



**ESTRATEGIA MARINA**  
**DEMARCACIÓN MARINA NORATLÁNTICA**  
**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
- Salud Deudero
- Maite Vázquez

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Edurne Blanco

## **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

---

<b>1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR .....</b>	<b>1</b>
1.1.Legislación y convenios nacionales e internacionales relacionados con el descriptor. Fuentes de información. Programas de seguimiento.....	1
<b>2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL .....</b>	<b>10</b>
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. ....	15
2.2.Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento .....	69
2.3.Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones .....	71
<b>3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL .....</b>	<b>72</b>
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 salobrales 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 agricultura 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*, *Codium adhaerens*, *Colpomenia peregrina*, *Grateloupia filicina*, *Grateloupia turuturu*, *Hypnea musciformis*, *Sargassum muticum*, *Acrothamnion preissii*, *Lophocladia lallemandi*, *Undaria pinnatifida* 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*, *Crassostrea gigas*, *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. Cabe señalar que debido a alegaciones presentadas por diversas Comunidades Autónomas, algunas de esas especies, sobre todo aquellas con interés comercial, han sido eliminadas en versiones



posteriores del catálogo, para seguir permitiendo su uso en acuicultura, como es el caso de *Crassostrea gigas* y *Ruditapes philippinarum*.

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.lt/~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. En esta demarcación cabe destacar el algunos trabajos de extraordinaria relevancia, como un detallado estudio realizado en la costa vasca (Martínez & Adarraga, 2005 y 2006), en el que se consideraron también especies criptogénicas. Es el único estudio en la demarcación con amplia cobertura geográfica -aunque no el total de la demarcación- que consideró especies de una amplia variedad de grupos taxonómicos, realizado en numerosas localidades y en diversos puntos en cada una, dirigido específicamente a detectar invasoras. Su principal limitación es que se limitó a zonas muy costeras, principalmente zonas estuáricas, y al sistema bentónico, y también que su falta de continuidad en el tiempo. Aún así, proporciona una imagen bastante completa de la situación respecto a la introducción de alóctonas en los años 2004 y 2005; pero no sobre la dinámica de esas introducciones. Merece también especial atención el informe sobre especies alóctonas en la costa vasca elaborado por el AZTI en el 2009 para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Para elaborar dicho informe se cruzaron las bases de datos sobre organismos macrobentónicos y macroalgas en sustratos blandos y duros de la costa vasca del Observatorio de la Biodiversidad del Medio Marino y Litoral Vasco con los listados de especies alóctonas aportados por el anterior estudio de Martínez y Adarraga y los incluidos en Eno et al. 1997. Del total de datos base analizados (62.422 registros), un 3,4% de los casos correspondieron a especies alóctonas. Existen otros trabajos de amplia cobertura espacial, pero se refieren a especies concretas, y también algunas localidades en las que debido a su proximidad a centros de investigación, han sido intensamente estudiadas.

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 prerrequisito 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., Semenchenko, 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 114 referencias bibliográficas, de un total de 221 trabajos localizados, (Ver apartado de referencias) ha permitido obtener 1085 citas puntuales (263 de criptogénicas y 822 de alóctonas) acerca de un total de 402 especies, 177 criptogénicas y 225 alóctonas, estas últimas listadas en la tabla anexa. Se entiende como cita el concepto de especie/año/localidad; pero el último término, dada la heterogeneidad de fuentes, no se ha usado de forma estandarizada, incluyendo desde estaciones puntuales de muestreo a zonas más amplias, como un estuario o una bahía, en incluso toda una provincia.

**Tabla I-Especies alóctonas detectadas en la demarcación Noratlántica**

Algas	<i>Asparagopsis armata</i>	Cirrípedos	<i>Balanus trigonus</i>
Algas	<i>Aglaothamnion cordatum</i>	Cirrípedos	<i>Elminius modestus</i>
Algas	<i>Aglaothamnion feldmanniae</i>	Cirrípedos	<i>Megabalanus tulipiformis</i>
Algas	<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	Cnidarios	<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>
Algas	<i>Aiolocolax pulchella</i>	Cnidarios	<i>Aglaophenia picardi</i>
Algas	<i>Amphiroa rigida</i>	Cnidarios	<i>Cavernularia pusilla</i>
Algas	<i>Amphiroa van-bosseae</i>	Cnidarios	<i>Clavularia ochracea</i>
Algas	<i>Anotrichum furcellatum</i>	Cnidarios	<i>Eucheilota menoni</i>
Algas	<i>Antithamnion amphigeneum</i>	Cnidarios	<i>Halecium liouvillei</i>
Algas	<i>Antithamnion cruciatum profundum</i>	Cnidarios	<i>Hebella scandens</i>
Algas	<i>Antithamnion densus</i>	Cnidarios	<i>Mitrocomium cirratum</i>
Algas	<i>Antithamnion nipponicum</i>	Cnidarios	<i>Monomyces pygmaea</i>
Algas	<i>Antithamnion villosum</i>	Cnidarios	<i>Paramuricea grayi</i>
Algas	<i>Antithamnionella elegans</i>	Cnidarios	<i>Polycyathus muellerae</i>
Algas	<i>Antithamnionella spirographidis</i>	Cnidarios	<i>Sarsia reesi</i>
Algas	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	Cumáceos	<i>Eocuma dimorpha</i>
Algas	<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	Decápodos	<i>Anapagurus petiti</i>
Algas	<i>Asparagopsis armata</i>	Decápodos	<i>Callinectes sapidus</i>
Algas	<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Decápodos	<i>Eriocheir sinensis</i>
Algas	<i>Bryopsis feldmannii</i>	Decápodos	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>
Algas	<i>Centroceras clavulatum</i>	Decápodos	<i>Hemigrapsus takanoi</i>
Algas	<i>Ceramium codii</i>	Equinodermos	<i>Coccinasterias tenuispina</i>
Algas	<i>Ceramium secundatum</i>	Equinodermos	<i>Holothuria helleri</i>
Algas	<i>Ceramium tenerrinum</i>	Fitopláncton	<i>Gymnodinium catenatum</i>
Algas	<i>Chondracanthus teedei</i>	Fitopláncton	<i>Karenia (Gimnodinium) mikimotoi</i>



Algas	<i>Chrysymenia ventricosa</i>	Gasterópodos	<i>Alvania cimex</i>
Algas	<i>Chrysymenia wrightii</i>	Gasterópodos	<i>Alvania hispidula</i>
Algas	<i>Codium adherens</i>	Gasterópodos	<i>Anadara diluvii</i>
Algas	<i>Codium fragile subsp. tomentosoides</i>	Gasterópodos	<i>Armina maculata</i>
Algas	<i>Colpomenia peregrina</i>	Gasterópodos	<i>Bolinus brandaris</i>
Algas	<i>Colpomenia sinuosa</i>	Gasterópodos	<i>Cabestana cutacea</i>
Algas	<i>Cystoseira humilis myriophylloides</i>	Gasterópodos	<i>Cancellaria cancellata</i>
Algas	<i>Cystoseira usneoides</i>	Gasterópodos	<i>Cerithiopsis jeffreysi</i>
Algas	<i>Dasya baillouviana</i>	Gasterópodos	<i>Cerithiopsis minima</i>
Algas	<i>Dasysiphonia sp.</i>	Gasterópodos	<i>Crepidula fornicata</i>
Algas	<i>Ectocarpus siliculosus hiemalis</i>	Gasterópodos	<i>Crepipatella dilatata</i>
Algas	<i>Gastroclonium clavatum</i>	Gasterópodos	<i>Cyclope neritea</i>
Algas	<i>Gelidium corneum var. pectinatum</i>	Gasterópodos	<i>Cymatium corrugatum</i>
Algas	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	Gasterópodos	<i>Dassya sessilis</i>
Algas	<i>Grateloupia doryphora</i>	Gasterópodos	<i>Fusinus rostratus</i>
Algas	<i>Grateloupia filicina var. luxurians</i>	Gasterópodos	<i>Gibbula adansonii</i>
Algas	<i>Grateloupia turuturu</i>	Gasterópodos	<i>Gibbula adriática</i>
Algas	<i>Gymnothamnion elegans</i>	Gasterópodos	<i>Gibbula albida</i>
Algas	<i>Herposiphonia tenella f. secunda</i>	Gasterópodos	<i>Haminoea callidegenita</i>
Algas	<i>Heterosiphonia japonica</i>	Gasterópodos	<i>Haminoea japonica</i>
Algas	<i>Hincksia ovata</i>	Gasterópodos	<i>Hexaplex trunculus</i>
Algas	<i>Hydroclathrus clathratus</i>	Gasterópodos	<i>Mangiliella bertrandi</i>
Algas	<i>Hypnea musciformis</i>	Gasterópodos	<i>Mitra cornicula</i>
Algas	<i>Liagora viscida</i>	Gasterópodos	<i>Monophorus perversus</i>
Algas	<i>Lomentaria ercegovicii</i>	Gasterópodos	<i>Nassarid corniculatus</i>
Algas	<i>Lomentaria hakodatensis</i>	Gasterópodos	<i>Nassarid mutabilis</i>
Algas	<i>Lophosiphonia scopulorum</i>	Gasterópodos	<i>Orania fusulus</i>
Algas	<i>Myriocladia tomentosa</i>	Gasterópodos	<i>Phalium saburon</i>
Algas	<i>Neosiphonia harveyii</i>	Gasterópodos	<i>Pollia dorbignyi</i>
Algas	<i>Peyssonelia coriacea</i>	Gasterópodos	<i>Rapana venosa</i>
Algas	<i>Peyssonelia squamaria</i>	Gasterópodos	<i>Raphitoma echinata</i>
Algas	<i>Pikea californica</i>	Gasterópodos	<i>Rissoa decorata</i>
Algas	<i>Pleonosporium caribaeum</i>	Gasterópodos	<i>Thais haemastoma</i>
Algas	<i>Polysiphonia morrowii</i>	Gasterópodos	<i>Tricolia speciosa</i>
Algas	<i>Polysiphonia polyspora</i>	Gasterópodos	<i>Turbonilla delicata</i>
Algas	<i>Porphyra tenera</i>	Gasterópodos	<i>Turritella turbona</i>
Algas	<i>Pseudolithoderma extensum</i>	Gasterópodos	<i>Urosalpinx cinerea</i>
Algas	<i>Radicilungua thysanorhizans</i>	Protozoos	<i>Bonamia ostreae</i>
Algas	<i>Rhodophysema elegans</i>	Protozoos	<i>Marteilia refringens</i>



Algas	<i>Sargassum flavifolium</i>	Protozoos	<i>Perkinsus atlanticus</i>
Algas	<i>Sargassum muticum</i>	Peces	<i>Parablennius incognitus</i>
Algas	<i>Sargassum vulgare</i>	Peces	<i>Parablennius pilicornis</i>
Algas	<i>Scageliopsis patens</i>	Poliplacóforos	<i>Chaetopleura angulata</i>
Algas	<i>Schimmelmannia schousboei</i>	Poliplacóforos	<i>Chaetopleura angulata</i>
Algas	<i>Scytosiphon dotyi</i>	Poliquetos	<i>Arichlidon reysii</i>
Algas	<i>Spermothamnion repens var. flagelliferum</i>	Poliquetos	<i>Asclerocheilus ashworthi</i>
Algas	<i>Trailiella intricata</i>	Poliquetos	<i>Boccardia proboscidea</i>
Algas	<i>Undaria pinnatifida</i>	Poliquetos	<i>Boccardia semibranchiata</i>
Anfípodos	<i>Abludomelita aculeta</i>	Poliquetos	<i>Boccardiella ligerica</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca cavicoxa</i>	Poliquetos	<i>Brania arminii</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca heterodactyla</i>	Poliquetos	<i>Chone longiseta</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca lusitanica</i>	Poliquetos	<i>Dasybranchus gajolae</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca pectenata</i>	Poliquetos	<i>Desdemona ornata</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca pseudosari</i>	Poliquetos	<i>Erinaceusyllis belizensis</i>
Anfípodos	<i>Ampelisca pseudospinimana</i>	Poliquetos	<i>Exogone (Parexogone) wolffi</i>
Anfípodos	<i>Dexamine spiniventris</i>	Poliquetos	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>
Anfípodos	<i>Ericthonius brasiliensis</i>	Poliquetos	<i>Genetyllis nana</i>
Anfípodos	<i>Hyale spinidactyla</i>	Poliquetos	<i>Glycera dayi</i>
Anfípodos	<i>Lembos angularis</i>	Poliquetos	<i>Hydroides dianthus</i>
Anfípodos	<i>Lembos spiniventris</i>	Poliquetos	<i>Lumbrineris acuta</i>
Anfípodos	<i>Leptocheirus longimanus</i>	Poliquetos	<i>Microphthalmus similis</i>
Anfípodos	<i>Microdeutopus similis</i>	Poliquetos	<i>Namanereis littoralis</i>
Anfípodos	<i>Monocorophium acherusicum</i>	Poliquetos	<i>Nothria gephiliformis</i>
Anfípodos	<i>Monocorophium sextonae</i>	Poliquetos	<i>Opisthodonta spinigera</i>
Anfípodos	<i>Photis longipes</i>	Poliquetos	<i>Oriopsis eimeri</i>
Anfípodos	<i>Rhachotropis inermis</i>	Poliquetos	<i>Paleonotus chrysolepis</i>
Ascidias	<i>Corella eumyota</i>	Poliquetos	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
Ascidias	<i>Microcosmus squamiger</i>	Poliquetos	<i>Paranaitis speciosa</i>
Ascidias	<i>Styela clava</i>	Poliquetos	<i>Parapionosyllis brevicirra</i>
Bivalvos	<i>Arca noae</i>	Poliquetos	<i>Pista unibranchia</i>
Bivalvos	<i>Chama gryphoides</i>	Poliquetos	<i>Polydora socialis</i>
Bivalvos	<i>Chamelea gallina</i>	Poliquetos	<i>Polydora tentaculata</i>
Bivalvos	<i>Corbicula fluminea</i>	Poliquetos	<i>Prionospio pulchra</i>
Bivalvos	<i>Crassostrea gigas</i>	Poliquetos	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>
Bivalvos	<i>Pinna nobilis</i>	Poliquetos	<i>Sigambra parva</i>
Bivalvos	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Poliquetos	<i>Spirographis spallanzani</i>
Bivalvos	<i>Tellina compressa</i>	Poliquetos	<i>Syllides edentatus</i>
Bivalvos	<i>Xenostrobus securis</i>	Poliquetos	<i>Syllis pectinans</i>



Briozoos	<i>Amathia lendigera</i>	Poliquetos	<i>Syllis westheidei</i>
Briozoos	<i>Bowerbankia gracilis</i>	Poríferos	<i>Acanthella acuta</i>
Briozoos	<i>Bugula stolonifera</i>	Poríferos	<i>Adocia simulans</i>
Briozoos	<i>Crisia fistulosa</i>	Poríferos	<i>Cacospongia scalaris</i>
Briozoos	<i>Crisia occidentalis</i>	Poríferos	<i>Chondrosia reniformis</i>
Briozoos	<i>Crisia sigmoidea</i>	Poríferos	<i>Mycale massa</i>
Briozoos	<i>Scrupocellaria maderensis</i>	Poríferos	<i>Pellina semitubulosa</i>
Briozoos	<i>Tervia irregularis</i>	Tanaideos	<i>Hexapleomera robusta</i>
Cirrípedos	<i>Balanus amphitrite</i>	Tanaideos	<i>Zeuxo holdichi</i>
Cirrípedos	<i>Balanus improvisus</i>		

### **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 siguiente 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. 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. Por ejemplo, la inflexión en la tendencia producida entre los años 2004 y 2006 en atribuible en su mayor parte a la información aportada por un detallado estudio realizado en la costa vasca en esos años (Martínez & Adarraga, 2005 y 2006), en el que se consideraron también especies criptogénicas. Concretamente, en este estudio se registraron un total de 122 alóctonas en Vizcaya y 127 en las costas de Guipúzcoa. Este es uno de los casos en los que la información se ha integrado la información a nivel de provincia, ya que en la campaña de muestreo realizada en Vizcaya y Guipúzcoa se visitaron 15 y 7 localidades respectivamente, con varios puntos de muestreo en cada una, con lo que el nº de citas considerando puntos concretos de muestreo hubiera distorsionado aún más la gráfica. También se han integrado



a nivel de provincia buena parte de la información recogida en Zorita et al. (2009), que incluye información sobre 96 especies alóctonas entre 1983 y 2009, ya que aunque en origen la información está perfectamente georeferenciada en el informe disponible se presenta, excepto para algunas especies y casos, de forma agregada. La estabilización de los últimos años sería debida al habitual retraso entre el momento en que se genera nueva información y el de la publicación de esos resultados.

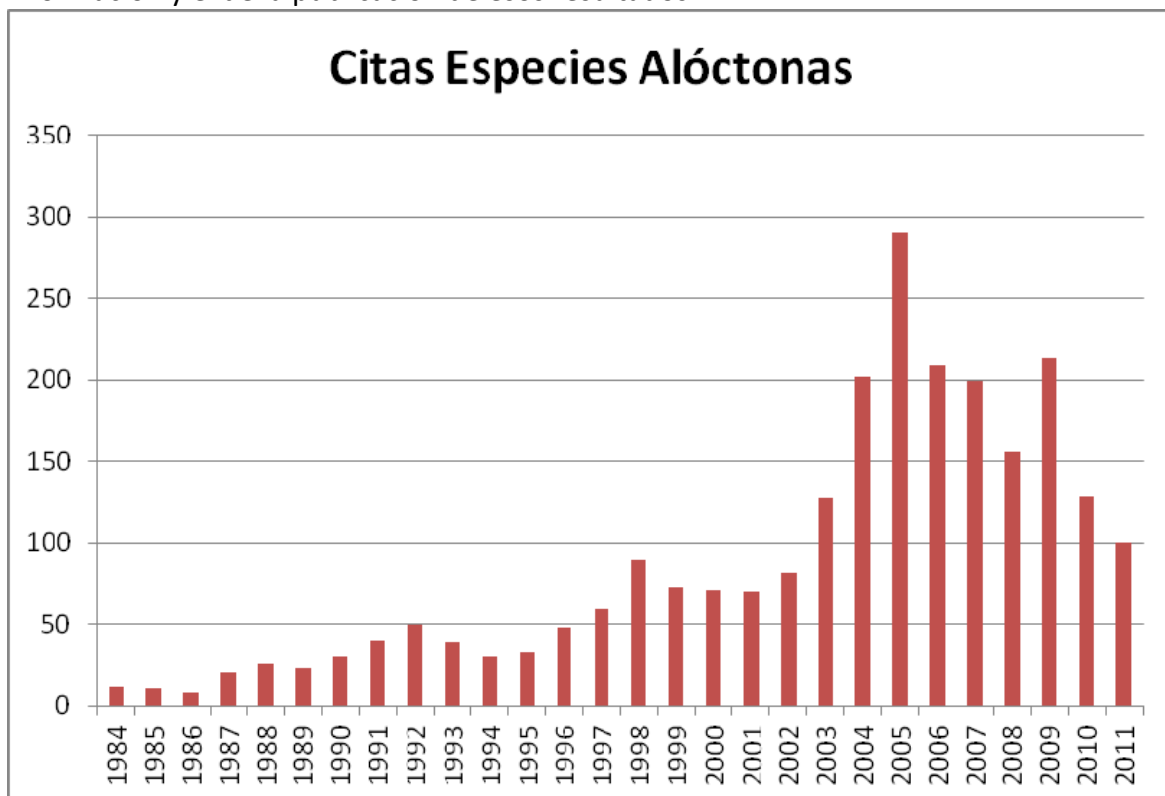


Figura 1-Evolución temporal de las citas de especies alóctonas (taxón/año/localidad) en la Demarcación Noratlántica.

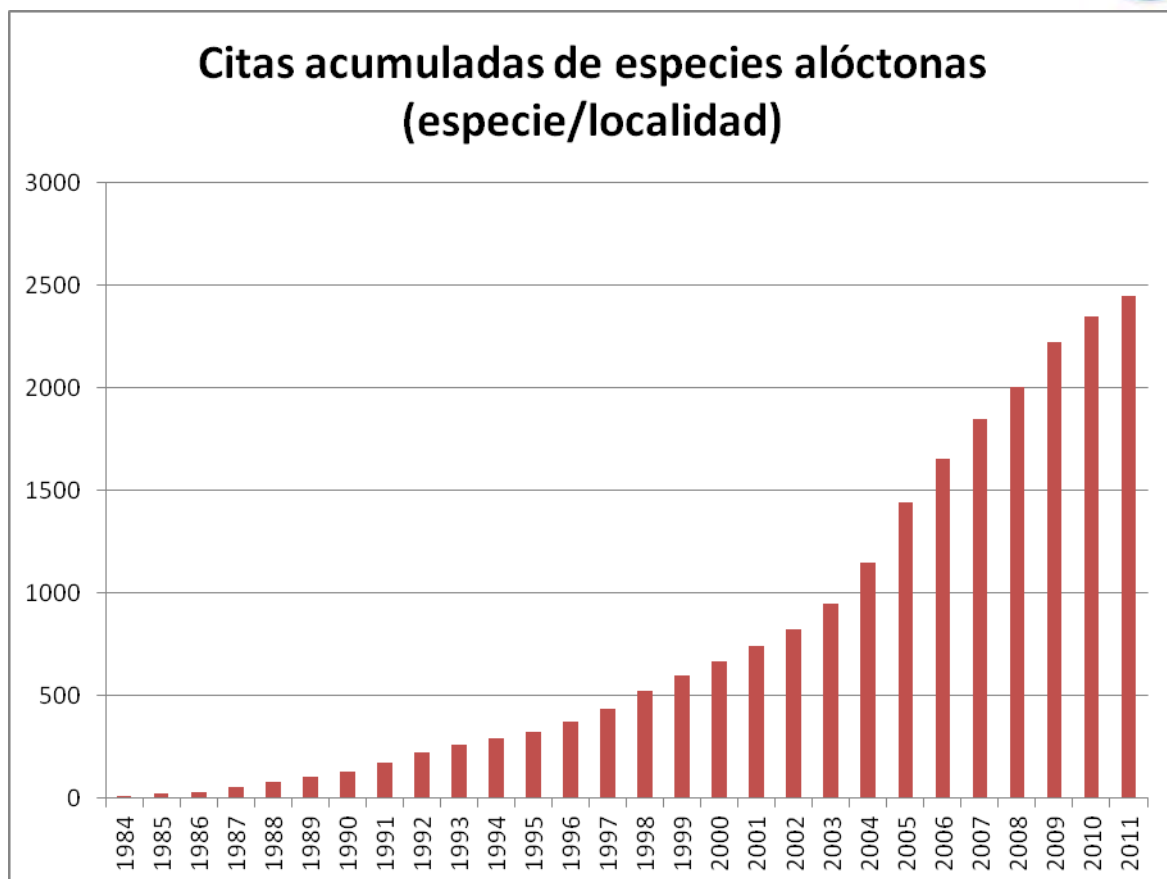


Figura 2-Evolución temporal acumulada de las citas de especies alóctonos (taxón/año/localidad) en la Demarcación Noratlántica.

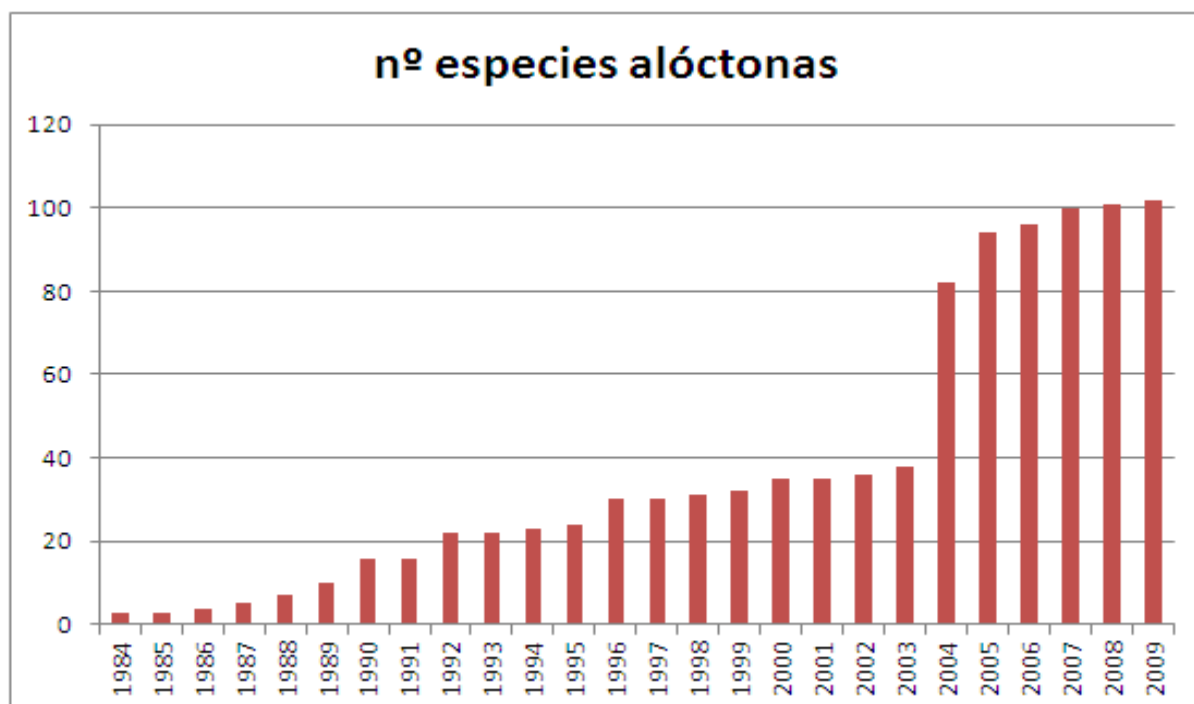






Figura 3-Evolución temporal del número de especies alóctonas en la demarcación Noratlántica sobre las que se dispone de información concreta sobre la fecha en que se produjeron las primeras citas. No representa el total de especies alóctonas detectadas.

No se trata de una información exhaustiva y por tanto estos resultados deben considerarse como una representación de mínimos de las tasas de establecimiento de especies. Asimismo, deben ser interpretadas teniendo también en cuenta que la evolución del número, metodología e intensidad de programas de muestreo introduce un gran sesgo en las estimaciones. Al observar el tipo de especies registradas, detallado en la siguiente figura, se aprecia que la inmensa mayoría son especies bentónicas, y de ellas casi todas organismos macrobentónicos (algas, poliquetos, gasterópodos...).

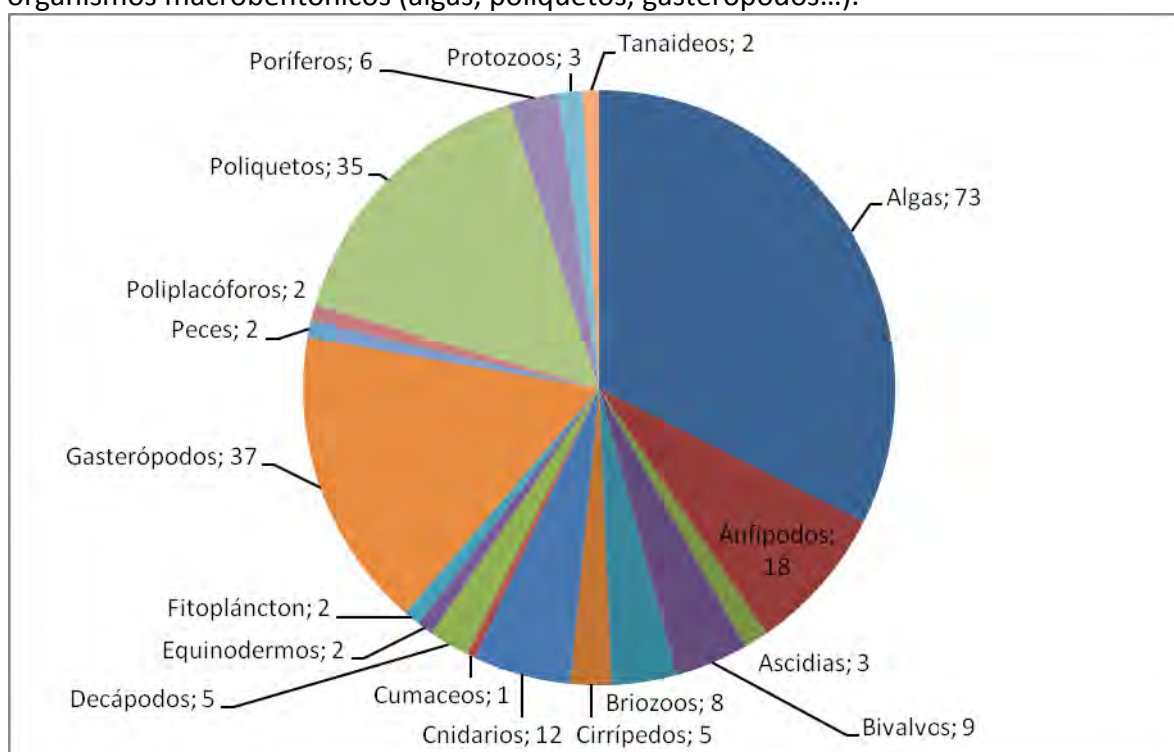


Figura 4-Distribución relativa por grupos taxonómicos de las especies alóctonas detectadas en la Demarcación Noratlántica.

Ello refuerza la idea de que la presencia de especies invasoras es 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.

Con todo, tanto el número de especies como la rapidez con la que se ha producido su dispersión por la demarcación indican la importancia de este problema en la región.



Aún así, no se debe olvidar que aunque la presencia de especies invasoras puede y debe ser evaluada mediante indicadores de estado, junto con los indicadores que registran la incidencia de los vectores de introducción en un área, ya que ambos dan una idea de la probabilidad de degradación de los ecosistemas a causa de las especies alóctonas, lo verdaderamente importante es evaluar el estado de las especies nativas, ya que no siempre la presencia de alóctonas compromete la consecución del buen estado ambiental en un ecosistema, porque los impactos concretos pueden ser mínimos, o incluso en algunos casos positivos en función del indicador utilizado (incrementos de biodiversidad o abundancia de especies nativas ligado a la propia introducción de alóctonas o a los cambios en el hábitat inducidos por éstas, por ejemplo).

En realidad, sólo 28 de las alóctonas citadas han sido definidas por los propios autores de los trabajos consultados como invasoras en la demarcación. Estas son: las algas *Asparagopsis armata*, *Centroceras clavulatum*, *Codium fragile fragile*, *Antithamnion pectinatum*, *Sargassum muticum*, *Undaria pinnatifida* e *Hypnea musciformis*; las ascidias *Corella eumyota*, *Microcosmus squamiger* y *Styela clava*; los bivalvos *Crassostrea gigas*, *Tellina compressa*, *Venerupis philippinarum* y *Xenostrobus securis*; los poliquetos *Desdemona ornata*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Pseudopolydora paucibranchiata* y *Boccardia semibranchiata*; el decápodo *Hemigrapsus takanoi*; el tanaideo *Hexapleomera robusta*; los anfípodos *Hyale spinidactyla* y *Ampelisca heterodactyla*; los gasterópodos *Crepidula fornicata*, *Cyclope neritea* y *Rapana venosa*; el cirrípedo *Elminius modestus*, el polipalcóforos *Chaetopleura angulata* y el cnidario *Cavernularia pusilla*.

### **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

Considerando diversos criterios, como la calificación como tal por parte de los autores que han publicado los trabajos relativos a la zona; la inclusión de las especies en listados, especialmente el catálogo español de especies invasoras, o bases de datos en los que se las describe como especies invasoras o potencialmente invasoras; la constatación de sus elevadas abundancias o amplia distribución en la demarcación derivada de la integración de información en el marco de este informe, o su demostrada capacidad para causar impactos negativos importantes, aunque puedan ser localizados, como ocurre con organismos que pueden provocar mareas rojas o los parásitos, en la demarcación Noratlántica existirían como mínimo 33 especies invasoras o potencialmente invasoras. Para estas especies se presenta a continuación (Tabla 2) un cuadro resumen de los estudios e



impactos descritos y realizados en la demarcación agrupando datos de fuentes diversas, ya sea derivados de seguimientos rutinarios publicados en informes técnicos, así como de artículos científicos de proyectos de investigación. Los estudios de impactos de invasoras se ha 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 en la Demarcación Noratlántica se ha realizado atendiendo a un criterio científico riguroso excluyendo los estudios que no demuestren explícitamente el impacto, desechándose hipótesis y elucubraciones. En la Tabla 1 se puede apreciar que la mayoría de los estudios que aportan algún tipo de información sobre impacto se limitan a la categoría 1 (distribución espacial y temporal), constatándose estudios directos de impacto en sólo cuatro de las especies invasoras en la demarcación (Tabla 1). La especie más estudiada es el alga *Sargassum muticum*, con 24 estudios realizados desde el año 1987, de los cuales 4 evalúan el impacto, demostrando parcialmente que la especie genera un cambio de comunidad algal y de invertebrados asociada. Es remarcable el hecho de ser una especie ingeniera del ecosistema, en contraste a las otras especies de la demarcación consideradas como invasoras (mayoritariamente invertebrados bentónicos) con efectos sobre hábitat a priori menos relevantes. En cuanto al alga *Undaria pinnatifida*, de los 17 trabajos sólo un estudio constata modificaciones de relaciones interespecíficas al competir con comunidad algal autóctona y crecer sobre diversos invertebrados. En el poliqueto *Ficopomatus enigmaticus* dos trabajos mencionan el impacto que genera sobre usos y servicios al provocar daños en boyas y estructuras portuarias, a pesar de no existir una evaluación económica. Especial mención debe hacerse con *Ficopomatus enigmaticus* y *Crassostrea gigas* como modificadores de hábitat. Las citas son relativamente recientes para el resto de especies, con citas a partir de 2005, por lo que se espera que se den en un futuro efectos aún no observados.

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



- 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

Tabla II-Tipología y niveles de impacto de especies invasoras en la demarcación Noratlántica

Especie	1	2						3	4					5	Cita
	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	
<b>Algae</b>															
<i>Asparagopsis armata</i>	x														Martínez & Adarraga, 2006
	x														Zorita et al. 2009
esporofito de <i>A. armata</i> ( <i>Falkenbergia rufolanosa</i> )	x														Martínez & Adarraga, 2005,2006
<i>Centroceras clavulatum</i>	x														Martínez & Adarraga, 2005,2006
	x														Gorostiaga et al., 2004
<i>Codium fragile</i> subsp. <i>tomentosoides</i>	x														Martínez & Adarraga, 2005,2006
<i>Grateloupia turuturu</i>															Arrontes et al., 2007
<i>Hypnea musciformis</i>	x														Martínez & Adarraga, 2005,2006
	x														Casares, 1987
<i>Sargassum muticum</i>								x							Gorostiaga et al., 1988
															Andrew & Viejo, 1998
								x							Viejo et al., 1995
								x							Viejo, 1999
								x							Sánchez et al., 2005
								x							Olabarria et al., 2009
	x														Martínez & Adarraga, 2005, 2006
	x														Casares et al., 1987
	x														Arenas et al., 1995
	x														Arenas & Fernández, 1998





<i>Cavernularia pusilla</i>	x																	Zorita et al, 2009
<b>Decapoda</b>																		
<i>Eriocheir sinensis</i>																	x	Martínez & Adarraga, 2005
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	x																	Martínez & Adarraga, 2005,2006
<b>Gastropoda</b>																		
<i>Crepidula fornicata</i>	x																	Rolán, 1983
	x																	Otero-Schmitt (Pers.comm)
	x																	Rolán et al., 1985
	x																	Mosquera, 1984
	x																	Anadón,R. (Pers.comm)
	x																	BD.Cabal
	x																	Anadón,N. (BD.Cabal) (Pers.comm)
	x																	Arronte et al., 2007
<i>Cyclope neritea</i>	x																	Zorita et al. 2009
<b>Tanaideos</b>																		
<i>Hexapleomera robusta</i>	x																	Martínez & Adarraga, 2005, 2006
<b>Polychaeta</b>																		
<i>Boccardia semibranchiata</i>	x																	Martínez & Adarraga, 2005,2006
<i>Desdemona ornata</i>	x																	Martínez & Adarraga,2006
	x																	Martínez & Adarraga, 2005
	x																	Martínez & Adarraga, 2006
	x																	Ceberio et al., 1998
	x																	Sola et al.,
<i>Desdemona ornata</i>	x																	Zorita et al. 2009
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	x																x	Martínez & Adarraga, 2006, 2005
	x																x	Martínez & Adarraga, 2006
	x																	Fischer & Piette, 1951
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	x																	Martínez & Adarraga,2005, 2006
	x																	Zorita et al. 2009.
<b>Phytoplankton</b>																		
<i>Gymnodinium catenatum</i>	x																	BD.Cabal
	x																	Estrada et al., 1984
	x																	Bravo et al., 1990
	x																	Gestal et al., 1978
	x																	Campos et al., 1982
	x																	Wyatt, 1992
<i>Karenia mikimotoi</i>	x																	El Haddad et al., 2006a
<b>Parásitos</b>																		
<i>Perkinsus olseni</i>	x																	Riera et al., 1995
	x																	Santmartí et al., 1995
	x																	Arronte et al., 2007
<i>Marteilia refringens</i>	x																	Arronte et al., 2007

En la demarcación Noratlántica la información sobre impactos es insuficiente para realizar una evaluación global de sus 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 que podrían ser utilizados para futuros seguimientos y estudios de la cuantificación del impacto de las invasoras en la demarcación (no en la presente fase de evaluación inicial):

- 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)  $\Delta^+$  (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:  
 $PIN = (\text{Invasoras/nativas}) \times 100$

Proporción del número de invasoras /especies nativas protegidas  
 $PINp = (\text{Invasoras/nativas protegidas}) \times 100$

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



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:
---

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1- Indicadores de especie/comunidad: BPL, PIN, ES(50)</li><li>2- Indicadores de hábitats: BPL, PIN, ES(50), <math>\Delta^+</math></li><li>3- Indicadores de ecosistemas: BPL, PIN para estrategias tróficas, <math>\Delta^+</math></li></ol> |
|--|

En cualquier caso, 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.

Cabe recordar que la mayoría de estudios de especies invasoras en la demarcación 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 no consideramos pertinente su inclusión, si bien se recomienda analizarlos en un futuro, cuando la información de base permita estimaciones fiables.

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, serían:

### ***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt 1955**

Phylum Chromophycota, Clase Phaeophyceae; Orden Fucales; Familia Sargassaceae



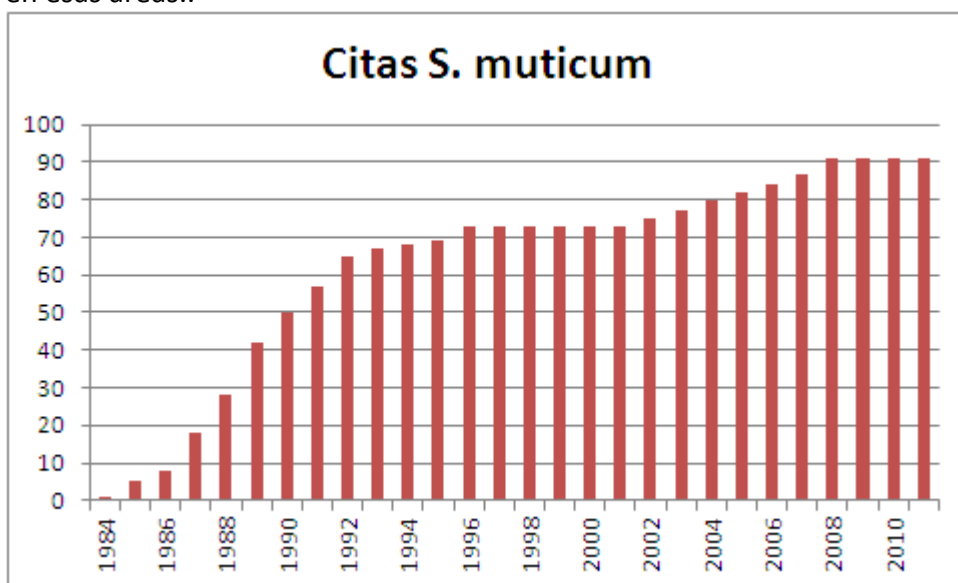
**Ecología:** El hábitat preferido de esta feofítica son los fondos duros resguardados, pero también se puede agarrar a sustratos duros dispersos sobre fondos blandos, como piedras o conchas. No soporta bien la exposición directa a oleaje; pero si tolera las corrientes. Se encuentra generalmente en el intermareal inferior y en el submareal superior. Las condiciones eutróficas favorecen su crecimiento (Wallentinus, 2002). Tolerancia un amplio rango de condiciones abióticas, lo que favorece su carácter invasivo (Nyberg y Wallentinus, 2005). Una salinidad de 34 ‰ es la considerada óptima para la especie (Eno *et al.*, 1997), pero puede soportar salinidades mucho menores (Hales y Fletcher, 1989; Steen, 2004). Requiere temperaturas de más de 8º para reproducirse (Steen y Rueness, 2004). Es monoécico y autofértil, y los embriones sólo viajan unos pocos metros antes de adherirse a alguna superficie. No se reproduce vegetativamente (Wallentinus, 1999, 2005). Presenta un crecimiento rápido, hasta 2–4 cm/día, alta fecundidad y vive muchos años.

**Dispersión:** Es nativa del Pacífico noroeste, de las aguas costeras de Japón, China, Corea y Rusia. Fue observada por primera vez fuera de su área en la Columbia Británica en 1944. En Europa se encontró por primera vez en la costa sur de Inglaterra en 1973, pero probablemente fue ya introducida en los 60, posiblemente a través del comercio de ostras *Crassostrea gigas* para acuicultura en Francia, desde Japón o Canadá, como epífitos en las propias ostras o como material de embalaje. Se encuentra ahora en toda la costa Atlántica europea, de Portugal a Noruega (Wallentinus, 1999; Staehr *et al.* 2000), y también en el Mediterráneo, a donde llegó en los 80, posiblemente por la misma vía de las importaciones de ostras japonesas.

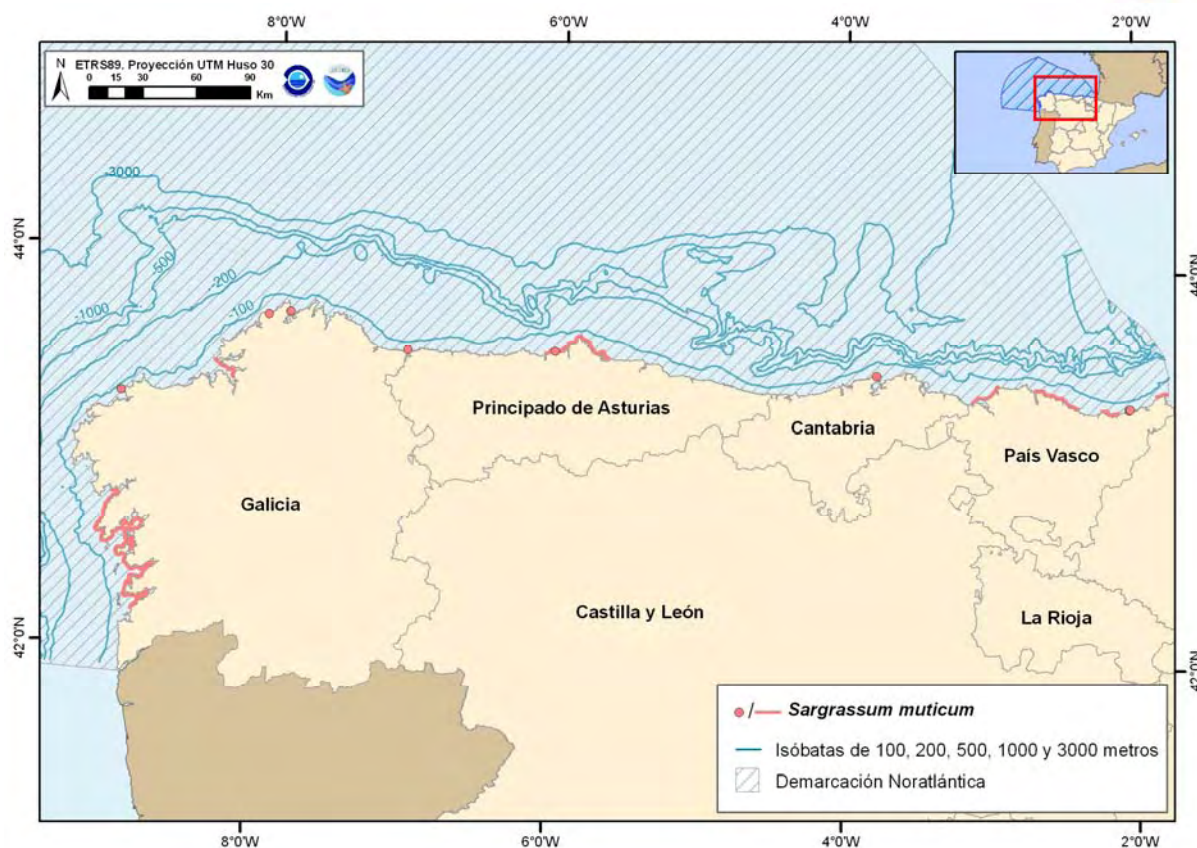


La dispersión secundaria en el área se puede producir a través de individuos completos desarraigados, o simplemente ramas fértiles a la deriva, a grandes distancias, ya que su flotabilidad se ve favorecida por la presencia de vesículas de aire. También puede viajar enganchado a cadenas o hélices de barcos, o incrustado en cascos (Wallentinus, 1999). Otro vector potencial es la acuariofilia (Wallentinus, 2002).

**Citas en la demarcación:** Se ha localizado la especie en un mínimo de 44 localidades distribuidas por toda la demarcación, en todas las provincias de la cornisa norte de la península ibérica, excepto Lugo, seguramente por falta de estudios. En la siguiente gráfica se aprecia un aumento exponencial en el nº de citas acumuladas durante los años 80, y después una cierta estabilización, seguramente debido a que las localidades habitualmente muestreadas ya se encontraban ocupadas y no se siguieron publicando estudios realizados en esas áreas..



**Información cuantitativa espacio-temporal:** En dos de los trabajos analizadas se ha medido la extensión de las colonias muestreadas, que presentaban valores entre 500 y 1000m<sup>2</sup>. En 6 trabajos se incluyen datos de densidades. Las máximas observadas en cada localidad fueron 25, 75, 761, 1000, 1740 y hasta 6400 plantas por m<sup>2</sup>, valores estos últimos mucho más altos que los reportados en otras zonas europeas, por lo que debe, teniendo en cuenta el porte de los ejemplares adultos estos valores implican el conteo de reclutas. En cuanto a biomásas, se han recogido valores entre 320 y 580 g de peso seco por metro cuadrado. La distribución espacial de la especie se detalla en el mapa siguiente.



**Impacto potencial:** La introducción de esta especie ha producido uno de los cambios más dramáticos en la vegetación de la zona sublitoral superior de las regiones colonizadas en los tiempos modernos, ya que esta gran alga juega sin duda un importante papel estructural en el cinturón algal litoral (Karlsson *et al.*, 1995). Critchley *et al.* (1990) ha listado los efectos potenciales de su establecimiento, incluyendo desplazamiento de especies nativas, incremento de algas filamentosas epífitas, cambios en la composición de flora y fauna, incremento de sedimentación, interacciones con pesquerías costeras, grandes acumulaciones de algas a la deriva, bloqueo de puertos y fondos someros e interferencia con actividades recreativas.

*S. muticum* es un fuerte competidor por el espacio y la luz para la flora nativa, gracias a su rápido crecimiento, alta fertilidad, y gran biomasa y densidad, lo que puede impedir el asentamiento y desarrollo de otras algas (Critchley *et al.*, 1986; Staehr *et al.*, 2000). Esas altas densidades, de hasta 130–300 individuos/m<sup>2</sup> (Ambrose y Nelson, 1982, Boudouresque *et al.*, 1985, Fernández *et al.*, 1990) afecta no sólo a las tasa de sedimentación y penetración de la luz, sino también a la hidrodinámica costera y la concentración de oxígeno. (Rueness, 1985). Dichas masas provocan condiciones anóxicas y la formación de sulfuro de hidrógeno incluso en zonas de elevado hidrodinamismo (Karlsson *et al.* 1995), así que en zonas más cerradas, como bahías, ensenadas o puertos el problema puede ser mayor.

Sin embargo, *S. muticum* proporciona hábitat adecuado para los epibiontes (Wernberg *et al.*, 2004) y proveer protección para otros animales, favoreciendo el asentamiento de invertebrados que pueden atraer peces y otros predadores (Wallentinus, 1999).



En cuanto a efectos socioeconómicos, *S. muticum* puede causar problemas a la pesca costera, profesional o de recreo por provocar enganche de anzuelos y redes, incluso de hélices. También causa problemas en instalaciones de acuicultura creciendo sobre los cabos y jaulas (Verlaque, 2001). Puede asimismo provocar el atasco de las tomas de refrigeración de plantas industriales. Su incrustación en estructuras portuarias puede llegar a representar también un problema. Las algas desprendidas que se depositan en la costa causan eventualmente molestias por su olor al descomponerse. En general las acumulaciones densas entorpecen usos humanos de las aguas costeras, como natación, pesca y navegación de recreo.

**Control:** Como medida preventiva la cuarentena de organismos usados en acuicultura es esencial para reducir los riesgos de introducción y expansión de *S. muticum*.

Por lo que respecta a su erradicación, se intentó la extracción manual en Inglaterra en los años 70, pero fue un fracaso (Farnham, 1980). La extracción continua durante años de toneladas de esta alga en (Boaden, 1995) no ha servido para detener la expansión de la especie en esa (Kraan, 2006).

Se han ensayado otros métodos, como extracción por arrastre, cortado y succión, incluso uso de herbicidas, que tampoco son útiles debido a la falta de selectividad y las grandes dosis requeridas. En todo caso, tras la aplicación de las medidas se producen rápidos recrecimientos, por lo que para mantener una zona libre del alga las acciones se deben llevar a cabo de forma indefinida (Eno *et al.*, 1997).

El control biológico también se ha demostrado inefectivo, porque las especies utilizadas no son predadores específicos de *S. muticum* (Critchley *et al.*, 1986).

En conclusión, una vez establecida la única forma de evitar problemas mayores es la eliminación continua del alga, lo cual es muy costoso y sólo vale la pena llevarlo a cabo, cuando resulta imprescindible, en puntos muy sensibles. Ese riesgo enfatiza la importancia de la detección temprana, ya que sólo en estadios muy iniciales de la infestación es factible controlarla.

**Usos:** *S. muticum* tiene valor comercial por su uso en la fabricación de alginatos. .

#### **Referencias consultadas:**

Andrew y Viejo, 1998; Arenas y Fernández, 1998; Arenas y Fernández, 2000; Arenas *et al.*, 1995; Arenas *et al.*, 2002; Arronte *et al.*, 2006; ; Cacabelos *et al.*, 2010; Casares *et al.*, 1987; Fernández *et al.*, 1990; Fernández, 1999; Gorostiaga *et al.*, 1988; Incera *et al.*, 2009; Martínez y Adarraga, 2005; Martínez y Adarraga, 2006; Olabarria *et al.*, 2006; Olabarría *et al.*, 2009; Pérez-Cirera *et al.*, 1989; Rossi *et al.*, 2010; Rull Iluch *et al.*, 1994; Salinas *et al.*, 1988; Salinas *et al.*, 1988; Viejo, 1999; Sánchez y Fernández., 2005; Sánchez y Fernández., 2006; Sánchez *et al.*, 2005; Viejo *et al.*, 1995.

#### **Otras referencias relevantes:**



- Ambrose, R.F. & Nelson, B.V. 1982. Inhibition of giant kelp recruitment by an introduced brown alga. *Botanica Marina* 25: 265-267.
- Anonymous, 1997. Introduced species in the marine environment: Status and national activities in the OSPAR convention area, revised report submitted by Sweden, IMPACT 97/7/1. Oslo and Paris Conventions for the Prevention of Marine Pollution, Working Group on Impacts on the Marine Environment (IMPACT).
- 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.
- Bjærke, M.R. & Fredriksen, S. 2003. Epiphytic macroalgae on the introduced brown seaweed *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyceae) in Norway. *Sarsia* 88: 353-364.
- Boaden, P.J.S. 1995. The adventive seaweed *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt in Strangford Lough, Northern Ireland. *Irish Naturalists' Journal* 25: 111-113.
- Boudouresque, C.F., Belsher, T., David, P., Lauret, M., Riouall, R. & Pellegrini, M. 1985. Données préliminaires sur les peuplements à *Sargassum muticum* (Phaeophyceae) de l'Etang de Thau (France). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 29: 57-60.
- Buschbaum, C. 2005. Pest oder Bereicherung? Der eingeschleppte Japanische Beerentang *Sargassum muticum* an der deutschen Nordseeküste. *Natur und Museum* 135: 216-221.
- Buschbaum, C., Chapman, A.S. & Saier, B. 2006. How an introduced seaweed can affect epibiota diversity in different coastal systems. *Marine Biology* 148: 743-754.
- Christensen, T. 1984. Sargassotang, en ny algeslægt i Danmark. *Urt* 4: 99-104.
- Cosson, J. 1999. On the progressive disappearance of *Laminaria digitata* on the coasts of Calvados (France). *Cryptogamie Algologie* 20: 35-42.
- Critchley, A.T., Farnham, W.F. & Morrell, S.L. 1986. An account of the attempted control of an introduced marine alga, *Sargassum muticum*, in southern England. *Biol. Cons.* 35: 313-332.
- Critchley, A.T., Farnham, W.F., Yoshida, T. & Norton, T.A. 1990. A bibliography of the invasive alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales, Sargassaceae). *Botanica Marina* 33: 551-562.
- 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.
- Farnham, W.F. 1980. Studies on aliens in the marine flora of southern England. In: Price, J.H., Irvine, D.E.G. & Farnham, W.F. (eds.): *The shore environment 2: Ecosystems* (pp. 875-914). Academic Press, London.
- Farnham, W.F. 1994. Introductions of marine benthic algae into Atlantic European waters. In: Boudouresque, C.F., Briand, F. & Nolan, C. (eds.): *Introduced species in European coastal waters* (pp. 28-36). European Commission, Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- Givernaud, T., Cosson, J. & Givernaud-Mouradi, A. 1991. Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse-Normandie (France). In: Elliott, M. & Ducrottoy, J.P. (eds.): *Estuaries and coasts: Spatial and temporal intercomparisons*. ECSA 19 Symposium (pp. 129-132). Olsen & Olsen, Fredensborg, for ECSA – Estuarine and Coastal Sciences Association, Caen, France.
- Hales, J.M. & Fletcher, R.L. 1989. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt: IV. The effect of temperature, irradiance and salinity on germling growth. *Botanica Marina* 32: 167-176.
- Hellfalk, M., Johansson, L., Melin, M. & Lundgren, V. 2005. Inventering av grunda bottnar i Helsingborgs kommun sommaren 2005. Miljönämnden i Helsingborg, Helsingborg. 69 pp.
- ICES, 2004. ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms 2004. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- Karlsson, J. 1988. *Sargassum muticum*, a new member of the algal flora of the Swedish west coast. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 82: 199-205.
- Karlsson, J. 1996. Nationell miljöövervakning: Hårbottnarnas växtsamhällen. In: Havsmiljön: Aktuell rapport om miljötilståndet i Kattegatt, Skagerrak och Öresund (mars 1996), p. 16.
- Karlsson, J. 1997. The current distribution of Japweed – *Sargassum muticum* – in Sweden. Poster and abstract at 32nd EMBS (European Marine Biologists Symposium). Programme and Abstract Volume (p. 111). Kristineberg Marine Research Station.
- Karlsson, J. & Loo, L.O. 1999. On the distribution and continuous expansion of the Japanese Seaweed *Sargassum muticum* in Sweden. *Botanica Marina* 42: 285-294.



- Karlsson, J., Valentinsson, D. & Loo, L.O. 1995. Sargassosnärlja – *Sargassum muticum* – vid svenska västkusten: Slutrapport till Naturvårdsverket (mimeo., 16 pp.). Tjärnö marinbiologiska laboratorium.
- Kornmann, P. & Sahling, P.H. 1994. Meeresalgen von Helgoland: Zweite Ergänzung. Helgoländer Meeresuntersuchungen 48: 365-406.
- Kraan, S. 2006. *Sargassum muticum* in Ireland. Irish Sea Weed Centre. Web version. Accessed: 2006-11-22.
- Nielsen, R. 1994. Danske havalger: Udbredelse og danske navne. Miljø- og Energiministeriet/Skov- og Naturstyrelsen, København.
- Nyberg, C. & Wallentinus, I. 2005. Can species traits be used to predict marine macroalgal introductions? *Biological Invasions* 7: 265-279.
- Pedersen, M.F., Staehr, P.A., Wernberg, T. & Thomsen, M.S. 2005. Biomass dynamics of exotic *Sargassum muticum* and native *Halidrys siliquosa* in Limfjorden, Denmark: Implications of species replacements on turnover rates. *Aquatic Botany* 83: 31-47.
- Ribera Siguan, M.A. 2002. Review of non-native plants in the Mediterranean. In: Leppäkoski, E., Gollasch, S. & Olenin, S. (eds.): *Invasive aquatic species of Europe: Distribution, impacts and management* (pp. 291-310). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Rueness, J. 1985. Japansk drivtang – *Sargassum muticum* – Biologisk forurensning av europeiske farvann. *Blyttia* 43: 71-74.
- Rueness, J. 1989. *Sargassum muticum* and other introduced Japanese macroalgae: Biological pollution of European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 20: 173-176.
- Schories, D., Albrecht, A. & Lotze, H. 1997. Historical changes and inventory of macroalgae from Königshafen Bay in the northern Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 51: 321-341.
- Staehr, P.A., Pedersen, M.F., Thomsen, M.S., Wernberg, T. & Krause-Jensen, D. 2000. Invasion of *Sargassum muticum* in Limfjorden (Denmark) and its possible impact on the indigenous macroalgal community. *Marine Ecology Progress Series* 207: 79-88.
- Staehr, P.A., Wernberg-Møller, T. & Thomsen, M.S. 1998. Invasion of *Sargassum muticum* (Phaeophyta, Fucales) in Limfjorden, Denmark. Poster presented at the 10th Marine Research Conference, Hirtshals, Denmark. Web version
- Steen, H. 2004. Effects of reduced salinity on reproduction and germling development in *Sargassum muticum* (Phaeophyceae, Fucales). *European Journal of Phycology* 39: 203-299.
- Steen, H. & Rueness, J. 2004. Comparison of survival and growth in germlings of six furoid species (Fucales, Phaeophyceae) at two different temperature and nutrient regimes. *Sarsia* 89: 175-183.
- Verlaque, M. 2001. Checklist of the macroalgae of the Thau Lagoon (Hérault, France), a hotspot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta* 24: 29-49.
- Wallentinus, I. 1999. *Sargassum muticum*. In: Gollasch, S., Minchin, D., Rosenthal, H. & Voigt, M. (eds.): *Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact*. Logos Verlag, Berlin.
- Wallentinus, I. 2002. Introduced marine algae and vascular plants in European aquatic environments. In: Leppäkoski, E., Gollasch, S. & Olenin, S. (eds.): *Invasive aquatic species of Europe: Distribution, impacts and management* (pp. 27-53). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Wallentinus, I. 2005. Fact Sheet on *Sargassum muticum*. Alien species in Swedish Seas. Främmande arter i svenska hav. Web version
- Wernberg, T., Thomsen, M.S., Staehr, P.A., & Pedersen, M.F. 2004. Epibiota communities of the introduced and indigenous macroalgal relatives *Sargassum muticum* and *Halidrys siliquosa* in Limfjorden (Denmark). *Helgoland Marine Research* 58: 154-161.
- Wernberg-Møller, T., Thomsen, M.S. & Staehr, P.A. 1998. Phenology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta, Fucales) in Limfjorden. Poster presented at the 10th Marine Research Conference, Hirtshals, Denmark.

#### Links de interés:

[http://www.nobanis.org/files/factsheets/Sargassum\\_muticum.pdf](http://www.nobanis.org/files/factsheets/Sargassum_muticum.pdf)

[http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=90&sk=0&from=results&session=abv3:51E49D7D18bba237B7vLU2754DC2](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=90&sk=0&from=results&session=abv3:51E49D7D18bba237B7vLU2754DC2)

<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=727&fr=1&sts=sss>



## ***Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar 1873**

Phylum Ochrophyta, Clase Phaeophyceae, Orden Laminariales, Familia Alariaceae



**Ecología:** Esta feofíceo presenta un ciclo vital anual heteromórfico diplohaplóntico, con un gran esporófito y unos gametófitos masculinos y femeninos microscópicos, que pueden presentar un periodo durmiente si las condiciones son adversas, desarrollando gruesas paredes celulares.. Algunas poblaciones introducidas pueden mostrar más de una generación anual. La reproducción vegetativa por fragmentación es desconocida. Un gran número de especies pueden depredar sobre este alga: copépodos harpacticoides, anfípodos, erizos de mar y peces.

Su hábitat nativo según código EUNIS es el A3 (rocas sublitorales y otros sustratos duros) entre 1 y 15 m de profundidad. En zonas invadidas se encuentra incluso a profundidades algo mayores y muestra preferencia por sustratos duros artificiales.

En cuanto a condiciones ambientales, en su zona nativa el crecimiento de esporófitos está documentado entre 4 y 25°C, con una temperatura de desarrollo óptima alrededor de 20°C. Los gametófitos pueden sobrevivir entre -1 y 30°C. Los requerimientos lumínicos para los esporófitos varían estacionalmente, entre 150 y 500  $\text{mE m}^{-2} \text{s}^{-1}$  y los gametófitos pueden sobrevivir sin luz hasta 6 meses. Necesita salinidades superiores a 27 psu, y las zoosporas se asientan por encima de 19 psu.

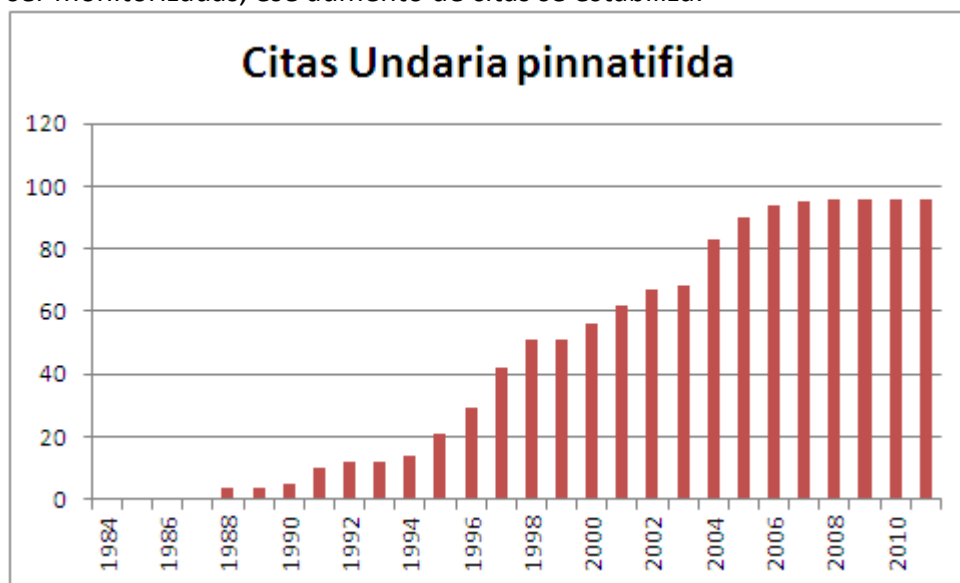
**Dispersión:** Su área nativa son las costas del Pacífico noroeste, y su primera introducción fuera de esa área fueron las costas mediterráneas francesas, de donde fue transferida intencionadamente a Bretaña en 1983 para su cultivo comercial, y a otros lugares a partir de esa fecha. En 1987 ya fue observada fuera de las zonas de cultivo, en bateas de mejillón. En España fue encontrada en la ría de Arousa en el 88. Hay evidencias de dispersión secundaria por tráfico marítimo, gracias a su capacidad incrustante, y lógicamente los gametófitos también pueden dispersarse por las corrientes. En todo caso su velocidad de expansión por esa vía es escasa, de 0.5 a 1.5 km por año. Aún así, su tendencia actual es expansiva.

**Citas en la demarcación:** Ha sido citada en toda la parte oriental de la demarcación, desde Asturias a Galicia. Probablemente las mayores temperaturas registradas en las costas de Cantabria y País vasco en algunas épocas del año hacen que esa zona del Golfo de Vizcaya no



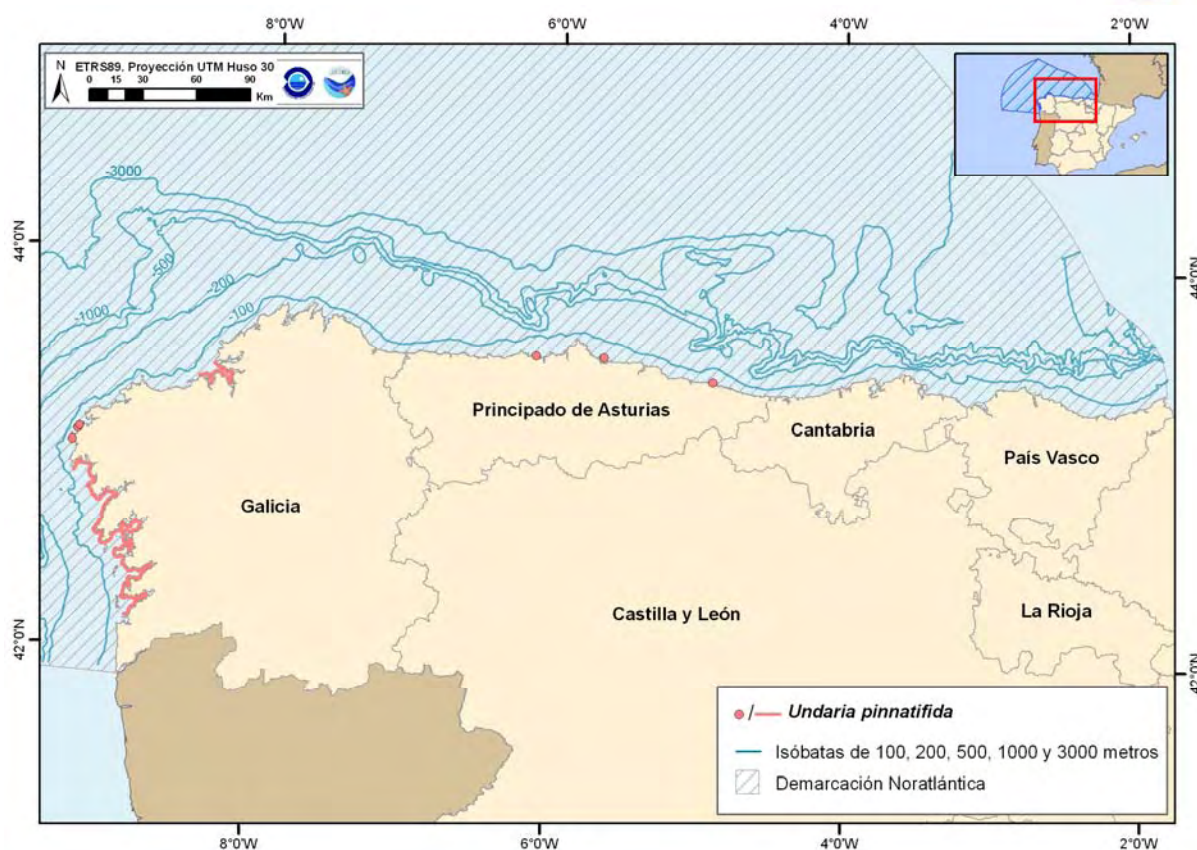


resulte óptima para su desarrollo. Concretamente se ha encontrado en tres localidades de Asturias (puertos de Gijón, Cudillero y Lastres) y en diversos puntos de prácticamente todas las rías de las provincias de A Coruña y Pontevedra: Ares, Betanzos, Ferrol, Arousa, Corcubión, Vigo, Muros, Noia, Pontevedra, Aldán y Corme, y también en zonas más abiertas como Fisterra y las islas de Ons y Cies. Posiblemente se encuentre también en Lugo; pero parece que los estudios en esa zona son escasos. El nº de citas acumuladas de *U. pinnatifida* mostró una rápida progresión entre finales de los 80 y principios del siglo XXI, cuando, probablemente por las mismas causas que en *Sargassum muticum*, es decir, establecimiento de la especie en todas aquellas zonas que son muestreadas de forma habitual y que dejan de ser monitorizadas, ese aumento de citas se estabiliza.



**Información cuantitativa espacio-temporal:** Uno de los estudios citados, el de Cremades *et al.* (2006), en el que se muestrearon 22 puntos situados en 10 localidades a lo largo de las costas de A Coruña y Pontevedra aporta información cuantitativa relevante. La primera es que la ocurrencia del alga en las zonas visitadas era del 100%. *U. pinnatifida* aparecía a partir del horizonte litoral medio-inferior y primeros tramos del infralitoral. En los puntos de muestreo, que se localizaron entre costa y 25 m de profundidad, se muestrearon cuantitativamente áreas de 2500cm<sup>2</sup> en la zona ocupada por el alga. La cobertura espacial era en todos del 100%, y *U. pinnatifida* representaba el 65% de la biomasa algal.

A pesar de estas elevadas densidades no parece ser muy competitiva, ya que más bien parece ocupar nichos vacíos y no hay evidencia de desplazamiento de poblaciones algales nativas en la región. La distribución de las localidades donde se ha citado la especie se detalla en el siguiente mapa.



**Impacto potencial:** En regiones donde se convierte en especie dominante podría desplazar a otras especies. Debido a su comportamiento incrustante en sustratos artificiales puede provocar molestias en barcos, equipamientos portuarios y de acuicultura.

**Control:** La mejor medida de control es la prevención, con limpieza de las embarcaciones en dique seco y no usándola en acuariofilia. Un problema para su erradicación una vez establecida es que los gametófitos microscópicos son muy resistentes, e invisibles a ojo desnudo. Herbicidas y pinturas antiincrustantes pueden ser efectivos para impedir la germinación de las zoosporas o causar mortalidad en los gametófitos.

**Usos:** Es una especie consumida tradicionalmente en Japón (wakame), que ha sido en ocasiones introducida deliberadamente en algunas zonas de Europa precisamente para su cultivo.

**Referencias consultadas:** Las referencias analizadas para evaluar la presencia de esta especie son: Arronte *et al.*, 2006; Báez *et al.*, 2010; Cremades Ugarte *et al.*, 2006; Cremades Ugarte *et al.*, 2006; Freire-Gago *et al.*, 2006; Nieto, 2001; Pérez- Ruzafa *et al.*, 2002; Peteiro, 2003; Peteiro, 2008; Salinas *et al.*, 1996; Santiago Camaño *et al.*, 1990.



Cabe señalar que algunos de estos trabajos no se limitan a citas puntuales, sino que se trata de estudios en profundidad, como el de Pérez-Ruzafa *et al.* (2002), que incluye 27 citas en diferentes localidades de Galicia y Asturias, y el de Cremades Ugarte *et al.*, 2006, que incluye 41 localidades de La Coruña y Pontevedra donde se ha citado *U. pinnatifida* entre 1991 y 2004.

### Otras referencias relevantes:

- Boudouresque CFM, Gerbal M, Knoepffler-Peguy M (1985) L'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) en Méditerranée. *Phycologia* 24:364-366
- Floc'h J-Y, Pajot R, Wallentinus I (1991) The Japanese brown alga *Undaria pinnatifida* on the coast of France and its possible establishment in European waters. *Journal of the Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 47: 379-390
- Wallentinus I (2006) Alien Species Alert: on *Undaria pinnatifida* (Wakame or Japanese kelp). Annex 9. In Gollasch S, Kieser D (eds) 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](http://www.ices.dk)]
- Casas GN, Piriz ML (1996) Surveys of *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) in Golfo Nuevo, Argentina. *Hydrobiologia* 326-327:213-215
- Castric-Fey A, Girard A, L'Hardy-Halos MT (1993) The distribution of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) on the coast of St. Malo (Brittany, France). *Botanica Marina* 36:351-358
- Cecere EA, Petrocelli S (2004) Floristic and biogeographic considerations about the benthic macroalgal flora in the gulf of Taranto *Biogeographia* 25:7-18
- Curiel D, Bellemo G, Marzocchi M, Scattolin M, Parisi G (1998) Distribution of introduced Japanese macroalgae *Undaria pinnatifida*, *Sargassum muticum* (Phaeophyta) and *Antithamnion pectinatum* (Rhodophyta) in the Lagoon of Venice. *Hydrobiologia* 385:17-22
- Dumoulin E, De Blauwe H (1999) Het bruinwier *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, (Phaeophyta: laminariales) aangetroffen in de jachthaven van Zeebrugge met gegevens over het voorkomen in Europa en de wijze van verspreiding. *De Strandvlo* 19(4):182-188
- Hay CH (1990) The dispersal of sporophytes of *Undaria pinnatifida* by coastal shipping in New Zealand and implications for further dispersal of *Undaria* in France. *British Phycological Journal* 25:301-314
- Hewitt CL, Campbell ML, McEnulty F, Moore KM, Murfet NB, Robertson B, Schaffelke B (2005) Efficacy of physical removal of a marine pest: the introduced kelp *Undaria pinnatifida* in a Tasmanian Marine Reserve. *Biological Invasions* 7:251-263
- Kim YS, Nam KW (1997) Temperature and light responses on the growth and maturation of gametophytes of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar in Korea. *Journal of the Korean Fisheries Society* 30:505-510
- Matsuyama K (1983) Photosynthesis of *Undaria pinnatifida* Suringar f. *distans* Miyabe et Okamura (Phaeophyceae) from Oshoro Bay. I. Seasonal changes of photosynthetic and respiratory rates. *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.* 25:187-193
- Morita T, Kurashima A, Maegawa M (2003) Temperature requirements for the growth of young sporophytes of *Undaria pinnatifida* and *Undaria undarioides* (Laminariales, Phaeophyceae). *Phycological Research* 51(4):266-270
- Schaffelke B, Campbell ML, Hewitt CL (2005) Reproductive phenology of the introduced kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) in Tasmania, Australia. *Phycologia* 44:84-94
- Stegenga H (1999) *Undaria pinnatifida* in Nederland gearriveerd. *Het Zeepard* 59:71-73
- Thornber CS, Kinlan BP, Graham MH, Stachowicz JJ (2004) Population ecology of the invasive kelp *Undaria pinnatifida* in California: environmental and biological controls on demography. *Marine Ecology Progress Series* 268:69-80
- Wallentinus I (1999) Introduction and transfer of plants. In: Munro ALS, Utting SD, Wallentinus I (eds) Status of introductions of non-indigenous marine species to North Atlantic waters 1981-1991. ICES Cooperative Research Reports 231. pp 1-43



Wallentinus I (2002) Introduced marine algae and vascular plants in European aquatic environments. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) Invasive Aquatic Species of Europe: Distributions, Impacts and Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 27-54

Zhang DM, Miao GR, Pei LO (1984) Studies on *Undaria pinnatifida*. *Hydrobiologia* 116/117:263-265

**Links de interés:**

<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50506#>

***Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, 1846.**

División Rhodophyta, Clase Rhodophyceae, Orden Ceramiales



**Ecología:** Alga roja filamentosa que forma matas que no suelen sobrepasar los 10 cm de altura. Aparece tanto epífita sobre otras algas como libre sobre el sustrato rocoso. Desde el punto de vista mareal, ocupa el nivel mediolitoral medio, inferior e infralitoral superior. Presenta un elevado potencial ecofisiológico, con alta tasa reproductiva y se adapta a diferentes condiciones ambientales, lo que puede favorecer su carácter invasivo.

**Dispersión:** Esta especie es originaria de las costas de Perú (Callao). Se ha distribuido ampliamente por todo el mundo en zonas templadas y tropicales, entre 50ºN y 50ºS, por lo que es considerada una especie cosmopolita. Sin embargo, investigaciones recientes (Won *et al.*, 2009) han mostrado que la distribución nativa de *Centroceras clavulatum* se restringe al Pacífico.

**Citas en la demarcación:** La primera referencia para la demarcación corresponde al litoral de Vizcaya (Gorostiaga *et al.*, 2004), y después se ha encontrado en el marco del programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca desarrollado entre 2004 y 2006 (Martínez y Adarraga, 2005 y 2006).



**Información cuantitativa espacio-temporal:** Sólo se dispone de información sobre presencia en una serie de puntos de muestreo situados a lo largo de la costa vasca, concretamente en 7 localidades de Guipúzcoa y 14 de Vizcaya, muestreados en una única campaña, en los que la especie ha aparecido en 4 y 8 respectivamente, distribución que se detalla en el mapa siguiente.



**Impacto potencial:** El crecimiento desmesurado de esta especie en algunas zonas concretas en las que compite por el espacio con otras especies está suponiendo una pérdida importante de la diversidad biológica. Además, los talos arrancados de esta especie se mezclan con facilidad con otras algas, lo cual puede repercutir negativamente en la comercialización del alga *Gelidium sesquipedale*, utilizada para la extracción del agar.

**Control:** No se realiza

**Usos** Se está investigando la extracción de ciertas sustancias químicas para su aplicación en la industria.

#### Referencias consultadas:

Martínez y Adarraga, 2005; Gorostiaga *et al.*, 2004; Martínez y Adarraga, 2006 a y b.

#### Otras referencias en la demarcación:



Seoane-Camba, 1965; Gallardo *et al.*, 1985; Soto y Conde, 1989; Conde *et al.*, 1996; Gómez Garreta *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2008; Invernon *et al.*, 2009.

#### Otras referencias relevantes:

- Barros-Barreto, M.B., Mclvor, L., Maggs, C.A. & Ferreira, P.C.G. (2006). Molecular systematics of *Ceramium* and *Centroceras* (Ceramiaceae, Rhodophyta) from Brazil. *Journal of Phycology* 42: 905-921.
- Dawes, C.J. & Mathieson, A.C. (2008). *The seaweeds of Florida*. pp. [i]- viii, [1]-591, [592], pls I-LI. Gainesville, Florida: University Press of Florida.
- Hommersand, M.H., Freshwater, D.W., Lopez-Bautista, J.M. & Fredericq, S. (2006). Proposal of the Euptiloteae Hommersand et Fredericq, trib. nov. and transfer of some southern hemisphere Ptiloteae to the Callithamnieae (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Journal of Phycology* 42: 203-225.
- Huisman, J.M., Abbott, I.A., Smith, C.M. (2007). *Hawaiian reef plants*. pp. [1]-264, numerous colour photographs. Honolulu: A publication of the University of Hawai'i Sea Grant College Program.
- Huisman, J.M., Abbott, I.A., Smith, C.M. (2007). *Hawaiian reef plants*. pp. [1]-264, numerous colour photographs. Honolulu: A publication of the University of Hawai'i Sea Grant College Program.
- N'Yeurt, A.D.R. & Payri, C.E. (2010). Marine algal flora of French Polynesia III. Rhodophyta, with additions to the Phaeophyceae and Chlorophyta. *Cryptogamie Algologie* 31: 3-205.
- Smith, G.M. (1944). *Marine algae of the Monterey Peninsula*. pp. i-ix, 1-622, 98 pls. Stanford: Stanford University Press.
- Withall, R.D. & Saunders, G.W. (2007 '2006'). Combining small and large subunit ribosomal DNA genes to resolve relationships among orders of the Rhodymeniophycidae (Rhodophyta): recognition of the Acrosymphytales ord. nov. and Sebdeniales ord. nov. *European Journal of Phycology* 41: 379-394.
- Womersley, H.B.S. (1998). *The marine benthic flora of southern Australia - Part IIIC. Ceramiales - Ceramiaceae, Dasyaceae*. pp. 535. Canberra & Adelaide: Australian Biological Resources Study & State Herbarium of South Australia.
- Won, B.Y., Cho, T.O. & Fredericq, S. (2009). Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *Journal of Phycology* 45: 227-250.
- Wynne, M.J. (2005). A check-list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 129: 1-152.
- Zheng, B., Liu, J. & Chen, Z. (2001). *Flora algarum marinarum sinicarum Tomus II Rhodophyta No. VI Ceramiales (I)*. pp. [i-vi], i-xx, 1-159, 1 pl. Beijing: Science Press.

#### Links de interés:

<http://www.algaebase.org/>

### ***Crassostrea gigas* (Thumberg, 1793)**

Phylum Mollusca, Clase Bivalvia, Orden Ostreoida, Familia Ostreidae



**Ecología:** Molusco bivalvo cuyos tamaños habituales en la demarcación se sitúan en torno a 10-15 cm en los ejemplares de mayor talla, si bien se han descrito individuos que alcanzan tamaños superiores a los 30 cm. Se fija a cualquier superficie dura, generalmente a rocas, aunque también se pueden encontrar individuos en áreas fangosas y arenosas, e incluso sobre ostras adultas de la misma especie. Muestran preferencia por los medios estuarinos, ocupando zonas desde la zona intermareal hasta los primeros metros del infralitoral.

En su área de distribución nativa ocupa los hábitat EUNIS A1 y A3, desde el intermareal inferior a submareal, los mismos que en las zonas invadidas, donde se encuentra hasta 3 m de profundidad en zonas de oleaje bajo o moderado. Es resistente a altos niveles de turbidez y stress ambiental, como concentraciones de oxígeno de sólo 2.9 µg/l.

Su crecimiento es rápido, habiéndose registrado en el Mar de Wadden hasta 100mm en su primer año de vida, que se puede prolongar hasta 30 años. Es eurihalina (12-42 psu, rango óptimo entre 20-30 psu) y puede vivir en un amplio rango de temperaturas, entre 4 y 35°C, si bien para la reproducción, que tiene lugar entre 18º y 26ºC, necesitan de 4 a 8 semanas a más de 18ºC. La duración de la fase larvaria planctónicas es de entre 3 y 4 semanas. Dichas larvas son consumidas por otros organismos filtradores y los juveniles por un amplio rango de organismos; decápodos, gasterópodos, estrellas de mar y peces. Es además hospedador de multitud de parásitos.

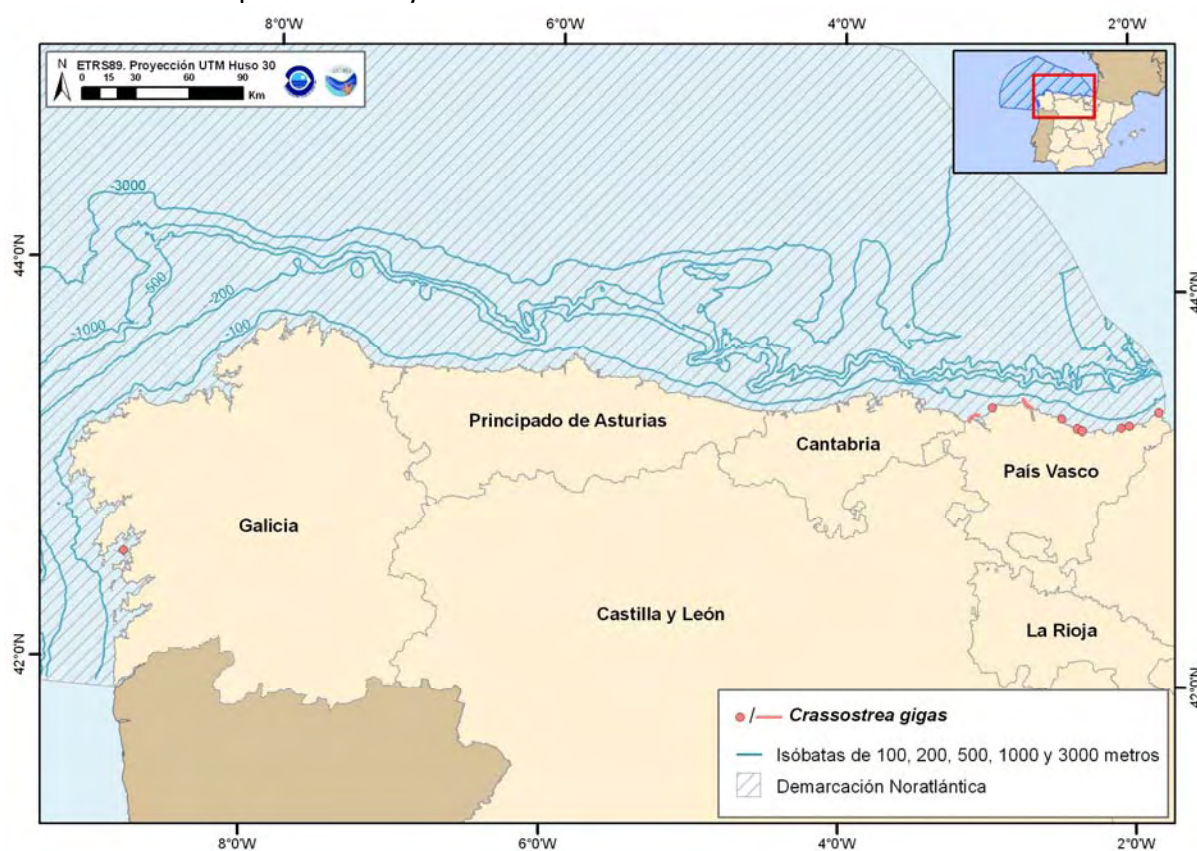
**Dispersión:** Esta especie es oriunda de Japón y el sudeste de Asia. Puede que llegara a Europa ya en el siglo XVI, concretamente a Portugal, en los cascos de los barcos. La especie citada es *C. angulata*, que se considera sinonimia de *C. gigas*, pero es un tema aún en discusión, ya que si bien datos moleculares indican mayor similaridad de la habitual entre especies distintas siguen detectándose algunas diferencias. En todo caso ambas especies pueden hibridarse.

En todo caso, la expansión de *C. gigas* en esta zona se disparó a partir de los años 60 y 70 del pasado siglo XX, debido a su importación y uso en acuicultura, ocupando ya todas las costas atlánticas y mediterráneas del continente, así como costas de Norteamérica, Japón, Siberia y Australia. Actualmente ya se expande de forma natural en las áreas colonizadas, a través de sus larvas planctónicas. También se ha citado la presencia de éstas en aguas de lastre.



**Citas en la demarcación:** Hidalgo (1917) cita su presencia en las costas gallegas en el S.XIX, si bien seguramente se trata de *C. angulata*. Martínez y Adarraga (2005 y 2006) la citan en los ecosistemas litorales de la costa vasca.

**Información cuantitativa espacio-temporal:** Martínez y Adarraga la encuentran en todas las localidades de Guipúzcoa y en aproximadamente la mitad de las de Vizcaya en las que se realizaron muestreos en el marco del programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca desarrollado entre 2004 y 2006, con densidades de hasta 32 individuos/0,04m<sup>2</sup>. La distribución de las citas registradas de la especie se indica en el mapa adjunto, aunque posiblemente el nº de localidades donde se encuentra la especie sea mayor.



**Impacto potencial:** Aunque en Europa no se han descrito impactos importantes, éstos han sido observados en numerosos países, y por tanto ha merecido el calificativo de especie invasora (CABI, 2010).

Sus efectos potenciales son:

- Desplazamiento de especies nativas por competencia por espacio y alimento.
- Interacciones bento-pelágicas y posibles modificaciones de redes tróficas.
- Cambios de hábitats
- Hibridación con especies locales





- Transferencia de parásitos y enfermedades a otras especies.
- Daños a bañistas en zonas turísticas
- Su parásito *Haplosporidium nelsoni* causa la enfermedad MSX.

Está considerada por ello una de las 100 peores especies marinas invasoras en Europa: [http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassostrea\\_gigas.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassostrea_gigas.pdf)

**Control:** No se conoce ningún sistema de control biológico efectivo.

**Usos:** Es una especie de gran importancia comercial, ampliamente cultivada en más de 40 países y responsable de la mayor producción de bivalvos cultivados en Europa

**Referencias consultadas:** Hidalgo, 1917; Martínez y Adarraga, 2005; Martínez y Adarraga, 2006.

#### **Otras referencias relevantes:**

- Andrews JD (1980) A review of introductions of exotic oysters and biological planning for new importations, Marine Fisheries Review 42:1-11
- Çevik C, Ozturk B, Buzzuro G (2001) The presence of *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) and *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughley, 1933) in the Eastern Mediterranean Sea. La Conchiglia 32(298) 2001
- Cheney DP, Macdonald BF, Elston RA (2000) Summer mortality of Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg): Initial findings on multiple environmental stressors in Puget Sound, Washington, 1998. Journal of Shellfish Research 19(1):353-359
- Diederich S (2006) High survival and growth rates of introduced Pacific oysters may cause restrictions on habitat use by native mussels in the Wadden Sea. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 328(2):211-227
- Diederich S, Nehls G, van Beusekom JEE, Reise K (2005) Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? Helgoland Marine Research 59:97–106
- Gollasch S (2006) Invertebrates. In: Gollasch S, Kieser D. (eds) Status of Introductions of Non-indigenous Marine Species to North Atlantic and Adjacent Waters According to National Reports Considered at Meetings of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms 1992-2002 of the Report of the Working Group of Introductions and Transfers of Marine Organisms, Oostend, Belgium, 16-17 March 2006. ICES CM 2006/ACME:05, pp 222-240
- Gouletquer P, Devauchelle N, Barret J, Salaun G (1997) Natural reproduction cycle of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. La Reproduction Naturelle et Controlée des Bivalves Cultivés en France, Nantes (France), 14-15 Nov 1995, IFREMER, France
- Grizel H (1996) Some examples of the introduction and transfer of mollusc populations. Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties 15:401-408
- Heral M (1989) Traditional oyster culture in France. Pages 342-387 in G. Barnabé, J.F. Solbé and L. Laird, editors. Aquaculture Volume 1. Ellis Horwood London, pp 342-387
- Masters, G.; Norgrove, L. 2010. Climate change and invasive alien species. CABI Working Paper 1, 30 pp
- Menzel RW (1974) Portuguese and Japanese oysters are the same species. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31:453-456
- Minchin D, Rosenthal H (2002) Exotics for stocking and aquaculture, making correct decisions. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) Invasive aquatic species of Europe: Distribution, Impact and Management Kluwer, Dordrecht, the Netherlands, pp 206-216



- Quayle DB (1969) Pacific oyster culture in British Columbia, Canadian Fisheries Research Board Bulletin 169:1-192
- Raimbault R (1964) Croissance des huîtres atlantiques élevées dans les eaux Méditerranéennes Françaises. Science Pêche 126:1-10
- Reise K (1998) Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. Senckenbergiana Maritima 28:167-175
- Reise K, Gollasch S, Wolff WJ (1999) Introduced marine species of the North Sea coasts. Helgoländer Meeresuntersuchungen 52:219-234
- Saker F (2002) A contribution to the study of the species composition of the benthos in the waters of Lattakia. Journal of the Union of Arab Biologists, Cairo 18(A): 287-310
- Shatkin G, Shumway SE, Hawes R (1997) Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the Gulf of Maine: a review of global experience. Journal of Shellfish Research 16(2):463-477
- Utting SD, Spencer BE (1992) Introductions of marine bivalve molluscs into the United Kingdom for commercial culture - case histories. In: Sindermann C, Steinmetz B, Hershberger W (eds) Introductions and transfers of aquatic species, Selected Papers from a Symposium held in Halifax, Nova Scotia, 12-13 June 1990, ICES Marine Science Symposia., Copenhagen 194. pp 84-91
- Wolff WJ, Reise K (2002) Oyster imports as a vector for the introduction of alien species into northern and western European coastal waters. In: Leppäkoski E, Gollasch S, Olenin S (eds) Invasive aquatic species of Europe: Distribution, Impact and Management Kluwer, Dordrecht, the Netherlands, pp 193-205

#### Links de interés:

- <http://www.nobanis.org/files/factsheets/Crassostrea%20gigas.pdf>  
[http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassostrea\\_gigas.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassostrea_gigas.pdf)

### ***Hemigrapsus takanoi* Asakura & Watanabe, 2005**

Phylum Crustacea, Clase Malacostraca, Orden Decapoda, Familia Grapsidae



**Ecología:** Es una especie clasificada como tal recientemente, en el 2005 (Asakura y Watanabe, 2005), ya que anteriormente no se distinguía del más común *H. penicillatus*. Vive oculto bajo piedras, restos de conchas muertas de ostras, arrecifes de las mismas ostras en áreas intermareales con sedimentos fangosos, estuarios, lagunas salobres y playas abrigadas. En algunos casos se han encontrado individuos hasta 20 m de profundidad.



El hecho de que esta especie sea una voraz depredadora, además de soportar condiciones ambientales muy rigurosas, son factores que convierten a esta especie en un potencial invasor.

**Dispersión:** Es originario de las regiones cálidas y subtropicales del noroeste del océano Pacífico (Japón). Arribo posiblemente a Europa hacia 1994, año en que fue detectado en La Rochelle (Francia) y desde entonces ha colonizado gran parte de las costas atlánticas europeas (Alemania, Holanda, Bélgica, Francia, costa Vasca y Santander), a una gran velocidad, estimada por algunos autores de unos 100 km/año.

Aunque no se sabe con certeza, la introducción inicial pudo ser a través del comercio de ostras.

Es capaz de soportar largos periodos emergido por lo que puede viajar grandes distancias entre los embalajes u otros objetos de diverso índole, lo que facilita su dispersión a menor escala.

**Citas en la demarcación:** Este cangrejo ha invadido los medios estuarinos de toda la costa vasca, según indican Martínez y Adarraga en función de los resultados del estudio llevado a cabo entre 2004 y 2006 en esa zona, en relación al programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca. Su elevado número, velocidad de propagación, capacidad de adaptación y biología, son factores que convierten a *Hemigrapsus takanoi* probablemente en el invertebrado invasor más peligroso en la misma.

Los primeros indicios de este cangrejo en el golfo de Vizcaya datan de 1994, y en los estudios antes citados se detectaron poblaciones variables en los estuarios de Gorriz-Plentzia, Urdaibai y Lekeitio, en Vizcaya, y en casi todos los estuarios de Guipúzcoa, donde previamente había sido confundido con *Hemigrapsus penicellatus* de Haan, 1835. En esta última provincia los primeros indicios de este cangrejo los aportaron un grupo de naturalistas de Zumaia en el año 2000. En el estudio de Martínez y Adarraga (2006) se han detectado poblaciones muy numerosas en los ríos Urola, Urumea y Bidasoa.

**Información cuantitativa espacio-temporal:** Las densidades en algunas zonas del estuario de las rías de Vizcaya donde ha aparecido la especie, 5 de las 15 localidades visitadas, han superado los 15 ind/m<sup>2</sup>, valores similares a los medidos en otras áreas geográficas (Gollasch, 1999). Sin embargo, en la provincia de Guipúzcoa las densidades en algunas de las 4 zonas con presencia de la especie, entre las 7 visitadas, han superado los 100 ind/m<sup>2</sup>, valores muy superiores a los medidos en otras áreas geográficas (Vincent y Breton, 1996). La localización de las áreas donde se ha detectado la especie se detalla en el mapa siguiente.



**Impacto potencial:** El hecho de que esta especie sea una voraz depredadora, además de soportar condiciones ambientales muy rigurosas, ha permitido a esta especie proliferar y dominar amplios tramos de las rías vascas. Experimentos realizados en campo y en laboratorio han demostrado la fuerte interacción de esta especie con otras en el mismo entorno. Uno de los efectos aparentes causados por este decápodo es el desplazamiento de las especies autóctonas *Carcinus maenas* y *Pachygrapsus marmoratus* de sus áreas habituales.

**Control:** No se aplica

**Usos:** Ninguno

#### **Referencias consultadas:**

Martínez y Adarraga, 2005 y 2006.

#### **Otras referencias relevantes:**

Akira Asakura and Seiichi Watanabe, 2005. HEMIGRAPUS TAKANOI, NEW SPECIES, A SIBLING SPECIES OF THE COMMON JAPANESE INTERTIDAL CRAB *H. PENICILLATUS* (DECAPODA: BRACHYURA: GRAPSOIDEA) *Journal of Crustacean Biology* 25(2):279-292.

Dauvin, J.C., Tous Rius, A., Ruellet, T., 2009. Recent expansion of two invasive crabs species *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) and *H. takanoi* Asakura and Watanabe 2005 along the Opal Coast, France. *Aquatic Invasions* (2009) Volume 4, Issue 3: 451-465



- Izumi Yamasakia,, Wataru Doia, Winda Mercedes Mingkidb, Masashi Yokotac, Carlos Augusto Strüssmann, and Seiichi Watanabe, 2011. Molecular-Based Method To Distinguish the Sibling Species *Hemigrapsus penicillatus* and *Hemigrapsus takanoi* (Decapoda: Brachyura: Varunidae) *Journal of Crustacean Biology* 31(4):577-581. 2011
- Gollasch, S. 1999. The Asian decapod *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan, 1835) (Grapsidae, Decapoda) introduced in European waters: *status quo* and future perspective. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52:359–366.
- Noël P, Tardy E, d'Udekem d'Acoz C (1997) Will the crab *Hemigrapsus penicillatus* invade the coasts of Europe? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 3, Sciences de la vie*, 320:741-745
- Noël P, Gruet Y (2008) Progression du crabe introduit *Hemigrapsus takanoi* Asukura & Watanabe 2005 (Crustacé, Décapode) vers le nord du Golfe de Gascogne. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, nouvelle série*, 30:141-148
- Vincent, T. & G. Breton. 1996. Présence du crabe *Hemigrapsus penicillatus* (de Haan, 1835) dans les bassins du port su Havre (Normandie, France). *Bull. Trim. Soc. Geol. Normandie et Amis Museum du Havre*, 86(1): 19-23 pp.

**Links de interés:**

<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=53344#>

### ***Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923)**

Phylum Anelidos, Clase Poliquetos, Orden Canalipalpata, Familia Serpulidae



**Ecología:** Este poliqueto forma arrecifes constituidos por la agrupación de sus tubos calcáreos. Estas agrupaciones se fijan a diversas estructuras como pantalanes, piedras, conchas de ostras, etc. en ambientes estuarinos y lagunas de zonas templadas y subtropicales. Requiere un mínimo de 18°C para reproducirse. Se alimenta de seston, en aguas turbias con alta cantidad de nutrientes, y puede ser depredado por cangrejos y peces. Es muy eurihalino, soportando salinidades entre 1,6 y 55 psu.



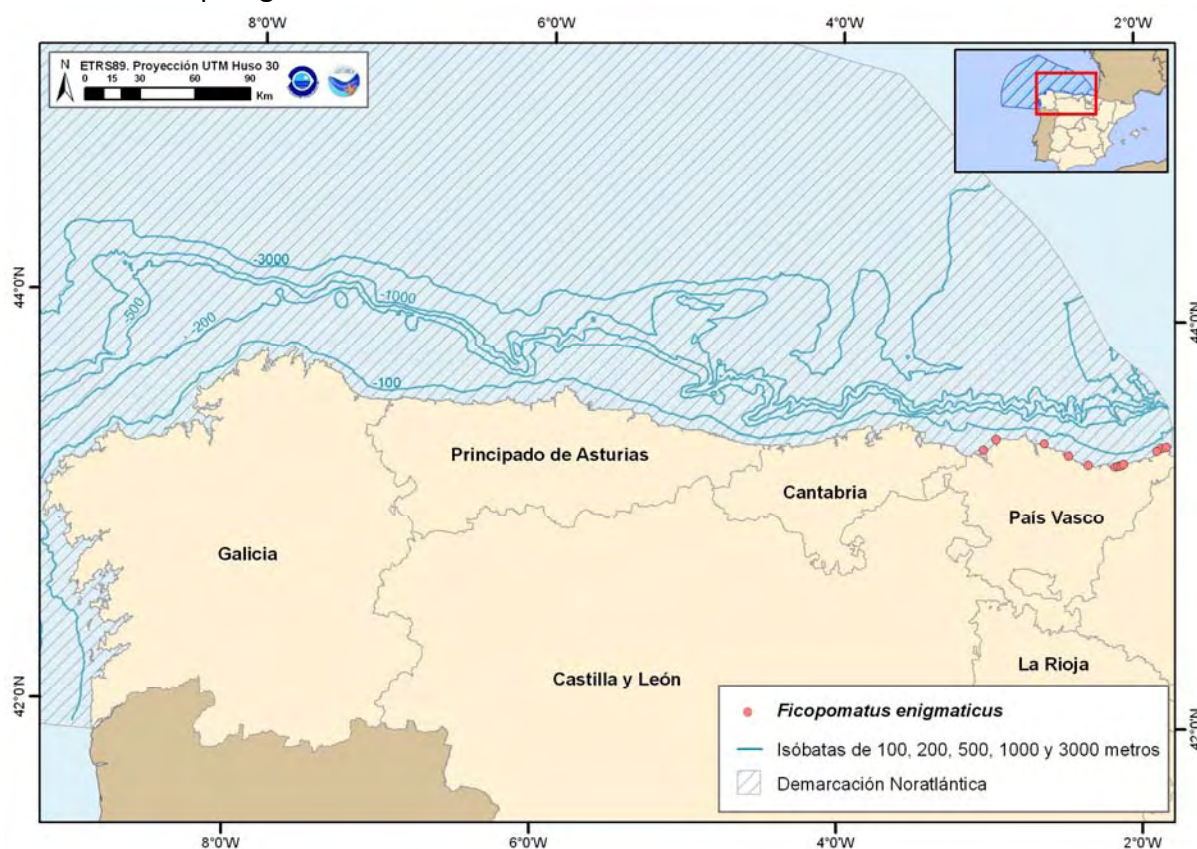
En su zona de distribución nativa se distribuye en los hábitats EUNIS A1 y A3, al igual que en áreas colonizadas, en zonas de salinidad variable, más abundante cerca de la superficie pero alcanzando hasta 10 m de profundidad

**Dispersión:** El origen de esta especie no está claro, aparece tanto en aguas templadas como en cálidas-templadas de diferente salinidad en ambos hemisferios, en América, Sudáfrica, Australasia, Este de Asia Europa y el Mediterráneo, incluidos mar Negro y Caspio; pero posiblemente fue introducido desde Australia (Zibrowius & Thorp, 1989).

Su vector primario de introducción han sido seguramente cascos de barcos, como incrustaciones, y aguas de lastre conteniendo formas larvarias. La dispersión secundaria sería por sus formas planctónicas larvarias, fase que dura varios meses, y en cascos de pequeñas embarcaciones de recreo u objetos flotantes.

**Citas en la demarcación:** Fue citado ya hace décadas en las costas vascas (Fischer y Piette, 1951), y más recientemente por Martínez y Adarraga (2005 y 2006)

**Información cuantitativa espacio-temporal:** Fue localizado en 1 de las 7 de las localidades muestreadas en Guipúzcoa y en 2 de las 15 muestreadas en Vizcaya en el marco del programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca desarrollado entre 2004 y 2006. La localización de dichas citas se indica en el mapa siguiente.





**Impacto potencial:** Puede formar arrecifes de hasta 7 m de diámetro; pero en zonas templadas solo alcanzan unos 20 cm, con un crecimiento individual de hasta 2 cm por mes y las colonias producen hasta 13 Kg de tubos calcáreos en un trimestre.

Los arrecifes proporcionan refugio para diversos invertebrados, por lo que puede tener un efecto beneficioso (Lupi & Bas, 2002). Sin embargo, las densas formaciones de tubos pueden obstruir tuberías, y también causar problemas en barcos y estructuras portuarias, cuya limpieza puede resultar costosa.

**Control:** El control del movimiento del equipamiento de acuicultura o de embarcaciones de recreo puede disminuir la tasa de dispersión secundaria, y tratamientos antiincrustantes y de aguas de lastre las introducciones primarias. La destrucción in situ de colonias puede favorecer la dispersión de embriones.

**Usos:** Ninguno

**Referencias consultadas:** Martínez y Adarraga, 2005; Martínez y Adarraga, 2006 a y b; Fischer y Piette, 1951

#### Otras referencias relevantes:

Bullimore B, Dyrinda PEF, Bowden N (1978) The effects of falling temperatures on the fauna of Swansea Dock. *Prog Underw Sci* 2:135-146

Davies BR, Stuart V, & Villiers M de (1989) The filtration activity of a serpulid polychaete population (*Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel)) and its effects on water quality in a coastal marina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29:613-620

Dixon DR (1981) The reproductive biology of the serpulid *Ficopomatus enigmaticus* (*Mercierella enigmaticus*) in the Thames Estuary, SE England. *J Mar Biol Ass UK* 61:805-815

Fischer-Piette, E. 1955. Répartition le long des côtes septentrionales de l'Espagne des principales espèces peuplant les roches intercotidales. *Annales de l'Institut Océanographique, Monaco*, 61(1227): 38 pp.

Ibáñez, M. 1978. Características biogeográficas de la costa vasca. *Lurralde* 1:121-127 pp.

Harris T (1970) The occurrence of *Manayunkia aestuarina* (Bourne) and *Mercierella enigmaticus* Fauvel (Polychaeta) in non-brackish localities in Britain. *J Exp Mar Biol Ecol* 5:105-112

Keene Jnr WC (1980) The importance of a reef-forming polychaete *Mercierella enigmatica* Fauvel, in the oxygen and nutrient dynamics of a hypereutrophic subtropical lagoon. *Est Coast Shelf Sci* 11: 167-178

Luppi, T.A. & C.C. Bas. 2002. Rol de los arrecifes del poliqueto invasor *Ficopomatus enigmaticus* Fauvel, 1923 (Polychaeta : Serpulidae) en el reclutamiento de *Cyrtograpsus angulatus* Dana 1851 (Brachyura : Grapsidae), en la laguna costera Mar Chiquita, Argentina. *Ciencias Marinas*, 28(4): 319-330 pp.

Ryland JS (1960) The British species of *Bugula* (Polyzoa). *Proc Zool Soc Lond* 134:65-105

Thomas NS, Thorp CH (1994) Cyclical changes in the fauna associated with tube aggregates of *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel). *Memoires de Museum National d'Histoire Naturelle* 162:575-584

Thorp CH (1994) Population variation in *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel) (Polychaeta: Serpulidae) in a brackish water millpond at Emsworth, West Sussex, UK. *Mem Mus Nat d'Hist Nat*, 162:585-591

Zibrowius H, Thorp CH (1989) A review of the alien serpulid and spirorbid polychaetes in the British Isles. *Cah Biol Mar* 30:271-285

#### Links de interés:

[http://www.europe-aliens.org/pdf/Ficopomatus\\_enigmaticus.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Ficopomatus_enigmaticus.pdf)

## ***Styela clava* Herdman, 1882**



Phylum Chordata, Clase Ascidiacea, Orden Pleurogona, Familia Styelidae .



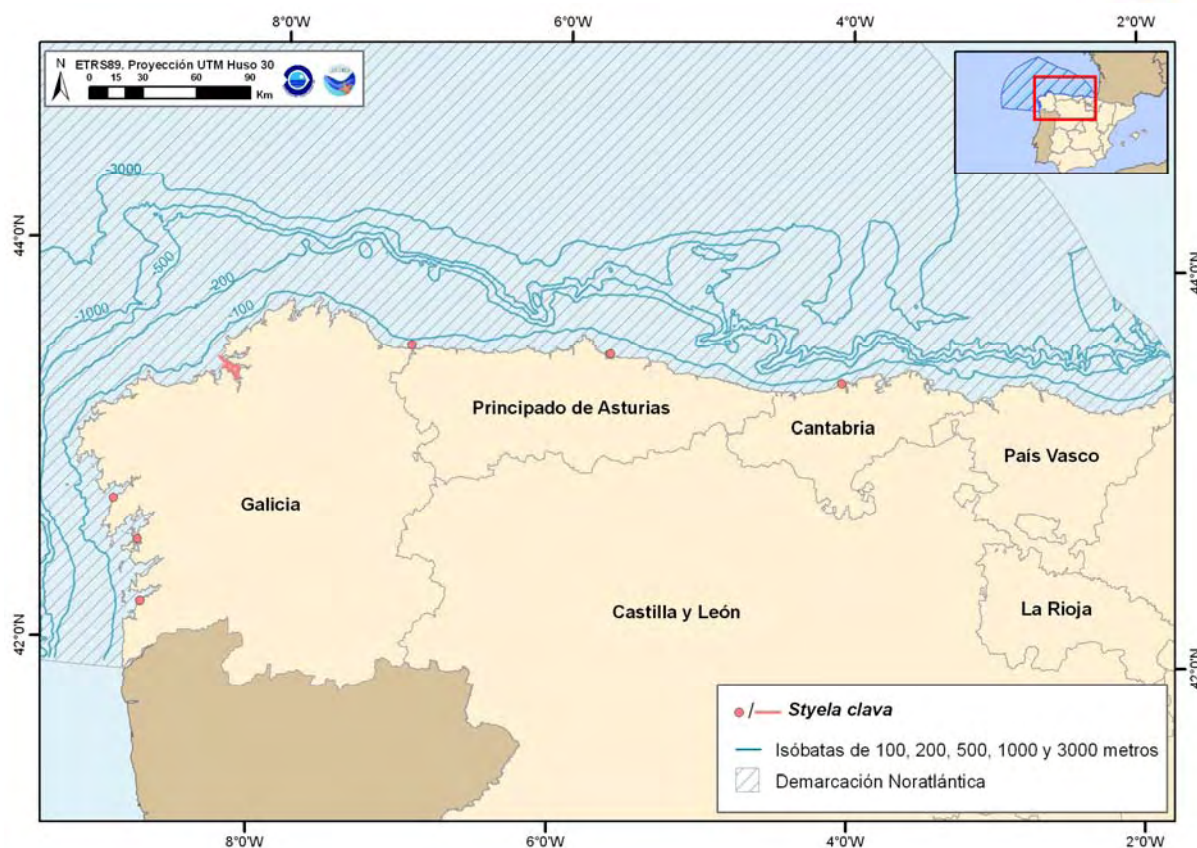
**Ecología:** Es un tunicado solitario nativo del pacífico noroeste que crece rápidamente hasta 16-20 cm, en dos años de vida, alcanzando densidades de hasta 500-1500 individuos por metro cuadrado. Habita en aguas someras hasta 25 m de profundidad (EUNIS A1, A3 y A4), presentando un rango de tolerancia térmica entre 2 y 23º C. Se reproduce durante la mayor parte del año en temperaturas superiores a 15ºC. Los huevos flotan en el plancton de 1 a 3 días antes de asentarse sobre una superficie dura (rocas, pilones, cabos de instalaciones de cultivo).

**Dispersión:** Probablemente se ha dispersado por todo el mundo (Europa, Norteamérica, Australia) enganchado a cascos de barcos, y es posible que también asociado al comercio de ostras. Se cree que llegó a Europa en 1952, adherido a cascos de barcos que regresaban de la guerra de Corea.

**Citas en la demarcación:** Fue detectado en la demarcación noratlántica por primera vez en Galicia, concretamente en Lugo y Pontevedra, en 1987, y después en Cantabria y Asturias en el 2003, y de nuevo en Galicia, esta vez en La Coruña, en el 2005 (Davis *et al.*, 2007).

**Información cuantitativa espacio-temporal en la demarcación:** No se dispone de información detallada sobre abundancias. En el mapa adjunto se recoge la distribución de las localidades donde la especie ha sido localizada.





**Impacto potencial:** Puede suponer una amenaza para cultivos de bivalvos, y también una molestia para las instalaciones de cultivos, cascos de barcos y estructuras portuarias. .Está incluido en la lista de las 100 peores especies invasoras en mares europeos.

<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50271#>.

**Control:** Lo más efectivo para su control es la erradicación manual, muy costosa en tiempo y esfuerzo. También puede eliminarse por exposición prolongada al aire y altas temperaturas, o métodos químicos como ácido acético, o inhibición del reclutamiento larvario con medetomidina. Intentos de control biológico mediante introducción de cangrejos (*Carcinus maena*) no han resultado efectivos. Los juveniles de menos de 3 días pueden ser depredados por gasterópodos especializados en algunos lugares, y se ha reportado depredación por parte de ciertos lábridos.

**Usos:** Es un organismo consumido en Corea.

**Referencias consultadas:** Davis, M.H., Lützen, J. and Davis, M.E., 2007.

**Otras referencias relevantes:**



- Ai-li, J., Jin-lin, G., Wen-gui, C. and Chang-hai, W. 2008. Oxygen consumption of the ascidian *Styela clava* in relation to body mass, temperature and salinity. *Aquaculture Research* 39: 1562-1568.
- Ai-li, J., Zhen, Y., Wen-gui, C. and Chang-hai, W. 2008. Feeding selectivity of the marine ascidian *Styela clava*. *Aquaculture Research* 39: 1190-1197.
- Arenas, F., Bishop, J.D.D., Carlton, J.T., Dyrinda, P.J., Farnham, W.F., Gonzalez, D.J., Jacobs, M.W., Lambert, C., Lambert, G., Nielsen, S.E., Pderson, J.A., Porter, J.S., Ward, S. and Wood, C.A. 2006. Alien species and other notable records from a rapid assessment survey of marinas on the south coast of England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86: 1329-1337.
- Arsenault, G., Davidson, J. and Ramsay, A. 2009. Temporal and spatial development of an infestation of *Styela clava* on mussel farms in Malpeque Bay, Prince Edward Island, Canada. *Aquatic Invasions* 4(1): 189-194.
- Bourque, D., Davidson, J., MacNair, N.G., Arsenault, G., LeBlanc, A.R., Landry, T. and Miron, G. 2007. Reproduction and early life history of an invasive ascidian *Styela clava* Herdman in Prince Edwards Island, Canada. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 78-84.
- Bourque D, MacNair N, LeBlanc A, Landry T, Miron G (2005) Preliminary study of the diel variation of ascidian larvae concentrations in Prince Edward Island. *Can Tech Rep Fish Aquat Sci* 2571, pp 23
- Buizer, D.A.G. 1980. Explosive development of *Styela clava* Herdman, 1882, in the Netherlands after its introduction (Tunicata, Ascidiacea). *Bulletin Zoologisch Museum Universiteit van Amsterdam* 7(18): 181-185.
- Callahan, A.G., Deibel, D., McKenzie, C.H., Hall, J.R. and Rise, M.L. 2010. Survey of harbours in Newfoundland for indigenous and non-indigenous ascidians and an anlysis of their cytochrome c oxidase I gene sequences. *Aquatic Invasions* 5(1): 31-39.
- Carlisle, D.B. 1954. *Styela mammiculata* n.sp., a new species of ascidian from the Plymouth area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 33: 329-334.
- Christiansen, J. and Thomsen, J.C. 1981a. *Styela clava* Herdman, 1882, a species new to the Danish fauna (Tunicata Ascidiacea). *Steenstrupis* 7(2): 15-24.
- Christiansen, J. and Thomsen, J.C. 1981b. *Søpungen Styela clava* Herdman 1882. Ny ascidie-art for Danmark. *Flora og Fauna* 87(2/3): 41-44.
- Clarke, C.L. and Therriault, T.W. 2007. Biological synopsis of the invasive tunicate *Styela clava* (Herdman, 1881). *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2807, iv + 23 pp.
- Darbyson, E.A., Hanson, J.M., Locke, A. and Willison, J.H.M. 2009. Settlement and potential for transport of clubbed tunicate (*Styela clava*) on boat hulls. *Aquatic Invasions* 4(1): 95-103.
- Davis MH, Davis ME (2004) The role of man-aided dispersal in the spread of the immigrant *Styela clava* Herdman, 1882. *J Mar Sci Envir* 1:18-24
- Davis, M.H. and Davis, M.E. 2005. *Styela clava* (Tunicata: Ascidiacea) – a new addition to the fauna of the Portuguese coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 403-404.
- Davis, M.H. and Davis, M.E. 2008. First record of *Styela clava* (Tunicata, Ascidiacea) in the Mediterranean region. *Aquatic Invasions* 3(2): 125-132.
- Davis, M.H. and Davis, M.E. 2009. *Styela clava* (Tunicata, Ascidiacea) – a new threat to the Mediterranean shellfish industry? *Aquatic Invasions* 4(1): 283-289.
- Dupont, L., Viard, F. and Bishop, J.D.D. 2006. Isolation and characterization of twelve polymorphic microsatellite markers for the invasive ascidian *Styela clava* (Tunicata). *Molecular Ecology Notes* 6: 101-103.
- Dupont, L., Viard, F., Dowell, M.J., Wood, C. and Bishop, J.D.D. 2009. Fine- and regional-scale genetic structure of the exotic ascidian *Styela clava* (Tunicata) in southwest England, 50 years after its introduction. *Molecular Ecology* 18: 442-453.



- Epelbaum, A., Pearce, C.M. and Therriault, T.W. 2008. A case of atrial siphon duplication in *Styela clava* (Tunicata: Ascidiacea). *Journal of the Marine Biological Association* 2 – Biodiversity Records no. 6243.
- Ermak, T.H. 1975. Cell proliferation in the digestive tract of *Styela clava* (Urochordata: Ascidiacea) as revealed by autoradiography with tritiated thymidine. *Journal of Experimental Zoology* 194: 449-466.
- Främmande Arter 2006. Leathery sea Squirt (*Styela clava*). Available at: [http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Styela\\_clava.pdf](http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Styela_clava.pdf) (accessed 26 August 2009).
- Gittenberger, A. 2007. Recent population expansions of non-native ascidians in The Netherlands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 122-126.
- Guiry, G.M. and Guiry, M.D. 1973. Spread of an introduced ascidian to Ireland. *Marine Pollution Bulletin* 4: 127.
- Holmes, N. 1976. Occurrence of the ascidian *Styela clava* Herdman in Hobson Bay, Victoria: A new record for the southern hemisphere. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 88: 115-116.
- Huwaë, P.H.M. and Lavaleye, M.S.S. 1975. *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) nieuw voor Nederland. *Zoologische Bijdragen* 17: 79-81.
- Jiang, A.-L., Yu, Z., Cai, W.-G. and Wang, C.-H. 2008. Feeding selectivity of the marine ascidian *Styela clava*. *Aquaculture Research* 39: 1190-1197.
- Jørgensen, C. and Lützen, J. 1997. Ultrastructure of the non-germinal cells in the testes of ascidians (Urochordata) and their role in the phagocytosis of sperm. *Zoomorphology* 117: 103-113.
- Karney, R.C. and Rhee, W.Y. 2009. Market potential for *Styela clava*, a non-indigenous pest invading New England coastal waters. *Aquatic Invasions* 4(1): 295-297.
- Kato Y, Ohta M, Munakata T, Fujiwara M, Fujii N, Shigeta S, Matsuura F (2001) Determination of solution conformation of allergenically active pentasaccharitol obtained from sea squirt antigen. *Magn Reson Chem* 39(5):259-266
- Krone, R., Wanke, C. and Schröder, A. 2007. A new record of *Styela clava* Herdman, 1882 (Urochordata, Ascidiacea) from the central German Bight. *Aquatic Invasions* 2(4): 442-444.
- Lambert, C.C. and Lambert, G. 1998. Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Marine Biology* 130: 675-688.
- LeBlanc, A.R., Bourque, D., Landry, T., Davidson, J. and MacNair, N.G. 2007. The predation of zooplankton by the blue mussel (*Mytilus edulis*) and the clubbed tunicate (*Styela clava*). *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2684, vii + 18 pp.
- LeBlanc, N., Davidson, J., Tremblay, R., McNiven, M. and Landry, T. 2007. The effect of anti-fouling treatments for the clubbed tunicate on the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 264: 205-213.
- LeGresley, M.M., Martin, J.L., McCurdy, P., Thorpe, B. and Chang, B.D. 2008. Non-indigenous tunicate species in the Bay of Fundy, eastern Canada. *ICES Journal of Marine Science* 65: 770-774.
- Locke, J., Hanson, M., Ellis, K.M., Thonson, J., Rochette, R., 2007. Invasion of the southern Gulf of St. Lawrence by the clubbed tunicate (*Styela clava* Herdman): Potential mechanisms for invasions of Prince Edward Island estuaries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342 (2007) 69–77.
- Lützen J (1999) *Styela clava* Herdman (Urochordata, Ascidiacea) a successful immigrant to northwest Europe: ecology, propagation and chronology of spread. *Helgoländer Meeresunters* 52:383-391
- Lützen, J. 1999. *Styela clava* Herdman (Urochordata, Ascidiacea), a successful immigrant to North West Europe: ecology, propagation and chronology of spread. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52: 383-391.
- Lützen, J. and Sørensen, V. 1993. Udbredelse, økologi, og forplantning i Danmark af den indslæbte søpung *Styela clava* Herdman. *Flora og Fauna* 99: 75-79. [Ecology, reproduction and further spread of the immigrant East-Asiatic ascidian *Styela clava* Herdman in Danish waters.]
- Millar RH (1970) *British Ascidiacea*. Synopses of the British Fauna (New Series), The Linnean Society of London. London: Academic Press. [Synopses of the British Fauna, no. 1.]



- Minchin D, Davis MH, Davis ME (2006) Spread of the Asian tunicate *Styela clava* Herdman, 1882 to the east and south-west coasts of Ireland. *Aquatic Invasions* 1(2): 91-96 [www.aquaticinvasions.ru](http://www.aquaticinvasions.ru)
- Minchin D, Duggan CB (1988) The distribution of the exotic ascidian, *Styela clava* Herdman, in Cork Harbour. *Irish Naturalists Journal* 22:388-393
- Minchin, D. & Duggan, C.B. 1988. The distribution of the exotic ascidian, *Styela clava* Herdman, in Cork Harbour. *Irish Naturalists Journal* 22: 388-393.
- Minchin, D., Davis, M.H. and Davis, M.E. 2006. Spread of the Asian tunicate *Styela clava* Herdman, 1882 to the east and south-west coasts of Ireland. *Aquatic Invasions* 1(2): 91-96.
- Nunn, J.D. and Minchin, D. 2009. Further expansions of the Asian tunicate *Styela clava* Herdman 1882 in Ireland. *Aquatic Invasions* 4(4): 591-596.
- Parker, L.E., Culloty, S., O'Riordan, R.M., Kelleher, B., Steele, S. and Van der Velde, G. 1999. Preliminary study on the gonad development of the exotic ascidian *Styela clava* in Cork Harbour, Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1141-1142.
- Willis, K. J and C.M.C. Wood, 2011. Managing invasive *Styela clava* populations: Inhibiting larval recruitment with medetomidine. *Aquatic Invasions* (2011) Volume 6, Issue 4: 511–514

#### Links de interés:

- <http://www.nobanis.org/Marineldkey/Tunicates/StyelaClava2.htm>
- [http://www.europe-aliens.org/pdf/Styela\\_clava.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Styela_clava.pdf)
- [http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Styela\\_clava.pdf](http://www.frammandearter.se/0/2english/pdf/Styela_clava.pdf),
- [http://www.exoticguide.org/species\\_pages/s\\_clava.html](http://www.exoticguide.org/species_pages/s_clava.html),
- <http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=4398>,
- [http://www.marlin.ac.uk/marine\\_aliens/species.asp?SpID=17](http://www.marlin.ac.uk/marine_aliens/species.asp?SpID=17),
- <http://www.jncc.gov.uk/page-1722>, [http://www.europe-aliens.org/pdf/Styela\\_clava.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Styela_clava.pdf),
- [http://species-identification.org/species.php?species\\_group=tunicata&id=42](http://species-identification.org/species.php?species_group=tunicata&id=42),
- <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=951&fr=1&sts>,
- [http://www.mass.gov/czm/invasives/docs/invaders/s\\_clava.pdf](http://www.mass.gov/czm/invasives/docs/invaders/s_clava.pdf),
- [http://www.niwa.co.nz/our-science/aquatic-biodiversity-and-biosecurity/tools/sea\\_squirt](http://www.niwa.co.nz/our-science/aquatic-biodiversity-and-biosecurity/tools/sea_squirt),
- <http://www.biosecurity.govt.nz/files/pests/seasquirt/sea-squirt-factsheet.pdf>,
- <http://www.bcsqa.ca/research-development/invasive-tunicates-monitoring-project/identifying-tunicates/clubbed-tunicate-styela-clava>

Respecto al resto de especies que según los autores que han trabajado en la zona presentan carácter invasor en el área, se resumen a continuación la información más relevante para evaluar su potencial impacto en la demarcación, adaptada de la recogida en los trabajos de Martínez y Adarraga del 2005 y 2006 y de Zorita *et al.*, 2009.

#### ***Asparagopsis armata***

Alga anual que crece en sustratos duros y como epífita sobre otras algas en zonas bien iluminadas del infralitoral superior. Esta es una especie oportunista que tiene un rápido crecimiento y es capaz de reproducirse vegetativamente, tolera bien las bajas temperaturas y carece de depredadores debido a una serie de sustancias químicas que produce la especie Maggs & Stegenga, 1999). Se la cita también como *Falkenbergia rufolanosa*, que corresponde en realidad al tetrasporófito de *Asparagopsis armata*. 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. Aparece epífita sobre numerosas algas en el nivel mediolitoral inferior y primeros centímetros del infralitoral. En el periodo primavera-otoño puede llegar a ser localmente abundante. 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. En Europa se encuentra desde Shetland hasta Cádiz, mar Mediterráneo; en África se la encuentra en Marruecos, Senegal, Sudáfrica, Argelia, Túnez y mar Rojo; en Asia ha sido citada en India, Mar Rojo; en América en Cuba y Chile, y en Oceanía al Sur y Oeste de Australia, Tasmania, Nueva Zelanda.

En algunas localidades del mar Mediterráneo la proliferación de esta especie está variando la fisonomía de los fondos, provocando una pérdida de la biodiversidad.

### ***Hexapleomera robusta***

La primera vez que se recogieron ejemplares de este tanaidáceo en Guipúzcoa fue en el año 1996, en una zona rocosa intermareal situada entre Donostia y Pasaia (Martínez *et al.* 2002), constituyendo la primera referencia para las aguas atlánticas europeas. Desde entonces, su presencia a lo largo del litoral guipuzcoano es constante, tanto en zonas abiertas, como en el interior de recintos portuarios. Localmente, puede llegar a ser muy abundante (25.000-50.000 ind/m<sup>2</sup>), si bien sus densidades habituales suelen ser sensiblemente menores. Por sus hábitos y ecología, parece competir con *Tanais dulongii* otra especie autóctona de tanaidáceo muy similar. Nuestras observaciones parecen mostrar un ligero desplazamiento de *T. dulongii* hacia zonas más elevadas del intermareal.

### ***Hyale spinidactyla***

Desde la fecha que se descubrió esta especie en Guipúzcoa (Arresti, 1996), las poblaciones de este anfípodo se han venido observando de manera regular a lo largo de todo el litoral. Originaria de las costas africanas de Senegal su propagación en la zona mediolitoral parece haber tenido éxito. Ecológicamente, debe competir con otras especies del mismo género, especialmente con *H. perieri*, *H. smidti*, *Hyale nilssoni* y *Hyale stebbingi*. Las densidades en algunos muestreos han sido notablemente elevadas para lo que es habitual en este género.

### ***Hypnea musciformis***

Hasta 1980 esta alga roja era prácticamente desconocida en la costa vasca (Casares, 1987). Sin embargo, en estos momentos ocupa grandes extensiones en algunas localidades del litoral guipuzcoano. En las islas de Hawai se han documentado graves episodios de alteración de ecosistemas provocados por la propagación de esta especie. Aunque en la costa vasca su presencia se halla bastante localizada, se han detectado praderas pseudomonoespecíficas de esta especie ocupando amplias extensiones de los fondos rocosos submareales de la costa de Donostia, localidad donde esta especie es particularmente llamativa.

### ***Boccardia semibranchiata***

Este poliqueto descrito recientemente en el Mediterráneo, se ha encontrado por primera vez en la demarcación Noratlántica en la costa de Guipúzcoa y también para la península Ibérica a partir de muestras recogidas en valvas de la ostra *Crassostrea gigas* (Martínez *et al.* 2004). Por el momento, no podemos decir de manera fehaciente, que esta especie esté



causando alteraciones significativas en los ecosistemas guipuzcoanos. Por otra parte, al no existir en Guipúzcoa granjas donde se exploten comercialmente la especie *C. gigas* (sustrato donde preferentemente construyen los tubos este poliqueto), los daños económicos también resultan ser mínimos. No obstante, la propagación de esta especie es llamativa si se tiene en cuenta que su presencia en la rías y estuarios vasco sólo es conocida desde hace apenas 4 años. A día de hoy puede decirse que este gusano coloniza en grado variable la mayoría de los arrecifes de *C. gigas* presentes en las rías de Guipúzcoa; siendo particularmente abundante en las rías Bidasoa y Urumea, donde se han alcanzado valores superiores a los 3.000 ind/m<sup>2</sup>.

#### ***Desdemona ornata***

El caso de este pequeño sabélido es bastante parecido al de *B. semibranchiata*. Las primeras noticias de este gusano de origen sudafricano en los ecosistemas guipuzcoanos, también lo fueron para la península Ibérica (Ceberio *et al.*, 1998). Descrito inicialmente en las rías de Pasajes y Bidasoa, actualmente la podemos encontrar en todos los estuarios guipuzcoanos. Probablemente, su pequeño tamaño (menor de 4mm), enmascara e infravalora la propagación real de esta especie. En el transcurso de un estudio reciente realizado por Insub (Sola *et al.* datos no publicados) se han encontrado densidades en algunos puntos del Bidasoa de más de 3.000 ind/m<sup>2</sup>. ecológicamente, ocupa los mismos nichos que el sabélido nativo *Manayunkia aestuarina*; si bien no se está todavía en condiciones de valorar interacciones negativas significativas entre ambas especies.

#### ***Pseudopolydora paucibranchiata***

La distribución de este poliqueto a lo largo de la costa de Guipúzcoa, resulta bastante llamativa. Las primeras muestras donde se identificó esta especie correspondieron a la desembocadura del río Bidasoa (Adarraga & Martínez, 1998). Desde entonces, es un morador común en los fondos de todo el litoral guipuzcoano. Ecológicamente, predomina en ambientes estuarinos con elevada carga orgánica. En estos lugares puede llegar a constituirse como la especie dominante del ecosistema, contabilizándose densidades superiores a los 500 ind/m<sup>2</sup>. Otro aspecto que le confiere gran capacidad colonizadora es su elevado potencial ecofisiológico; apareciendo tanto en estuarios como en costas abiertas (se han llegado a coleccionar ejemplares a más allá de 100 m de profundidad) y como se ha comentado anteriormente, está adaptado para resistir considerables grados de polución marina.

#### ***Cavernularia pusilla***

Es un cnidario exótico que se agrupa en colonias rectas de color marrón claro de unos 5 cm de altura. Suele vivir sobre sustratos de arenas finas o fangosas y sobre sustratos fangosos, habitualmente entre 30 y 130 m de profundidad aunque en la zona muestreada se ha encontrado a profundidades que rondan los 20 m. Es originaria del Mediterráneo. En Europa, sólo se encuentra en el Mediterráneo y en el Golfo de Vizcaya, pero también se ha extendido a las costas atlánticas de países como Marruecos, Ghana, Guinea o Senegal.

En cualquier caso, no se conocen posibles efectos negativos ni positivos de esta especie sobre el medio ambiente, ni sobre intereses comerciales. Puede asociarse a zonas con vertidos de agua a altas temperaturas; pero ha sido descrita en puntos de la costa vasca no relacionados con vertidos de aguas a temperatura superior a la ambiental, caso de Bermeo y



Elantxobe, en Vizcaya (Martínez y Adarraga, 2006), y Getaria, Zarautz y Donostia, en Guipúzcoa (Martínez y Adarraga, 2005).

### ***Tellina compressa***

Este bivalvo *compressa* es un detritívoro superficial que se alimenta de los restos orgánicos que va encontrando en la superficie del sedimento. Se considera una especie sensible a la alteración del medio, por lo que se ve desplazada por especies más tolerantes cuando aumenta la presión antrópica.

### ***Cyclope neritea***

Es un molusco gasterópodo sensible a la alteración del medio que vive enterrado en fondos arenosos y fangosos ricos en materia orgánica de la zona infralitoral, prefiriendo áreas protegidas con escaso dinamismo. Esta especie es común en el Mediterráneo, costas de Portugal y Sudeste del golfo de Vizcaya. Parece ser que la rápida expansión de *Cyclope neritea* a lo largo de las costas guipuzcoanas, donde las condiciones climáticas que existen en el sudeste del golfo de Vizcaya permiten la supervivencia y reproducción de la especie (Martínez y Adarraga, 2006), está directamente relacionado con el comercio de la ostra *Crassostrea gigas*.

## **Referencias sobre especies alóctonas marinas en la Demarcación Noratlántica**

1. Aguirrezabalaga, F., Garnacho, E., Martínez, J., and Arrarás, N. Control del impacto medioambiental producido por el emisario submarino de Zarauz. 161 pp +Anexoa. 1992. Diputación Foral de Guipúzcoa. Informe Técnico Inédito. Ref Type: Report
2. Altuna A (1995) Descripción de *Clytia linearis* (Thornely, 1899) (Cnidaria, Hydrozoa) y su variabilidad en la Costa Vasca; consideraciones biocenológicas, biogeográficas y ecológicas sobre la especie. *Kobie* 22:59-66
3. Altuna A (2009) *Eucheilota menoni* Kramp 1959 (Cnidaria: Hydrozoa: Lovenellidae), an Indo-Pacific species new to the Atlantic fauna from the Bay of Biscay (North of Spain). *Aquatic Invasions* 4:353-356
4. 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
5. 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
6. Andrew NL, Viejo RM (1998) Ecological limits to the invasion of *Sargassum muticum* in northern Spain. *Aquatic Botany* 60:251-263



7. Arenas F, Fernandez C, Rico JM, Fernandez E, Haya D (1995) Growth and reproductive strategies of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt and *Cystoseira nodicaulis* (Whit.) Roberts. *Scientia Marina* 59:1-8
8. Arenas F, Fernandez C (1998) Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain III. Reproductive Ecology. *Botanica Marina* 41:209-216
9. Arenas F, Fernandez C (2000) Size structure and dynamics in a population of *Sargassum muticum* (Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 36:1012-1020
10. Arenas F, Viejo RM, Fernandez C (2002) Density-dependent regulation in an invasive seaweed: responses at plant and modular levels. *Journal of Ecology* 90:820-829
11. Arresti A (1996) Descripción del anfípodo marino *Hyale spinidactyla* Chevreux, 1926 (Crustacea, Amphipoda, Gammaridea) en el País Vasco. *Miscellània Zoològica* 19:79-91
12. Arronte, J. C., Cabal, J., Anadón, N., Rico, J. M., and Valdés, L. Especies marinas no nativas en aguas costeras de España: Catálogo preliminar. GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas. Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. 3, 248-255. 2007. GEIB, Serie Técnica. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". Ref Type: Conference Proceeding
13. Álvarez López AA, Martínez E, Cigarría J, Rolán E, Villani G (1993) *Haminaea callidegenita* Gibson and Chia, 1989 (Opisthobranchia: Cephalaspidea), a Pacific species introduced in European coasts. *Iberus* 11:59-65
14. Bañón R, Rolan E, García-Tasende M (2008) First record of the purple dye murex *Bolinus brandis* (Gastropoda: Muricidae) and a revised list of non native molluscs from Galician waters (Spain, NE Atlantic). *Aquatic Invasions* 3:331-334
15. Báez JC, Olivero J, Peteiro C, Ferri-Yáñez F, García-Soto C, Real R (2010) Macro-environmental modelling of the current distribution of *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Ochrophyta). *Biological Invasions* 12:2131-2139
16. Bárbara I, Cremades J, Veiga AJ, López-Varela C, Dosil J, Calvo S, Peña V (2002) Fragmentata Chorologica Occidentalia, Algae. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 59:292-297
17. Bárbara I, Díaz P, Cremades J, Peña V, López-Rodríguez M<sup>a</sup>, Berecibar E, Santos R (2006) Catálogo gallego de especies amenazadas y lista roja de las algas bentónicas marinas de Galicia. *Algas* 35. Sociedad Española de Ficología 9-19





18. Bárbara I, Lee SY, Peña V, Díaz P, Cremades J, Oak JH (2008) *Chrysymenia wrightii* (Rhodymeniales, Rhodophyta) - a new non-native species for the European Atlantic Coast. *Aquatic Invasions* 3:367-375
19. Bárbara, I., Díaz, P., Maneiro, I., Cremades, J., Peña, V., and Verlaque, M. *Agardhiella subulata*, *Bonnemaisonia hemifera* y *Polysiphonia morrowii* tres nuevas algas marinas alóctonas para Galicia. 57. 2011. 18th Symposium on Cryptogamic Botany. 2011. Ref Type: Conference Proceeding
20. Besteiro, C., Urgorri, V., Moreira, J., and Díaz Agras, G. Estudio preliminar de las especies invasoras asentadas en la Ría de Ferrol (NW Península Ibérica). 2009. Zaragoza, 24 al 27 de noviembre 2009. 3er Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras. Ref Type: Conference Proceeding
21. Borja A (1987) Catálogo de moluscos marinos de la Costa Vasca. *Iberus* 7:211-223
22. Borja A, Franco J, Belzunce MJ, Valencia V (2000) La red de vigilancia y control de la calidad de las aguas litorales del País Vasco: Años 1998-1999. Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco,
23. Bravo I, Reguera B, Martínez A, Fraga S (1990) First report of *Gymnodinium catenatum* Graham on the Spanish Mediterranean coast. In: Granéli E, Sundtröm B, Edler L, Anderson DM (eds) *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier, New York, p 449-452
24. Cabal J, Pis-Millán JA, Arronte JC (2006) A new record of *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Cantabrian Sea, Bay of Biscay, Spain. *Aquatic Invasions* 1:186-187
25. Cacabelos E, Olabarria C, Incera M, Troncoso JS (2010) Do grazers prefer invasive seaweeds? *Aquatic Invasions* 393:182-187
26. Campos, M. J., Fraga, S., Mariño, J., and Sánchez, F. J. Red tide monitoring programme in NW Spain. International Council of Exploration of the Sea council meeting 1982/L:27 . 1982. Ref Type: Report
27. Casares, C. Estudio de la flora bentónica marina de la costa de Gipuzkoa. 444 pp.. 1987. Universidad de Barcelona. Ref Type: Thesis/Dissertation
28. Casares C, Gómez A, Rivera MA, Seoane-Camba J (1987) *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, nueva cita para la Península Ibérica. *Collectanea Botanica* 17:151



29. Ceberio A, Martínez J, Aguirrezabalaga F (1998) Presencia de *Desdemonia ornata* Banse, 1957 (Polychaeta, Sabellidae) en las costas de la Península Ibérica, Golfo de Vizcaya. *Munibe* 50:37-41
30. 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
31. Collin R, Farrell P, Cragg S (2009) Confirmation of the identification and establishment of the South American slipper limpet *Crepidatella dilatata* (Lamarck, 1822) (Caenogastropoda: Calyptraeidae) in northern Spain. *Aquatic Invasions* 4:377-380
32. Cremades J, Freire O, Peteiro C (2006) Biología, distribución e integración del alga alóctona *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) en las comunidades bentónicas de las costas de Galicia (NW de la Península Ibérica). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 63:169-187
33. Davis MH, Davis ME (2004) New records of *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) in Europe. *Newsletter of the Porcupine Marine Natural History Society* 14:24-28
34. Davis MH, Lützen J, Davis ME (2007) The spread of *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) in European water. *Aquatic Invasions* 2:378-390
35. Davis MH, Davis ME (2007) The distribution of *Styela clava* (Tunicata, Ascidiacea) in European waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342:184
36. El Haddad, M., Assadi, C., Tasso, V., Villarroja, I., Gallardo, F. J., Capaccioni Azzati, R., García Carrascosa, M., Sáez, J., and Monforte, F. Catálogo preliminar de especies no indígenas de la biota marina del Puerto de Valencia (Mediterráneo Occidental) y su potencial invasivo. GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas. Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. 3, 202-224. 2007. GEIB, Serie Técnica. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006".  
Ref Type: Conference Proceeding
37. Estrada M, Sánchez FJ, Fraga S (1984) *Gymnodinium catenatum* Graham en las rías gallegas (NO de España). *Investigación pesquera* 48:31-40
38. Fauvel P (1927) Polychètes sédentaires. *Faune de France* 16. Paris, Paul Lechevalier, p 494 pp.
39. Fernandez C (1999) Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain: IV. Sequence of colonization on a shore. *Botanica Marina* 42:562



40. Fernández C, Gutiérrez LM, Rico JM (1990) Ecology of *Sargassum muticum* on the North Coast of Spain. Preliminary observations. *Botanica Marina* 42:553-562
41. Fischer E, Piette E (1955) Répartition, le long des côtes septentrionales de l'Espagne des principales especes peuplant les rochers intercotl, daux. *Ann.Inst.Océanogr.* 31:37-124
42. Freire O, Peteiro C, Cremades J (2006) La integración del alga alóctona *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) en la flora de las costas atlánticas peninsulares. *Algas* 35.Sociedad Española de Ficología25-32
43. Garci ME, Trigo JE, Pascual S, González A, Rocha F, Guerra A (2007) *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia): first report of an introduced species in Galician Waters. *Aquaculture International* 15:19-24
44. Gestal JJ, Hernández JM, Bao O, Martínez-Risco L (1978) Brote de mitilotoxismo en la provincia de La Coruña. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 4:3-29
45. Gorostiaga JM (1988) Sobre la expansión de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la costa Atlántica Europea. *Lurralde* 11:437-443
46. Gorostiaga JM, Santolaria A (1992) On the presence of *Schimmelmannia schousboei* J.Agardh (Gloiosiphoniaceae, Rhodophyta) in European coastal waters. *British Phycological Journal* 27:90
47. Gorostiaga JM, Santolaria A, Secilla A, Casares C, Díez I (2004) Check-list of the basque coast benthic algae (north of Spain). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61:155-180
48. Hacoheñ Domené A (2008) Estudio bio-sistemático de la generación gametofítica del género *Asparagopsis* Montagne (Bonnemaisoniales, Rhodophyta) en la Península Ibérica y las Islas Baleares. *Algas* 40.Sociedad Española de Ficología12-13
49. Hernández Otero J, Jimenez Millan J (1972) Distribución de los moluscos: gasterópodos y pelecipodos, marinos, de las costas de Galicia. *Cuadernos de Biodiversidad* 1:79-93
50. Hidalgo JG (1917) Fauna malacológica de España, Portugal y las Baleares. Moluscos testáceos marinos. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales* 30:1-752
51. Hoeck C, Donze M (1966) The algal vegetation of the rocky côte basque (SW France). *Bulletin de Centre d'Étudies et de Recherches Scientifiques.Biarritz* 6:289-319
52. Horro J, Rolán E (2007) *Fusinus rostratus*, nueva especie introducida en Galicia. *Noticiario SEM* 48:36-37



53. Ibáñez M, Salo T (1975) Primera cita de *Holothuria helleri* Mar. En el Cantábrico. *Munibe* 27:183-184
54. Ibáñez M (1978) Características biogeográficas del litoral de la costa vasca. *Lurralde* 1:121-127
55. Ibáñez M, Angulo R, Iribar X (1980) Biogeografía de la costa vasca.
56. Ibáñez M (1980) *Sphaeronassa mutabilis* L. (Neogastropoda) nueva cita para la costa vasca. *Lurralde* 3:123
57. Incera M, Olabarria C, Troncoso JS, López J (2009) Response of the invader *Sargassum muticum* to variability in nutrient supply. *Mar Ecol Prog Ser* 377:91-101
58. Lluch JR, Garreta AG, Barceló MC, Ribera MA (1994) Mapas de distribución de algas marinas de la Península Ibérica e Islas Baleares. VII. *Cystoseira* C. *Agardh* (grupo *C. boccata*) y *Sargassum* C. *Agardh* (*S. muticum* y *S. vulgare*). *Botanica Complutensis* 19:131-138
59. López-Cotelo I, Viéitez JM, Díaz-Pineda F (1982) Tipos de comunidades bentónicas de la Playa del Puntal (Bahía de Santander). *Cahiers de Biologie Marine* 23:53-69
60. López Rodríguez MC, Cremades J, Bárbara I (1991) Fragmentata Chorologica Occidentalis, Algae. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 49:97-100
61. Martínez, J., Adarraga, I., López, E., and Sorbe, C. Cuatro nuevas citas de anélidos y crustáceos para las costas atlánticas europeas. 115-116. 2002. Gibraltar-La Línea de la Concepción, 22-25 Octubre de 2002. Resúmenes del XII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. Ref Type: Conference Proceeding
62. Martínez J, Adarraga I (2003) Estructura y evolución temporal de los sedimentos y de las comunidades bentónicas afectadas por los vertidos de un colector de aguas residuales en San Sebastián (Guipúzcoa) (golfo de Vizcaya). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19:345-370
63. Martínez J, López E, Adarraga I (2004) Nuevos datos del género *Boccardia* (Polychaeta: Spionidae) para las aguas atlánticas europeas. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 22:53-64
64. Martínez, J. and Adarraga, I. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa Vasca. 1. Costa de Guipuzkoa. 269 pp. 2005. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. Sociedad Cultural de investigación submarina. Ref Type: Report



65. Martínez, J. and Adarraga, I. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca. 2. Costa de Vizcaya. 267 pp. 2006. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. Sociedad cultural de investigación submarina. Ref Type: Report
66. Martínez, J. and Adarraga, I. Especies exóticas marinas en la costa de Guipuzkoa: caracterización e implicación en los ecosistemas nativos. 159. 2006. Barcelona, 12-15 de Septiembre 2006. XIV SIEBM Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Ref Type: Conference Proceeding
67. Miranda F (1944) Enumeración de las algas marinas del N. y NO. de España (Conclusión). Ciencia (México) 4:219-224
68. Mosquera ER (1984) Molluscos de la Ría de Vigo. Gastropods. Velograf, Santiago de Compostela
69. Nieto Vázquez, M. Aplicación de técnicas de ecología molecular al estudio de macroalgas marinas exóticas en Galicia. 2001. Facultad de Ciencias. Universidad de Coruña. Ref Type: Thesis/Dissertation
70. Olabarria, C., Quintas, P., and Troncoso, J. S. Documentig invasion of *Sargassum muticum* (Yedno.). 165-166. 2006. Barcelona, 12-15 de Septiembre 2006. XIV SIEBM Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Ref Type: Conference Proceeding
71. Olabarria C, Rodil IF, Incera M, Troncoso JS (2009) Limited impact of *Sargassum muticum* on native algal assemblages from rocky intertidal shores. Marine Environmental Research 67:153-158
72. Ortea J, Vizcaíno A (1981) Primera cita de *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata: Ascidiacea) para el litoral ibérico. Boletín de Ciencias de la Naturaleza IDEA 27:159-162
73. Peña V, Bárbara I (2006) Revision of the genus *Dasya* (Ceramiales, Rhodophyta) in Galicia (NW Spain) and the addition of a new alien species *Dasya sessilis* Yamada for the European Atlantic coasts. Anales del Jardín Botánico de Madrid 63:13-26
74. Peteiro C (2008) A new record of the introduced seaweed *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyceae) from the Cantabrian Sea (northern Spain) with comments on its establishment. Aquatic Invasions 3:413-415



75. Pérez-Cirera JL, Cremades J, Bárbara I (1989) Precisiones sistemáticas y sinecológicas sobre algunas algas nuevas para Galicia o para las costas atlánticas de la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46:35-45
76. Pérez-Quintero JC (2008) Revision of the distribution of *Corbicula fluminea* (Müller 1744) in the Iberian Peninsula. *Aquatic Invasions* 3:355-358
77. Pérez-Ruzafa I, Menéndez JL, Salinas JM (2002) Mapas de distribución de algas marinas de la Península Ibérica e Islas Baleares. XV. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Laminariales, Fucophyceae). *Botanica Complutensis* 26:147-151
78. Quintas P, Rolán E, Troncoso JS (2005) Sobre la presencia de un ejemplar vivo de *Hexaplex trunculus* en la Ensenada de O Grove (Ría de Arousa, Galicia). *Noticiario SEM* 43:77-78
79. Rallo, A. M. Aportaciones al conocimiento de la fauna bentónica litoral Vizcaína. 5, 51-60. 1981. Oviedo. Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. 1981.  
Ref Type: Conference Proceeding
80. Riera, V., Bigas, M., Santmartí, M., and Durfort, M. Prevalencia del protozoo parásito *Marteilia refringens* en las poblaciones de ostra plana (*Ostrea edulis* L.) del Maresme (NE Barcelona). 242-247. 1995. Publicaciones de la Universidad de Barcelona. Barcelona.Spain. Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura, Mayo 10-13, 1995. Sant Carles de la Ràpita, Tarragona, Spain. Castelló i Orvay, F. and Calderer i Rey, A. 1995.  
Ref Type: Conference Proceeding
81. Rius, M. Biología i genètica de poblacions de l'ascidi invasor *Microcosmus squamiger*. 192 pp. 2008.  
Ref Type: Thesis/Dissertation
82. Rolán E (1983) Moluscos de la Ría de Vigo. I Gasterópodos. Collego Universidade de Vigo, Vellograf S.A., Santiago de Compostela
83. Rolán E, Trigo JE, Otero-Schmitt J, Rolán-Álvarez E (1985) Especies implantadas lejos de su área de distribución natural. *Thalassas* 3:29-36
84. Rolán E (1992) Dos especies más de moluscos mediterráneos introducidas en la bahía de O Grove. *Thalassas* 10:135
85. Rolán E, López D, Gutiérrez G (1996) Nuevas citas de moluscos de Galicia. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 26:30-32
86. Rolán E, Otero-Schmitt J (1996) Guía dos moluscos de Galicia. Editorial Galaxia, Vigo



87. Rolán E, Gutiérrez G, López D (1999) Algunas correcciones taxonómicas y nuevas citas de moluscos para Galicia. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 31:48-52
88. Rolán E, García ME (2000) Nuevas citas de moluscos para la fauna gallega: *Gibbula adriatica* (Philippi, 1844) y *Pholadidea loscombiana* (Turton, 1819). *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 31:48-52
89. Rolán E, Trigo JE (2003) Nuevas citas de moluscos para Galicia, con comentarios sobre otras especies. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 39:58-63
90. Rolán E (2004) Sobre una peculiar población de *Potamopyrgus antipodarum* en el tramo final del río Miño. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 42:50-53
91. Rolán E, Horro J (2005) *Crepidatella dilatata* (Gastropoda, Calyptraeidae) nueva especie introducida en aguas gallegas. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 44:60-63
92. Rolán E, Horro J, Quintela M (2005) *Cyclope neritea* (Gastropoda, Calyptraeidae) nueva especie introducida en aguas gallegas. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 44:57-59
93. Rolán E, Trigo JE (2006) Sobre algunos cambios observados en la fauna malacológica de las costas gallegas. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 45:38-43
94. Rolán E, Bañón R (2007) Primer hallazgo de la especie invasora *Rapana venosa* y nueva información sobre *Hexaplex trunculus* (Gastropoda, Muricidae) en Galicia. *Noticiario de la Sociedad Española de Malacología* 47:57-59
95. Rossi F, Olabarria C, Incera M, Garrido J (2010) The trophic significance of the invasive seaweed *Sargassum muticum* in sandy beaches. *Journal of Sea Research* 63:52-61
96. Salinas JM, Gancedo R, Crespo M (1988) Aparición de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la costa noroeste de España. *Informes Técnicos. Instituto Español de Oceanografía* 69:1-22
97. Salinas JM, Llera EM, Fuentes C (1996) Nota sobre la presencia de *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Laminariales, Phaeophyta) en Asturias (Mar Cantábrico). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 12:77-79
98. Santiago Camaño, J., Durán Neira, C., and Acuña Castroviejo, R. Aparición de *Undaria pinnatifida* en las costas de Galicia (España). Un nuevo caso en la problemática de introducción de especies foráneas. 1990. Santiago de Compostela, Centro de Investigaciones Submarinas (CIS). *Informes Técnicos No.3*.  
Ref Type: Report



99. Santmartí, M. M., García Valero, J., Montes, J., Pech, A., and Durfort, M. Seguimiento del protozoo *Perkinsus sp.*, en las poblaciones de *Tapes decussatus* y *Tapes semidecussatus* del Delta del Ebro. Castelló, F. and Calderer, A. 260-265. 1995. Sant Carles de la Ràpita, Tarragona, España, Publicaciones de la Universidad de Barcelona, España. Actas del V Congreso Nacional de Acuicultura, 10-13 mayo, 1995. Ref Type: Conference Proceeding
100. Sarasua A, Uriarte A, Ibáñez M (1985) Aportación al estudio de la estructura del macrofitobentos en la rasa mareal de Zumaia (Guipúzcoa). Lurralde 8:81-96
101. Sánchez I, Fernandez C (2005) Impact of the invasive seaweed *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on an intertidal macroalgal assemblages. Journal of Phycology 41:923-930
102. Sánchez I, Fernandez C, Arrontes J (2005) Long-term changes in the structure of intertidal assemblages after invasion by *Sargassum muticum* (Phaeophyta). Journal of Phycology 41:942-949
103. Sánchez Í, Fernández C (2006) Resource availability and invasibility in an intertidal macroalgal assemblage. Mar Ecol Prog Ser 313:85-94
104. Secilla A, Gorostiaga JM, Díez I, Santolaria A (1997) *Antithamnion amphigeneum* (Ceramiales, Rhodophyta) from the European Atlantic Coasts. Botanica Marina 40:329-332
105. Secilla A, Díez I, Santolaria A, Gorostiaga JM (2007) *Antithamnion nipponicum* (Ceramiales, Rhodophyta) nueva cita para la Península Ibérica. Algas 38.Sociedad Española de Ficología22-23
106. Seoane-Camba J (1965) Estudios sobre las algas bentónicas en la costa sur de la Península Ibérica (litoral de Cádiz). Investigación pesquera 29:3-216
107. Soto, S., Varela, M., Ramos-Esplá, A. A., and Ramil, F. Sobre la presencia de *Corella eumyota* Traustedt, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) en la costa de Galicia (NW de España). 188. 2006. XIV SIEBM- Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. 2006. Ref Type: Conference Proceeding
108. 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
109. Urgorri, V., Besteiro, C., Moreira, J., and Díaz Agras, G. *Chaetopleura angulata* (Mollusca, Polyplacophora), una vieja invasora americana en la Ría de Ferrol (NW Península Ibérica). 2009. Actas del 3er Congreso Nacional sobre Especies Exóticas





Invasoras, del 24 al 27 de noviembre de 2009, Zaragoza.  
Ref Type: Conference Proceeding

110. Vázquez E, Urgorri V (1992) Ascidiáceos del <fouling> de la ensenada de A Graña, Ría de Ferrol (Galicia, España). Nova Acta Científica Compostelana Biología 3:161-167
111. Viejo RM, Arrontes J, Andrew NL (1995) An experimental evaluation of the effect of wave action on the distribution of *Sargassum muticum* in Northern Spain. Botanica Marina 38:437-442
112. Viejo RM (1999) Mobile epifauna inhabiting the invasive *Sargassum muticum* and two local seaweeds in northern Spain. Aquatic Botany 64:131-149
113. Wyatt T (1992) *Gymnodinium catenatum* in Europe. Harmful Algae News 2:4-5
114. Zorita, I., Solaun, O., Galparsoro, I., and Borja, A. Especies exóticas en el medio marino del País Vasco, en relación con el cambio global. Informe para dirección de biodiversidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente. 60 pp. 2009. Gobierno Vasco.  
Ref Type: Report

## **2.2. 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.

### ***2.3. Evaluación integrada a nivel de criterio y descriptor. Conclusiones***

Al no existir un sistema de seguimiento regular, continuo en el tiempo y que cubra toda la demarcación, no es posible determinar tendencias fiables ni en la tasa de introducción de invasoras ni de su expansión geográfica. Sin embargo, la integración de la información recogida en la bibliografía disponible sugiere una clara 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, se pasó a casi 40 en 20 años. Teniendo en cuenta que sobre más de la mitad de especies no se dispone de información sobre su fecha de introducción, la tasa total podría estimarse alrededor de unas 3 especies por año. Incluso así ese número se encuentra seguramente subvalorado debido a sesgos de muestro. Considerando estrictamente especies alóctonas, en el total del período de 38 años considerado, el nº medio de introducciones sería de unas 6 especies por año.

Eso representa un cuadro preocupante, si bien la situación no parece tan grave si se considera que menos de un 15% son especies con carácter invasor, y aún menos aquellas que parecen haber demostrado ese carácter invasor en el conjunto de la demarcación, con lo que en esta demarcación se cumpliría en líneas generales la regla de 1 invasora por cada 10 nuevas introducciones. En realidad, en sólo 4 de estas especies, todas ellas



constructoras de hábitats: las algas pardas *Sargassum muticum* y *Undaria pinnatifida*, el bivalvo *Crassostrea gigas* y el poliqueto *Ficopomatus enigmaticus* se ha demostrado algún tipo de impacto en la demarcación. Las dos algas se han distribuido ampliamente, sobre todo en la zona occidental de la demarcación; pero posiblemente gracias a vectores antrópicos, porque su capacidad de dispersión natural no es alta. Ambas son algas con potencial uso comercial, lo cual puede favorecer la implementación de medidas de control que limiten su impacto. En todo caso no son especies especialmente agresivas que desplacen con facilidad la flora nativa, sino que más bien han ocupado en muchos casos sustratos duros sin importante cobertura algal previa, de forma que incluso pueden tener un efecto positivo en cuanto a biodiversidad, al configurar un nuevo hábitat con mayor estructuración espacial. *Crassostrea gigas* es también una especie explotable, bioconstructora, introducida probablemente ya hace siglos en Europa, aunque su expansión ha sido especialmente intensa desde los años 60 del S.XX. Aunque puede desplazar a especies nativas no parece que suponga una seria amenaza para la pervivencia de los ecosistemas en los que puede expandirse. El poliqueto *Ficopomatus enigmaticus*, también bioconstructor, puede causar problemas en zonas portuaria para usos humanos, pero tampoco parece que pueda suponer un peligro en términos de pérdidas de biodiversidad, sino más bien al contrario, al formar estructuras que pueden servir de refugio a una variada fauna. En resumen, 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, si pueden darse impactos negativos importantes a escala local, y el alto número de especies alóctonas detectadas, y sobre todo las decenas de ellas con potencial invasor, aconsejan poner en marcha cuanto antes sistemas de seguimiento de las mismas y sobre todo 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.