sparus aurata*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
86. Toledo Guedes K (2008) *Dicentrarchus labrax*. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2011. Gobierno de Canarias.
87. Toledo Guedes, K., González-Lorenzo, G., and Sanchez-Jerez, P. Dieta de la dorada (*Sparus aurata*) escapada desde las jaulas de cultivo en Canarias. 2008. Fuchal (Portugal). XV Simposio Ibérico de Biología Marina. 9-13 de septiembre, 2008. Ref Type: Conference Proceeding
88. Toledo Guedes K, Sánchez-Jerez P, González-Lorenzo G, Brito Hernández A (2009) Detecting the degree of establishment of a non-indigenous species in coastal ecosystems: sea bass *Dicentrarchus labrax* escapes from sea cages in Canary Islands (Northeastern Central Atlantic). *Hydrobiologia* 623:203-212
89. Toledo Guedes, K., Sanchez-Jerez, P., and Mora-Vidal, J. Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) escaped from fish farms in Canary Islands, a new step to the establishment of self-reproducing populations in central and wastermost islands? 2009. Sixth International Conference on Marine Bioinvasions. 24-27 agosto 2009. Portland (USA). Ref Type: Conference Proceeding



90. Toledo Guedes, K. and Brito Hernández, A. Los escapes de peces de cultivo como contaminantes biológicos. 2009. I Jornadas Nacionales de Seguridad y Contaminación Marina, 7-9 de mayo 2009. Santa Cruz de Tenerife (España). Ref Type: Conference Proceeding
91. Toledo Guedes K, Sánchez-Jerez P, Mora-Vidal J, Girard D, Brito Hernández A (2011) Escaped introduced sea bass (*Dicentrarchus labrax*) infected by *Sphaerospora testicularis* (Myxozoa) reach maturity in coastal habitats off Canary Islands. Marine Ecology 1-6
92. Toledo Guedes, K., Sanchez-Jerez, P., and Brito, A. Fugitives into the wild: aquaculture and introduces fish in Canary Islands. 2011. 7th International Conference on Marine Bioinvasions Abstract Book, August 23-25, 2011, Barcelona, Spain. Ref Type: Conference Proceeding
93. Turon X, Nishikawa T, Rius M (2007) Spread of *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 342:185-188
94. Verlaque M, Alfonso-Carrillo J, Gil-Rodríguez MC, Durand C, Bodouresque CFLPY (2004) Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). Biological Invasions 6:269-281
95. Vickers A (1896) Contribution a la flore algologique des Canaries. Ann.Sc.Natur.Bot., Ser.8,4:293-306
96. Viera Rodríguez, M. A., Polifrone, M., and Haroun, R. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar a new introduced species in warm-temperate waters of the Canary Islands. 95p. 2007. IV European Phycological Congress, Oviedo. 2007. Ref Type: Conference Proceeding
97. Vilà M, Valladares F, Traveset A, Santamaría L, Castro P (2008) Invasiones biológicas. CSIC,
98. Vives F, Shmeleva A (2006) Fauna Ibérica vol.29. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid

2.3. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento.

A pesar de los importantes avances realizados en los últimos años en el ámbito europeo en el tema de seguimiento de especies invasoras marinas existen aún evidentes



lagunas de conocimiento. Las carencias observadas en esta demarcación en relación a la problemática de la introducción de especies alóctonas en medio marino y la evaluación de su impacto, muchas extrapolables al conjunto de demarcaciones marinas españolas y que afectan incluso en mayor o menor grado al conjunto de las demarcaciones Europeas, según se recoge en el informe del Grupo de Expertos ad hoc constituido en el marco del desarrollo de las Estrategias Marinas, son numerosas y heterogéneas.

Unas se refieren a falta de conocimiento científico de base. Por ejemplo, en algunos grupos taxonómicos las biotas nativas no han sido totalmente catalogadas, o sólo lo han sido recientemente, de forma que no es fácil determinar si una especie puede ser realmente considerada como alóctona en el área, y menos el momento de su introducción. También en ciertos casos no se conoce con suficiente detalle la biología, y sobre todo la ecología, de las especies alóctonas, ni se han estudiado sus impactos concretos en los ecosistemas receptores. Es asimismo patente la insuficiencia de conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas, sobre las redes tróficas y otros procesos implicados en los flujos de materia, con lo cual no se dispone de una referencia fiable en relación a la cual analizar dichos procesos en las zonas impactadas por invasoras. Estos límites en el conocimiento científico son generales y afectan a diversos descriptores. La única forma de solventar ese problema es aumentando los recursos destinados a la investigación en ecología marina. En relación a este descriptor sería necesario promover los estudios sobre impactos al menos en aquellas especies de carácter invasor reconocido.

Otro tipo de carencias son las derivadas de la ausencia o diseño inadecuado de programas de seguimiento específicos y estandarizados del conjunto de las especies alóctonas, que resultan en la falta de datos precisos sobre la dinámica de las introducciones e invasiones. Se ha intentado superar esta dificultad analizando todas las publicaciones disponibles, intentando estandarizar la información presente en las mismas; pero la heterogeneidad de escalas espaciales y temporales, de organismos objeto de estudio y de metodologías de muestreo no permiten obtener resultados fiables ni fácilmente interpretables. En este sentido otro problema general y especialmente acuciante en esta demarcación es el de sesgo en la cobertura espacial de los muestreos, centrados casi exclusivamente en ecosistemas litorales, y también hacia determinados grupos, como macroalgas. La recomendación para solventar definitivamente esta carencia sería impulsar e implementar desde las administraciones programas de muestreo a gran escala; pero en un contexto de limitación de recursos, como mínimo deberían llevarse a cabo seguimientos en los puntos de máximo interés por la magnitud de posibles vectores de introducción (puertos, instalaciones de acuicultura) o por ser ecosistemas especialmente importantes o sensibles (áreas marinas protegidas, estuarios, etc.). Otra recomendación en este sentido de optimización de recursos es aprovechar la plataforma que suponen los programas de muestreo en el medio marino enmarcados en diversos tipos de proyectos de investigación, como campañas relacionadas con la evaluación de recursos pesqueros, que presentan la gran ventaja de cubrir toda la demarcación, o trabajos científicos en áreas marinas protegidas que complementarían a los anteriores al cubrir las zonas más litorales, para realizar en paralelo un seguimiento de la presencia de invasoras en los ecosistemas



prospectados, tanto del medio pelágico como en el bentos. Los programas de muestreo de calidad ambiental en medio marino que llevan a cabo las administraciones también deberían contemplar la presencia de alóctonas como un parámetro a registrar, tal como se está haciendo ya en algunas CCAA en los muestreos relacionados con la Directiva Marco del Agua. En cualquier caso debería establecerse un sistema centralizado para recopilar y analizar conjuntamente toda esa información.

En relación con la toma de datos base se detecta otro problema general, y es la falta cada vez más patente de especialistas en taxonomía capaces de reconocer e identificar las especies alóctonas en ciertos grupos. La solución, además de la obvia de fomentar la especialización de nuevos investigadores en esta línea, a quienes deberían remitirse muestras correctamente conservadas y almacenadas para realizar estudios exhaustivos, podría ser la elaboración de listados de especies alóctonas cuya presencia en la demarcación es probable o posible, especialmente las de carácter invasor reconocido, incluyendo descripciones que sirvieran para facilitar su identificación por parte del personal involucrado en las campañas de muestreo. Otra línea de investigación a potenciar sería la de estudios genéticos, tanto para detección o confirmación de identificaciones, como estudios de genética poblacional para dilucidar el origen de las especies y disminuir así la proporción de criptogénicas.

Otro problema para la evaluación de las especies alóctonas es el alto grado de incertidumbre asociado los vectores de introducción, lo que disminuye la fiabilidad o incluso impide realizar un correcto análisis de riesgos, elemento fundamental para diseñar un sistema de gestión efectivo. Así, deberían potenciarse, en esta y en el resto de demarcaciones marinas, estudios dirigidos específicamente a cuantificar la presión de propágulos asociada a los principales vectores de introducción conocidos. También, como se ha señalado al principio de este apartado, debería prestarse especial atención a conocer los mecanismos de dispersión naturales de cada especie invasora, y también potenciar el desarrollo y aplicación de modelos hidrodinámicos relevantes para comprender los procesos de dispersión por vías naturales.

Finalmente, aunque se ha señalado que la mayor medida de control es la prevención de las introducciones primarias, sería recomendable potenciar estudios sobre sistemas de control aplicables al menos en fases tempranas de la invasión, potencialmente útiles para prevenir o minimizar la dispersión secundaria o incluso, en ciertos casos, erradicar aquellas especies especialmente peligrosas en ecosistemas sensibles o allí donde causan perjuicios evidentes para el ser humano.

2.4. Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones.

A pesar de la información aportada por las bases de datos sobre especies alóctonas y criptogénicas en esta demarcación, no es posible aún determinar tendencias



fiables ni en la tasa de introducción de invasoras ni de su expansión geográfica. La integración de la información recogida en la bibliografía disponible sugiere una evolución negativa del problema, con aumentos sostenidos tanto del nº de especies introducidas como de detección de las mismas en nuevas localidades. Tomando como referencia el año 1984, año a partir del cual aparecen publicaciones sobre la cuestión de forma regular, desde una especie citada se ha pasado a casi 60, y ese nº encuentra seguramente infravalorado debido a sesgos de muestreo.

El cuadro general no es desde luego muy negativa en el conjunto de la Demarcación, aunque hay que ser cautelosos debido a la falta de información fiable. Sin embargo, un alto porcentaje de las especies detectadas son especies de reconocido potencial invasor en otras áreas, y deberían ser monitorizadas.

En resumen, ni el buen estado ambiental en el conjunto de la Demarcación, ni la pervivencia de los distintos tipos de hábitats que incluye, parecen encontrarse en serio peligro por la presencia de especies invasoras. Sin embargo, sí pueden darse impactos negativos importantes a escala local. En todo caso, el apreciable número de especies alóctonas detectadas, algunas con potencial invasor, aconseja poner en marcha cuanto antes sistemas de seguimiento de las mismas y especialmente llevar a cabo estudios de impacto específicos para poder así evaluar con conocimiento de causa los riesgos potenciales.

3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

3.1. Interpretación del BEA en relación con los criterios y el descriptor. Ámbito y limitaciones.

Las especies alóctonas, una vez introducidas, son componentes de los ecosistemas susceptibles de ser evaluados mediante indicadores de estado; pero en términos de buen estado ambiental deben ser considerados como una presión a los ecosistemas nativos. Así, lo que garantizaría el buen estado ambiental en relación a este descriptor sería la ausencia de presión, es decir, la inexistencia de especies alóctonas. Sin embargo, dada la irreversibilidad de la gran mayoría de procesos de establecimiento de especies alóctonas no resulta posible plantear el BEA como ausencia de especies alóctonas. Por ello, los criterios asociados al descriptor se orientan por una parte al mantenimiento del *status quo*, es decir, a la disminución de la tasa de nuevas introducciones primarias y a la limitación de la expansión de las ya establecidas, lo que reduce la posibilidad de que lleguen a producirse impactos negativos, y por otro se refieren a la evaluación directa de dichos impactos. Por la misma razón apuntada anteriormente de la irreversibilidad de las invasiones, estos indicadores de impacto deberían dar cuenta de la evolución temporal del grado de impacto negativo, y considerar que el BEA se alcanza disminuyendo la tasa de incremento de dichos impactos.



3.2. Definición del BEA. Marco conceptual. Metodología y fundamento. Integración de criterios e indicadores.

Atendiendo a lo explicado en el anterior apartado, en el sentido que las especies alóctonas son en realidad una presión que amenaza el buen estado ambiental de los ecosistemas, el BEA no se debería definir como la consecución de un estado determinado de las especies alóctonas, sino en función del estado de las biotas nativas. En realidad, el BEA en relación al descriptor 2 consiste en la consecución del BEA respecto a los descriptores 1 (biodiversidad), 3 (especies comerciales), 4 (redes tróficas) y 6 (integridad de los fondos). Además, teniendo en cuenta la característica de presión sobre el medio marino que implican las especies alóctonas, se puede establecer una segunda característica del BEA en referencia a la minimización de las presiones. Por tanto, se define el Buen Estado Ambiental del descriptor 2 en estas dos facetas:

1. La introducción de especies alóctonas no implica disminuciones de biodiversidad ni de la integridad de los hábitats nativos, no afecta a la abundancia y estructura de las poblaciones de especies comerciales, ni produce cambios relevantes en los fondos.

Dentro de esta definición general de BEA, se puede establecer la siguiente concreción para el grupo taxonómico de especies alóctonas marinas más estudiado, el de las macroalgas invasoras, puesto que al ser especies formadoras de hábitats pueden causar impactos significativos en las biotas nativas:

La extensión y vigor de los hábitats caracterizados por las macroalgas y fanerógamas autóctonas de la demarcación mantienen como mínimo los valores registrados en la evaluación inicial, sin mostrar signos de regresión relevantes por la competencia ejercida por macroalgas alóctonas invasoras, siempre que éstos sean suficientes para garantizar la pervivencia de dichas comunidades en sus áreas de distribución potencial.

2. Se minimizan los riesgos de establecimiento y dispersión de especies alóctonas invasoras, atendiendo a los principales vectores de introducción.