

EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO SUBREGIÓN MACARONÉSICA



Tercer ciclo de estrategias marinas

DESCRIPTOR 2

Especies alóctonas invasoras



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fondos Europeos

ESTRATEGIAS
MARINAS
Protegiendo el mar para todos



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Edita: © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid 2024.

NIPO: 665-25-050-2

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: <https://cpage.mpr.gob.es>

MITECO: www.miteco.es



Autores del documento

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Aina Carbonell Quetglas
- Maite Vázquez Luis
- Lydia Png González
- Robert Comas González
- José Manuel Cañizares González

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

- Itziar Martín Partida
- Marta Martínez-Gil Pardo de Vera
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Alberto Serrano López (Coordinación)
- Paula Valcarce Arenas (Coordinación)
- Mercedes Rodríguez Sánchez (Coordinación)
- Paloma Carrillo de Albornoz (Coordinación)

CARTOGRAFIA Y BASES DE DATOS ESPACIALES (IEO-CSIC)

- M^a Olvido Tello Antón
- Luis Miguel Agudo Bravo
- Gerardo Bruque Carmona
- Paula Gil Cuenca



ÍNDICE

Autores del documento.....	3
1. Introducción.....	6
2. Definición del buen estado ambiental (BEA).....	9
3. Evaluación general D2 – especies alóctonas invasoras.....	11
4. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C1: especies alóctonas de nueva introducción.....	15
5. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C2: distribución espacial de las especies alóctonas establecidas	25
6. Efectos de cambio climático sobre el descriptor 2–especies alóctonas invasoras.....	44
7. Referencias	46



INTRODUCCIÓN



1. Introducción

El descriptor 2 (D2) de la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina, DMEM) aborda las especies alóctonas, las cuales deben encontrarse presentes en niveles que no afecten de forma adversa a los ecosistemas, tal como se establece en la Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, por la que se establecen los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas, así como especificaciones y métodos normalizados de seguimiento y evaluación, y por la que se deroga la Decisión 2010/477/UE. Según esta norma comunitaria, los Estados miembros deberán evaluar el ritmo de nuevas introducciones de especies alóctonas establecidas o invasoras, la abundancia y la distribución espacial de las especies alóctonas establecidas, y los impactos que éstas ocasionan en las especies autóctonas y los hábitats.

La interpretación del descriptor, los conceptos que abarca y los criterios para la definición de los elementos en los que se basa la evaluación (las especies alóctonas invasoras) se han ido trabajando en los diversos grupos de trabajo comunitarios en el contexto de la aplicación de la DMEM y la Decisión (UE) 2017/848, bajo la coordinación del Joint Research Centre (JRC), así como en los convenios internacionales de OSPAR, para el Atlántico nororiental, y del Convenio de Barcelona, para el Mediterráneo. Todos los grupos de trabajo confluyen en una serie de principios básicos relacionados con el D2:

- Las especies alóctonas invasoras son definidas como especies, subespecies o taxones inferiores introducidos fuera de su rango natural, distribuidas más allá de los límites naturales de su potencial de dispersión.
- Su presencia fuera de su rango natural se debe a una introducción intencionada o inintencionada debida a la actividad humana.
- Las especies invasoras son un subconjunto de especies alóctonas que se han establecido, se han propagado, se están propagando, o han demostrado en otros lugares un potencial de propagación y tienen un efecto adverso sobre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, la economía o la salud humana en las regiones invadidas.
- La capacidad de una especie introducida para propagarse es un componente clave en su consideración como especie invasora.

La nomenclatura de referencia que se utiliza en la presente evaluación para la clasificación de los estatus de las especies no autóctonas, en relación a su rango de distribución nativa, es la adoptada en el marco del Convenio de Barcelona (UNEP/MAP, 2022):

- **Alóctona:** especies con clara evidencia de su origen no nativo y un vector de introducción antropogénica, incluso si son nativas en una subregión vecina.
- **Criptogénica:** especies para las que no se dispone de evidencias demostrables de su carácter autóctono o alóctono, en una región en particular.
- **En expansión criptogénica:** especies con alguna evidencia de su estatus no autóctono, pero incierto debido a un modo de introducción poco claro desde el rango nativo (es decir, expansión del rango natural vs. expansión mediada por el hombre).
- **Debatible:** especies con estatus taxonómico no resuelto, por ejemplo, complejos de especies, especies nativas sospechosas no descritas, o especies donde las opiniones de los expertos taxonómicos difieren.

En cuanto a la clasificación según el éxito de establecimiento, se consideran las siguientes categorías (UNEP/MAP, 2022):

- **Establecida:** especies con al menos una población autosostenida que se sabe que ocurre actualmente en la naturaleza. Incluye especies establecidas localmente.



- **Invasora:** especies establecidas, con evidencia de grandes poblaciones, rápida propagación y potenciales impactos documentados sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- **Casual:** especies de las que solo se ha registrado un único ejemplar o unos pocos ejemplares, sin evidencia de reproducción o propagación.
- **Cuestionable:** registros de especies con información insuficiente o con identificación incierta, cuya presencia en el país necesita ser confirmada (mediante el reexamen del material si está disponible).
- **Desconocida:** especies con pocos registros, donde los retrasos en los informes pueden ocultar su verdadero estado de establecimiento, así como registros antiguos cuyo estado poblacional reciente no se informa.



DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL (BEA)



2. Definición del buen estado ambiental (BEA)

La definición del BEA del D2 se fundamenta sobre el enunciado recogido en la Decisión 2017/848: “las especies alóctonas introducidas por la actividad humana se encuentran presentes en niveles que no afectan de forma adversa a los ecosistemas”.

Para evaluar dicha afección, se considera, en primer lugar, el criterio primario definido en la Decisión (D2C1), el cual tiene en cuenta la aparición de especies alóctonas de nueva introducción. Para alcanzar el BEA según este criterio **“el número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, por período de evaluación (seis años), medido a partir del año de referencia y comunicado en la evaluación inicial (2006-2011) con arreglo al artículo 8, apartado 1, de la Directiva 2008/56/CE, se minimiza, y en la medida de lo posible, se reduce a cero”**. El valor umbral para determinar el BEA se establece con base en la metodología de análisis de puntos de ruptura de series de tiempo de datos, aplicada a la lista base de especies alóctonas introducidas por vectores manejables (ver apartado **Metodología principal: análisis de puntos de ruptura**). A partir de la selección de un periodo suficientemente largo dentro de la serie se obtiene una tasa de introducción de referencia (Tsiamis, 2021, 2022 y 2023) y aplicando a dicha tasa un porcentaje de reducción se establece el valor umbral.

La evaluación de los llamados criterios secundarios se basa en parámetros adicionales, tales como la abundancia y distribución de las especies establecidas (D2C2), y el conocimiento de los impactos de especies invasoras en especies y hábitats (D2C3).

Según la Decisión (UE) 2017/848, el criterio **D2C2** se define como **“la abundancia y distribución espacial de las especies alóctonas establecidas, en particular las especies invasoras, que contribuyan de forma significativa a los efectos adversos sobre grupos de especies concretos o grandes tipos de hábitats”**. Tal como establece esta norma europea, el criterio D2C2 se expresará en términos de abundancia y/o distribución por especie evaluada y contribuirá a la evaluación del criterio D2C3 (efectos adversos de las especies alóctonas), por lo que no se requiere en este caso el establecimiento de un valor umbral con el que determinar si se cumple o no se cumple el BEA. Teniendo en cuenta que el criterio no se utiliza directamente para valorar la consecución del BEA, y el déficit de información existente sobre la abundancia y distribución de las especies establecidas, la evaluación de este criterio se basa en una valoración semicuantitativa de la ocurrencia y distribución por especie establecida, en función de los periodos previos (hasta 2015) y el periodo evaluado (2016-2021).

Por último, el criterio **D2C3** se define como **“la proporción del grupo de especies o la extensión espacial de cada tipo general de hábitat alterado adversamente debido a especies alóctonas, en particular especies alóctonas invasoras”**, por lo que, idealmente, este criterio debería contribuir a la evaluación del descriptor de biodiversidad (D1) y al descriptor de integridad del suelo marino (D6). No obstante, no se han podido establecer valores umbral que definan el BEA para la alteración adversa de grupos de especies (D1) y tipos generales de hábitats (D6) debida a especies alóctonas, tal como se establece en la Decisión. En el caso de la subregión de la Macaronesia, no se ha abordado el D2C3, que en otras demarcaciones se ha basado en el análisis de la tendencia e impactos del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*, ya que no hay registros de su presencia en aguas canarias en el presente ciclo (2016-2021). No obstante, dada la importancia de la rápida expansión de esta especie y su capacidad invasiva, cabe destacar que a día de hoy su distribución se extiende ya por la mayor parte del archipiélago, con varios registros que han ido apareciendo en Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife desde el año 2022 (BDBC, 2023).



EVALUACIÓN GENERAL D2 – ESPECIES ALÓCTONAS INVASORAS





3. Evaluación general D2 – especies alóctonas invasoras

No se realiza una evaluación general del descriptor 2 para ninguna de las tres subregiones que se abordan, ya que, tal y como se recomienda en la mencionada guía del artículo 8 de la DMEM, en este descriptor no se realiza una integración entre criterios (Figura 1).

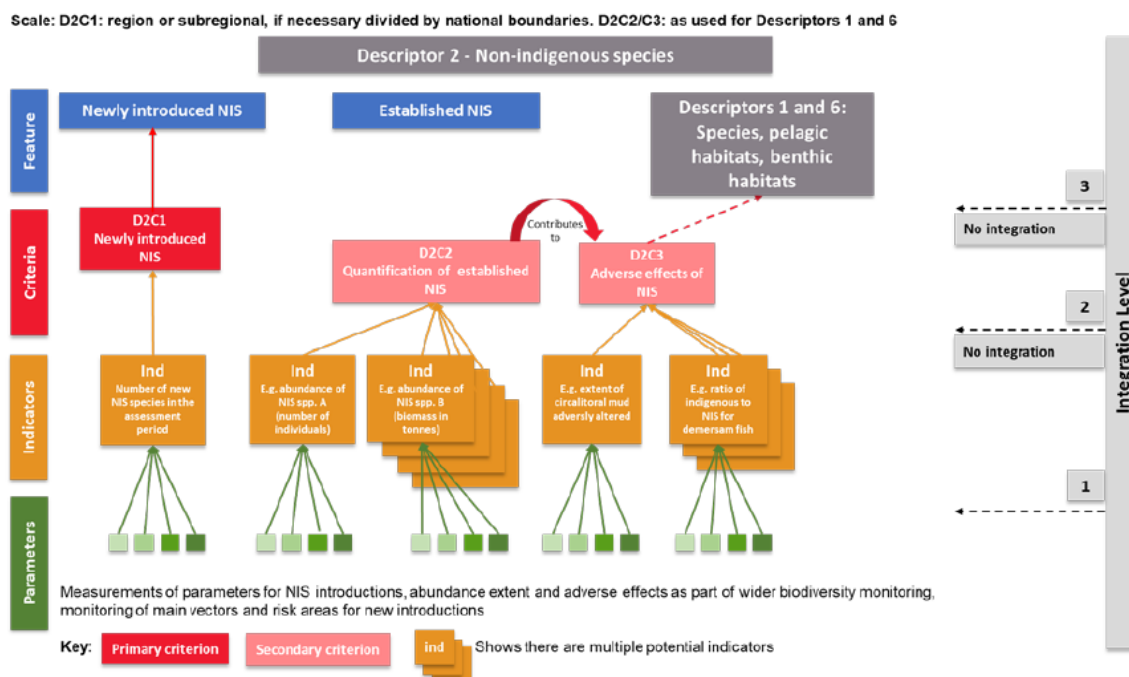


Figura 1. Esquema de integración del descriptor 2 según la Guía del artículo 8 de la DMEM, donde se observa que no se requiere la integración de criterios.

Por lo tanto, tanto en el caso de la subregión AMA, como para las otras dos subregiones, los criterios se evaluarán de manera independiente:

- **Criterio D2C1:** especies alóctonas de nueva introducción. Criterio primario que se utiliza directamente para la evaluación del BEA.
- **Criterio D2C2:** abundancia y distribución espacial de las especies alóctonas establecidas. Criterio secundario que contribuye a la evaluación del criterio D2C3 (no se evalúa el BEA).
- **Criterio D2C3:** proporción del grupo de especies o la extensión espacial de cada tipo general de hábitat alterado adversamente debido a especies alóctonas. Criterio secundario que contribuye a la evaluación de los descriptores 1 y 6 (no se evalúa el BEA).

Unidades marinas de reporte (MRUS) / área de evaluación

La guía del artículo 8 de la DMEM (Article 8 MSFD Assessment Guidance), en la que la Comisión Europea y los Estados miembros acordaron las recomendaciones para la evaluación del tercer ciclo de las estrategias marinas, aconseja a los Estados miembros que utilicen el área nacional de las subregiones marinas como unidades de evaluación y reporte (MRU) del descriptor 2.

En este sentido, la DMEM, en su artículo 4, establece regiones y subregiones marinas sobre la base de criterios geográficos y ambientales. Las subregiones que contienen aguas españolas son el golfo de Vizcaya y las costas ibéricas, la región biogeográfica macaronésica (ambas dentro de la región



del Atlántico Nororiental) y el Mediterráneo Occidental (dentro de la región del Mediterráneo). Las aguas de jurisdicción española dentro de cada una de estas subregiones son las que, atendiendo a las recomendaciones de la guía del artículo 8, constituirán las unidades de reporte y evaluación para el D2 en el tercer ciclo de las estrategias marinas.

Por lo tanto, el área de evaluación y la MRU que se utilizará en el presente informe será la porción española de la región biogeográfica macaronésica (denominada también AMA, por las siglas en inglés de Atlantic-Macaronesia), que comprende la totalidad de la demarcación marina canaria (DMCAN), sumando una extensión de 48.616.821,86 hectáreas (Figura 2).

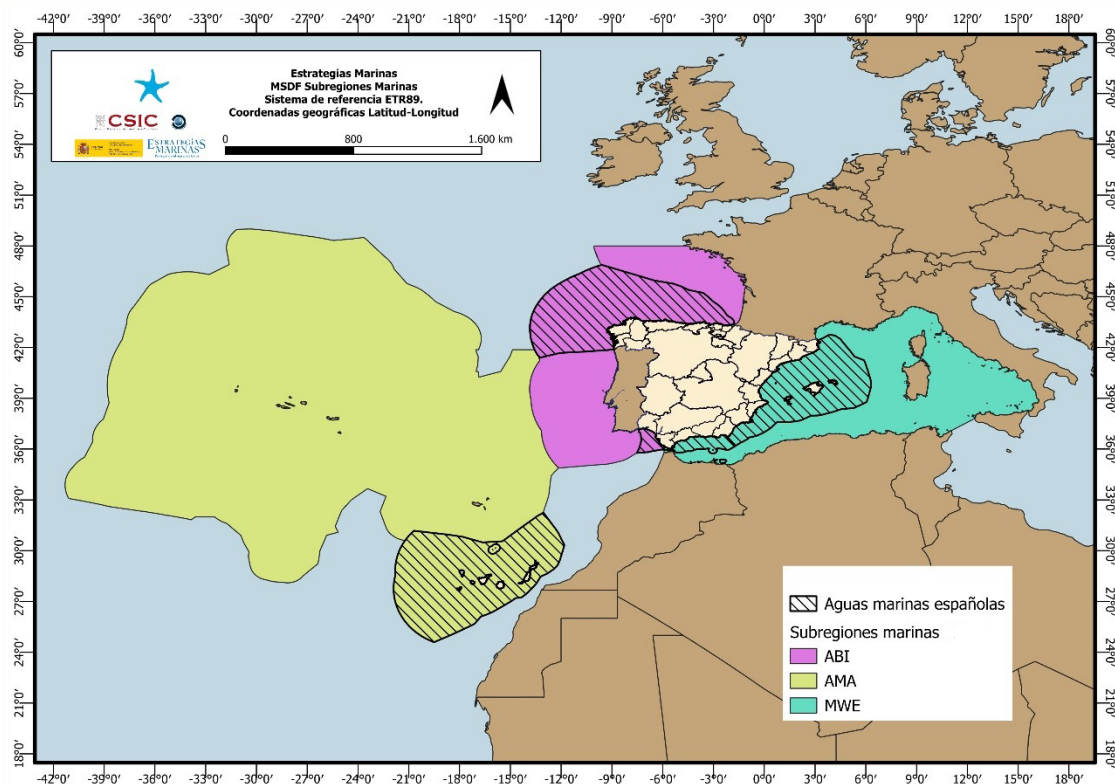


Figura 2. Mapa de las subregiones marinas a las que pertenecen las aguas españolas.

Fuentes de información

Las fuentes de información son los registros obtenidos regularmente de publicaciones, informes de campañas, datos de campañas de biodiversidad, literatura gris (informes técnicos, actas de congresos, tesis doctorales, etc.), plataformas internacionales on-line de biodiversidad y de especies exóticas, y visores on-line nacionales de biodiversidad de universidades y comunidades autónomas y de la ciencia ciudadana (Tabla 1).



Tabla 1. Fuentes de información utilizadas para la obtención de datos de EAI.

Tipo de fuente	Fuentes de información
Bibliografía	Publicaciones científicas
Ciencia ciudadana	Observadores del Mar, Biodibal, RedProMar, DiversiMar
Colaboración	Flujos de datos de CCAA, campañas oceanográficas del IEO de biodiversidad marina
Muestreos propios	Campañas oceanográficas en puertos, campañas rápidas de prospección en marinas recreativas, y buceo en zona infralitoral en espacios marinos protegidos y fuera de ellos.
Otros	Publicaciones en prensa, observaciones de expertos
Portales de datos	GBIF, EASIN, MAMIAS, AQUANIS, BDBCv

La información recopilada se integra en la Base de Datos EAI (BD-EAI), que alberga el nombre de las especies, el autor, el año de la cita, la referencia bibliográfica de la observación, la localización en el Sistema de Georreferencia WGS84 Grado decimal epsg: 4326 (tanto de su primera observación como de las observaciones posteriores) y, cuando están disponibles, los parámetros de abundancia, aunque se trate de datos no estandarizados. Además, se registra información del estatus de la especie, del éxito de establecimiento, del vector de introducción y su nivel de certidumbre, y de los impactos de la especie que estén documentados (Figura 3).

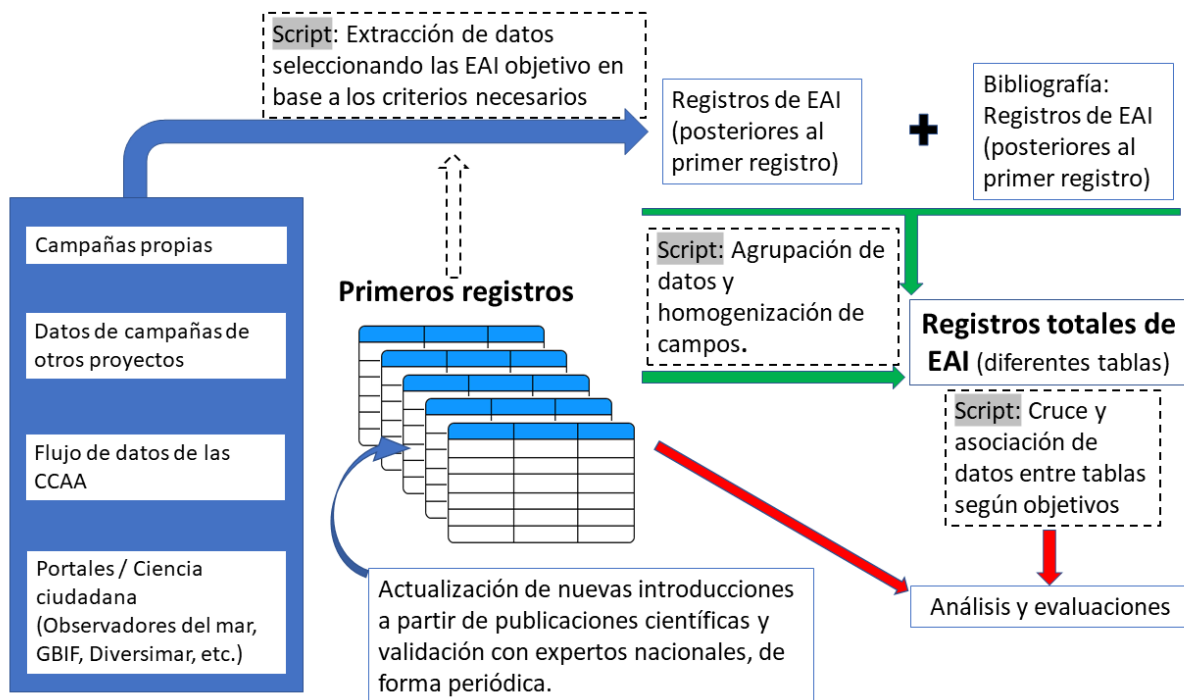


Figura 3. Diagrama del proceso de recopilación, tratamiento y uso de datos de EAI.

En la actualidad hay un total de 4.532 entradas en la BD-EAI para la subregión ABI, de registros de especies alóctonas introducidas por vector antrópico.



EVALUACIÓN A NIVEL DE SUBREGIÓN DEL CRITERIO D2C1: ESPECIES ALÓCTONAS DE NUEVA INTRODUCCIÓN



4. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C1: especies alóctonas de nueva introducción

Consecución del BEA

Tabla 2. Resultado de la evaluación del criterio D2C1 en la subregión macaronésica.

Valor umbral para la consecución del BEA: número de especies alóctonas de nueva introducción por ciclo de evaluación	5,43 especies
Número de especies alóctonas de nueva introducción detectadas en el período 2016-2021	23
Resultado de la evaluación	El BEA se alcanzará más allá de 2024
Periodo de evaluación	2016-2021

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

A lo largo del período de evaluación se han detectado un total de 23 nuevas especies alóctonas en las aguas españolas de la subregión macaronésica. El listado de estas especies, junto con el año de primera observación y la vía de introducción puede observarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Listado de especies alóctonas de nueva introducción detectadas en el período 2016-2021 en la subregión ABI.

Especie	Filo	Año de primera observación	Vía de introducción
<i>Botrylloides violaceus</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Branchiomma luctuosum</i>	Annelida	2017	Transporte- Polizón
<i>Cirrhitus atlanticus</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Clavelina oblonga</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Cronius ruber</i>	Arthropoda	2016	Transporte- Polizón
<i>Culicia tenella</i>	Cnidaria	2017	Transporte- Polizón
<i>Distaplia corolla</i>	Chordata	2017	Transporte- Polizón
<i>Epinephelus fasciatus</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Eudendrium carneum</i>	Cnidaria	2018	Transporte- Polizón
<i>Eudistoma angolanum</i>	Chordata	2016	Transporte- Polizón



Especie	Filo	Año de primera observación	Vía de introducción
<i>Herdmania pallida</i>	Chordata	2016	Transporte- Polizón
<i>Holacanthus africanus</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Lophocladia kuetzingii</i>	Rhodophyta	2018	Transporte- Polizón
<i>Lutjanus griseus</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Mycteroperca tigris</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Oculina patagonica</i>	Cnidaria	2016	Transporte- Polizón
<i>Paracerceis sculpta</i>	Arthropoda	2018	Transporte- Polizón
<i>Paraleucilla magna</i>	Porifera	2018	Transporte- Polizón
<i>Polyandrocarpa zorritensis</i>	Chordata	2016	Transporte- Polizón
<i>Pycnoclavella aurilucens</i>	Chordata	2018	Transporte- Polizón
<i>Rypticus saponaceus</i>	Chordata	2021	Transporte- Polizón
<i>Tigriobius zebrellus</i>	Chordata	2021	Transporte- Polizón
<i>Tubastraea tagusensis</i>	Cnidaria	2017	Transporte- Polizón
Nº total de especies detectadas en el área de evaluación	23		

El número de nuevas introducciones (23) excede el valor umbral para la consecución del BEA en el criterio D2C1, fijado en un total de 5,43 especies alóctonas de nueva introducción para el periodo de evaluación evaluado (2016-2021), por lo que no se alcanza el BEA para este criterio. La metodología que ha sido utilizada para establecer dicho valor umbral puede consultarse en el apartado “Metodología de evaluación e indicadores relacionados”.

Tendencia de los valores obtenidos

Con respecto al ciclo anterior, el parámetro del número de nuevas introducciones por seis años se considera en aumento, con una tendencia creciente de introducciones. El valor promedio de nuevas introducciones en ciclos de seis años del periodo de referencia, que comprende los años entre 1970-2015, fue de 11 especies, mientras que el valor del periodo de evaluación del primer ciclo de estrategias marinas (2006-2011) fue de 9 especies, ambas cifras significativamente inferiores al valor del periodo de la presente evaluación (2015-2021), con 23 especies.

Esto puede deberse a que el registro de especies detectadas en AMA en la base de datos de especies alóctonas (BD-EAI) se realizó de manera deficiente en anteriores periodos. Actualmente, la BD-EAI almacena un conjunto de datos actualizados y comprobados, que confirma un aumento progresivo de las introducciones.



Especies alóctonas de nueva introducción destacadas

Entre las especies de nueva introducción en la subregión AMA, durante el periodo evaluado, destaca la presencia de dos especies de coral del género *Tubastraea*, *T. coccinea* (Lesson, 1830) y *T. tagusensis* (Wells, 1982), consideradas potencialmente invasoras. Nativas de la región Indo-Pacífica, ambas especies fueron introducidas en los puertos capitalinos del archipiélago a través de bioincrustaciones (*fouling*) en el casco de las plataformas petrolíferas, confirmando posteriormente su expansión fuera del ámbito portuario (Brito et al., 2017a; Figura 4). Las especies del género *Tubastrea* han demostrado ser grandes competidores por el espacio, con alta tasa de reproducción sexual, dispersión de larvas y reclutamiento, así como en reproducción asexual mediante la fragmentación de pólipos (Creed et al., 2017). La competición por el espacio afecta directamente a la estructura de las comunidades bentónicas sésiles en sustratos duros (Guilhem et al., 2020), pudiendo impactar sobre las especies nativas y degradar los valores naturales del ecosistema (Miranda et al., 2018). Al tratarse de especies termófilas, el incremento en la temperatura del agua podría facilitar su colonización y expansión (Monterroso et al., 2019).

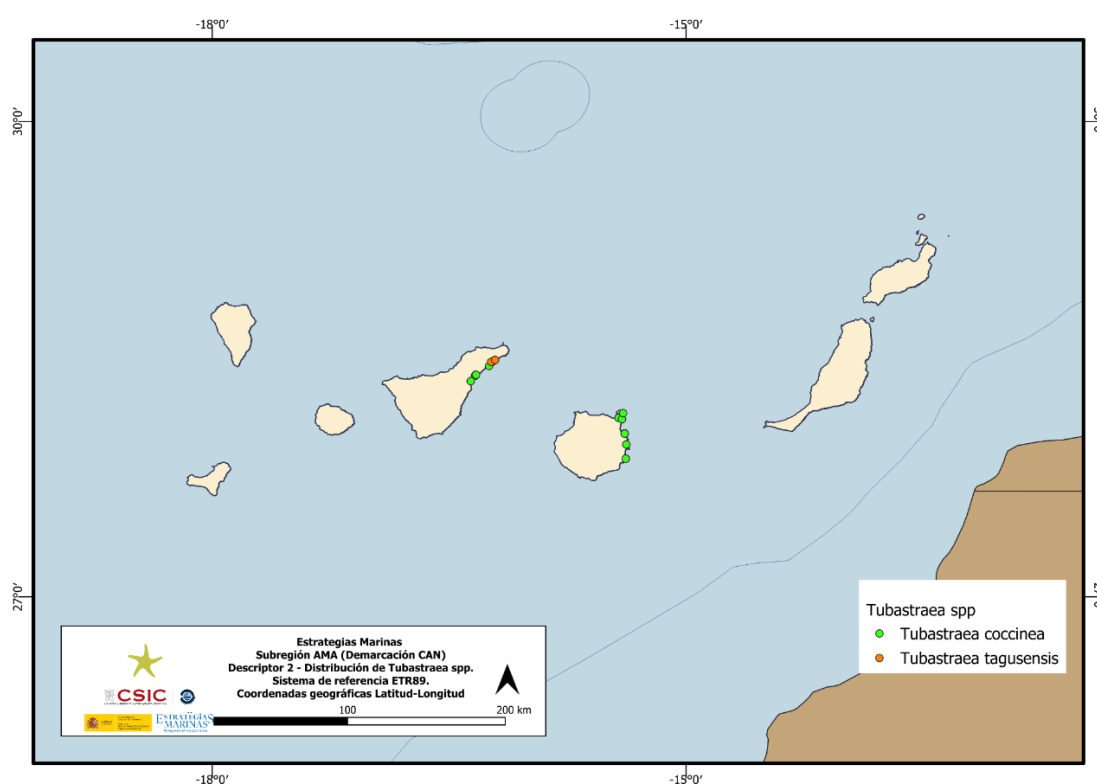


Figura 4. Distribución del coral *Tubastrea* spp. en la subregión española de la Macaronesia.

Otro caso destacable es la introducción de la esponja calcárea *Paraleucilla magna* Klautau, (Monteiro & Borojevic, 2004). Nativa del Indo-Pacífico, presenta un carácter altamente invasor en áreas introducidas del océano Atlántico y mar Mediterráneo (Guardiola et al., 2016). Dentro del archipiélago canario, la esponja ha sido detectada únicamente en la isla de Tenerife, concretamente en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, donde se registra la presencia de bastantes ejemplares en diferentes dársenas (Monterroso et al., 2019; Figura 5). Se trata de una especie oportunista que crece tanto en zonas expuestas a la luz y al oleaje como en ambientes tranquilos y con cierta turbidez; habitando en distintos sustratos (naturales y artificiales), bien como epífita o directamente sobre rocas. La reproducción y el reclutamiento de *P. magna* se mantiene durante casi todo el año, de modo que la esponja logra un alto grado de mantenimiento durante períodos relativamente largos (Longo et al., 2012). La amplia distribución de *P. magna* en áreas portuarias infiere que la vía de introducción más



probable en la demarcación sea el tráfico marítimo a través de las bioincrustaciones (*fouling*) en el casco de las embarcaciones (Bachetarzi et al., 2019). Estudios realizados en el mar Mediterráneo han demostrado que *P. magna* puede provocar un grave impacto en el cultivo de moluscos (Longo et al., 2007), así como activar las defensas antioxidantes de algunas especies nativas al competir por los recursos disponibles en los hábitats colonizados (Guzzetti et al., 2019). De forma complementaria, la esponja invasora posee metabolitos secundarios que la protegen frente a depredadores e inhiben el asentamiento de otros organismos sésiles, lo que podría generar un nuevo recurso económico como compuesto natural de pinturas antifouling (Longo et al., 2021).

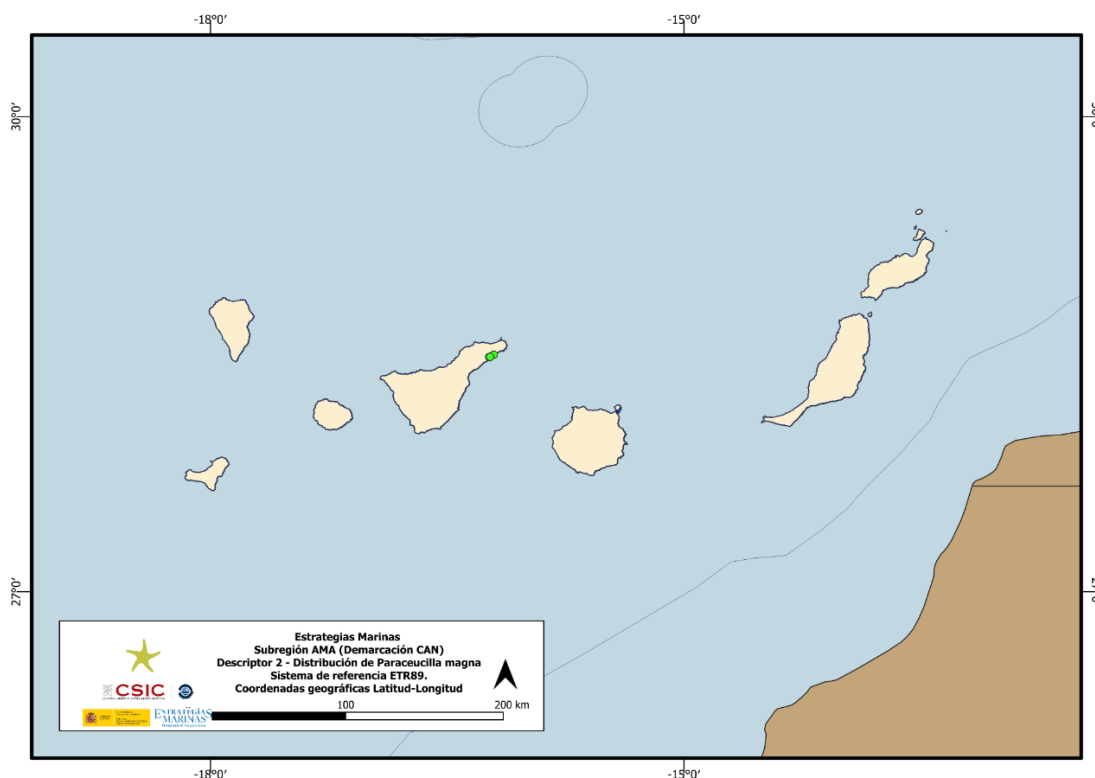


Figura 5. Distribución de la esponja *Paraleucilla magna* en la subregión española de la Macaronesia.

Metodología de evaluación e indicadores relacionados

La evaluación se ha basado en el indicador **EAI-Tasa (tasa de introducción de especies alóctonas por periodo definido)**, que se usa para evaluar el número de nuevas introducciones de especies alóctonas por vectores antrópicos y por periodo de evaluación. Este indicador de presión mide la tasa de nuevas citas y la presión de propágulos (número de especies).

Metodología principal: análisis de puntos de ruptura

Esta metodología evalúa la introducción primaria teniendo en cuenta las introducciones de especies a través de vectores de introducción antrópicos (Tabla 4), siguiendo las definiciones del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2014), revisada por Pergl et al. (2020). Estos vectores de introducción son llamados también vectores de introducción manejables (MSFD, 2024), por ser vías de introducción dependientes de la actividad humana, que pueden ser gestionadas, a diferencia de otras vías de entrada de determinadas especies, como las expansiones naturales.



Tabla 4. Vectores de introducción antrópicos (manejables) que se tienen en cuenta en la selección de especies de nueva introducción para la evaluación.

Vía	Descripción
Liberación en la naturaleza	Se refiere a la introducción intencional de organismos exóticos vivos, con fines de uso humano en el medio natural —incluyendo pesca deportiva y otras liberaciones intencionales—, y la liberación accidental o irresponsable de organismos vivos en confinamiento al entorno natural (es decir, especies de mascotas/acuarios/terrarios, incluido el alimento vivo para dichas especies).
Escape	Se refiere al escape accidental de organismos vivos de su confinamiento al medio natural (es decir, acuicultura/maricultura, jardines botánicos/zoológicos/acuarios —excluyendo acuarios domésticos—, alimento vivo y cebo vivo).
Transporte-Contaminante	Se refiere al movimiento involuntario de organismos vivos como contaminantes de un bien que se transfiere intencionalmente a través del comercio internacional (es decir, material de vivero, contaminantes en animales/plantas, especies transportadas por huésped/vector, parásitos en animales).
Transporte-Polizón	Se refiere al movimiento de organismos vivos adheridos al transporte de embarcaciones, equipos y medios asociados (es decir, equipos de pesca, polizones, aguas de lastre, incrustaciones en el casco, material de embalaje orgánico y otros medios de transporte).

El análisis realizado para identificar las tendencias en nuevas introducciones, considera el primer registro en la subregión a nivel nacional (Tabla 3). Se eliminan los registros duplicados de cualquier especie en las demarcaciones que componen la subregión, garantizando que los datos empleados corresponden al registro más antiguo en la subregión.

Para el cálculo del BEA se estableció la lista base, que correspondió a las introducciones registradas entre el año 1970 y 2015. Posteriormente, a partir de esta lista se obtiene un período de referencia para determinar un valor umbral de nuevas introducciones, con el que evaluar la tasa de introducciones en el periodo de evaluación 2016 – 2021.

Ambas series, tanto la lista de nuevas introducciones en el periodo 2016-2021, como la lista base 1970-2015, siguen los criterios de selección acordados por la DMEM de la UE (Tsiamis et al., 2021; MSFD, 2024):

- Especies alóctonas.
- Introducción primaria por vector antrópico conocido.
- Las especies introducidas por dispersión natural (introducción secundaria) se valorarán caso por caso.
- Se excluyen especies de fitoplancton y parásitos.

A partir de la lista base, se aplicó el método de análisis estructural de puntos de ruptura (Östman et al., 2020), con el fin de identificar periodos estables en dicha tasa de nuevas introducciones. El análisis se realizó tanto por años, como agrupado en periodos de seis años (ver Figura 6 en el apartado de valor umbral). Esta metodología permite reducir la distorsión por aumentos o disminuciones que no sean causadas por un cambio de tendencia real en la introducción de especies alóctonas, sino por factores ajenos como puede ser cambios en el esfuerzo de seguimiento o en la capacidad de detección o identificación de especies.



Con los resultados de dicho análisis, se seleccionó el último periodo estable en cuanto a número de introducciones como periodo de referencia. El periodo de referencia seleccionado es, por lo tanto, un periodo acotado dentro de la lista base (1970-2015), que presenta una tasa de introducciones estable.

Todos los cálculos se realizaron mediante el programa informático de libre disposición R, versión 4.3.1 (R Core Team, 2021), empleando el paquete estadístico “strucchange” (Zeileis et al., 2003) para el cálculo de los puntos de ruptura, y el paquete estadístico “changepoint” (Killick & Eckley, 2014) para el cálculo valores promedio y de sus intervalos de confianza. El nivel de significación de los periodos establecidos por los puntos de ruptura sirvió para probar si efectivamente la tasa de introducciones era diferente, al 95 % del intervalo de confianza (p -valor $\leq 0,05$), o si por el contrario los periodos detectados entre puntos de ruptura no eran significativos (hipótesis nula), y las diferencias en la tasa de introducciones no eran estadísticamente comprobables.

En lo que respecta a la aplicación de valores umbral para el criterio D2C1, en la presente evaluación se ha realizado un ejercicio exploratorio. Dada la imposibilidad de eliminar la totalidad de introducciones a través de vectores antrópicos y alcanzar el valor de cero introducciones a corto plazo, se aplica un valor umbral transitorio, como incentivo a alcanzar las buenas prácticas que eviten las introducciones de EAI. Para ello, se ha tomado como referencia el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal del Convenio sobre la Biodiversidad Biológica de las Naciones Unidas, que en su meta 6 apuesta por la reducción de “las tasas de introducción y establecimiento de otras especies exóticas invasoras conocidas o potenciales en al menos un 50 % para 2030”. Sobre esta base se adopta la siguiente definición del BEA: El número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, anualmente o por periodo de evaluación de seis años, medido a partir del periodo referencia se reduce en al menos un 50 %, en el periodo evaluado”.

Valor umbral para la consecución del BEA en la evaluación 2016 – 2021

En el presente ciclo, se establece por primera vez un valor umbral cuantitativo para la evaluación del indicador D2C1, siguiendo los acuerdos alcanzados por los distintos grupos de coordinación de la DMEM y que se plasmaron en la citada guía del artículo 8. Por lo tanto, se alcanzaría el BEA, cuando no más de un número determinado (valor umbral) de nuevas EAI, son introducidas en el área de evaluación, en un periodo de tiempo determinado, sobre una base anual o sexenal.

Para el análisis de la serie anual, el punto de ruptura muestra un cambio en la tendencia en 2008 (p -valor = $5,731e-06$) (Tabla 5, Figura 6), mientras que, agrupando los años en periodos de 6 años, no se encontró ningún cambio en la tendencia (p -valor = 0,339) (Tabla 5, Figura 6). Por lo tanto, para el análisis por años, el periodo de referencia se establece de 2008 a 2015, mientras que para el caso de la agrupación en 6 años, se establece toda la serie (1970-2015).

Las medias ajustadas de nuevas introducciones para cada periodo de referencia (1970-2015 o 2008-2015), fueron de 7 y 10,86 especies alóctonas introducidas en promedio en la serie anual y agrupada en periodos de 6 años respectivamente (Tabla 5).

Tras aplicar el mencionado porcentaje de reducción del 50 % con respecto al periodo de referencia, el **valor umbral de nuevas introducciones se sitúa en 3,5 EAI por año y 5,43 EAI por ciclo de seis años.**

El número de nuevas introducciones por vectores manejables, **en el periodo 2016-2021, fue de 23 especies** (Tabla 3), por lo que **se debe concluir que no se alcanza el BEA**, ya que supera el valor umbral de 5,43 EAI/ciclo de 6 años.



Tabla 5. Análisis estructural de puntos de ruptura: F_{sup} = estadístico F modificado que pone a prueba la hipótesis nula de ausencia de puntos de ruptura; * significancia de ($p < 0,05$); "ns" no significativo.

Agrupación	F_{sup}	Año de ruptura	Medias primer periodo	Media segundo periodo
1 año	28,053*	2008	1,3095	7,000
6 años	3,3337 ^{ns}	-	10,8571	-

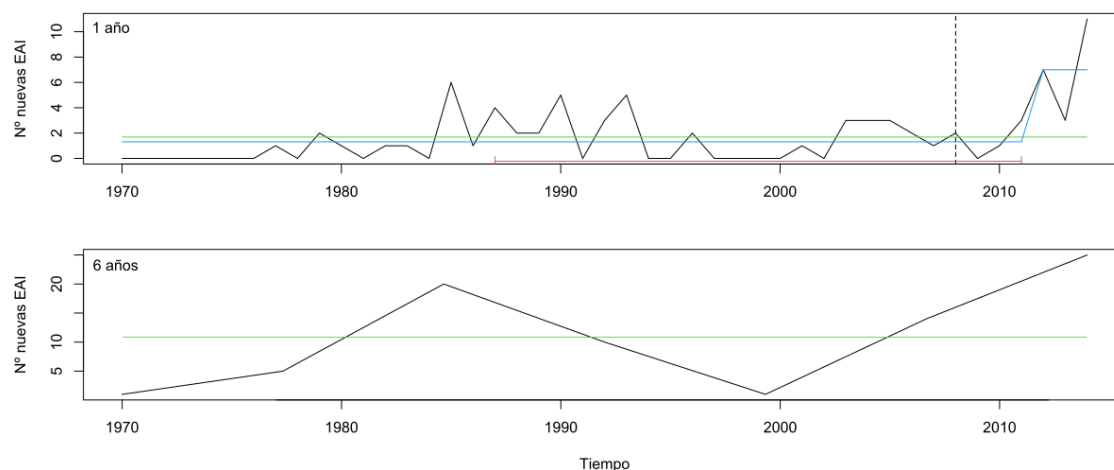


Figura 6. Serie de tiempo de nuevas introducciones de especies alóctonas entre los años 1970 y 2015, por año (imagen superior) y en ciclos de 6 años (imagen inferior), en la subregión AMA. La línea de puntos vertical representa el punto de ruptura, que establece un cambio en la tasa de nuevas introducciones. La línea azul muestra las medias ajustadas para los dos periodos diferenciados. La línea verde representa la media ajustada para el modelo de hipótesis nula en el que no existe un cambio en la tendencia de introducción de especies alóctonas.

Metodología secundaria: comparación con el primer ciclo

Según la Decisión (UE) 2017/848, la evaluación del D2C1 se debe realizar con base en el número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, por período de evaluación (seis años), medido a partir del año de referencia y comunicado en la evaluación inicial con arreglo al artículo 8, apartado 1, de la Directiva 2008/56/CE. Por otro lado, en la Guía del artículo 8 de la DMEM se propone un enfoque metodológico para el establecimiento del valor umbral del D2C1, consistente en aplicar un porcentaje de reducción de las nuevas introducciones ocurridas en periodos de evaluación previos (Tsiamis et al., 2021).

Por ello, como enfoque metodológico alternativo, se comparó la lista de nuevas especies introducidas en el periodo 2006-2011, con los datos del actual periodo de evaluación 2016-2021. Para realizar este análisis, se actualizó la lista base para los años 2006-2011 (Tabla 6) indicando las diferencias detectadas con la publicada por los Estados miembros de la UE hasta el año 2012 (Tsiamis et al., 2019).

El número de nuevas introducciones en AMA fue de 9 especies para el periodo 2006-2011, frente a 23 especies introducidas en el actual periodo de evaluación, por lo que se aprecia un incremento del 156 % de nuevas introducciones entre periodos. Sin embargo, esta metodología sólo puede ser tomada en cuenta a nivel descriptivo, no para sacar conclusiones de la tasa de introducción, ya que no se realiza un análisis para contextualizar los periodos de referencia.



Tabla 6. Lista actualizada de EAI introducidas en el periodo 2006-2011. El asterisco (*) indica las especies incluidas en la primera lista base consensuada con los Estados miembros europeos, publicada en Tsiamis et al. (2019).

Especie	Filo	Año de primera observación	Vía de introducción
<i>Caprella scaura</i>	Arthropoda	2009	Transporte- Polizón
<i>Cephalopholis taeniops</i>	Chordata	2009	Transporte- Polizón
<i>Dictyota cyanoloma</i>	Ochrophyta	2008	Transporte- Polizón
<i>Grateloupia imbricata</i>	Rhodophyta	2006	Transporte- Polizón
<i>Laurencia caduciramulosa</i> *	Rhodophyta	2006	Transporte- Polizón
<i>Mesochaetopterus rogeri</i>	Anelida	2007	Transporte- Polizón
<i>Pachymeniopsis garguilo</i>	Rhodophyta	2006	Transporte- Polizón
<i>Perforatus perforatus</i>	Arthropoda	2011	Transporte- Polizón
<i>Undaria pinnatifida</i>	Ochrophyta	2007	Transporte- Polizón

Consideraciones y limitaciones metodológicas

Para el criterio D2C1, el indicador EAI-Tasa, sobre el número de nuevas introducciones es simple y robusto. La lista base de especies EAI ha sido revisada, mediante comprobaciones por expertos, para garantizar su fiabilidad, confirmando la especie propiamente (nombre aceptado y sinónimos), la primera cita y localizaciones posteriores y el vector más probable de introducción.

Además, periódicamente se realizan actualizaciones de las bases de datos que incluyen revisiones de las identificaciones a la luz de nuevas revisiones taxonómicas y al empleo de nuevas herramientas de identificación moleculares y genéticas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, por otra parte, el déficit de programas de seguimiento de EAI en áreas de alto riesgo de introducción (como puertos, marinas e instalaciones de acuicultura), junto a la disponibilidad limitada y dificultad de acceso a datos sobre EAI de diversos tipos de seguimiento, requiere continuar insistiendo en el desarrollo y la implementación de un proceso de adquisición de datos coordinado y armonizado. Cualquier monitoreo de este tipo deberá integrarse con los requisitos de la DMEM, del Reglamento de la UE sobre Especies Exóticas Invasoras, y del Convenio sobre Gestión del Agua de Lastre de la Organización Internacional Marítima (IMO, por sus siglas en inglés).

Por otro lado, los valores y las tendencias observadas, se han de tomar cautelarmente y hacer una correcta contextualización. Un descenso del esfuerzo en los programas de seguimiento de especies alóctonas podría dar lugar a un menor número de nuevas detecciones publicadas, de la misma manera que un aumento en el esfuerzo de muestreo podría resultar en un mayor número de detecciones de nuevas introducciones.

La evaluación demuestra un incremento del número de introducciones en el tiempo, lo que evidencia que las medidas para reducir la introducción y expansión de especies EAI no han tenido efecto, por lo que se debe continuar el esfuerzo de muestreo en las siguientes evaluaciones con el objetivo de continuar valorando la tendencia. En este sentido, para el caso de AMA la metodología simple de comparación de nuevas introducciones entre el periodo de evaluación actual (2016-2021) y el del



primer ciclo (2006-2011), también refleja esta tendencia, aunque sea una metodología simplemente descriptiva, sin valor de análisis.

También hay que considerar que el momento de la detección de una especie no siempre coincide con su introducción efectiva. En ocasiones, la especie pasa desapercibida y su introducción real tuvo lugar antes del momento de su detección. Por otra parte, hay que tener en cuenta la posible ocurrencia de situaciones excepcionales como la pandemia de COVID-19, que disminuyó la actividad comercial del tráfico marítimo durante meses, y del mismo modo la actividad científica de programas de seguimiento de biodiversidad; o eventos como el que tuvo lugar en marzo del 2021 del varamiento del buque de transporte de contenedores de mercancías “EVER GIVEN” en el Canal de Suez, que detuvo el transporte marítimo durante semanas a través del Mediterráneo, que también pudo causar un aumento de las introducciones de EAI en la subregión AMA, por el desvío de barcos fuera de las rutas habituales. Ambos eventos pudieron causar una reducción efectiva de las introducciones de EAI o condicionar la fecha de detección de nuevas introducciones.

Por el momento no es posible establecer una medida para el esfuerzo de muestreo que dé cuenta de nuevas introducciones de manera estandarizada. Aunque se han propuesto algunos métodos para valorar el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, número de publicaciones por año, tasa de nuevas introducciones por área, etc.), no se consideran factibles para toda la serie histórica de introducciones y presentan incongruencias (publicaciones que dan cuenta de varias introducciones, años con un número de publicaciones muy bajo en relación al número de nuevas introducciones registradas, falta de información de programas de seguimiento en los primeros años de la serie, etc.), por lo que, no disponiendo de una valoración del esfuerzo de muestreo se debe continuar analizando la tendencia en las siguientes evaluaciones con el fin de validarla. En conclusión, esta tendencia puede reflejar diferencias en las tasas de introducción, pero también variabilidad en la intensidad del seguimiento.

Evaluación a nivel regional/subregional

Con relación a la subregión AMA, el proyecto RAGES “Risk-based approaches to good environmental status” recogió la lista actualizada de EAI en la subregión para la aplicación de un análisis de riesgos. Se registraron un total de 332 EAI en toda la subregión; de éstas, 62 fueron registradas en las islas Canarias (Bartilotti et al., 2020).

Posteriormente se realizó una evaluación aplicando el análisis de series de tiempo y puntos de ruptura (Tsiamis 2012, 2022) a nivel subregional, incluyendo la información del resto de Estados miembro de la subregión (Portugal). Comparando los dos análisis, la evaluación nacional se ha basado exclusivamente en las especies introducidas por vectores manejables, mientras que la subregional incluye en los análisis las especies introducidas por vectores no manejables (desconocido o no ayudado). Analizando los porcentajes de vectores no manejables, éstos representan el 10,50 % a nivel nacional, mientras que son el 12 % a nivel subregional. A nivel nacional se establece un valor umbral exploratorio, que se corresponde con una reducción del 50 % de las nuevas introducciones con respecto al periodo de referencia, mientras que a nivel subregional se utiliza el porcentaje de especies introducidas por vectores manejables en el periodo de referencia como valor umbral mínimo de reducción de nuevas introducciones en el periodo de evaluación. Aplicando este porcentaje en la subregión ABI, el valor umbral sería de 1,20 especies/año para el presente periodo de evaluación.



**EVALUACIÓN A NIVEL DE SUBREGIÓN
DEL CRITERIO D2C2:
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS
ESPECIES ALÓCTONAS ESTABLECIDAS**



5. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C2: distribución espacial de las especies alóctonas establecidas

Consecución del BEA

No aplica.

Tal como establece la Decisión 2017/848, el criterio D2C2 se expresará en términos de abundancia y/o distribución por especie evaluada y contribuirá a la evaluación del criterio D2C3 (efectos adversos de las especies alóctonas), por lo que no se requiere en este caso el establecimiento de un valor umbral con el que determinar si se cumple o no se cumple el BEA.

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

En los análisis del D2C2 para la subregión AMA, se reportan un total de **94 especies** (Tabla 7). De estas 94 especies, 37 se habían reportado en el ciclo anterior y 57 se reportan por primera vez en este ciclo. La inclusión de especies que no fueron reportadas en el ciclo anterior, pero cuya presencia data de antes del presente ciclo de evaluación, se debe principalmente a desfases temporales que ocurren en muchos casos en los procesos entre el estudio y la publicación, o entre la publicación, el hallazgo de esta y la actualización de la base de datos. También la mejora de la base de datos en sí misma, y la incorporación de nuevas fuentes y metodologías para la recopilación de datos, influye notablemente en la información disponible.

En cuanto a los resultados de las tendencias para el D2C2, **aproximadamente el 1 % de las especies mostraron una tendencia de “mejorando”**, casi un **13 % se muestran “estable”** y casi un **16 % “en deterioro”**. **Casi un 61 % son “desconocido”**, lo que indica que o bien no se dispone de suficientes datos de la distribución de la especie, o que la especie tiene una distribución muy localizada, pero sin estudios más detallados de su zona de distribución no se puede valorar su tendencia. Es importante aclarar que, en el contexto del D2C2, y dado que nos referimos a especies que producen un impacto negativo en las especies y en los hábitats, el término “mejorando” se traduce en un descenso de la presencia de estas especies, mientras que “en deterioro” refiere a un aumento.

Aproximadamente el 10 % de las especies tienen una valoración de “no relevante”. Estos casos “no relevante”, pertenecen todos a especies que se reportaron en el ciclo anterior cuyo estatus y/o éxito de establecimiento no cumplen los criterios para ser analizados en el D2C2. Atendiendo únicamente a las especies reportadas en el ciclo anterior, las especies con la categoría de “no relevante”, son aproximadamente el 27 %.

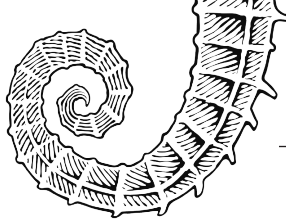
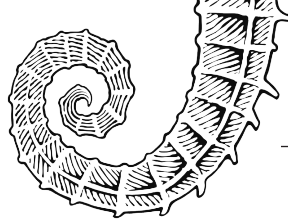
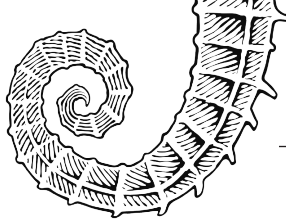


Tabla 7. Listado de especies alóctonas establecidas y/o reportadas en la evaluación anterior para la subregión AMA. Se indica con un asterisco (*) las especies reportadas en la evaluación del 2º ciclo. El valor obtenido corresponde al número de localidades con registros en el periodo evaluado.

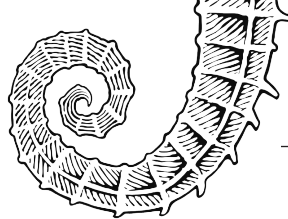
Espece	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Abudefduf hoefleri</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	6	Estable	
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	16	Estable	
<i>Aetea anguina</i> *	Debatible	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Aetea ligulata</i> *	Alóctona	Cuestionable	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Aetea longicollis</i> *	Alóctona	Cuestionable	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Aetea sica</i> *	Debatible	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Aetea truncata</i> *	Debatible	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Amathia verticillata</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	



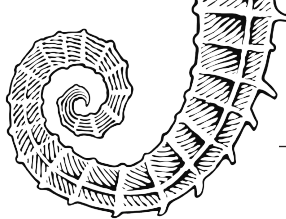
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Anotrichium furcellatum</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Antiopella cristata</i>	Criptogénica	Establecida	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Antithamnion diminuatum</i> *	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Aplidium proliferum</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Argyrosomus regius</i> *	Alóctona	Casual	Escape	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Asparagopsis armata</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	3	Estable	
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	39	Estable	
<i>Balanus trigonus</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	5	En deterioro	
<i>Beania mirabilis</i> *	Debatible	Desconocido	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Bedeva paivae</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	



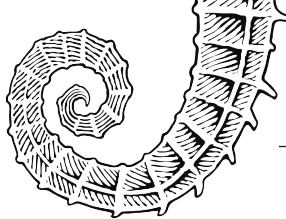
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Botrylloides leachii</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	5	Estable	
<i>Botrylloides niger</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	3	En deterioro	
<i>Botryllus schlosseri</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Branchiomma bairdi</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	3	En deterioro	
<i>Bugula neritina</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Caprella scaura</i>	Alóctona	Invasora	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Caulerpa cylindracea</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	9	Estable	
<i>Caulerpa prolifera</i>	Criptogénica	Establecida	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional	10	Estable	
<i>Cephalopholis nigri</i> *	Alóctona	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	



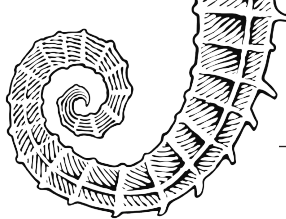
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Ceramium atrorubescens</i> *	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Ceramium cingulatum</i> *	Alóctona	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Chorizopora brongniartii</i> *	Alóctona	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Clavelina lepadiformis</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	5	Estable	
<i>Codium fragile</i>	Alóctona	Invasora	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Colpomenia peregrina</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	8	Estable	
<i>Corynophlaea cystophorae</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Crambe crambe</i> *	Excluida			Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Criblaria innominata</i> *	Criptogénica	Desconocido	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	Reportada como <i>Puellina innominata</i>



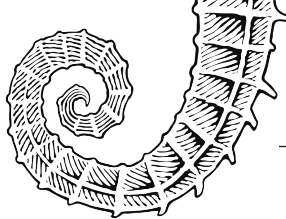
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Cystodytes dellechiaiei</i> *	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	12	En deterioro	
<i>Diadumene leucolena</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Dicentrarchus labrax</i> *	Alóctona	Desconocido	Escape	Distribución espacial	Adimensional	24	En deterioro	
<i>Dictyota cyanoloma</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	10	En deterioro	
<i>Diplosoma listerianum</i> *	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	4	En deterioro	
<i>Ecteinascidia turbinata</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Ectopleura crocea</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Electra pilosa</i> *	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Escharina vulgaris</i> *	Alóctona	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Exaiptasia diaphana</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	6	Estable	



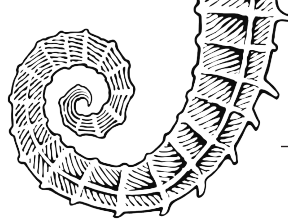
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Fenestrulina malusii</i> *	Debatible	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Grateloupia imbricata</i> *	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Gymnophycus hapsiphorus</i> *	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Halimeda incrassata</i>	Criptogénica	Establecida	Escape	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Hippocampus algiricus</i>	Expansión criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	3	En deterioro	
<i>Hypleurochilus pseudoaequipinnis</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Jassa marmorata</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Jellyella tuberculata</i> *	Alóctona	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Laurencia caduciramulosa</i> *	Alóctona	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Ligia (Megaligia) exotica</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	



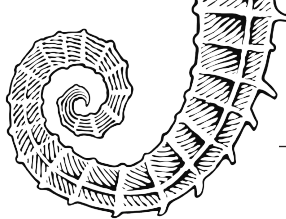
Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Littorina saxatilis</i>	Criptogénica	Establecida	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Macrorhynchia philippina</i>	Alóctona	Invasora	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	14	En deterioro	
<i>Melanothamnus harveyi</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Microcosmus squamiger</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Microporella ciliata</i> *	Criptogénica	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Millepora alcicornis</i>	Alóctona	Establecida	Sin ayuda	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Monocorophium acherusicum</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Monodactylus sebae</i> *	Alóctona	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Mycale (Carmia) senegalensis</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	3	En deterioro	Reportada como <i>Mycale (Carmia)</i>
<i>Neopyropia leucosticta</i>	Criptogénica	Establecida	Desconocido	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	Reportada como <i>Pyropia leucosticta</i>



Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Paranthura japonica</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Phallusia mammillata</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Phallusia nigra</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	5	En deterioro	
<i>Phycocalidia suborbiculata</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	Reportada como <i>Pyropia suborbiculata</i>
<i>Pileolaria berkeleyana</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Pomacanthus maculosus</i> *	Alóctona	Casual	Liberación	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Prognathodes marcellae</i> *	Expansión criptogénica	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Pseudotetraspora marina</i>	Expansión criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	4	Mejorando	
<i>Reptadeonella violacea</i> *	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	12	En deterioro	



Especie	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Schizoporella errata</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	7	En deterioro	
<i>Schizoporella unicornis</i> *	Debatible	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Scinaia acuta</i> *	Alóctona	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Scruparia ambigua</i> *	Alóctona	Desconocido	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Sparus aurata</i> *	Alóctona	Desconocido	Escape	Distribución espacial	Adimensional	10	Estable	
<i>Sphaerospora testicularis</i> *	Criptogénica	Desconocido	TS-Contaminante	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Spirorbis (Spirorbis) marioni</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Styela plicata</i> *	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Styopodium schimperi</i> *	Alóctona	Casual	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Symplegma brakenhielmi</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	4	En deterioro	



Espece	Estatus	Éxito de establecimiento	Vía de introducción	Parámetro	Unidad	Valor obtenido	Tendencia con respecto al 2º ciclo	Observaciones
<i>Terebra corrugata</i> *	En expansión	Establecida		Distribución espacial	Adimensional		No relevante	
<i>Tubastraea coccinea</i>	Alóctona	Invasora	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	6	Estable	
<i>Vallicula multiformis</i>	Criptogénica	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional	5	En deterioro	
<i>Womersleyella setacea</i>	Alóctona	Invasora	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	
<i>Zafra exilis</i>	Alóctona	Establecida	TS-Polizón	Distribución espacial	Adimensional		Desconocido	



Información sobre especies consideradas “invasoras”

A continuación, se aporta la información disponible sobre las especies de la Tabla 7 que presentan un éxito de establecimiento en la categoría de “invasora”. El seguimiento de estas especies resulta de especial interés por su destacada **capacidad** de afectar negativamente a los ecosistemas locales. Se aporta una breve descripción de su ecología y, en los casos en que se dispone de suficientes datos de localidades en el periodo de evaluación (≥ 3 localidades) para calcular la tendencia de distribución respecto al ciclo anterior, se muestra el mapa de su distribución en cada periodo comparado.

Caprella scaura

Anfípodo bentónico nativo del oeste del océano Índico. *Caprella scaura*, al igual que otros caprellidos, puede encontrarse adherida a la vegetación, hidroides, briozoos y estructuras artificiales. Ha alcanzado densidades muy elevadas en algunos lugares introducidos, donde puede desplazar a anfípodos autóctonos. Es capaz de dispersarse a larga distancia sobre algas flotantes y otros objetos. Sin embargo, su distribución mundial se debe probablemente al transporte a través de la suciedad de los cascos, el agua de lastre, los trasplantes de ostras y otras formas de acuicultura. Sin peligro para la salud humana. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 7. *Caprella scaura*. Ros, M. (2022). Imagen al microscopio óptico de individuos adultos asociados al briozoo *Bugula neritina*, hembra (ejemplar izquierdo) y macho (ejemplar derecho) recolectados en Cádiz.



Codium fragile

Alga clorófitas que proviene del océano Pacífico, en las costas de Japón principalmente. Fronda ramificada dicotómicamente, hasta 25 cm, de textura aterciopelada y esponjosa, formada por muchos filamentos anastomosados, que en conjunto pueden tener un diámetro de hasta 1 cm. Forma praderas de gran extensión con episodios de mortalidad masiva. Sin peligro para la salud humana, incluso comestible. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.

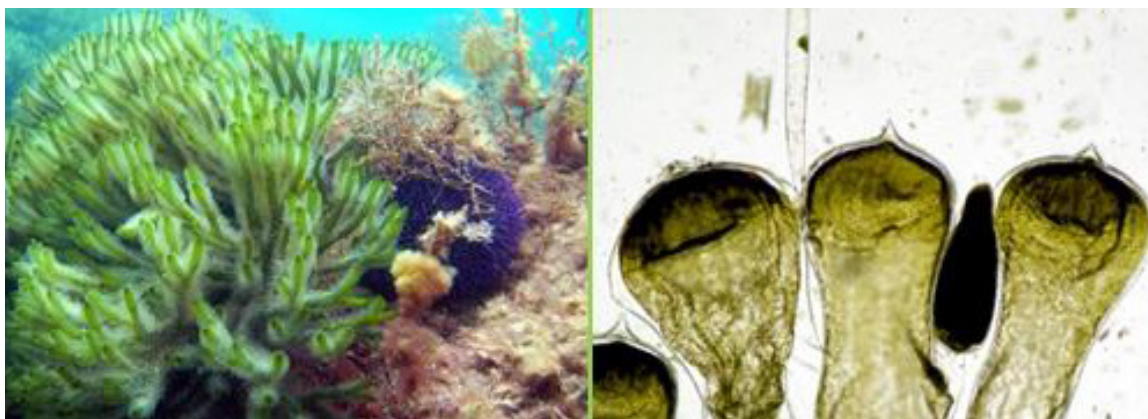


Figura 8. Imágenes de *Codium fragile*. Izquierda: hábito de la especie, detectada en fondo rocoso; derecha: detalle de los utrículos con mucrón, observados al microscopio (Atlántico norte español, ©I. Bárbara, 2022).



Macrorhynchia philippina

Cnidario hidrozoo nativo de aguas circuntropicales. Las colonias son grandes, ampliamente ramificado, hasta 10,5 cm de alto, de color blanco bajo el agua. Sus impactos se resumen en el desplazamiento de las especies locales. Aunque es urticante, no presenta riesgo para el ser humano.



Figura 9. Imágenes de *Macrorhynchia philippina*. Izquierda: detalle del hidrocaule con sus ramificaciones; derecha: formación de la colonia en aspecto de plumas (Canarias, ©O. Monterroso, 2022).

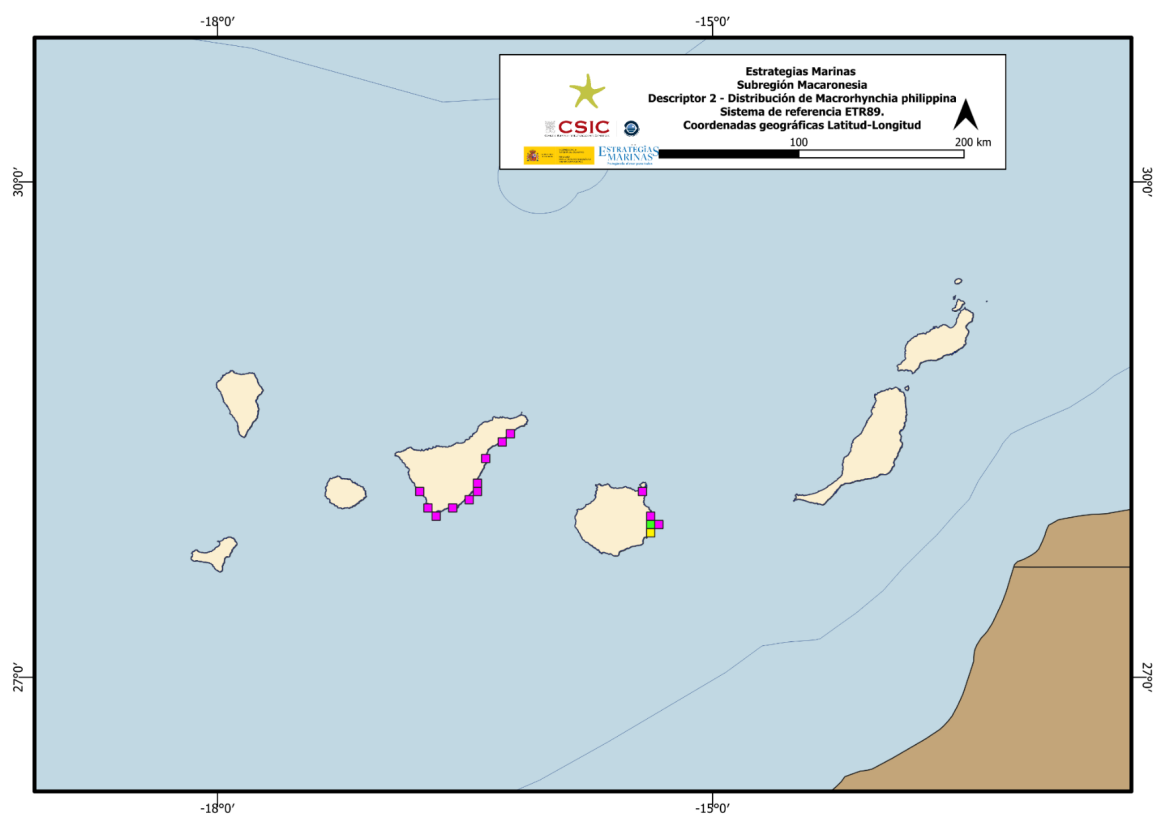


Figura 10. Localidades con registros de *Macrorhynchia philippina*, entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos periodos (amarillo).



Tubastraea coccinea

Cnidario antozoo que proviene del Indo-Pacífico. Habita superficies verticales sombreadas y cavernas en un amplio rango de profundidades. A menudo compite con otros invertebrados bentónicos por el espacio del sustrato. Esto puede poner en peligro a las especies autóctonas, en particular las esponjas y los corales nativos. Sin riesgo para la salud humana, tiene interés en acuariología.

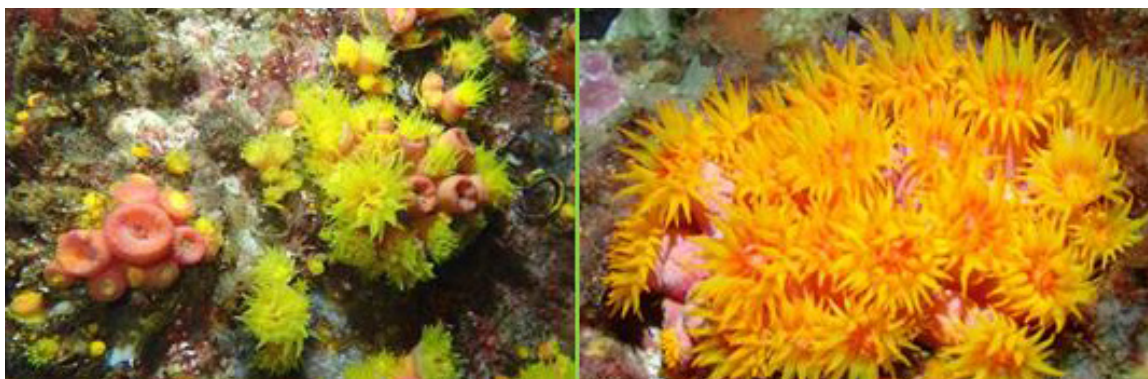


Figura 11. Imágenes de *Tubastraea coccinea*. Izquierda: coral en colonias en forma de racimo; derecha: pólipos abiertos con tentáculos de color amarillo a naranja brillante (Canarias, ©M. Rodríguez-García, 2022).

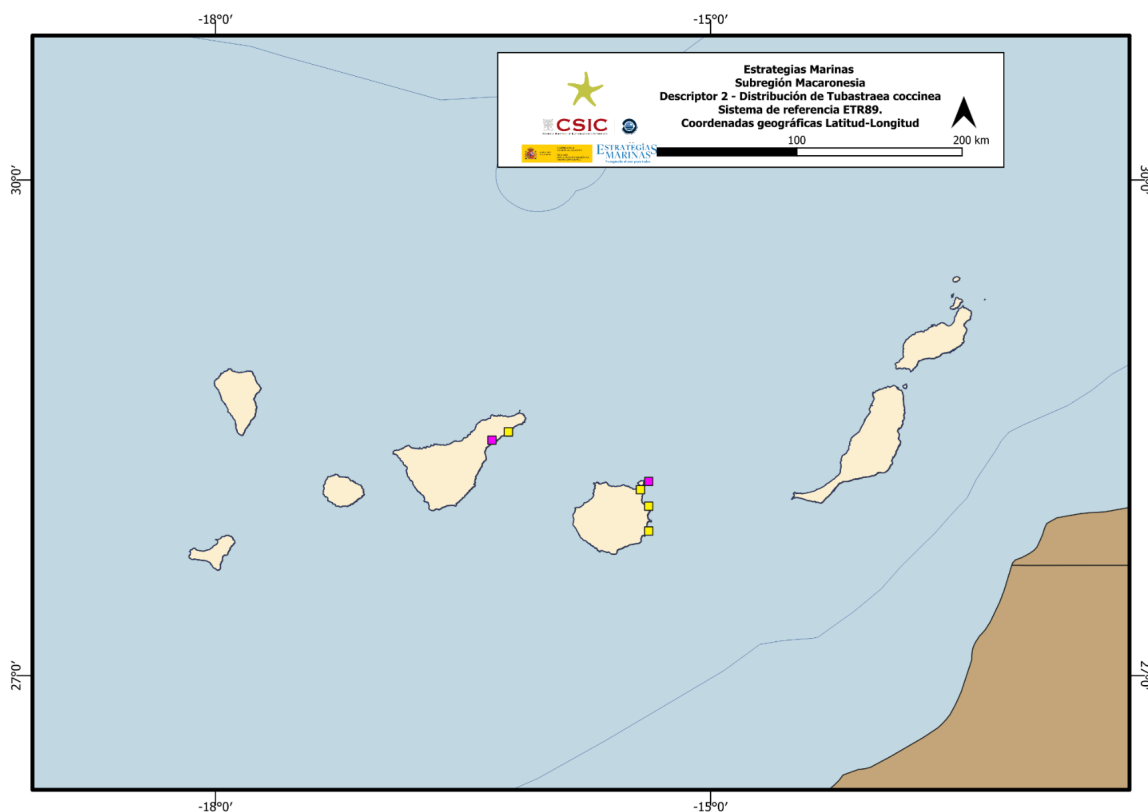


Figura 12. Localidades con registros de *Tubastraea coccinea*, entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos periodos (amarillo).



Womersleyella setacea

Alga rodófito nativa del Indo pacífico. Desplaza la flora local e impacta en las comunidades de coralígeno y coral blando, afectando actividades como la pesca y el buceo. Sin riesgos para la salud humana. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 13. Imagen de *Womersleyella setacea*. Agregación de hábitos de la especie detectada en fondos marinos de la costa Mediterránea (©E. Ballesteros, 2022).

Metodología de evaluación e indicadores relacionados

La lista en la que se plasman los resultados de este análisis (Tabla 7) se ha elaborado teniendo en cuenta, en primer lugar, aquellas especies que fueron reportadas en la evaluación del segundo ciclo, independientemente de su estatus y éxito de establecimiento, ya que estas categorías se pueden haber modificado desde la última evaluación, debido a revisiones posteriores en base a nuevos estudios y ampliación de la información sobre la especie. Adicionalmente, se han añadido también especies que no aparecieron en la evaluación anterior, pero cuyo estatus ha sido validado como “alóctona”, “criptogénica” o en “expansión criptogénica” con un éxito de establecimiento en la categoría de “establecida” o “invasora”, y cuya fecha de introducción fuese anterior a 2016, por lo que no entraría en la evaluación del D2C1. Algunas especies han modificado su nombre desde la evaluación del ciclo anterior a la presente evaluación, debido a revisiones taxonómicas. La nomenclatura utilizada en esta evaluación es la aceptada en la página de *World Register of Marine Species* (WORMS, 2024).

Cuando una especie fue identificada erróneamente en la publicación y revisiones posteriores han certificado que la especie identificada era otra, se utiliza para la lista la especie corregida (siempre que esta cumpla los criterios para ser incluida), y se hace constar el cambio.

La valoración de la tendencia de cada especie de la lista, con respecto al segundo ciclo, se ha realizado a partir del estudio de la **evolución del número de localidades** en que la especie está presente en el periodo de evaluación (2016 – 2021), respecto a su distribución anterior (hasta el año 2015). Para el D2C2, a diferencia del D2C1, no se estableció el rango 1970–2015 como periodo de estudio, sino que



se usaron todos los datos disponibles, ya que algunas especies establecidas podían tener registros anteriores a 1970, lo que influiría en su tendencia temporal de distribución. De este modo, el periodo de referencia se estableció desde el primer año en que se disponían datos de la especie, hasta el fin del segundo ciclo de evaluación (2015). Sobre este rango se analizó la tendencia de distribución en el periodo de evaluación (2016–2021).

Para definir de forma homogénea y estandarizada el concepto de “localidad”, se utilizó una malla de C-Square de resolución 0,05 y, cada celda de la malla donde aparecen registros, se estableció como una localidad (Rees, 2003). Se decidió utilizar esta metodología en vez de usar el número de registros o parámetros como abundancia de individuos o cobertura, debido a la falta de información en muchos casos para estos parámetros y a la heterogeneidad de los datos obtenidos de las diferentes fuentes. En este sentido, por ejemplo, en una misma localidad podían aparecer de una fuente 100 registros de una especie, por haber sido ésta reportada por ese número de individuos y, de otra fuente en esa misma localidad, sólo 1 registro por referirse únicamente a datos de presencia/ausencia. De este modo, dada la incertidumbre en datos como la abundancia u otros parámetros, que necesitarían un estudio in situ más específico para cada localidad con presencia de especies alóctonas (lo cual no pudo abordarse por las dimensiones territoriales del estudio), el registro de localidades se consideró adecuado para valorar la tendencia respecto al segundo ciclo.

Por lo tanto, la evaluación para cada una de las especies reportadas para este criterio (Tabla 7), se basa en la tendencia de la frecuencia temporal y de la distribución espacial. Para ello se ha utilizado el indicador **EAI-Tend (Tendencias en la abundancia, frecuencia temporal y distribución espacial de las especies alóctonas)**, con el que se analiza la evolución de localidades con registros para cada especie, en el periodo de evaluación (2016–2021), respecto a años anteriores (hasta 2015). A partir del análisis de esta tendencia, se establecen las categorías “mejorando”, “en deterioro” o “estable”, para cada especie. Esta tendencia en el registro de localidades entre periodos, se puede traducir en una evolución de la distribución de la especie.

La visualización de los datos de la tendencia en la distribución de cada especie, no siempre es un proceso evidente, a pesar de tener los datos de forma gráfica en un mapa y el valor numérico del número de localidades. Por ejemplo, el periodo referido como “hasta 2015” implica una gran variedad de rango de años, en función de los registros disponibles de cada especie: casos con unos pocos años de registros, hasta casos de varias decenas de años, mientras que el periodo de evaluación es un rango constante de 6 años. Esto implica una diferencia en el esfuerzo de muestreo (en este caso entendido como el número de años), en que se han recogido datos para cada periodo a comparar. Otros factores que también influyen en la interpretación de la comparación del número de localidades entre periodos, es la extensión en la que se distribuyen esas localidades, o si las localidades registradas en el periodo de evaluación estaban ya presentes o no en años anteriores. Todos estos factores se consideraron para complementar la valoración de la tendencia con respecto al segundo ciclo, con base en el registro de localidades.

Al ser la “localidad” la unidad mínima de estudio, sin considerar la abundancia u otros parámetros en cada una de ellas, una vez recopilados los datos, se analizó el número mínimo de localidades para poder ser consideradas para un análisis comparativo entre periodos. A partir de una exploración de los datos se determinó un **valor mínimo de 3 localidades de presencia por especie**. Este análisis, se realizó con el objetivo de asegurar la fiabilidad de los análisis sobre cambios en las distribuciones de especies. Esta decisión se basa en un análisis detallado aplicando el método de remuestreo “Boots-trap” de los datos (R software).

Este valor mínimo de 3 localidades se estableció para el periodo de análisis, el de la presente evaluación (2016–2021) y no para el periodo anterior (hasta 2015), ya que, por ejemplo, especies introducidas antes del periodo de evaluación, pero de reciente introducción (cercanas a 2015), podrían tener pocas localidades y haber iniciado su expansión pasado el 2015. En el caso del periodo de evaluación 2016–2021, en cambio, el mínimo de 3 localidades fue necesario para poder establecer una tendencia respecto al ciclo anterior en la evolución de localidades. Valores inferiores a 3 localidades



en el presente periodo de evaluación, se consideraron como “desconocido” en la valoración. En este sentido, hay que destacar que para ciertas especies con distribuciones muy localizadas, un número de localidades inferior a 3, no tendría por qué suponer obligatoriamente una falta de información, pero la valoración de su evolución depende de estudios detallados *in situ* para cada caso.

En resumen, las especies indicadas en la Tabla 7 se han considerado y valorado según los siguientes criterios:

1. Todas las especies reportadas en el ciclo anterior se han incluido en la Tabla 7, sin menoscabo de la categoría que se aplica a su estatus o éxito de establecimiento actual.
2. Para los casos de especies reportadas en el ciclo anterior cuyo estatus es “alóctona”, “criptogénica” o “en expansión criptogénica” y su éxito de establecimiento es “establecida” o “invasora”, se ha valorado la tendencia, atribuyendo la categoría de “mejorando”, “estable” o “en deterioro”, en función de los valores en el número de localidades del periodo 2016-2021, que se han comparado con la distribución de localidades anteriores, considerando factores como el número de años en cada caso, la extensión o la aparición de nuevas localidades.
3. Para los casos del punto 2 en que el número de localidades en el periodo 2016-2021 es inferior a 3, se establece una valoración de la tendencia de “desconocida”.
4. Cuando las especies reportadas en el ciclo anterior no cumplen los criterios de las categorías de estatus y/o éxito de establecimiento, independientemente del número de localidades, se valora como “no relevante”, por no entrar en el análisis del D2C2. Excepciones en este punto son los estatus “debatible” y el éxito de establecimiento “cuestionable” o “desconocido”, lo que indica la necesidad de más estudios para confirmar su estado.
5. También se incluyen especies que no han sido reportadas en el ciclo anterior, pero cuya introducción en la subregión es anterior al 2016, su estatus es “alóctona”, “criptogénica” o “en expansión criptogénica” y su éxito de establecimiento “establecida” o “invasora”. En estos casos, cuando hay datos suficientes para el análisis, se valora la tendencia (mejorando, estable o en deterioro). Si no hay datos suficientes se reporta la especie como tendencia “desconocida”, ya que esta categoría puede implicar falta de datos o falta de confirmación *in situ*.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la tendencia que se reporta, como se ha comentado anteriormente, depende de la información disponible de registros de cada especie. Por ello, lo que se reporta es una tendencia en el tiempo del registro de localidades, que se utiliza para valorar el cambio en la distribución de la especie, de forma semicuantitativa. En este sentido, hay que considerar también que, así como las categorías “estable” o “en deterioro” pueden reflejar más fielmente una realidad del estado de la especie por el aumento o estabilidad de su distribución, la categoría “mejorando” no forzosamente implica un buen estado de la especie allí donde estaba presente, sino que, en comparación con su tendencia hasta 2015, esta ha mejorado en cuanto a número de localidades en las que aparece a lo largo del tiempo.

Los datos para analizar la tendencia de cada especie con respecto al ciclo de evaluación anterior se han obtenido de los resultados de estudios *in situ* de campañas realizadas por el IEO, con financiación del MITECO en el marco de las estrategias marinas, así como de datos obtenidos en campañas de otros proyectos, de búsqueda bibliográfica y de ciencia ciudadana. El estatus y el éxito de establecimiento de las especies han sido validados por expertos taxonómicos a nivel nacional y subregional.



EFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL DESCRIPTOR 2 - ESPECIES ALÓCTONAS INVASORAS



6. Efectos de cambio climático sobre el descriptor 2–especies alóctonas invasoras

El calentamiento global es el principal impulsor del cambio en los ecosistemas de todo el mundo. Uno de los efectos previstos del aumento global de la temperatura es la ampliación del rango de distribución de las especies hacia los polos, tanto en tierra como en el mar (Burrows et al., 2011). En el océano se acumulan pruebas de este fenómeno conocido como “tropicalización”, que define la dispersión natural de especies tropicales y subtropicales hacia las áreas templadas cálidas adyacentes (Vergés et al., 2014). La presencia mundial de especies (sub)tropicales fuera de sus distribuciones originales ha aumentado en las últimas décadas, en particular, la propagación natural de especies con afinidad cálida procedentes del Atlántico Este tropical se registra con mayor frecuencia en las islas Canarias (Brito et al., 2017b).

De las especies alóctonas registradas en la subregión española de la Macaronesia, casi el 28 % corresponde a especies que llegan por sus propios medios debido a la expansión de su rango de distribución nativo. Algunas de estas especies también han sido registradas asociadas a actividades humanas, como plataformas petrolíferas (Falcón et al., 2018) y, por lo tanto, se consideran parcialmente introducidas en la subregión. Este es el caso del pez cirujano *Acanthurus monroviae* (Triay-Portella et al., 2015) y del pez mariposa *Prognathodes marcellae* (Falcón et al., 2015).

Otras especies son consideradas parcialmente nativas dentro de la subregión, dado que tienen diferente estatus exótico al ser analizadas dentro del archipiélago canario. En este caso, destaca la presencia de los teleósteos *Argyrosomus regius*, *Dicentrarchus labrax* y *Sparus aurata* con una distribución natural restringida a las islas orientales (Brito et al., 2002), pero que han sido introducidos como especies de acuicultura en las islas centrales y occidentales (González Lorenzo et al., 2005) del archipiélago. Las especies nativas, pero localmente ausentes, pueden implicar efectos negativos en el medio ambiente en el caso de que se produzcan fugas de individuos cultivados, afectando a las comunidades naturales de peces mediante la competencia por los recursos (Toledo-Guedes et al., 2009), así como la propagación de enfermedades y/o parásitos (Toledo-Guedes et al., 2012), entre otros (Png-Gonzalez et al., 2019).



REFERENCIAS



7. Referencias

- Bachetarzi, R., Dilmi, S., Uriz, M.J., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Rebzani-Zahaf, C. (2019) The non-indigenous and invasive species *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Porifera: Calcarea) in the Algerian coast (Southwestern of Mediterranean Sea). *Acta Adriatica*, 60(1): 41-46.
- Bartilotti, C., Canning-Clode, J., Carbonell, A., Cardoso, I., Carreira, G., Chainho, P., Gaudencio, M.J., Gizzi, F., Hollatz, C., Arteaga, L., et al. (2020) WP3 Application of Risk-Based Approach to Non-Indigenous Species (Descriptor 2). Task 3.2.- Non-Indigenous Species (NIS) with known adverse effects as relevant criteria elements for the assessment of Good Environmental Status (GES), 23 pp.
- BDBC, 2023. Gobierno de Canarias. Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (<http://www.biodiversidadcanarias.es/biota>) [13 de septiembre de 2023].
- Brito, A., Pascual, P.J., Falcón, J.M., Sancho, A., González, G. (2002) Peces de las Islas Canarias. Catálogo Comentado e Ilustrado. Francisco Lemus (Ed.), Santa Cruz de Tenerife, 419 pp.
- Brito, A., López, C., Ocaña, Ó., Herrera, R., Moro, L., Monterroso, Ó., Rodríguez, A., Clemente, S., Sánchez, J.J. (2017a) Colonización y expansión en Canarias de dos corales potencialmente invasores introducidos por las plataformas petrolíferas. *Vieraea*, 45: 65-82.
- Brito, A., Moreno-Borges, S., Escánez, A., Falcón, J.M., Herrera, R. (2017b) New records of Actinopterygian fishes from the Canary Islands: Tropicalization (range expansion) as the most important driving force increasing fish diversity. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 29: 31-44.
- Convention on Biological Diversity (2014) Pathways of Introduction of Invasive Species, Their Prioritization and Management. (UNEP/CBD/SBSTTA/18/9/Add.1). Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Montreal. Available at: <https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>
- Convention on Biological Diversity (2021) United Nations. 2021. United Nations Framework Convention on Climate Change. Available at: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC_Annual_Report_2021.pdf
- Creed, J.C., Fenner, D., Sammarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A.O.R., Cruz, I., Miranda, R.J., Carlos-Junior, L., Mantelatto, M.C., Oigman-Pszczol, S. (2017) The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19: 283-305.
- Falcón, J.M., Herrera, R., Ayza, O., Brito, A. (2015) New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 27: 67-82.
- Falcón, J.M., Brito, A., Herrera, R., Monterroso, O., Rodríguez, M., Álvarez, O., Ramos, E., Miguel, A. (2018) New records of tropical littoral fishes from the Canary Islands as a result of two driving forces: Natural expansion and introduction by oil platforms. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 30: 39-56.
- González Lorenzo, G., Brito, A., Barquín, J. (2005) Impacts of the escapees from mariculture cage in Canary Islands. *Vieraea*, 33: 449-454.
- Guardiola, M., Frotscher, J., Uriz, M.J. (2016) High genetic diversity, phenotypic plasticity, and invasive potential of a recently introduced calcareous sponge, fast spreading across the Atlanto-Mediterranean basin. *Marine Biology*, 163(5): 1-16.
- Guilhem, I.F., Masi, B.P., Creed, J.C. (2020) Impact of invasive *Tubastraea* spp. (Cnidaria: Anthozoa) on the growth of the space dominating tropical rocky-shore zoantharian *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing and Michelotti, 1860). *Aquatic Invasions*, 15(1): 98-113.



Guzzetti, E., Salabery, E., Ferriol, P., Díaz, J.A., Tejada, S., Faggio, C., Sureda, A. (2019) Oxidative stress induction by the invasive sponge *Paraleucilla magna* growing on *Peyssonnelia squamaria* algae. *Marine Environmental Research*, 150: 104763.

Katsanevakis, S., Tempera, F., Teixeira, H. (2016) Mapping of alien species on marine ecosystems: The Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*, 22: 694–707.

Killick, R., Eckley, I.A. (2014) Changepoint: An R package for changepoint analysis. *Journal of Statistical Software*, 58: 1–19.

Longo, C., Mastrototaro, F., Corriero, G. (2007) Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(6): 1749–1755.

Longo, C., Pontassuglia, C., Corriero, G., Gaino, E. (2012) Life-cycle traits of *Paraleucilla magna*, a calcareous sponge invasive in a coastal Mediterranean basin. *PLoS ONE*, 7(8): e42392.

Longo, C., Trani, R., Nonnis Marzano, C., Mercurio, M., Lazic, T., Cotugno, P., Santobianchi, E., Gravina, M.F. (2021) Anti-fouling activity and toxicity of the Mediterranean alien sponge *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Porifera, Calcarea). *PeerJ*, 9: e12279.

López, C., Clemente, S., Moreno, S., Ocaña, O., Herrera, R., Moro, L., Monterroso, O., Rodríguez, A., Brito, A. (2019) Invasive *Tubastraea* spp. and *Oculina patagonica* and other introduced scleractinians corals in the Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands) harbor: Ecology and potential risks. *Regional Studies in Marine Science*, 29: 100713.

Miranda, R.J., Tagliafico, A., Kelaher, B.P., Mariano-Neto, E., Barros, F. (2018) Impact of invasive corals *Tubastrea* spp. on native coral recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, 605: 125–133.

Monterroso, O., Rodríguez, M., Ramos, E., Pérez, O., Álvarez, O., Cruces, L., Ruiz, M., Miguel, A., González, M. (2019) Memoria final del estudio “Caracterización y seguimiento de las especies y comunidades existentes en los puertos de la región”. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, Dirección General de Protección de la Naturaleza, 318 pp.

MSFD (2024) Marine Strategy Framework Directive, Common Implementation Strategy. Threshold methodology and value for the assessment of Good Environmental Status of D2C1 ‘Newly-introduced non-indigenous species’ (Report No. GES_30-2024-07, 2024, April 15). Prepared by NIS Expert Network coordinated by the Joint Research Centre.

Östman, Ö., Bergström, L., Leonardsson, K., Gårdmark, A., Casini, M., Sjöblom, Haas, F., Olsson, J. (2020) Analyses of structural changes in ecological time series (ASCETS). *Ecological Indicators*, 116: 106469.

Pergl, J., Brundu, G., Harrower, C.A., Cardoso, A.C., Genovesi, P., Katsanevakis, S., Lozano, V., Perglová, I., Rabitsch, W., Richards, G., et al. (2020) Applying the Convention on Biological Diversity Pathway Classification to alien species in Europe. *NeoBiota*, 62: 333–363.

Png-Gonzalez, L., Andrade, C., Abramic, A., Nogueira, N. (2019) Analysis of the Aquaculture Industry in Macaronesia under MSFD. Technical Report for PLASMAR Project, 53 pp.

Png-Gonzalez, L., Comas-González, R., Calvo-Manazza, M., Follana-Berná, G., Ballesteros, E., Díaz-Tapia, P., Falcón, J.M., García Raso, J.E., Gofas, S., González-Porto, M., et al. (2023) Updating the national baseline of non-indigenous species in Spanish marine waters. *Diversity*, 15(5): 630.

R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org/>



Toledo Guedes, K., Sánchez-Jerez, P., González-Lorenzo, G., Brito Hernández, A. (2009) Detecting the degree of establishment of a non-indigenous species in coastal ecosystems: sea bass *Dicentrarchus labrax* escapes from sea cages in Canary Islands (Northeastern Central Atlantic). *Hydrobiologia*, 623: 203-212.

Toledo-Guedes, K., Sanchez-Jerez, P., Mora-Vidal, J., Girard, D., Brito, A. (2012) Escaped introduced sea bass (*Dicentrarchus labrax*) infected by *Sphaerospora testicularis* (Myxozoa) reach maturity in coastal habitats off Canary Islands. *Marine Ecology*, 33: 26-31.

Triay-Portella, R., Pajuelo, J.G., Manent, P., Espino, F., Ruiz-Díaz, R., Lorenzo, J.M., González, J.A. (2015) New records of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from the Canary Islands (north-eastern Atlantic). *Cybiu*, 39(3): 163-174.

Tsiamis, K., Palialexis, A., Stefanova, K., Gladan, Ž. N., Skejić, S., et al. (2019) Non-indigenous species refined national baseline inventories: A synthesis in the context of the European Union's Marine Strategy Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 145: 429-435.

Tsiamis, K., Azzurro, E., Bariche, M., Çinar, M.E., Crocetta, F., De Clerck, O., Galil, B., Gómez, F., Hoffman, R., Jensen, K.R., et al. (2020) Prioritizing marine invasive alien species in the European Union through horizon scanning. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30: 794-845.

Tsiamis, K., Palialexis, A., Connor, D., Antoniadis, S., Bartilotti, C., Bartolo, G.A., Berggreen, U.C., Boschetti, S., Buschbaum, C., Canning-Clode, J., et al. (2021) Marine Strategy Framework Directive-Descriptor 2, Non-Indigenous Species. Delivering solid recommendations for setting threshold values for non-indigenous species pressure on European seas. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 40 pp.

UNEP/MAP (2022) Baseline for the IMA Common Indicator 6 related to Non-Indigenous Species (UNEP/MED WG.520/5).

WoRMS Editorial Board (2024) World Register of Marine Species. Available at: <https://www.marinespecies.org>

Zenetos, A., Gratsia, E., Cardoso, A., Tsiamis, K. (2019) Time lags in reporting of biological invasions: The case of Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 20(2): 469-475.

Zeileis, A., Kleiber, C., Krämer, W., Hornik, K. (2003) Testing and dating of structural changes in practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, 44(1-2): 109-123.

ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos

