

# LISTA NEGRA Y LISTA DE ALERTA DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS ACUÁTICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (2022)

Ejercicio de exploración del horizonte transnacional centrado en las especies exóticas invasoras acuáticas de alto riesgo para las aguas interiores ibéricas





LIFE **INVASA**QUA



Flor del pato (*Azolla filiculoides* Lam). © Daniel J. Layton CC BY-SA 3.0

# LISTA NEGRA Y LISTA DE ALERTA DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS ACUÁTICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (2022)

Ejercicio de exploración del  
horizonte transnacional centrado  
en las especies exóticas invasoras  
acuáticas de alto riesgo para las  
aguas interiores ibéricas

## **Autores**

Oliva-Paterna F.J., Oficialdegui F.J., Anastácio P.M., García-Murillo P., Zamora-Marín J.M., Ribeiro F., Miranda R., Cobo F., Gallardo B., García-Berthou E., Boix D., Medina L., Arias A., Cuesta J.A., Almeida D., Banha F., Barca S., Biurrun I., Cabezas M.P., Calero S., Campos J.A., Capdevila-Argüelles L., Capinha C., Casals F., Clavero M., Encarnação J.P., Fernández-Delgado C., Franco J., Guareschi S., Guillén A., Hermoso V., López-Cañizares, C., Machordom A., Martelo J., Mellado-Díaz A., Morcillo F., Olivo del Amo R., Oscoz J., Perdices A., Pou-Rovira Q., Rodríguez-Merino A., Ros M., Ruiz-Navarro A., Sánchez-Gullón E., Sánchez M.I., Sánchez-Fernández D., Sánchez-González J.R., Teodósio M.A., Torralva M. & R. Vieira-Lanero.



Cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) © José M. Zamora-Marín

## **LIFE INVASAQUA – Especies exóticas invasoras de agua dulce y de sistemas estuarinos: sensibilización y prevención en la Península Ibérica.**

### **LIFE 17 GIE/ES/000515**

Esta publicación es un informe técnico del Proyecto Europeo LIFE INVASAQUA (LIFE17 GIE/ES/000515). Ha sido redactado por un equipo de expertos en el marco del proyecto y tiene por objeto proporcionar apoyo, basado en pruebas científicas, al proceso de formulación de políticas europeas. La información científica aportada no implica una posición política de la Comisión Europea. Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en nombre de la Comisión es responsable del uso que pueda hacerse de esta publicación.

#### **Información de contacto:**

Francisco J. Oliva Paterna (Coordinador LIFE INVASAQUA), Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad de Murcia. España. [fjoliva@um.es](mailto:fjoliva@um.es). LIFE INVASAQUA, SIBIC y IUCN-Med han desarrollado dos portales web, Especies Exóticas Invasoras Acuáticas de la Península Ibérica (<https://eei.sibic.org/>) y IBERMIS (<http://www.ibermis.org/>) donde se encuentran disponibles informes técnicos y datos adicionales.

#### **Publicado por LIFE INVASAQUA ©**

**ISBN:** 978-84-126598-0-1

**Fecha de finalización:** 25/07/2022

**Diseño:** BIOVisual S.L.

#### **Este informe se debe citar como:**

Oliva-Paterna F.J., Oficialdegui F.J., Anastácio P.M., García-Murillo P., Zamora-Marín J.M., Ribeiro F., Miranda R., Cobo F., Gallardo B., García-Berthou E., Boix D., Medina L., Arias A., Cuesta J.A., Almeida D., Banha F., Barca S., Biurrun I., Cabezas M.P., Calero S., Campos J.A., Capdevila-Argüelles L., Capinha C., Casals F., Clavero M., Encarnação J.P., Fernández-Delgado C., Franco J., Guareschi S., Guillén A., Hermoso V., López-Cañizares C., Machordom A., Martelo J., Mellado-Díaz A., Morcillo F., Olivo del Amo R., Oscoz J., Perdices A., Pou-Rovira Q., Rodríguez-Merino A., Ros M., Ruiz-Navarro A., Sánchez-Gullón E., Sánchez M.I., Sánchez-Fernández D., Sánchez-González J.R., Teodósio M.A., Torralva M., Vieira-Lanero R. 2022. LISTA NEGRA Y LISTA DE ALERTA DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS ACUÁTICAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA - *Ejercicio de exploración del horizonte transnacional centrado en las especies exóticas invasoras acuáticas de alto riesgo para las aguas interiores ibéricas. Informe técnico preparado por LIFE INVASAQUA (LIFE17 GIE/ES/000515).*

#### **Resumen:**

Un objetivo importante de LIFE INVASAQUA es desarrollar herramientas que mejoren la gestión y sean más eficientes en el marco de Alerta Temprana y Respuesta Rápida (EWRR) para las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en la Península Ibérica. La exploración del horizonte para las EEI de alto riesgo es básica para aplicar medidas que reduzcan las nuevas invasiones y para centrar los esfuerzos en las especies ya registradas. Desarrollamos un ejercicio transnacional de exploración del horizonte centrado en las aguas interiores de España y Portugal con el fin de proporcionar una lista negra de las EEI acuáticas actualmente establecidas y una lista de alerta de las EEI acuáticas potenciales que pueden suponer una amenaza para los ecosistemas acuáticos y los sectores socioeconómicos en el futuro. Para la exploración del horizonte seguimos un enfoque estructurado de 5 pasos que combinaba las pruebas existentes sobre las EEI con una puntuación de expertos de los taxones priorizados. En la lista negra final se priorizaron 126 EEI, que representan el 41,2% de los taxones exóticos registrados en las aguas continentales ibéricas. Las 24 primeras especies tenían un riesgo de impacto muy alto porque obtuvieron los valores máximos en el proceso de puntuación de la evaluación de riesgos. Además, la lista de alerta incluía 89 EEI con un riesgo significativo de invasión en la Península Ibérica en el futuro, estando 11 taxones en cabeza con un riesgo muy alto de invasión.

La lista negra y la lista de alerta resultantes son herramientas importantes que apoyan la aplicación del Reglamento sobre EEI. Y en última instancia, la información incluida puede utilizarse para el seguimiento de la consecución del objetivo de la Estrategia de Biodiversidad de la UE hasta 2030 para la lucha contra las EEI, pero también para la aplicación de otras políticas de la UE con requisitos sobre especies exóticas, como las Directivas de Aves y Hábitats, y las Directivas de Estrategia Marina y Marco del Agua.



# Índice de Contenidos

<b>Prólogo</b>	<b>9</b>
<b>Autores y colaboradores</b>	<b>10</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>11</b>
<b>Acrónimos y abreviaturas</b>	<b>12</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>13</b>
<b>1. Introducción y objetivos</b>	<b>16</b>
1.1. Antecedentes	16
1.2. Objetivos de la exploración del horizonte y finalidad de la lista negra y la lista de alerta	17
<b>2. Alcance y metodología de evaluación</b>	<b>20</b>
2.1. Ámbito geográfico	20
2.2. Alcance de aplicación en la biota acuática exótica	20
2.3. Evaluación, selección de especies y secuencia de pasos	22
<b>3. Resultados</b>	<b>28</b>
3.1. Lista negra	28
3.2. Lista de alerta	32
<b>4. Conclusiones y recomendaciones prácticas</b>	<b>36</b>
4.1. La exploración del horizonte como herramienta de priorización	36
4.2. La lista negra y la lista de alerta como elementos clave para la gestión de las EEI	37
<b>Referencias</b>	<b>39</b>
<b>Lista de afiliaciones de los autores</b>	<b>46</b>
<b>Lista de colaboradores</b>	<b>49</b>
<b>Apéndice A</b>	<b>51</b>
Lista negra de taxones exóticos invasores acuáticos registrados en las aguas continentales ibéricas.	
<b>Appendix B</b>	<b>56</b>
Lista de alerta de taxones exóticos invasores acuáticos potenciales con un riesgo significativo de invasión en las aguas interiores ibéricas	

# Prólogo



**Ana Cristina Cardoso**  
Centro de Investigación Común de la Comisión Europea

La 5ª edición de “*Global biodiversity Outlook (2020)*” constató que las especies exóticas invasoras (EEI) son uno de los principales motores de la pérdida de biodiversidad global. Dentro del “*Pacto Verde Europeo*”, la estrategia de biodiversidad para 2030 incluye acciones para reducir las presiones de las EEI, que requerirán dar pasos hacia adelante en la implementación de la legislación pertinente y los acuerdos internacionales incluyendo el Reglamento Europeo 1143/2014 con respecto a las EEI.

El reporte de la comisión en la evaluación de la aplicación de la legislación en materia de EEI identificó, entre otros, la necesidad de mejorar la coordinación entre los Estados Miembros en la gestión de las EEI en las listas nacionales, en medidas de gestión y priorización de procedimientos, y en la falta de capacidad de manejar conflictos entre las partes interesadas que se oponen al listado de dichas especies o la adopción de métodos de manejo de las mismas.

Este ejercicio de exploración del horizonte en la materia, nos ha llevado a una lista negra y lista de alerta para las EEI de la Península Ibérica, que comprende una significativa fuente de conocimiento a la hora de actualizar los catálogos nacionales de EEI, de realizar acciones coordinadas en prevención, detección temprana y manejo de las mismas, así como para mejorar la aceptación social de las estrategias de control.

La aproximación colaborativa ha permitido a LIFE INVASAQUA priorizar altos riesgos en las aguas continentales de la Península Ibérica, y representa un excelente ejemplo de contribución a la hora de realizar una implementación de la legislación en materia de EEI.

**Ana Cristina Cardoso**  
Coordinadora de la Red Europea de Información sobre Especies Exóticas (EASIN)  
Centro Común de Investigación de la Comisión Europea

\*La información y puntos de vista en este prólogo son del autor y no necesariamente reflejan la postura oficial de la Comisión Europea.

# Autores y colaboradores

## Equipo de redactores

Oliva-Paterna F.J., Oficialdegui F.J., Anastácio P.M., García-Murillo P., J.M. Zamora-Marín, Ribeiro F., Miranda R. & F. Cobo.

## Equipo de coordinación

Oliva-Paterna F.J., Anastácio P.M., Ribeiro F., García-Murillo P., Miranda R., Cobo F., Gallardo B., García-Berthou E., Boix D., Medina L., Arias A., Cuesta J.A., Oficialdegui F.J. & J.M. Zamora-Marín

## Autores y expertos (en orden alfabético)

Almeida D., Anastácio P.M., Arias A., Banha F., Barca S., Biurrun I., Boix D., Cabezas M.P., Calero S., Campos J.A., Capdevila-Argüelles L., Capinha C., Casals F., Clavero M., Cobo F., Cuesta J.A., Encarnação J.P., Fernández-Delgado C., Franco J., Gallardo B., García-Berthou E., García-Murillo P., Guareschi S., Guillén A., Hermoso V., López-Cañizares, C., Machordom A., Martelo J., Medina L., Mellado-Díaz A., Miranda R., Morcillo F., Oficialdegui F.J., Oliva-Paterna F.J., Olivo del Amo R., Oscoz J., Perdices A., Pou-Rovira Q., Ruiz-Navarro A., Ribeiro F., Rodríguez-Merino A., Ros M., Sánchez-Gullón E., Sánchez M.I., Sánchez-Fernández D., Sánchez-González J.R., Teodósio M.A., Torralva M., Vieira-Lanero R. & J.M. Zamora-Marín.

## Colaboradores

Varias autoridades con jurisdicción regional y nacional, así como algunos científicos, apoyaron la compilación proporcionando inventarios sobre especies exóticas.

La SIBIC coordinó una evaluación previa que proporcionó un gran conjunto de datos procedentes de la CPE (<http://www.cartapiscicola.es/>). LIFE INVASAQUA y la SIBIC han desarrollado una web y un portal de registros de los taxones incluidos en la presente lista (<https://eei.sibic.org/>). La coordinación y los beneficiarios del LIFE INVASAQUA contribuyeron facilitando la logística en algunos de los talleres.

# Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el proyecto LIFE INVASAQUA (Especies exóticas invasoras de agua y sistemas estuarinos: Sensibilización y prevención en la Península Ibérica) (LIFE17 GIE/ES/000515) financiado por el Programa LIFE de la UE.

Queremos agradecer a las autoridades competentes de los Estados Miembros, sociedades, ONGs, científicos y gestores que han contribuido al contenido de este informe, por su activa colaboración y el suministro de datos. Estamos especialmente agradecidos a la Fundación Biodiversidad (Gobierno de España) y al Gobierno de Navarra por su apoyo económico y logístico a las acciones de la SIBIC en el LIFE INVASAQUA.

El equipo del Proyecto también desea agradecer su colaboración a muchos otros expertos que contribuyeron al estudio, en particular en la participación en los primeros pasos del proceso y a través de comunicaciones personales, con información, comentarios y perspectivas útiles. Entre ellos, expresamos un agradecimiento especial a: Francisca Aguiar, César Ayres, Núria Bonada, André Carapeto, Paula Chainho, Ramón De Miguel, Vicente Del Toro, Estibaliz Díaz, Ignacio Doadrio, Rocío Fernández-Zamudio, Nati Franch, Antonio J. García-Meseguer, Pedro M. Guerreiro, Adrián Guerrero, Emilio Laguna, Pedro Leunda, Joaquín López-Soriano, Francisco Martínez-Capel, José A. Molina, Juan C. Moreno, José C. Otero, Jorge Paiva, Angel Pérez-Ruzafa, Carla Pinto, Sergio Quiñonero-Salgado, Oscar Soriano, Manuel Toro, Antonio Zamora-López.



Cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) © José M. Zamora-Marín

# Acrónimos y abreviaturas

**EASIN** – Red Europea de Información sobre Especies Exóticas

**EU** – Union Europea

**EWRR** – Alerta temprana y respuesta rápida

**EEI** – Especies Exóticas Invasoras

**Reglamento sobre EEI** – Reglamento (EU) No 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de Octubre de 2014 sobre la prevención y gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.

**IUCN** – Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**Lista Nacional Portuguesa de EEI** – Lista Nacional de Especies Invasoras (Anexo II, Decreto-Lei 92/2019).

**SIBIC** – Sociedad ibérica de Ictiología

**Listado español de especies alóctonas** – Listado de especies alóctonas potencialmente susceptibles de competir con las especies silvestres autóctonas, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos (relacionado con el R.D. 570/2020).

**Catálogo español de EEI** – Catálogo español de especies exóticas invasoras (Anexo del R.D. 630/2013).

**Directiva Marco del Agua** – Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

# Resumen ejecutivo

## Objetivo

Las especies exóticas invasoras (EEI) son uno de los principales motores del cambio global que amenazan la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la salud humana. Se estima que las EEI establecidas en Europa aumentarán en las próximas décadas y, en consecuencia, los Estados miembros de la Unión Europea necesitan proporcionar evaluaciones basadas en la evidencia de los riesgos planteados por las EEI para priorizar las acciones de prevención y mitigación.

El proyecto europeo LIFE INVASAQUA tiene como objetivo proporcionar información para ayudar a reducir la introducción y el establecimiento de las EEI acuáticas, entre otras cosas, mediante el desarrollo de herramientas que mejoren la gestión y la alerta temprana y la respuesta rápida (EWRR) para las EEI en la Península Ibérica. La evaluación del riesgo realizada en el marco de este proyecto proporcionará listas priorizadas de EEI (lista negra y lista de alerta) que podrían ayudar a España y a Portugal en la aplicación del Reglamento sobre EEI.

## Alcance

El objetivo principal fue proporcionar una lista negra y una lista de alerta transnacionales de biota acuática exótica invasora que pueda suponer una amenaza para las aguas interiores ibéricas.

El ámbito geográfico abarca las zonas continentales de España y Portugal. No se incluyen las aguas interiores de las Islas Baleares y las islas de la Macaronesia pertenecientes a Portugal y España.

## Evaluación

El Proyecto LIFE INVASAQUA coordinó y apoyó un proceso de exploración del horizonte con un grupo de 49 expertos para identificar los problemas, acordar las metodologías y avanzar por consenso. La evaluación se basó en los datos y conocimientos de este grupo, que representaba una amplia experiencia en invasiones biológicas en los grupos de taxones objetivo (invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce, plantas y vertebrados) y con una trayectoria de trabajo que incluye ciencia y gestión.

Hemos seguido un enfoque estructurado por etapas que combina una revisión sistemática de los conocimientos sobre las EEI con la identificación y consolidación conjunta por parte de los expertos. La lista negra y la lista de alerta resultantes son producto del consenso científico sobre el estado y el riesgo de invasión de las especies, que se apoya en información científica relevante y en las fuentes de datos existentes.

## Resultados

En la lista negra final se priorizaron 126 EEI (38 invertebrados de estuario, 26 invertebrados de agua dulce, 23 plantas y 39 vertebrados) que representan el 41.2% de los taxones exóticos registrados en las aguas continentales ibéricas (Apéndice A). Los peces (22 especies) fueron los dominantes entre los vertebrados que, junto con los moluscos (22) y los crustáceos (18), fueron los grupos taxonómicos más representados. Un máximo de 24 EEI presentaban un riesgo de impacto muy elevado y, en consecuencia, una prioridad muy alta porque resumían los valores máximos en el proceso de puntuación de la evaluación del riesgo. Algunas EEI se destacaron sistemáticamente como las más dañinas de entre las registradas actualmente en las aguas interiores ibéricas, incluyéndose, entre otras, la carpa común (*Cyprinus carpio*), la perca negra americana o "black bass" (*Micropterus salmoides*), el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*), el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y el helecho de agua (*Azolla filiculoides*).

La lista de alerta generada incluía 89 EEI con un riesgo significativo de invasión en la Península Ibérica (22 invertebrados de estuario, 16 invertebrados de agua dulce, 23 plantas y 28 vertebrados, véase el Apéndice B). Once taxones encabezaban la lista con puntuaciones más altas y, por lo tanto, se consideran de muy alta prioridad. Algunos de esos taxones con mayor potencial son el mejillón quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*), el cangrejo de marmol (*Procambarus virginialis*), el pez durmiente de Amur (*Perccottus glenii*) y el poliqueto serpúlido sedentario (*Hydroides dirampha*). La pampolina acuática de

la India (*Hygrophila polysperma*) y la ortiga acuática abanico de Carolina (*Cabomba caroliniana*) se encuentran entre las más potencialmente peligrosas plantas con una alta probabilidad de introducción futura en la Península Ibérica.

### Principales conclusiones

La lista negra y la lista de alerta resultantes son herramientas importantes que apoyan la aplicación del Reglamento sobre EEI y proporcionan una base fáctica para la revisión de su aplicación. Estas listas de EEI priorizadas ayudarán a los Estados miembros de España y Portugal a establecer un sistema de vigilancia de las EEI clave y pueden fomentar la cooperación y la coordinación transnacional a través de las fronteras o dentro de las regiones biogeográficas compartidas. Esta información actualizada y compartida sobre las EEI también podría servir de apoyo a las políticas en materia de EEI de múltiples maneras: proporcionando una base científica para la actualización o el desarrollo de la futura legislación; apoyando las restricciones en actividades específicas (por ejemplo, el comercio de especies); priorizando las acciones de vigilancia, respuesta rápida y mitigación. En última instancia, la lista negra y la lista de alerta proporcionan información valiosa para la aplicación de otras políticas de la UE relacionadas con las especies exóticas, como las Directivas de Hábitats y Aves, la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina y la Directiva Marco del Agua.

El proyecto LIFE INVASAQUA ha demostrado ser una buena fuente de información sobre las EEI en España y Portugal, pero también es extensible a otros Estados Miembros, apoyando la aplicación del Reglamento de la UE sobre las EEI mediante la participación y la creación de sinergias entre la creación de conocimientos, los responsables de la gestión y las partes interesadas. En este sentido, se invitará a las autoridades españolas y portuguesas responsables de la aplicación del Reglamento sobre las EEI y a varios grupos académicos a que comprueben y validen las listas prioritarias presentadas aquí.



Pseudorasbora o Pez chino (*Pseudorasbora parva*) © CC BY-SA 3.0



1

# Introducción y objetivos

# 1. Introducción y objetivos

## 1.1. Antecedentes

Las invasiones biológicas son uno de los principales motores del cambio global que amenaza la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la salud humana (AEMA 2012, Ricciardi *et al.* 2013, Simberloff *et al.* 2013, Early *et al.* 2016, IPBES 2019). El aumento de las tasas de introducción de especies (Seebens *et al.* 2017), el cambio climático (Gallardo *et al.* 2018) y otras influencias antrópicas, como la globalización, así como la alteración de los hábitats por la actividad humana, favorecen el establecimiento y la propagación de especies exóticas (Didham *et al.* 2007, Hulme 2021). Las especies exóticas que, una vez introducidas, establecen poblaciones, se vuelven abundantes y se propagan en ecosistemas receptores no nativos se denominan especies exóticas invasoras (EEI). A menudo, provocan la pérdida de biodiversidad y la alteración de los servicios ecosistémicos, con repercusiones en el bienestar humano, la salud pública y la economía (Vilà *et al.* 2011, Jeschke *et al.* 2014, Tsiamis *et al.* 2020, Diagne *et al.* 2021, Vaz *et al.* 2021). Lejos de disminuir, su amenaza parece ir en aumento y es poco probable que el número de especies exóticas establecidas de diferentes grupos taxonómicos disminuya en un futuro próximo. Por ejemplo, se estima que para 2050 las EEI establecidas en Europa habrán aumentado en torno al 64% (Seebens *et al.* 2021). Por lo tanto, es primordial actuar con urgencia en las estrategias de prevención para evitar la entrada de EEI en los ecosistemas no autóctonos.

Los ambientes acuáticos (por ejemplo, los estuarios y las aguas continentales) son especialmente vulnerables a las introducciones involuntarias o deliberadas de EEI (Strayer 2010, Flood *et al.* 2020), que suelen causar graves impactos ecológicos en todo el mundo (Dudgeon *et al.* 2006, Gherardi 2007, Gallardo *et al.* 2016a). Los costes económicos de las invasiones acuáticas son igualmente significativos, ya que se calcula que tanto los daños como los costes de gestión ascienden al menos a 23.000 millones de dólares al año (Cuthbert *et al.* 2021). Al igual que la tasa de aumento del número de introducciones de especies exóticas, el número de EEI acuáticas también está aumentando rápidamente y, en muchos casos, también su tasa de propagación (Olden *et al.* 2022), especialmente en las aguas interiores europeas (Nunes *et al.* 2015).

Estudios recientes estiman que hay casi 20.000 especies exóticas en el mundo (Pyšek *et al.* 2020) y que aproximadamente el 70% de ellas (más de 14.000 taxones exóticos) están actualmente registradas en Europa según la Red Europea de Información sobre Especies Exóticas (EASIN) (Katsanevakis *et al.* 2012). Varias de ellas presentan un comportamiento invasivo y tienen un gran impacto en el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad, causando efectos adversos en el medio ambiente (Katsanevakis *et al.* 2015) y pérdidas económicas irreversibles (Haubrock *et al.* 2021, Zenni *et al.* 2021).

Reconociendo la necesidad de disponer de un conjunto coordinado de acciones para prevenir, controlar y mitigar los daños causados por las EEI, el Parlamento Europeo y el Consejo han adoptado el Reglamento 1143/2014 de la UE (en adelante denominado Reglamento sobre EEI). Esta normativa sobre especies exóticas invasoras (EEI) establece normas para abordar eficazmente los problemas relacionados con las EEI con el fin de prevenir su entrada, establecer un sistema de alerta temprana y respuesta rápida, garantizar la pronta erradicación de las EEI localizadas y gestionar con mayor eficacia las EEI que se hayan establecido y propagado (Genovesi *et al.* 2015, Reaser *et al.* 2020). El Reglamento sobre las EEI tiene como objetivo, en primer lugar, abordar el impacto negativo de las EEI en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, mientras que los efectos negativos en la economía y en la salud humana se consideran factores agravantes. De hecho, los costes acumulados de las EEI probablemente alcanzan los 20 000 millones de euros al año para los Estados miembros europeos (Tsiamis *et al.* 2017). Además, según un estudio reciente (Haubrock *et al.*, 2021), los costes totales de las EEI en los Estados miembros europeos ascienden a 45 630 millones de euros entre 1960 y 2020, que se atribuyen principalmente a las pérdidas por daños y a la gestión, y afectan a múltiples sectores según el país (por ejemplo, agricultura, administraciones, silvicultura o pesca). Estas cifras están probablemente subestimadas debido a la dificultad de cuantificar y contabilizar económicamente los daños, así como a la escasa disponibilidad de registros sobre los costes de los esfuerzos de gestión de las EEI.

Una cuestión fundamental en el Reglamento sobre las EEI es la elaboración de una lista de EEI que ocupan a la Unión (es decir, la lista de la Unión), que incluye los taxones que son muy perjudiciales para la biodiversidad autóctona y para los que se requiere una acción concertada en toda la UE (Genovesi *et al.* 2015). Este reglamento no solo hace hincapié en minimizar los daños causados por las EEI establecidas, sino que también se centra específicamente en la identificación de posibles invasores (Roy *et al.* 2019). Por lo tanto, en este marco de la UE, el desarrollo de listas priorizadas de taxones establecidos o

potenciales en cualquier EM (también en cualquier área biogeográfica) es esencial para diseñar protocolos de prevención competentes, para promover la detección inequívoca y la respuesta rápida, y para ajustar la legislación actual (Bertolino *et al.* 2020, Wallace *et al.* 2020).

La exploración del horizonte se considera fundamental para identificar y priorizar las EEI que constituyen una mayor amenaza, los taxones registrados o potenciales, de modo que se pueda evaluar su riesgo para su futura inclusión en las listas y priorizar las acciones de gestión (Gallardo *et al.* 2016b, Roy *et al.* 2019, Peyton *et al.* 2019, Czechowska *et al.* 2022, entre otros). En consecuencia, este informe técnico presenta un procedimiento sistemático de exploración del horizonte consensuado para obtener la lista negra y la lista de alerta de las especies acuáticas exóticas de la Península Ibérica (en adelante, lista negra y lista de alerta). La **lista negra** (CUADRO 1) comprende los taxones exóticos ya introducidos y establecidos en España o Portugal que, según el procedimiento, han demostrado suponer un riesgo importante para el medio ambiente, la economía o el bienestar humano. Al mismo tiempo, la **lista de alerta** (CUADRO 1) prioriza aquellas EEI potenciales que probablemente lleguen, se establezcan, se propaguen y tengan un impacto en la Península Ibérica en las próximas décadas.

En virtud del Reglamento sobre EEI, España y Portugal -como todos los Estados Miembros- deben impedir la entrada de especies exóticas, contener su propagación en sus territorios, aplicar mecanismos eficaces de alerta temprana y respuesta rápida (EWRR) para detectar nuevas introducciones y adoptar medidas de gestión para aquellas EEI que ya están extendidas. La lista negra de especies exóticas establecidas e introducidas definida en el presente informe técnico debería ser una herramienta clave para mejorar y priorizar las acciones de gestión de las EEI. Del mismo modo, la lista de alerta elaborada proporciona una base para priorizar las evaluaciones de riesgo de las especies aún no establecidas en las aguas interiores de ambos países, con el fin de evaluar exhaustivamente la amenaza que suponen estos taxones para la biodiversidad y los ecosistemas ibéricos. En última instancia, la información incluida en este informe técnico también puede utilizarse para supervisar el cumplimiento del objetivo de la Estrategia UE 2030 sobre Diversidad Biológica para combatir las EEI, pero también para la aplicación de otras políticas de la UE con requisitos sobre especies exóticas, como las Directivas de Hábitats y Aves, la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina y la Directiva Marco del Agua.

## 1.2. Objetivos de la exploración del horizonte y finalidad de la lista negra y la lista de alerta

El ejercicio de exploración del horizonte y las listas resultantes tienen tres objetivos principales:

- Proporcionar listas transnacionales priorizadas de EEI que puedan suponer una amenaza para las aguas interiores ibéricas.
- Contribuir a la estrategia de gestión de las EEI a nivel regional, nacional y europeo mediante la elaboración de una lista negra y una lista de alerta.
- Constituir herramientas de referencia para los responsables de la toma de decisiones y los grupos interesados, además de facilitar la comunicación, la transferencia de conocimientos y el debate entre los grupos clave implicados en la gestión de las EEI.

La evaluación realizada y las listas resultantes proporcionan los siguientes resultados principales:

- Un informe de síntesis sobre un procedimiento de exploración del horizonte sistemático y consensuado entre expertos para obtener listas negras y de alerta priorizadas de las EEI acuáticas de la Península Ibérica, que sirvan también de modelo para futuros proyectos con un alcance temático o geográfico similar.
- Una base de datos de libre acceso que contiene los datos descriptivos y el resumen de la capacidad de invasión de todas las EEI acuáticas definidas en la lista negra y la lista de alerta.
- Al mismo tiempo, LIFE INVASAQUA ha desarrollado un sitio web, con información en forma de fichas, que cubre la mayoría de los taxones de la lista negra, así como una plataforma que agrega y suministra registros de observación de especies en las aguas interiores (<https://eei.sibic.org/>).

Por último, cabe señalar que el objetivo del proyecto LIFE INVASAQUA, y por lo tanto de sus informes técnicos, es promover la colaboración y la coordinación con los encargados de la toma de decisiones y garantizar el intercambio y la puesta en común de los datos.



Elodea o Luchecillo (*Egeria densa*) © By Lamiot (CC BY-SA 4.0).



# 2

## Alcance y metodología de evaluación

## 2. Ámbito y metodología de evaluación

### 2.1. Ámbito geográfico

El ámbito geográfico abarca la Península Ibérica, no se incluyen los estuarios y aguas continentales de las islas Baleares ni las islas de la Macaronesia pertenecientes a Portugal o a España (Islas Canarias, Madeira y Azores). Por consiguiente, la evaluación se realizó para las zonas del continente (sin islas) pertenecientes a dos de los estados miembros de la UE: España y Portugal.

### 2.2. Alcance del concepto de biota exótica acuática

La Lista elaborada sigue la definición de especie exótica según el Reglamento sobre EEI (Reglamento de la UE 1143/2014) (CUADRO 1), incluyendo a especies que no se encontrarían de forma natural en la Península Ibérica y que han sido trasladadas fuera de su área de distribución geográfica nativa por actividades humanas. El transporte realizado por actividades humanas permite a estas especies superar barreras biogeográficas fundamentales que de otro modo no podrían cruzar por dispersión natural. Algunas pueden ser consideradas como **especies exóticas invasoras** (RECUADRO 1) y, por tanto, incluidas en las listas negras y de alerta, porque son capaces de formar poblaciones abundantes y de extenderse en territorios no autóctonos, causando a menudo importantes impactos ecológicos y socioeconómicos negativos en los sistemas acuáticos ibéricos o porque pueden ocasionar potencialmente esos impactos (Unión Europea, 2014).

El proceso de exploración del horizonte ha analizado inicialmente las etapas de establecimiento y propagación de la biota acuática exótica en la Península Ibérica, que incluye organismos exóticos que viven en el medio acuático o dependen de él, al menos durante una parte de su ciclo vital (RECUADRO 1). Las aguas continentales son entornos acuáticos limitados por entornos terrestres. Esto incluye los situados en zonas costeras, incluso cuando son adyacentes a entornos marinos, y abarcan la mayoría de los hábitats acuáticos incluidos en las **aguas de transición** y en las **aguas continentales** definidas en la Directiva Marco del Agua de la UE (CUADRO 1).

Del conjunto completo de especies recopiladas para la exploración del horizonte (véase la sección 2.3 para más detalles), las especies exóticas se dividieron en cuatro grupos objetivo para la evaluación: vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas. Los vertebrados incluyen los organismos acuáticos y semiacuáticos, los invertebrados también consideran los animales semiacuáticos, y las plantas incluyen las plantas acuáticas sumergidas, flotantes y emergentes que son principalmente hidrófitas y helófitas. También se especificaron algunas categorías sistemáticas detalladas: Filo, Clase, Orden y Familia (véase el material complementario). El área de distribución nativa se dividió en: Europa, África, Asia tropical, Asia templada, Australasia, Pacífico, América del Norte y América del Sur. Cuando una distribución nativa incluía más de una región (por ejemplo, Europa, Asia templada y Asia tropical), se consideraron todas las regiones. Se han incluido varios invertebrados exóticos simbioses (parásitos en muchos casos) asociados a especies animales exóticas. No se incluyeron en la evaluación los taxones marinos (salvo los que comúnmente colonizan aguas estuáricas o salobres). Se excluyeron de la evaluación todas las especies translocadas que se consideran autóctonas en cualquier parte de la Península Ibérica (por ejemplo, las especies autóctonas ibéricas introducidas entre cuencas).

Un marco unificado para las invasiones biológicas reconoce que el proceso de invasión por acción humana puede dividirse en una serie de etapas: **transporte, introducción, establecimiento y propagación** (RECUADRO 1) (Blackburn *et al.* 2011). En consecuencia, se pueden aplicar acciones de gestión específicas en diferentes puntos de ese proceso de invasión (UICN 2018, Kocovsky *et al.* 2018). Para la inclusión de especies en el presente proceso de exploración del horizonte, los expertos han evaluado en qué fase de invasión se encuentra cada taxón exótico registrado en la Península Ibérica. Esta definición no es una tarea fácil, las especies son dinámicas dentro del marco de la invasión y se espera que atraviesen barreras, transiten entre las fases o tropiecen con obstáculos en la invasión. Además, una misma especie exótica puede tener varias poblaciones en diferentes fases. Por lo tanto, la referencia al estado de invasión a nivel ibérico con respecto a ciertas especies debería ser formulada temporal y espacialmente.

Por lo tanto, el proceso clasifica todos los taxones en cuatro grupos. Primeramente, los **taxones potenciales** son aquellos que todavía no están presentes en ambientes naturales de la Península Ibérica (están en fase de transporte o introducción). En segundo lugar, las **especies establecidas** son las

que aparecen en aguas continentales donde ya han formado poblaciones autosuficientes en el medio, y suelen ser abundantes. (Richardson *et al.* 2010, Blackburn *et al.* 2011). En tercer lugar, los **taxones en estado incierto** incluye especies ocasionales o introducidas que se han registrado en la Península Ibérica pero que no están claramente establecidas o naturalizadas (aunque se haya observado la reproducción efectiva de algunas de estas especies, sus poblaciones no son autosuficientes). Finalmente, en virtud del consenso de los expertos, consideramos como **criptogénicos** aquellas especies con una historia biogeográfica desconocida que no pueden calificarse como nativos o exóticos en un lugar (UICN 2020) y también especies de origen dudoso (CUADRO 1).

## CUADRO 1 - Glosario de definiciones clave

**Aguas continentales:** todas las aguas estancadas o corrientes en la superficie del suelo y todas las aguas subterráneas situadas hacia tierra desde la línea que sirve de base para medir la anchura de las aguas territoriales (Directiva Marco del Agua de la UE). En la presente evaluación se incluyen las masas de agua artificiales como embalses o estanques.

**Aguas de transición:** masas de agua superficial en las proximidades de las desembocaduras de los ríos que son, en parte, de carácter salino como resultado de su proximidad a las aguas costeras, pero que están sustancialmente bajo la influencia de los flujos de agua dulce (Directiva Marco del Agua de la UE).

**Biota exótica acuática:** término colectivo que describe los organismos que viven en el medio acuático o que dependen de él al menos durante una parte de su ciclo vital (consenso de los expertos).

**Criptogénico:** taxones para los que no está claro si los individuos presentes en un lugar son nativos o exóticos (UICN 2020), es decir, “especies de historia biogeográfica desconocida (o controvertida) que no pueden calificarse como nativas o exóticas” (Richardson *et al.* 2010).

**Especie establecida/naturalizada:** especie que ha sido introducida con éxito en entornos naturales, seminaturales o artificiales (embalses, estanques, etc.) “con poblaciones autosostenibles durante varios ciclos vitales en el medio silvestre e individuos que sobreviven y se reproducen, ya sea en el lugar donde fueron introducidos o en múltiples sitios” (Blackburn *et al.* 2011, Richardson *et al.* 2010).

**Especie exótica invasora (EEI):** especie exótica cuya introducción o propagación haya demostrado ser una amenaza o tener efectos adversos sobre la biodiversidad y los servicios asociados a los ecosistemas (Reglamento 1143/2014 de la UE).

**Especie exótica:** cualquier ejemplar vivo de una especie, subespecie o taxón inferior de animales, plantas, hongos o microorganismos introducido fuera de su área de distribución natural; incluye cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos de dicha especie, así como cualquier híbrido, variedad o raza que pueda sobrevivir y posteriormente reproducirse (Reglamento 1143/2014 de la UE).

**Etapas de establecimiento:** esta fase en el proceso de invasión incluye taxones que se han registrado en el medio silvestre pero que no están claramente establecidos o naturalizados, incluso si se ha observado que algunas de estas especies se han reproducido con éxito pero la población no es autosuficiente (Blackburn *et al.* 2011).

**Etapas de introducción:** en el proceso de invasión incluye a los taxones que han sido transportados por la agencia humana más allá de los límites de sus áreas de distribución nativas, y que se encuentran en cultivo, cautiverio o cuarentena en una nueva región no nativa (Richardson *et al.* 2010, Blackburn *et al.* 2011).

**Etapas de propagación:** esta fase en el proceso de invasión incluye taxones que han sido claramente introducidos en el medio silvestre y ya se han naturalizado y establecido, es decir, “especies con poblaciones autosuficientes en estado silvestre” (Blackburn *et al.* 2011, Richardson *et al.* 2010). El concepto abarca las especies invasoras establecidas, naturalizadas o extendidas.

**Etapas de transporte:** es la fase que, en el proceso de invasión, incluye los taxones transportados por la acción humana más allá de los límites de sus áreas de distribución nativas (Richardson *et al.* 2010, Blackburn *et al.* 2011). El concepto incluye, por ejemplo, los taxones que participan en el movimiento intercontinental hacia una nueva región, principalmente como resultado del comercio y los viajes globales.

**Lista de alerta:** es una lista de especies exóticas que aún no están presentes en un territorio o que sólo están presentes en fase de introducción, que suponen un riesgo para la zona invadida y para las que se recomiendan esfuerzos particulares de vigilancia y seguimiento, con el fin de mejorar la respuesta rápida en caso de llegada a la naturaleza y de propagación. Este tipo de listas debe trasladarse a las autoridades competentes (EEA 2010).

**Lista Negra:** es una lista de especies exóticas introducidas y establecidas en la naturaleza que, según una evaluación de riesgos sólida, suponen riesgos para el medio ambiente, la economía o el bienestar humano. Las especies sujetas a una evaluación de riesgo detallada y que pueden ser introducidas a través del comercio deben ser propuestas para su regulación comercial a la escala europea o nacional competente. Las listas de especies que se consideren perjudiciales mediante una evaluación rápida deben trasladarse a las autoridades competentes de los países afectados para que den prioridad a las respuestas (EEA 2010)..

**Sistema de Alerta Temprana y Respuesta Rápida:** se define como un marco destinado a responder a las invasiones biológicas, a través de un sistema coordinado de actividades de vigilancia y seguimiento, el diagnóstico de las especies invasoras, la evaluación de los riesgos, la circulación de la información, la notificación a las autoridades competentes, la identificación y la aplicación de las respuestas adecuadas (AEMA 2010).

**Taxones potenciales:** son especies exóticas que aún no están presentes en un territorio pero que ya se encuentran en las etapas de transporte o de introducción del proceso de invasión, es decir, con un alto riesgo de invasión en ese territorio.

### 2.3. Evaluación, selección de especies y secuencia de las etapas

La información sobre las especies exóticas de la Península Ibérica se encuentra dispersa en varias fuentes, como la literatura científica, las bases de datos en línea o con diferente acceso, la Administración regional y nacional, etc. Además, los errores de información taxonómica, nomenclatural o biológica de los taxones son, lamentablemente, comunes en varias fuentes de información. Para hacer frente a este desafío, el proceso de evaluación ha seguido un método participativo con expertos para identificar problemas, acordar metodologías y avanzar por consenso. El Proyecto LIFE INVASAQUA coordinó el proceso y promovió los canales de comunicación o los espacios de discusión en los talleres de expertos y en las reuniones en la web.

La evaluación fue un proceso compartido con otros desarrollados tanto para actualizar el inventario de 306 especies exóticas ya registradas en las aguas interiores (Oliva-Paterna et al. 2021a) como para establecer un inventario de 272 taxones exóticos aún no presentes, pero incluidos en el transporte o en la fase de introducción del proceso de invasión a nivel ibérico (Oliva-Paterna et al. 2021b).

Se celebraron tres talleres y varias reuniones en la web entre enero de 2019 y octubre de 2020. Estas reuniones se centraron principalmente en el desarrollo de los criterios de selección e inclusión de especies, la discusión sobre el proceso, la votación de las especies más peligrosas, la puntuación de riesgo y el acuerdo sobre las listas finales. Por último, se editaron los datos y resultados, y se resolvieron las cuestiones pendientes mediante la comunicación por correo electrónico con los expertos.

Un total de 60 expertos en biología de la conservación de España y Portugal participaron en los primeros pasos del proceso (Pasos 1 y 2) para obtener listas de taxones registrados y potenciales de especies exóticas (Oliva-Paterna et al. 2021a y 2021b).



Expertos participantes en el primer LIFE INVASAQUA Workshop para la elaboración de la Lista ibérica de EEI acuáticas. Junio de 2019, Málaga, España. ©LIFE INVASAQUA.

El proceso de evaluación ha seguido un enfoque estructurado por etapas (CUADRO 2) que combina el conocimiento sobre las invasiones biológicas con la colaboración de expertos en la identificación y en la consolidación de resultados antes mencionada. Los participantes eran expertos en el campo de las invasiones biológicas, muchos de ellos especializados en entornos mediterráneos, y abarcaban una gama de diferentes taxones y tipos de biomas con un excelente historial de trabajo o investigación en el ámbito conjunto ciencia-gestión (véase el apéndice Lista de afiliaciones de los autores).

### **Etapas 1. Revisión sistemática, grupos de trabajo y recopilación de listas preliminares**

Se examinó sistemáticamente literatura científica, informes técnicos, bases de datos de las EEI y otras fuentes de la web para obtener una lista preliminar de las especies exóticas que se han registrado en las aguas estuáricas y continentales ibéricas. Varias autoridades regionales y nacionales con competencia en la materia y algunos científicos apoyaron la recopilación de datos proporcionando inventarios de especies (Oliva-Paterna *et al.* 2021a and 2021b).

Se asignaron expertos a los grupos de trabajo en base a sus conocimientos especializados que, en general, proporcionaron una amplia cobertura de los taxones principales (vertebrados, invertebrados de estuarios, invertebrados de agua dulce y plantas) (ver la descripción de los grupos en la sección 2.2). Cada grupo incorporó al menos dos codirectores (investigadores con conocimientos especializados en invasiones biológicas) para coordinar o resolver dudas en el proceso de inclusión de taxones (por ejemplo, algunas especies de aguas salobres fueron consideradas por más de un grupo).

La tarea de recopilar las listas preliminares se dividió en grupos de trabajo temáticos y según la taxonomía. Cada experto de los grupos temáticos se encargó de revisar las listas preliminares. A lo largo de seis meses, los expertos completaron este ejercicio inicial por correo electrónico y mediante reuniones en línea.

Las listas de especies registradas generada a partir de estudios científicos previos en la Península Ibérica se distribuyeron a todos los grupos de trabajo (por ejemplo, García-Berthou *et al.* 2007, Cobo *et al.* 2010, Chainho *et al.* 2015, Anastácio *et al.* 2019, Muñoz-Mas & García-Berthou 2020). De forma complementaria, se discutieron evaluaciones comparables en otras áreas geográficas, a nivel nacional o internacional, y listas de ejercicios previos de exploración de horizonte (por ejemplo, Almeida *et al.* 2013, Roy *et al.* 2014, Gallardo *et al.* 2016b, Carboneras *et al.* 2018, Roy *et al.* 2018, Nentwig *et al.* 2018, Peyton *et al.* 2019, entre otros).

### **Etapas 2. Discriminación y definición del estado de los taxones**

Los expertos reunieron información adicional para evaluar la fase de invasión y, por tanto, definir la situación de las especies registradas (por ejemplo, establecida, incierta o criptogénica).

El consenso entre los grupos de trabajo tuvo lugar en una reunión en línea intermedia en la que se establecieron listas de taxones exóticos registrados y potenciales. Se incluyeron las macroalgas y los hongos, que no eran inicialmente el objetivo de la presente evaluación, se listaron un total de 306 taxones exóticos registrados en las aguas continentales ibéricas y fueron identificados 272 taxones exóticos como invasores potenciales (Oliva-Paterna *et al.* 2021a y 2021b). Las listas fueron el resultado de un consenso científico sobre el estado de invasión de las especies basado en la literatura y las fuentes de datos existentes (para más información, véase Oliva-Paterna *et al.* 2021a, 2021b). Los cuatro grupos temáticos de EEI para los siguientes pasos (vertebrados, invertebrados estuarinos, invertebrados de agua dulce y plantas) sumaron 275 taxones registrados (**lista de especies exóticas registradas** en el RECUADRO 2) y 260 taxones potenciales (**lista de especies exóticas potenciales** en el CUADRO 2). (véase el CUADRO 2).

### **Etapas 3. Clasificación por expertos de los taxones exóticos - Selección de los peores taxones**

Como primer paso en la priorización, llevamos a cabo una consulta de encuestas a expertos. Según Burgman *et al.* (2014) y Gallardo *et al.* (2016b), el sistema de votación sintetiza la percepción de los expertos de manera eficiente y representa un método rápido y rentable para clasificar los taxones. Para cada lista por separado (taxones exóticos registrados y potenciales), los expertos seleccionaron los 10 peores taxones exóticos de su grupo temático de experiencia, es decir, aquellos que consideraban más preocupantes en términos de sus impactos (actuales o potenciales) sobre la biodiversidad, la socioeconomía y la salud humana en la Península Ibérica. Para cada grupo temático, se obtuvieron

entre 12 y 14 conjuntos de votos de los expertos (12 para en vertebrados, 12 para invertebrados de estuario, 14 para invertebrados de agua dulce y 13 para plantas). La puntuación otorgada a cada especie fue el número de votos recibidos. Obsérvese que esto no significa que los taxones que no reciben votos estén libres de riesgo, sino que simplemente se consideran menos prioritarios que otros con un elevado número de votos.

Se elaboraron cuatro listas preliminares en las que los taxones se clasifican por número de votos, una para cada uno de los cuatro grupos objetivo (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas). Los expertos del grupo llegaron a un consenso y los taxones votados por al menos el 25% de los expertos de cada grupo objetivo formaron las **listas de las especies exóticas más peligrosas y más dañinas** (listas de las peores en el CUADRO 2). Estas especies clasificadas como las peores se utilizaron posteriormente en la evaluación de riesgos del paso 4.

#### **Etapa 4. Evaluación del riesgo y priorización mediante la puntuación de las peores EEI**

Las especies registradas como más peligrosas (lista de los peores 126 taxones en el CUADRO 2) y también las peores de los taxones aún no registrados (lista de los peores 89 taxones en el CUADRO 2) en cada grupo temático se evaluaron mediante una determinada puntuación (Tabla A). Según la opinión consensuada de los expertos, todos los taxones incluidos en estas listas preliminares de taxones más dañinos pueden considerarse invasores.

Con el fin de clasificar las EEI más perjudiciales, a cada taxón de estas listas (es decir, las listas potenciales y las registradas) se le ha asignado una puntuación (de 0 a 4, véase más adelante) para cinco categorías que indican la probabilidad y la magnitud de la amenaza que suponen para la biodiversidad, la economía y el bienestar humano en la Península Ibérica (Tabla B). La puntuación de riesgo de este paso se adaptó según Molnar *et al.* (2008) y Gallardo *et al.* (2016b).

Las cinco categorías resumían características importantes del proceso de invasión:

- **(A1) Extensión geográfica en la Península Ibérica (sólo para taxones registrados):** como una aproximación al rango de distribución de la especie en la Península Ibérica.
- **(A2) Potencial invasor en la Península Ibérica (sólo para los taxones potenciales):** como una aproximación al futuro potencial de establecimiento y dispersión por las aguas interiores ibéricas en base a sus preferencias ecológicas, vectores y vías de entrada.
- **(B) Impacto ecológico:** efectos sobre las especies y ecosistemas ibéricos.
- **(C) Dificultad de gestión:** como una aproximación a las potenciales dificultades de gestión, control y erradicación (principalmente técnicas o relacionadas con factores ecológicos como el potencial de dispersión de los taxones objetivo).
- **(D) Impactos económicos y sobre la salud humana:** todos los sectores económicos son válidos, pero la evaluación se centró principalmente en los más relacionados con los sistemas acuáticos, como la agricultura, la acuicultura, la industria y las infraestructuras del agua (por ejemplo, el control de las inundaciones, la energía hidroeléctrica, etc.), o las actividades recreativas (por ejemplo, la navegación, los deportes acuáticos, la pesca/pesca deportiva, etc.). También se evaluaron los impactos sobre la salud humana (por ejemplo, transmisión de enfermedades, envenenamiento, toxicidad, alergias, etc.).
- **(E) Aceptabilidad de la gestión:** la aceptación social de las estrategias de gestión se refiere a los problemas significativos que podrían surgir de la oposición, desaprobación o resistencia de los ciudadanos, grupos involucrados, partes interesadas o sectores privados. No se incluyen las barreras normativas o legales, que se consideran en el apartado de viabilidad (C).

Dado que la probabilidad y la magnitud de los efectos de la invasión biológica dependen del contexto, se pidió a los expertos que asumieran el peor escenario posible para la votación (paso 3) y la puntuación (paso 4). Para los taxones registrados, se trataba de la extensión actual y, en una situación virtual en la que fallaran las medidas preventivas, de la extensión potencial dentro de la Península Ibérica; para los taxones potenciales, se trata de la mayor superficie que podría alcanzar (con toda probabilidad) en la Península Ibérica.

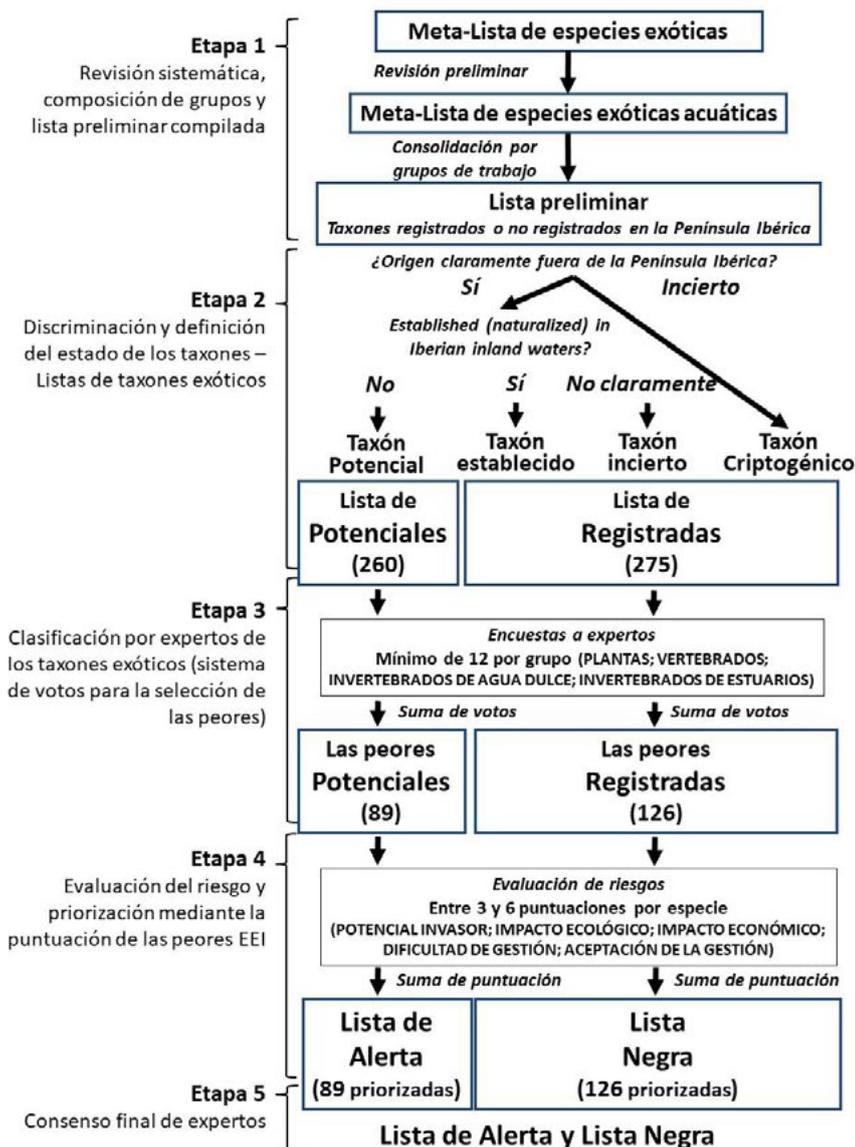
Entre 3 y 6 expertos diferentes evaluaron y puntuaron cada taxón en las listas de los peores taxones. Las cinco categorías de la evaluación del riesgo (Tabla A) se consideraron igualmente importantes. Así, la puntuación total otorgada a un taxón fue igual a la suma de las cinco categorías, con una puntuación máxima de 20 puntos para un taxón muy extendido o con alta probabilidad de ser introducido, que tiene un alto impacto ecológico, económico y sanitario, y cuya gestión es muy complicada y poco aceptada por la sociedad en general. Los taxones con un valor de puntuación igual o superior a 15 se incluyeron en la parte superior de las listas como de muy alta prioridad y riesgo de impacto para las aguas interiores ibéricas.

A lo largo de 4 meses, los expertos completaron este paso compilando una plantilla de hoja de cálculo que incluía los valores de las categorías de puntuación y la información de apoyo útil para determinar el nivel de confianza de cada puntuación. Además, se recogieron las principales vías de introducción y propagación, así como el origen nativo de los taxones. Se proporcionó a los expertos una guía para incorporar los datos (véase Apéndice A).

### Etapa 5. Consenso final de los expertos

El consenso entre los grupos de trabajo tuvo lugar en una reunión final en línea (y posterior envío de correos electrónicos) en la que los expertos tuvieron la oportunidad de revisar la lista negra y la lista de alerta definitivas y, concretamente, de comprobar la puntuación final de cada especie (o taxón) exótica.

### CUADRO 2 - Enfoque estructurado por etapas de la evaluación seguida para la identificación y priorización de las EEI acuáticas



**Tabla A.** Directrices utilizadas por los expertos en el proceso de puntuación de las listas negras y de alerta. Se asignaron cinco puntuaciones de riesgo para cada taxón (A1 y A2 fueron específicas para las listas negras y de alerta, respectivamente). Basado en Molnar *et al.* (2008) y Gallardo *et al.* (2016b).

<b>(A1) Extensión geográfica en la Península Ibérica</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay información suficiente para determinar la puntuación).
1	Una sola localidad.
2	Ecosistema local o subcomarca (por ejemplo, subcuenca, cuenca pequeña).
3	Ecorregión (ej., una gran cuenca, una ecorregión de agua dulce sensu Abell <i>et al.</i> 2008).
4	Multicomarcas (ej., algunas cuencas, más de una ecorregión de agua dulce).
<b>(A2) Potencial invasor para la Península Ibérica</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay información suficiente para determinar la puntuación).
1	Muy improbable introducción futura debido a sus preferencias ecológicas, vectores y vías de propagación.
2	Probable introducción de propágulos pero improbable establecimiento de poblaciones silvestres debido a las limitaciones ambientales - probablemente difícil de propagar
3	Probable introducción y establecimiento a largo plazo debido a las condiciones ambientales adecuadas o a la alta presión de los propágulos - la propagación podría ser fácil.
4	Introducción y establecimiento muy probables a corto plazo debido a las condiciones ambientales adecuadas, la proximidad a las regiones invadidas, los vectores y las vías de propagación adecuadas: alto potencial de propagación.
<b>(B) Impacto ecológico</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay información suficiente para determinar la puntuación).
1	Poca o ninguna perturbación, cuando causa niveles menores de impacto que no muestran una reducción del rendimiento de los individuos de la biota nativa.
2	Perturba a una sola especie con poco o ningún impacto en el ecosistema.
3	Altera múltiples especies, algunos hábitats acuáticos, alguna función más amplia del ecosistema, o especies clave o especies con valor de conservación..
4	Altera los procesos de todo el ecosistema con influencias abióticas más amplias y provoca cambios irreversibles en la comunidad.
<b>(C) Dificultad de gestión</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay suficiente información para determinar la puntuación).
1	El proceso de invasión es fácilmente reversible sin acciones de gestión continuas (erradicación).
2	El proceso de invasión es reversible con cierta dificultad o puede ser controlado con una gestión periódica.
3	El proceso de invasión es reversible con dificultad o puede controlarse con una gestión continua significativa.
4	El proceso de invasión es irreversible o no puede ser controlado o contenido.
<b>(D) Impactos económicos y sobre la salud humana</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay suficiente información para determinar la puntuación).
1	Impacto económico escaso o nulo.
2	Afecta a un sector económico (agricultura, acuicultura, industrias del agua, actividades recreativas, infraestructuras y salud humana) con poco o ningún impacto económico más amplio.
3	Afecta a múltiples sectores económicos (agricultura, acuicultura, industrias del agua, ocio, infraestructuras y salud humana), requiriendo inversiones periódicas para controlar los daños.
4	Afecta a sectores económicos múltiples o clave (agricultura, acuicultura, industrias del agua, actividades recreativas, infraestructuras y salud humana), requiriendo una inversión continua y significativa para controlar los daños.
<b>(E) Aceptación de la gestión</b>	
0	Datos desconocidos o deficientes (no hay información suficiente para determinar la puntuación).
1	Sin visibilidad social, total o muy aceptable por el apoyo social.
2	Aceptable o moderada, sin conflictos importantes o sólo con un sector social.
3	Inaceptable, conflictos potenciales con múltiples sectores sociales (por ejemplo, la opinión pública, las partes interesadas, los grupos de bienestar animal, los usuarios de las masas de agua).
4	Muy inaceptable, conflictos potenciales con múltiples sectores clave y el público en general.



3

Resultados

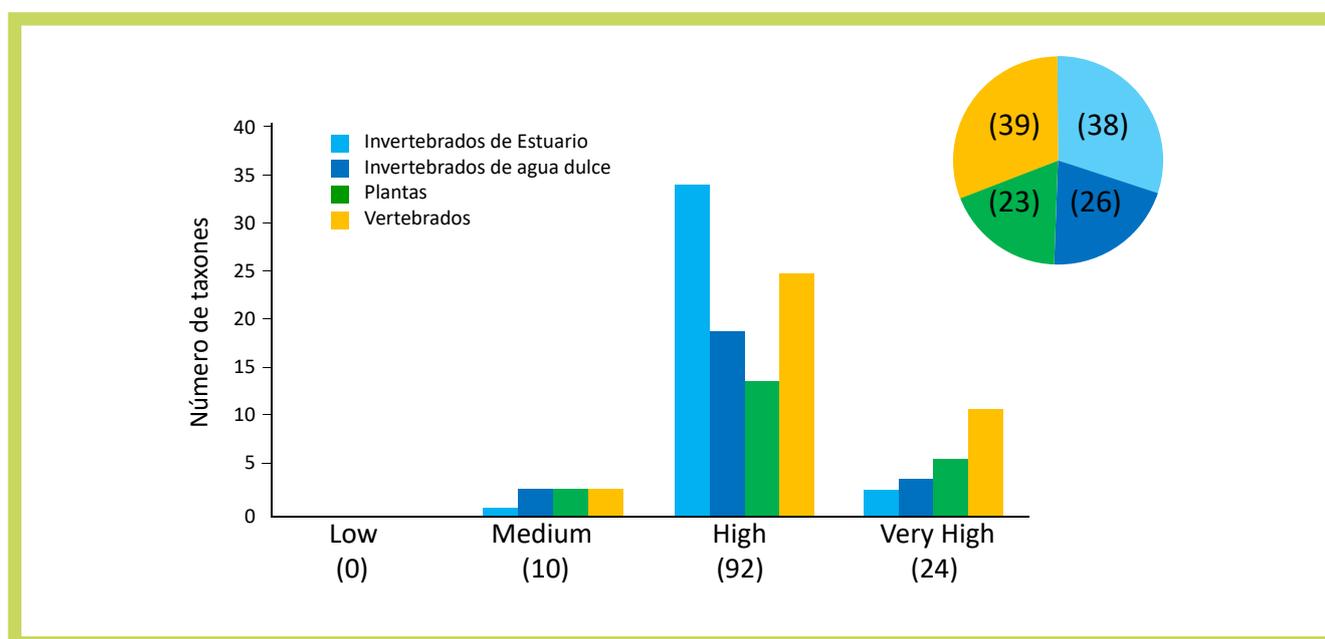
### 3. Resultados

#### 3.1. Lista negra.

En la lista negra final se incluyeron un total de 126 EEI: El 30.9% de los vertebrados (39 taxones), el 50.8% de los invertebrados (64 taxones: 38 de estuario y 26 de agua dulce) y el 18.3% de las plantas (23 taxones) (figura A) (véase la base de datos completa en el apéndice A). De todas las EEI incluidas en la lista negra, identificamos 105 taxones (83.3%) claramente establecidos o naturalizados en los sistemas acuáticos estuáricos y continentales, la mayoría de ellos en ambos países, mientras que los 21 taxones restantes se definieron como de estatus incierto (véase el Apéndice A). Del total de 306 taxones exóticos registrados inicialmente en las aguas interiores de la Península Ibérica (Oliva-Paterna *et al.* 2021a), sólo el 41.2% se incluyó en esta lista negra final.

Un máximo de 24 especies fueron categorizadas como de muy alta prioridad o riesgo de impacto para las aguas continentales ibéricas al alcanzar las puntuaciones más altas (iguales o superiores a 15; Figura A). El resto de los taxones fueron categorizados como altos (92 taxones) o medios (10 taxones), sin que ninguna especie fuera clasificada como de bajo impacto (Figura A). La información detallada con el número total de taxones evaluados se encuentra en el Apéndice A.

Entre las EEI que recibieron la máxima categoría se encuentran 11 vertebrados, 7 invertebrados (3 de estuario y 4 de agua dulce) y 6 plantas (Tabla B). Sin embargo, todos los taxones clasificados durante el proceso se consideraron relevantes para toda la Península Ibérica. Las EEI más destacadas como las más perjudiciales en las aguas continentales ibéricas fueron la carpa común (*Cyprinus carpio*), la paerca Negra o black bass (*Micropterus salmoides*), el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*), el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y el helecho de agua (*Azolla filiculoides*), entre otros (Tabla B).



**Figura A.** Número de taxones incluidos en la lista negra clasificados como riesgo de impacto bajo, medio, alto o muy alto por el proceso de exploración del horizonte. Los colores representan los grupos objetivo (invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce, plantas y vertebrados) y los números entre paréntesis el total de taxones por grupo (superior derecha) y por categoría (gráfico principal) incluidos en la lista negra.

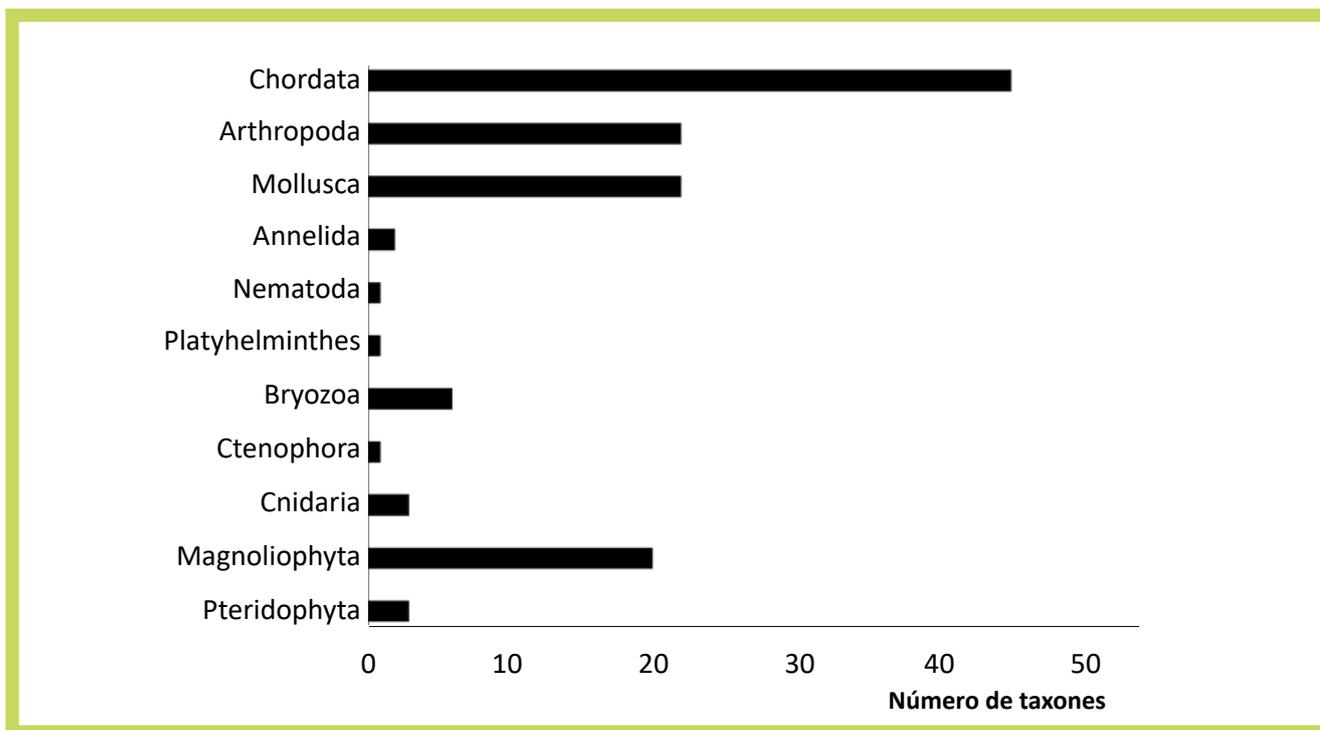
**Tabla B.** El top de las 24 EEI incluidas en la lista negra y evaluadas por los expertos como de muy alto riesgo de impacto para las aguas interiores ibéricas (valor de puntuación  $\geq 15$ ). La lista negra completa está disponible en el Apéndice A. Se muestra el nombre común, el área de distribución nativa y el valor de la puntuación (media  $\pm$  error estándar de tres a seis conjuntos independientes de puntuaciones de la evaluación de expertos).

Principales EEI incluidas en la lista negra				
Grupo objetivo	Taxa	Nombre común	Distribución nativa	Puntuación
Vertebrados	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Eur, As	18.2 $\pm$ 0.4
	<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	NAm	17.2 $\pm$ 0.4
	<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	Eur, As	16.3 $\pm$ 0.6
	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	NAm	16.2 $\pm$ 0.7
	<i>Silurus glanis</i>	Siluro	Eur, As	16.2 $\pm$ 0.4
	<i>Esox lucius</i>	Lucio	Eur, As, NAm	16.0 $\pm$ 0.3
	<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorrasbora	As	15.8 $\pm$ 0.4
	<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	Eur	15.8 $\pm$ 0.6
	<i>Neovison vison</i>	Vison americano	NAm	15.4 $\pm$ 0.7
	<i>Branta canadensis</i>	Barnacla canadiense	NAm	15.2 $\pm$ 0.8
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	NAm	15.0 $\pm$ 1.3
Invertebrados de estuario	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Gusano de tubo australiano	Pac, Aus	16.0 $\pm$ 0.7
	<i>Magallana gigas</i>	Ostra del pacífico	Pac, As	16.0 $\pm$ 0.9
	<i>Callinectes sapidus</i>	Cangrejo azul	NAm, SAm	15.2 $\pm$ 0.7
Invertebrados de agua dulce	<i>Procambarus clarkii</i>	Cangrejo rojo	NAm	18.7 $\pm$ 0.6
	<i>Dreissena polymorpha</i>	Pez cebra	As, Eur	17.3 $\pm$ 0.3
	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Cangrejo señal	NAm	17.3 $\pm$ 0.9
	<i>Corbicula fluminea</i>	Almeja asiática	As, At	17.0 $\pm$ 0.4
Plantas	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	SAm	16.7 $\pm$ 0.7
	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua	NAm, SAm	16.2 $\pm$ 0.2
	<i>Ludwigia grandiflora</i>	Prímula de agua	NAm, SAm	15.8 $\pm$ 0.5
	<i>Salvinia natans</i>	Helecho flotante	NAm, SAm	15.7 $\pm$ 1.2
	<i>Salvinia molesta</i>	Hierba de Kariba	SAm	15.4 $\pm$ 1.1
	<i>Spartina densiflora</i>	Hierba de flores densas	NAm	15.3 $\pm$ 1.1

Distribución nativa: Eur, Europa; As, Asia-templada; At, Asia-tropical; Aus, Australasia; Pac, Pacífico; NAm, Norte América; SAm, Sur América.

## Enfoque taxonómico

Los 126 taxones acuáticos incluidos en la lista negra pertenecían a 11 filos divididos en 34 clases. Los taxones más representados en la lista negra fueron Chordata 35.7% (45 taxones), seguidos de Arthropoda 17.5% (22 taxones), Mollusca 17.5% (22 taxones) y Magnoliophyta 15.9% (20 taxones) (Figura B). A un nivel taxonómico inferior, el grupo más numeroso de los taxones enumerados fueron los peces (Actinopterygii), los bivalvos (Bivalvia), las plantas angiospermas (Angiospermae) y los crustáceos (Malacostraca) (véase más detalles en el Apéndice A). En general, la mayoría de los phyla incluían taxones establecidos, con la excepción de los vertebrados que comprendían 11 taxones inciertos.



**Figura B.** Los histogramas muestran el número de taxones/especies incluidos en la lista negra por grupo taxonómico (phylum/división).

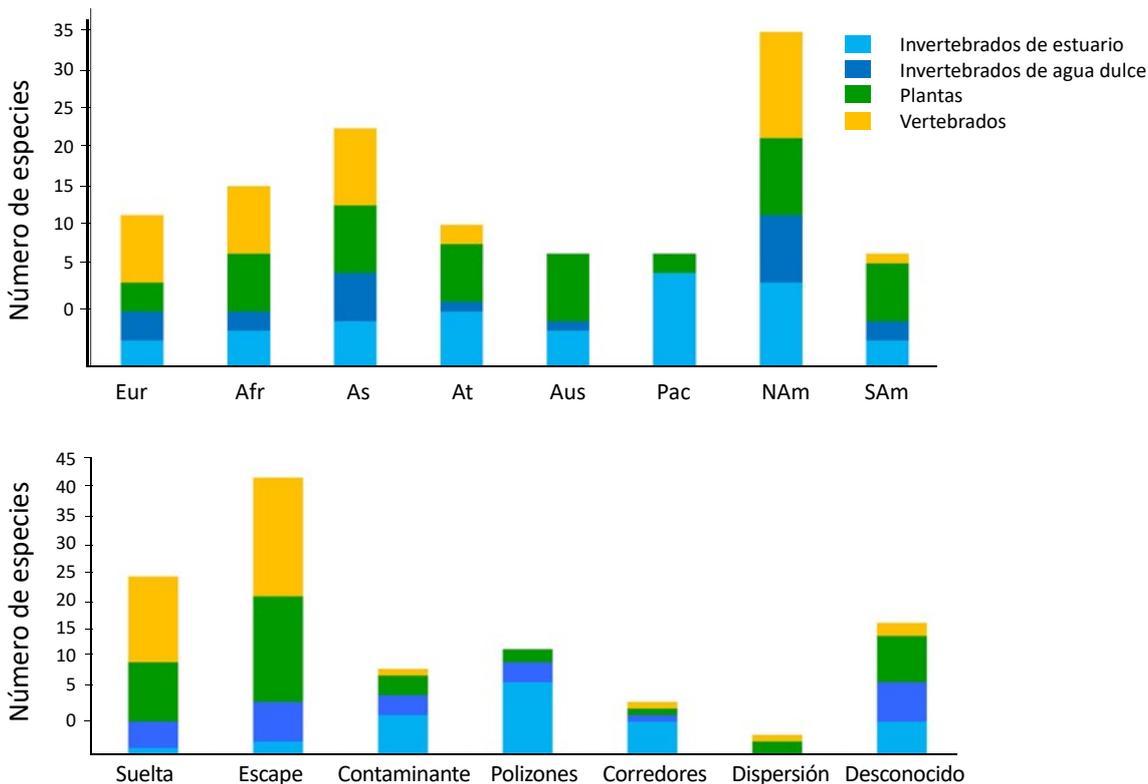
En cuanto a los animales exóticos presentes en las aguas continentales ibéricas, los peces (Actinopterygii) constituían el grupo más numeroso de taxones vertebrados (56.4%), con 22 especies incluidas en la lista negra. La mayoría de los invertebrados incluidos en la lista negra eran moluscos y crustáceos, con 22 especies en cada filo (34.4%). Gastropoda y Bivalvia fueron las clases que representaron la totalidad de los primeros, y Malacostraca el grupo dominante de los segundos. Debido a las dificultades que entraña el estudio de los invertebrados acuáticos (por ejemplo, la identificación errónea de algunas especies), y a pesar del creciente interés científico por las invasiones biológicas en las últimas décadas, todavía existe un importante vacío de conocimiento sobre los invertebrados exóticos y algunos grupos funcionales en las aguas continentales ibéricas.

La lista negra incluía plantas acuáticas sumergidas, flotantes y emergentes, que se engloban en las categorías de hidrófitos y helófitos. Sin embargo, debido a su alto potencial invasor, también se consideraron los taxones que toleran la inundación y que son capaces de crecer con parte de su estructura vegetativa sumergida o flotante. Considerando las plantas acuáticas presentes en las aguas interiores ibéricas, Magnoliophyta fue claramente dominante entre las plantas de la lista negra (87.0%), con 20 taxones listados (13 Magnoliopsida y 7 Liliopsida).

## Área de distribución nativa y vías de introducción

En cuanto al área de distribución nativa de las 126 EEI incluidas en la lista negra, la mayoría de los taxones eran nativos de América del Norte (46.0%, 58 taxones) y Asia templada (31.7%, 40 taxones), seguidos por los de la región del Pacífico (21.4%, 27 taxones) (Figura C), que alberga el área de distribución nativa de muchas especies de invertebrados estuáricos presentes en la Península Ibérica. Los taxones con áreas de distribución nativas en África (10 taxones) estaban menos representados, y no había vertebrados nativos de Australia o Sudamérica. Cabe señalar que había un grupo importante de taxones invasores parcialmente nativos del continente europeo (19 taxones) que actualmente no son un objetivo prioritario del Reglamento sobre las EEI a nivel de la UE, aunque son invasores muy problemáticos en sus zonas no nativas, en particular en la Península Ibérica (por ejemplo, el siluro, *Silurus glanis*, o el mejillón cebra, *Dreissena polymorpha*).

Los taxones incluidos en la lista negra han podido llegar a la Península Ibérica por múltiples vías, el 48.8% estaban relacionados con más de una vía de introducción. El escape del confinamiento y la liberación en el medio natural fueron las dos principales vías de introducción de las EEI presentes en la Península Ibérica. La primera fue especialmente relevante para los vertebrados y las plantas, mientras que la segunda se atribuyó principalmente a los vertebrados. En cuanto a los invertebrados, las EEI de agua dulce llegaron a las aguas continentales ibéricas a través de la liberación, el escape, como contaminantes y como polizones en partes más o menos iguales; sin embargo, las últimas dos vías de introducción fueron utilizadas principalmente por las EEI estuáricas. Otras vías de introducción, como la de los corredores o la de los polizones, fueron menos relevantes para las 126 EEI de la lista negra. (figura C).

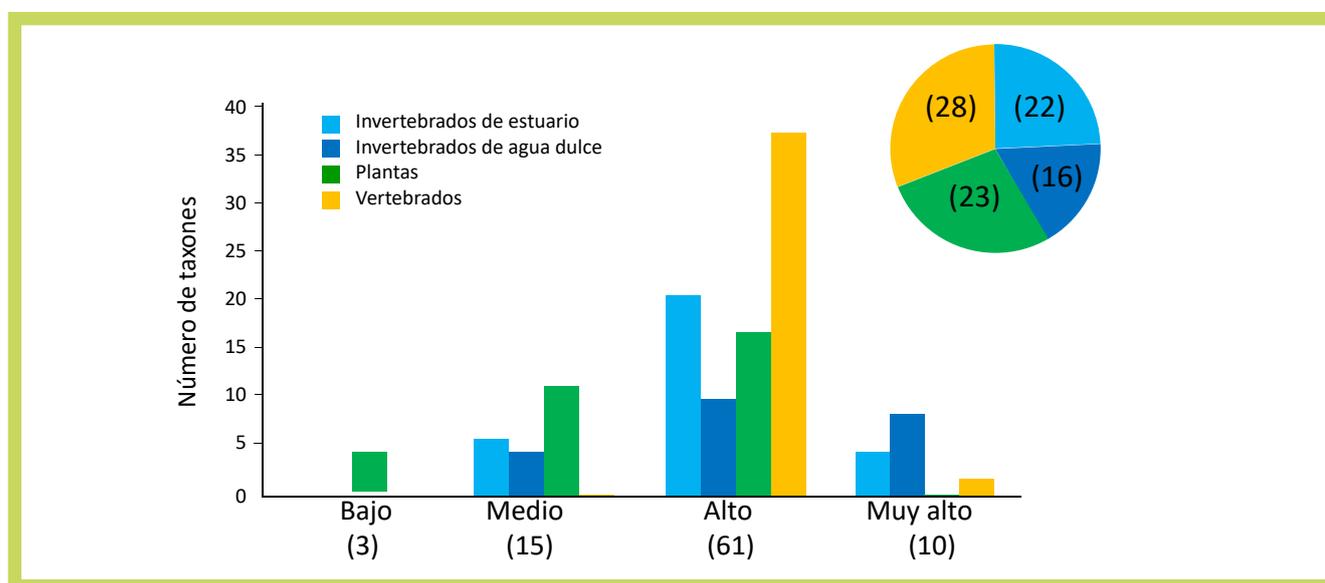


**Figura C.** Número de taxones/especies de los cuatro grupos objetivo incluidos en la lista negra por origen nativo (panel superior) y vías de introducción del CDB (panel inferior). Los colores de los histogramas representan los grupos objetivo (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas). Área de distribución nativa: Eur, Europa; As, Asia-templada; At, Asia-tropical; Aus, Australasia; Pac, Pacífico; NAM, Norteamérica; SAm, Sudamérica.

### 3.2. Lista de alerta.

La lista de alerta final comprendía 89 EEI con notable riesgo de invasión en la Península Ibérica que eran el 31.5% de vertebrados (28 taxones), el 42.6% de invertebrados (38 taxones: 22 de estuario y 16 de agua dulce) y el 25.2% de plantas (23 taxones) (Tabla C y Figura D) (Apéndice B). Representan el 34.9% de los taxones potenciales aún no presentes en España y Portugal (Oliva-Paterna et al 2021b).

Sólo 10 EEI alcanzaron la máxima categoría con una puntuación igual o superior a 15 (Tabla C). Se consideró que tenían un riesgo muy alto de introducción a través de las aguas continentales ibéricas y, por tanto, eran capaces de causar graves impactos en las próximas décadas. El resto de taxones fueron identificados como de alto (61 taxones), medio (15 taxones) o bajo (3 taxones) riesgo de invasión a la Península Ibérica (Apéndice B). Cabe destacar que ninguna de las plantas y sólo un vertebrado (el pez durmiente de Amur, *Perccottus glenii*) fueron clasificados como muy altos, a pesar de que la mayoría de ellos (12 plantas y 27 vertebrados) fueron categorizados como de alta probabilidad de ser introducidos. En el Apéndice B se puede encontrar información específica sobre el número total de taxones potenciales evaluados.



**Figura D.** Número de taxones incluidos en la lista de alerta clasificados como de bajo, medio, alto o muy alto riesgo de invasión e impacto por el proceso de exploración del horizonte. Los colores representan los grupos objetivo (invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce, plantas y vertebrados) y el número entre paréntesis muestra el total de taxones por grupo (inserto) y por categoría de riesgo (gráfico principal) incluidos en la lista de alerta.

Entre las EEI incluidas en la categoría de mayor riesgo (es decir, muy alto), seis eran invertebrados de agua dulce, tres invertebrados de estuario y un vertebrado (cuadro C). Algunas de las especies que se encontraban en esta categoría eran el mejillón quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*), el cangrejo marmóreo (*Procambarus virginalis*), el pez dormilón de amur (*Perccottus glenii*) y el gusano tubícola serpúlido (*Hydroides dirampha*) (Tabla D). El helecho acuático (*Azolla microphylla*), el algodoncillo de la India (*Hygrophila polysperma*) o la ortiga acuática o abanico de Carolina (*Cabomba caroliniana*) fueron algunas de las plantas con mayores valores de riesgo en la puntuación (Apéndice B).

**Table C.** Las 10 principales EEI incluidas en la lista de alerta con un riesgo muy alto de invasión e impacto en las aguas interiores ibéricas (valor de puntuación  $\geq 15$ ) en un futuro próximo. Se muestra el nombre común, el área de distribución nativa y el valor de la puntuación (media  $\pm$  error estándar de tres a seis conjuntos independientes de puntuaciones de la evaluación de expertos).

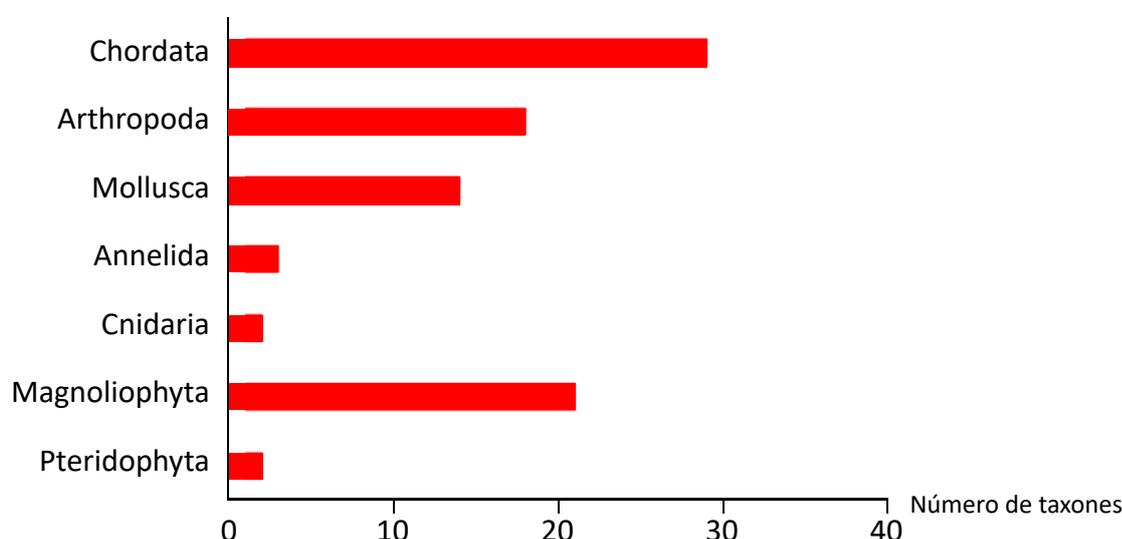
Principales EEI incluidas en la lista de alerta				
Grupo objetivo	Taxa	Nombre común	Distribución nativa	Puntuación
Vertebrados	<i>Percottus glenii</i>	Pez durmiente de Amur	As	15.2 $\pm$ 0.5
Invertebrados de estuario	<i>Hydroides dirampha</i>	Serpúlido tubicola	Aus	15.7 $\pm$ 1.3
	<i>Perna viridis</i>	Mejillon verde asiático	As, At, Pac	15.3 $\pm$ 0.3
	<i>Rhopilema nomadica</i>	Medusa nómada	As, At, Afr, Pac	15.0 $\pm$ 0.0
Invertebrados de agua dulce	<i>Dreissena rostriformis bugensis</i>	Mejillon quagga	As, Eur	17.0 $\pm$ 0.5
	<i>Procambarus virginallis</i>	Cangrejo marmóreo	NAm	16.2 $\pm$ 1.1
	<i>Pomacea gigas</i>	Caracol manzana	SAm	15.3 $\pm$ 0.8
	<i>Aedes aegypti</i>	Mosquito de la fiebre amarilla	Afr	15.2 $\pm$ 1.1
	<i>Faxonius virilis</i>	Cangrejo viril	NAm	15.2 $\pm$ 1.0
	<i>Faxonius rusticus</i>	Cangrejo rústico	NAm	15.0 $\pm$ 0.2

Distribución nativa: Eur, Europa; As, Asia-templada; At, Asia-tropical; Aus, Australasia; Pac, Pacífico; NAm, Norte América; SAm, Sur América.

### Enfoque taxonómico

Considerando los grupos principales, el número de especies reflejadas en la lista de alerta era inferior al de la lista negra (véase más arriba). Los taxones en la lista de alerta pertenecían a 7 filos divididos en 15 clases (los órdenes y familias asignados a cada especie están disponibles en el Apéndice B). Del total de taxones, el 32.6% eran Chordata (29 taxones), el 23.6% Magnoliophyta (21 taxones), el 20.2% Arthropoda (18 taxones) y el 15.7% Mollusca (14 taxones), seguidos por Annelida, Pteridophyta y Cnidaria en menor medida (Figura E). La clase más importante en términos numéricos fue de nuevo la de los peces (Actinopterygii), seguida de Malacostraca y Liliopsida (véase el Apéndice B).

El número de crustáceos y moluscos presentes aquí es inferior al esperado según los datos presentados en la lista preliminar de potenciales taxones acuáticos exóticos de la Península Ibérica (Oliva-Paterna et al. 2021b). Este hecho podría indicar un cierto sesgo en la lista de alerta hacia el grupo de los vertebrados.



**Figura E.** Los histogramas muestran el número de taxones/especies incluidos en la lista de alerta por grupo taxonómico (phylum).

Al igual que en la lista negra, los peces (Actinopterygii) constituían el grupo taxonómico más importante con 25 taxones, el 89.3% de los taxones de vertebrados incluidos en la lista de alerta. La mayoría de los invertebrados eran crustáceos (15 especies, el 39.5% de los invertebrados de la lista) y moluscos (14 especies, el 36.8% de los invertebrados de la lista). Malacostraca era el grupo dominante entre los primeros, y Gastropoda y Bivalvia representaban la totalidad de los segundos. Entre las plantas las dominantes fueron las angiospermas con 12 taxones de Liliopsida y 9 de Magnoliopsida.

### Área de distribución nativa y Vías de introducción

Las áreas de distribución nativas de la mayoría de los taxones que podrían introducirse en la Península Ibérica en un futuro próximo fueron América del Norte (39.3%, 35 taxones) y Asia templada (28.1%, 25 taxones) (Figura F). Sin embargo, otras regiones como África (21.3%, 19 taxones) y las regiones europeas fuera de la Península Ibérica (18.0%, 16 taxones) también fueron relevantes. Las regiones de Australasia y Sudamérica se consideraron una fuente potencial relevante de plantas exóticas invasoras, y la región del Pacífico específicamente para los invertebrados de estuario. La lista de alerta no incluía vertebrados de las regiones de Australasia ni del Pacífico. Al igual que en el caso de la lista negra, es importante señalar que había un número significativo de taxones parcialmente nativos de Europa que son potencialmente invasores de las aguas interiores ibéricas y, por consiguiente, pueden generar impactos negativos y deben tenerse en cuenta en las futuras políticas europeas sobre EEI.

Muchos de los taxones incluidos en la lista de alerta podrían llegar a la Península Ibérica a través de múltiples vías, el 42.7% estaban relacionados con más de una vía de introducción (Apéndice B). Al igual que en la lista negra, el escape del confinamiento y la liberación en la naturaleza fueron las dos vías de introducción más destacadas para las EEI pertenecientes a la lista de alerta, seguidas del polizón y el contaminante. Mientras que las dos primeras fueron especialmente relevantes para los vertebrados y las plantas, las dos últimas se atribuyeron principalmente a los invertebrados, y a los invertebrados estuarinos en particular (Figura F). Sorprendentemente, en el caso de muchos taxones susceptibles de ser introducidos en el futuro, sus vías de introducción siguen siendo desconocidas hasta ahora. Por lo tanto, es urgente seguir aportando conocimientos sobre las vías de introducción de aquellas especies que probablemente se introduzcan y causen daños en los ecosistemas de la Península Ibérica, con el fin de implementar acciones de bioseguridad exitosas.

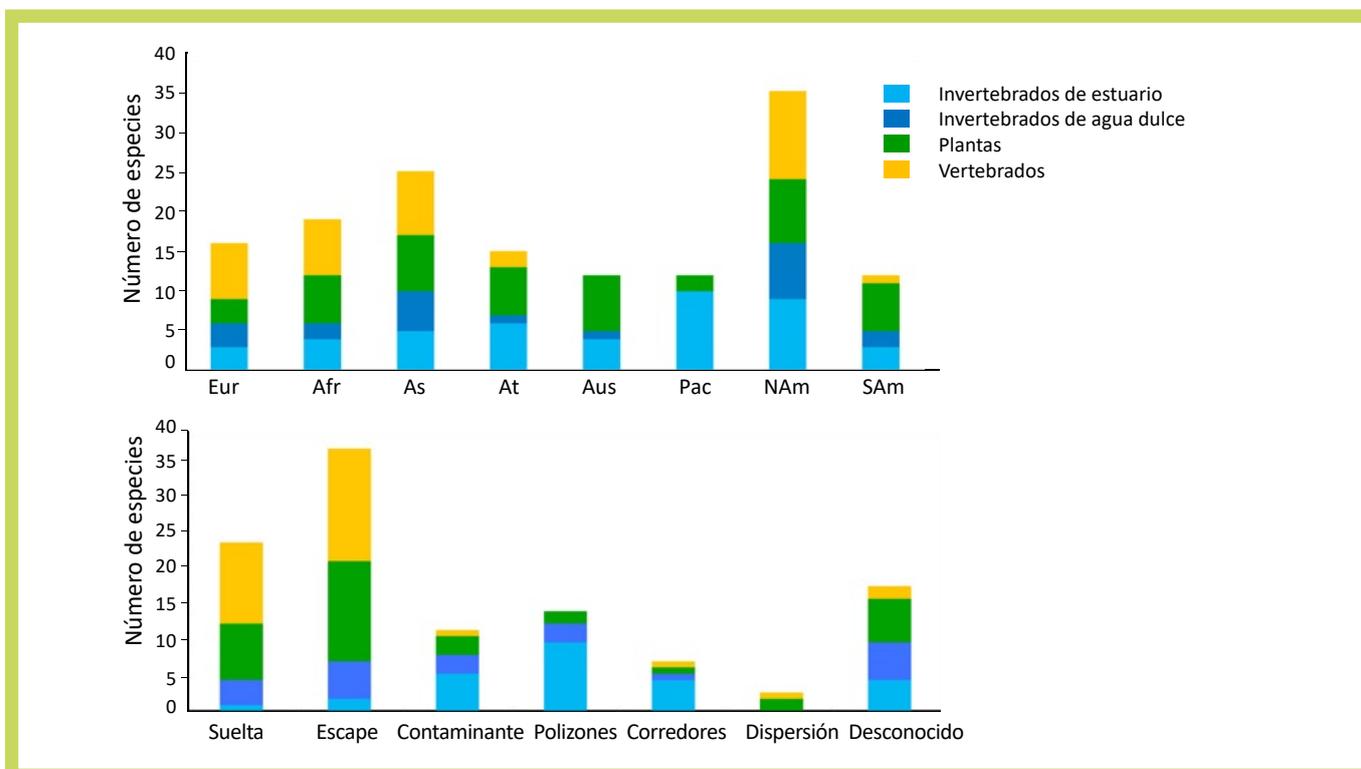
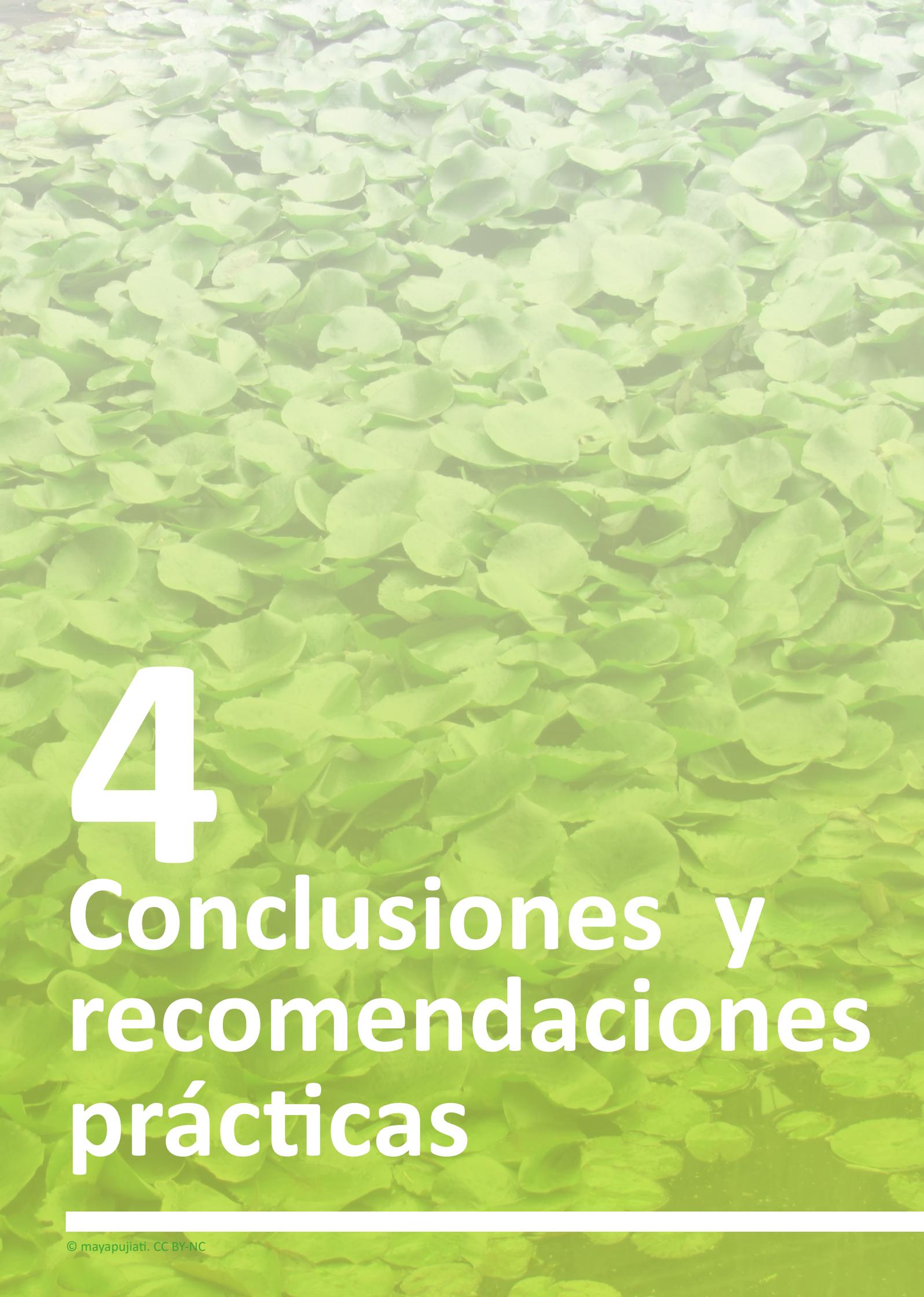


Figura F. Número de taxones/especies de los cuatro grupos objetivo incluidos en la lista de alerta por origen nativo (panel superior) y vías de introducción del CDB (panel inferior). Los colores de los histogramas representan los grupos objetivo (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas). Área de distribución nativa: Eur, Europa; As, Asia-templada; At, Asia-tropical; Aus, Australasia; Pac, Pacífico; NAm, Norteamérica; SAM, Sudamérica.



# 4

## Conclusiones y recomendaciones prácticas

## 4. Conclusiones y recomendaciones prácticas

### 4.1. La exploración del horizonte como herramienta de priorización

El Proyecto LIFE INVASAQUA ha demostrado ser una buena fuente de información para apoyar la aplicación del Reglamento sobre EEI y también proporciona una base objetiva para examinar su aplicación. La información proporcionada por el proceso de exploración del horizonte de INVASAQUA es esencial para apoyar la toma de decisiones sobre las EEI que afectan -o tienen el potencial de hacerlo- a las aguas continentales ibéricas, y para garantizar un uso óptimo de los recursos invertidos en la prevención y en la detección temprana de posibles invasores (véase, por ejemplo, Roy *et al.* 2018). Sin embargo, dado el aumento del número de especies exóticas que se introducen y probablemente se introducirán en las próximas décadas (Seebens *et al.*, 2017; 2021), es fundamental revisar y perfeccionar periódicamente la lista negra y la lista de alerta.

Recientemente, los procesos de exploración del horizonte han desempeñado un papel central en la práctica ambiental y de conservación relacionada con las EEI (Gallardo *et al.* 2016b, Roy *et al.* 2018, Peyton *et al.* 2019, entre otros). Se consideran componentes esenciales del control y la gestión de las EEI (Shine *et al.* 2010), ya que ayudan a priorizar las medidas de mitigación y prevención, a identificar posibles vías de introducción y a proporcionar información para una respuesta temprana en áreas específicas. El objetivo principal de un ejercicio de exploración del horizonte es identificar posibles EEI que estén a punto de ser introducidas, investigando sus probables vías de introducción para mejorar las medidas de bioseguridad. El escaneo del horizonte suele seguir un proceso estructurado de simplificación a partir de un conjunto de datos más amplio, con el fin de extraer las EEI de mayor riesgo y los detalles pertinentes sobre ellas.

El desarrollo del proceso de exploración del horizonte de INVASAQUA se basó en una recopilación sistemática de las EEI preocupantes para la Península Ibérica y en la consulta de expertos independientes. Este procedimiento está diseñado para proporcionar un análisis rápido, imparcial y rentable del riesgo asociado a la introducción y los impactos de los taxones invasores potenciales y registrados en las aguas continentales ibéricas.

En comparación con otros análisis de riesgo europeos, empleamos un sistema de puntuación de riesgo relativamente rápido y sencillo que combinaba varios elementos del proceso de invasión y de la gestión. Llevamos a cabo un proceso transnacional que incluía un amplio grupo de taxones (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas) y que tenía en cuenta tanto sus impactos ecológicos como económicos, incluidos los de las infraestructuras y la salud humana. Además, la aceptabilidad social de la gestión del taxón, que es un aspecto clave en su gestión regional, también se consideró en la puntuación. Sin embargo, el proceso de exploración del horizonte de INVASAQUA no sustituye a otros análisis de riesgo completos y sólidos sobre las EEI objetivo que han sido desarrollados o vienen desarrollándose en España y Portugal.

La priorización de las EEI puede verse influida por los expertos que participan en el proceso de exploración del horizonte. Para minimizarlo, un grupo diverso y amplio de participantes de diferentes grupos, así como unos criterios simples y claros establecidos en la priorización, ayudaron a reducir el impacto potencial de esa fuente de incertidumbre en este ejercicio desarrollado por INVASAQUA.

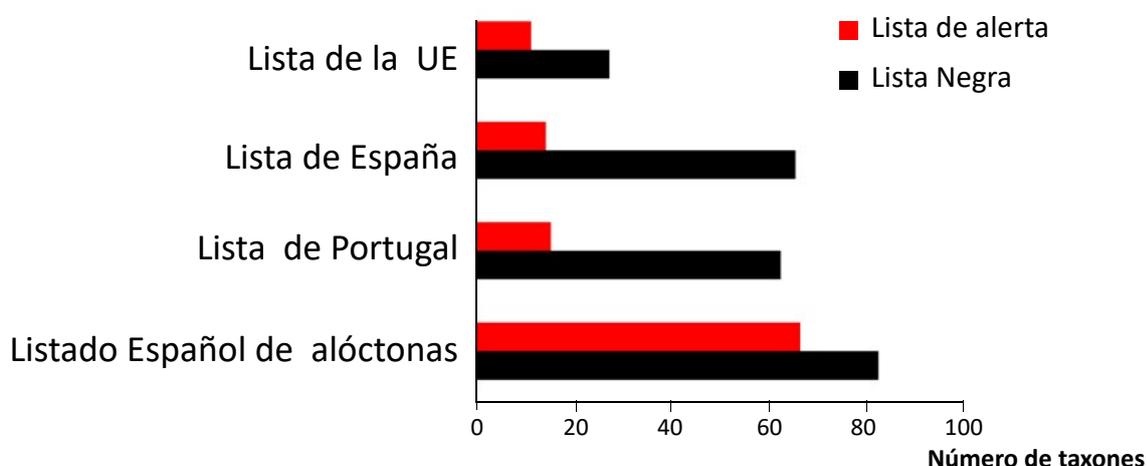
## 4.2. Lista negra y lista de alerta como elementos clave para la gestión de las EEI

Hay una necesidad urgente de proporcionar evaluaciones basadas en pruebas de los riesgos que suponen las EEI para priorizar las acciones en varias regiones biogeográficas europeas, como es el caso de la Península Ibérica. La exploración del horizonte de INVASAQUA sustenta las políticas sobre EEI de muchas maneras: informando a la legislación; proporcionando justificación para las restricciones en el comercio u otras actividades humanas; priorizando los procedimientos de vigilancia, las respuestas rápidas y las acciones de mitigación.

Se espera que las listas resultantes ayuden a España y a Portugal a respaldar la aplicación del Reglamento de la UE sobre las EEI mediante el compromiso y la creación de sinergias entre la creación de conocimientos y la gestión. Las listas negras y de alerta de las EEI registradas y potenciales, respectivamente, pueden ayudar a identificar los taxones prioritarios para la gestión. Por ejemplo, informar a las políticas de bioseguridad sobre las vías de introducción de las EEI, mitigar los impactos causados por las EEI más perjudiciales, sensibilizar a las partes interesadas e informar mejor a los ciudadanos sobre las amenazas actuales y emergentes en las aguas interiores ibéricas. Estas listas priorizadas pueden ser fundamentales para los esfuerzos coordinados y unificados que implican acciones estratégicas transnacionales para la gestión de las EEI en las aguas interiores ibéricas.

Las evaluaciones de riesgo llevadas a cabo en el marco de LIFE INVASAQUA también proporcionarán pruebas para decidir si las especies objetivo incluidas en la lista negra y la lista de alerta deben ser consideradas para su inclusión en los catálogos nacionales de EEI de España y Portugal o incluso en la Lista de la Unión bajo el Reglamento de EEI (última actualización 2022). Cabe destacar que sólo el 22.2% (28 taxones) y el 13.5% (12 taxones) de las EEI incluidas en la actual lista negra y en la lista de alerta, respectivamente, están incluidas en la actual Lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión (la Lista de la Unión), que es el núcleo del Reglamento sobre EEI. Aunque es comprensible que los reglamentos nacionales sobre EEI no incluyan necesariamente todas las especies exóticas registradas en las aguas interiores ibéricas, el catálogo español de EEI y la lista nacional portuguesa de EEI sólo incluyen el 52.4% y el 50.0%, respectivamente, de los taxones incluidos en la lista negra de INVASAQUA.

En el caso de la lista de alerta, el catálogo español de EEI sólo recoge el 11.9% (15 taxones) y la Lista Nacional Portuguesa de EEI sólo el 12.7% (16 taxones) de los taxones aquí identificados. Por último, la lista española de alóctonos, centrada en especies potenciales, refleja el mayor porcentaje de taxones incluidos en las listas del presente estudio (69.8% de la lista negra y 75.3% de la lista de alerta) (Figura G).



**Figura G.** Los histogramas muestran el número de taxones de la lista negra (color negro) y de la lista de alerta (color rojo) que están incluidos en la lista de especies exóticas invasoras que preocupan a la Unión en virtud del Reglamento sobre EEI (Lista de la UE), en el catálogo español de EEI (Lista de España), en la lista nacional portuguesa de EEI (Lista de Portugal) y en el listado español de especies alóctonas (Lista de España de alóctonos).

Los impactos, la percepción del riesgo y la capacidad de gestión de una región concreta, como la Península Ibérica, pueden cambiar en función de la fase del proceso de invasión de cada EEI. Por ello, las listas negras y de alerta priorizadas deben ser reevaluadas para reflejar los avances en el conocimiento y las nuevas opciones de gestión adecuadas.

Por último, la identificación y priorización de las EEI puede facilitar una mejor comprensión por parte de los ciudadanos comunes y comprometer a la sociedad en términos de conservación de la biodiversidad. De hecho, las listas negras y de alerta desarrolladas por LIFE INVASAQUA también pretenden estimular y apoyar las acciones de investigación, seguimiento, gestión y control a nivel local y regional.

Las listas resultantes forman parte de una iniciativa más amplia del LIFE INVASAQUA destinada a evaluar el estado de muchas especies exóticas acuáticas ibéricas. Esta iniciativa proporcionará recursos clave a los responsables de la adopción de decisiones en gestión, a los administradores del medio ambiente, a las organizaciones no gubernamentales y a otros interesados, mediante la recopilación de información sobre varias EEI. Los resultados también pueden aplicarse para orientar la política e identificar EEI prioritarias para su inclusión en programas de vigilancia e investigación, así como para determinar las áreas prioritarias que deben ser objeto de planes de gestión específicos.

Toda la información generada por el proyecto LIFE INVASAQUA estará disponible gratuitamente en sus portales web (<http://www.lifeinvasaqua.com/>; <https://eei.sibic.org/>; <https://ibermis.org/>), o a través de diferentes informes técnicos.

### **Algunas recomendaciones finales:**

- Utilizar la lista negra y la lista de alerta para informar sobre las revisiones y la aplicación de la legislación europea, nacional y regional pertinente.
- Trabajar en la mejora del cumplimiento de los requisitos de los organismos de gestión de la UE, nacionales y regionales para la notificación de los análisis de riesgo, las apariciones y la situación de la invasión de todas las especies incluidas en la lista.
- Profundizar en la investigación biológica básica y aplicada sobre las EEI incluidas en la lista, especialmente las que presentan un riesgo alto o muy alto y que pueden tener una mayor necesidad de control y gestión para minimizar sus impactos.

# Referencias

- Abell, R., Thieme, M. L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., Coad, B., Mandrak, N., Contreras, S., Bussing, W., Stiassny, M.L.J., Skelton, P., Allen, G.R., Unmack, P., Naseka, A., Ng, R., Sindorf, N. Robertson, J., Armijo, E., Higgins, J.V., Heibel, T.J., Wikramanayake, E., Olson, D., López, H.L., Reis, R.E., Lundberg, J.G., Sabaj, M.H., Petry, P. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58(5), 403-414. <https://doi.org/10.1641/B580507>
- Almeida, D., Ribeiro, F., Leunda, P. M., Vilizzi, L., Copp, G. H. 2013. Effectiveness of FISK, an invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes, to perform risk identification assessments in the Iberian Peninsula. *Risk Analysis*, 33(8), 1404-1413. <https://doi.org/10.1111/risa.12050>
- Anastácio P.M., Ribeiro F., Capinha C., Banha F., Gama M., Filipe A.F., Rebelo R., Sousa, R. 2019. Non-native freshwater fauna in Portugal: A review. *Science of the Total Environment*, 650: 1923-1934. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.251>
- Bertolino S., Ancillotto L., Bartolommei P., Benassi G., Capizzi D., Gasperini S., Lucchesi M., Mori E., Scillitani L., Sozio G., Falaschi M., Ficetola G.F., Cerri J., Genovesi P., Carnevali L., Loy A., Monaco A. 2020. A framework for prioritising present and potentially invasive mammal species for a national list. *NeoBiota*, 62: 31-54, <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.52934>
- Blackburn T.M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J.T., Duncan R.P., Jarošík V., Wilson J.R.U., Richardson D.M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 26: 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>
- Burgman, M. A., Regan, H. M., Maguire, L. A., Colyvan, M., Justus, J., Martin, T. G., & Rothley, K. 2014. Voting systems for environmental decisions. *Conservation biology*, 28(2), 322-332. <https://doi.org/10.1111/cobi.12209>
- Carboneras, C., Genovesi, P., Vilà, M., Blackburn, T. M., Carrete, M., Clavero, M., Hondt, D., Orueta, J.F., Gallardo, B., Geraldes, P., González-Moreno, P., Gregory, R.D., Nentwig, W., Paquet, J., Pyšek P., Rabistch, W., Ramírez, I., Scalera, R., Tella, J.L., Walton, P., Wynde, R. 2018. A prioritised list of invasive alien species to assist the effective implementation of EU legislation. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), 539-547. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12997>
- Czechowska, K., Cardoso, A.C., Magliozzi, C., Gervasini, E. 2022. Oriented analysis to enable prioritization of Invasive Alien Species (EU Regulation 1143/2014), EUR 31212, Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://doi.org/10.2760/104047>, JRC130498
- Chainho P., Fernandes A., Amorim A., Ávila S.P., Canning-Clode J., Castro J.J., Costa A.C., Costa J.L., Cruz T., Gollasch S., Graziotin-Soares C., Melo R., Micael J., Parente M.I., Semedo J., Silva T., Sobral D., Sousa M., Torres P., Veloso V., Costa M.J. 2015. Non-indigenous species in Portuguese coastal areas, coastal lagoons, estuaries and islands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167: 199-211. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.06.019>
- Cobo F., Vieira-Lanero R., Rego E., Servia M.J. 2010. Temporal trends in non-indigenous freshwater species records during the 20th century: a case study in the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation*, 19: 3471–3487. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9908-8>
- Cuthbert R.N., Pattison Z., Taylor N.G., Verbrugge L., Diagne C., Ahmed D.A., Leroy B., Angulo E., Briski E., Capinha C., Catford J.A., Dalu T., Essl F., Gozlan R.E., Haubrock P.J., Kourantidou M., Kramer A.M., Renault D., Courchamp F. 2021. Global economic costs of aquatic invasive alien species. *Science of the Total Environment* 775: 145238. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145238>

- Diagne C., Leroy B., Gozlan R.E., Vaissière A.C., Assailly C., Nuninger L., Roiz D., Jourdain F., Jarić I., Courchamp F. 2020. InvaCost, a public database of the economic costs of biological invasions worldwide. *Scientific Data*, 7: 277. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00586-z>
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A. C., Gozlan, R. E., Roiz, D., Jarić, I., Salles, J.M., Bradshaw, C.J.A. Courchamp, F. 2021. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592(7855), 571-576. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
- Didham, R. K., Tylianakis, J. M., Gemmell, N. J., Rand, T. A., Ewers, R. M. 2007. Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. *Trends in ecology & evolution*, 22(9), 489-496. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.07.001>
- Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z., Knowler D.J., Lévêque C., Naiman R.J., Prieur-Richard A.H., Soto D., Stiassny M.L.J., Sullivan C.A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- Early R., Bradley B., Dukes J., Lawler J.J., Olden J.D., Blumenthal D.M., Gonzalez P., Grosholz E.D., Ibañez I., Miller L.P., Sorte C.J.B., Tatem A.J. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications*, 7: 12485. <https://doi.org/10.1038/ncomms12485>
- EEA. 2010. Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe. European Environment Agency, Technical report, num 5/2010. <https://doi.org/10.2800/4167>
- EEA. 2012. The impacts of invasive alien species in Europe. European Environment Agency, Technical report, num 16/2012. <https://doi.org/10.2800/65864>
- Enserink M. 2020. Coronavirus rips through Dutch mink farms, triggering culls. *Science* 368: 1169-1169. <https://doi.org/10.1126/science.368.6496.1169>.
- European Union. 2014. Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. *Official Journal of the European Union*, 57.
- Flood P.J., Duran A., Barton M., Mercado-Molina A.E., Trexler J.C. 2020. Invasion impacts on functions and services of aquatic ecosystems. *Hydrobiologia*, 847: 1571–1586. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04211-3>
- Gallardo, B., Clavero, M., Sánchez, M.I., Vilà, M. 2016a. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. *Global change biology*, 22(1), 151-163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13004>
- Gallardo, B., Zieritz, A., Adriaens, T., Bellard, C., Boets, P., Britton, J.R., Newman, J.R., Van Valkenburg, J.L.C.H., Aldridge, D.C. 2016b. Trans-national horizon scanning for invasive non-native species: a case study in western Europe. *Biological invasions*, 18(1), 17-30. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0986-0>
- Gallardo, B., Bogan, A. E., Harun, S., Jainih, L., Lopes-Lima, M., Pizarro, M., Rahim, K.A., Sousa, R., Viridis, S.G.P. Zieritz, A. 2018. Current and future effects of global change on a hotspot's freshwater diversity. *Science of the Total Environment*, 635, 750-760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.056>
- García-Berthou E., Boix D., Clavero M. 2007. Non-indigenous animal species naturalized in Iberian inland waters. In: Gherardi F. (eds) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. *Invading Nature - Springer Series In Invasion Ecology*, vol 2. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8_6)

- Genovesi P., Carboneras C., Vilà M., Walton P. 2015. EU adopts innovative legislation on invasive species: a step towards a global response to biological invasions? *Biological Invasions*, 17: 1307-1311. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0817-8>
- Gherardi F. 2007. Biological invasions in inland waters: an overview. In: Gherardi F. (eds) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. *Invading Nature - Springer Series In Invasion Ecology*, vol 2. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8_1)
- Guareschi, S., Wood, P.J., 2022. Biological Invasions of River Ecosystems: A Flow of Implications, Challenges, and Research Opportunities. In: DellaSala, D.A., Goldstein, M.I. (Eds.), *Imperiled: The Encyclopedia of Conservation*, vol. 2. Elsevier, pp. 485–498. <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00147-1>.
- Haubrock, P.J., Turbelin, A.J., Cuthbert, R.N., Novoa, A., Taylor, N.G., Angulo, E., Ballesteros, L., Bodey, T.W., Capinha, C., Diagne, C., Essl, F., Golivets, M., Kirichenko, N., Kourantidou, M., Leroy, B., Renault, D., Verbrugge, L., Courchamp, F. 2021. Economic costs of invasive alien species across Europe. *NeoBiota*, 67, 153-190. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>
- Hulme, P.E. 2021. Unwelcome exchange: International trade as a direct and indirect driver of biological invasions worldwide. *One Earth*, 4(5), 666-679. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.015>
- IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, & C. N. Zayas (Eds.). Bonn, Germany: IPBES Secretariat.
- IUCN. 2018. *Guidelines for invasive species planning and management on islands*. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN. 2020. *IUCN EICAT Categories and Criteria. The Environmental Impact Classification for Alien Taxa*. First edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Jeschke J.M., Bacher S., Blackburn T.M., Dick J.T.A., Essl F., Evans T., Gaertner M., Hulme P.E., Kühn I., Mrugała A., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D.M., Sendek A., Vilà M., Winter M., Kumschick S. 2014. Defining the impact of non-native species. *Conservation Biology*, 28: 1188–1194. <https://doi.org/10.1111/cobi.12299>
- Katsanevakis S., Bogucarskis K., Gatto F., Vandekerkhove J., Deriu I., Cardoso A.C. 2012. Building the European Alien Species Information Network (EASIN): a novel approach for the exploration of distributed alien species data. *BiolInvasions Records*, 1: 235–245. <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2012.1.4.01>
- Katsanevakis S., Deriu I., D'Amico F., Nunes, A.L., Sanchez S.P., Crocetta F., Arianoutsou M., Bazos I., Christopoulou A., Curto G., Delipetrou P., Kokkoris Y., Panov V., Rabitsch W., Roques A., Scalera R., Shirley S.M., Tricarico E., Vannini A., Zenetos A. Zervou S., Zikos A., Cardoso A.C. 2015. European Alien Species Information Network (EASIN): supporting European policies and scientific research. *Management of Biological Invasions*, 6: 147-157. <http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2015.6.2.05>
- Kocovsky P.M., Sturtevant R., Scahrdt J. 2018. What it is to be established: policy and management implications for non-native and invasive species. *Management of Biological Invasions* 9: 177–185. <https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.3.01>
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., Spalding, M. D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485-492. <https://doi.org/10.1890/070064>

- Muñoz-Mas R., García-Berthou E. 2020. Alien animal introductions in Iberian inland waters: An update and analysis. *Science of the Total Environment*, 703: 134505. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134505>
- Nentwig, W., Bacher, S., Kumschick, S., Pyšek, P., Vilà, M. 2018. More than “100 worst” alien species in Europe. *Biological Invasions*, 20(6), 1611-1621. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1651-6>
- Nunes A.L., Tricarico E., Panov V.E., Cardoso A.C., Katsanevakis S. 2015. Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*, 10: 359–370. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2015.10.4.01>
- Olden, J. D., Chen, K., García-Berthou, E., King, A., South, J., & Vitule, J. (2022). Invasive species in streams and rivers. Reference module in Earth Systems and Environmental Sciences, 2: 436-452. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819166-8.00083-9>
- Oliva-Paterna F.J., Ribeiro F., Miranda R., Anastácio P.M., García-Murillo P., Cobo F., Gallardo B., García-Berthou E., Boix D., Medina L., Morcillo F., Oscoz J., Guillén A., Arias A., Cuesta J.A., Aguiar F., Almeida D., Ayres C., Banha F., Barca S., Biurrun I., Cabezas M.P., Calero S., Campos J.A., Capdevila-Argüelles L., Capinha C., Carapeto A., Casals F., Chainho P., Cirujano S., Clavero M., Del Toro V., Encarnação J.P., Fernández-Delgado C., Franco J., García-Meseguer A.J., Guareschi S., Guerrero A., Hermoso V., Machordom A., Martelo J., Mellado-Díaz A., Moreno J.C., Oficialdegui F.J., Olivo del Amo R., Otero J.C., Perdices A., Pou-Rovira Q., Rodríguez-Merino A., Ros M., Sánchez-Gullón E., Sánchez M.I., Sánchez-Fernández D., Sánchez-González J.R., Soriano O., Teodósio M.A., Torralva M., Vieira-Lanero R., Zamora-López, A. & Zamora-Marín J.M. 2021a. LIST OF AQUATIC ALIEN SPECIES OF THE IBERIAN PENINSULA (2020). Updated list of the aquatic alien species introduced and established in Iberian inland waters. Technical Report prepared by LIFE INVASAQUA (LIFE17 GIE/ES/000515). 64pp.
- Oliva-Paterna F.J., Ribeiro F., Miranda R., Anastácio P.M., García-Murillo P., Cobo F., Gallardo B., García-Berthou E., Boix D., Medina L., Morcillo F., Oscoz J., Guillén A., Arias A., Cuesta J.A., Aguiar F., Almeida D., Ayres C., Banha F., Barca S., Biurrun I., Cabezas M.P., Calero S., Campos J.A., Capdevila-Argüelles L., Capinha C., Carapeto A., Casals F., Chainho P., Cirujano S., Clavero M., Del Toro V., Encarnação J.P., Fernández-Delgado C., Franco J., García-Meseguer A.J., Guareschi S., Guerrero A., Hermoso V., Machordom A., Martelo J., Mellado-Díaz A., Moreno J.C., Oficialdegui F.J., Olivo del Amo R., Otero J.C., Perdices A., Pou-Rovira Q., Rodríguez-Merino A., Ros M., Sánchez-Gullón E., Sánchez M.I., Sánchez-Fernández D., Sánchez-González J.R., Soriano O., Teodósio M.A., Torralva M., Vieira-Lanero R., Zamora-López, A. & Zamora-Marín J.M. 2021b. LIST OF POTENTIAL AQUATIC ALIEN SPECIES OF THE IBERIAN PENINSULA (2020). Updated list of the potential aquatic alien species with high risk of invasion in Iberian inland waters. Technical Report prepared by LIFE INVASAQUA (LIFE17 GIE/ES/000515). 60pp.
- Peyton, J., Martinou, A. F., Pescott, O. L., Demetriou, M., Adriaens, T., Arianoutsou, M., Bazos, I., Bean, C.W., Booy, O., Botham, M., Britton, J.R., Lobon Cervia, J., Charilaou, P., Chartosia, N., Dean, H.J., Delipetrou, P., Dimitriou, A.C., Dörflinger, G., Fawcett, J., Fyttis, G., Galanidis, A., Galil, B., Hadjikyriakou, T., Hadjistrylli, M., Ieronymidou, C., Jimenez, C., Karachle, P., Kassinis, N., Kerametsidis, G., Kirschel, A.N.G., Kleitou, P., Kleitou, D., Monolaki, P., Michailidis, N., Mountford, J.O., Nikolaou, C., Papatheodoulou, A., Payiatis, G., Ribeiro, F., Rorke, S.L., Samuel, Y., Savvides, P., Schafer, S.M., Tarkan, A.S., Silva-Rocha, I., Top, N., Tricarico, E., Turvey, K., Tziortzis, I., Tzirkalli, E., Verreycken, H., Winfield, I.J., Zenetos, A. & Roy, H. E. 2019. Horizon scanning for invasive alien species with the potential to threaten biodiversity and human health on a Mediterranean island. *Biological Invasions*, 21(6), 2107-2125. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01961-7>

- Pyšek P., Hulme P.E., Simberloff D., Bacher S., Blackburn T.M., Carlton J.T., Dawson W., Essl F., Foxcroft L.C., Genovesi P., Jeschke J.M., Kühn I., Liebhold A.M., Mandrak N.E., Meyerson L.A., Pauchard A., Pergl J., Roy H.E., Seebens H., Kleunen M., Vilà M., Wingfield M.J., Richardson D.M.. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95: 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Reaser J.K., Frey M., Meyers N.M. 2020. Invasive species watch lists: guidance for development, communication, and application. *Biological Invasions*, 22: 47–51. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02176-6>
- Ricciardi A., Hoopes M.F., Marchetti M.P., Lockwood J.L. 2013. Progress towards understanding the ecological impacts of nonnative species. *Ecological Monographs*, 83: 263-282. <https://doi.org/10.1890/13-0183.1>
- Richardson D.M., Pyšek P., Carlton J.T. 2010. A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology. In: Richardson D.M. (eds). *Fifty Years of Invasion Ecology*. Wiley Online Books.
- Roy, H.E., Peyton, J., Aldridge, D.C., Bantock, T., Blackburn, T.M., Britton, R., Clark, P., Cook, E., Dehnen-Schmutz, K., Dines, T. Dobson, M. Edwards, F., Harrower, C., Harvey, M.C., Minchin, D. Noble, D.G., Parrott, D., Pocock, M.J.O., Preston, C.D., Roy, S., Salisbury, A., Schönrogge, K., Sewell, J., Shaw, R.H., Stebbing, P., Stewart, A.J.A., Walker, K.J. 2014. Horizon scanning for invasive alien species with the potential to threaten biodiversity in Great Britain. *Global change biology*, 20(12), 3859-3871. <https://doi.org/10.1111/gcb.12603>
- Roy, H.E., Bacher, S., Essl, F., Adriaens, T., Aldridge, D.C., Bishop, J.D.D., Blackburn, T.M., Branquart, E., Brodie, J., Carboneras, C., Cottier-Cook, E.J., Copp, G.H., Dean, H.J., Eilenberg, J., Gallardo, B., Garcia, M., García-Berthou, E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Kenis, M., Kerckhof, F., Kettunen, M., Minchin, D., Nentwig, W., Nieto, A., Pergl, J., Pescott, O.L., Peyton, J.M., Preda, C., Roques, A., Rorke, S.L., Scalera, R., Schindler, S., Schönrogge, K., Sewell, J., Solarz, W., Stewart, A.J.A. Tricarico, E., Vanderhoeven, S., van der Velde, G., Vilà, M., Wood, C.A., Zenetos, A., Rabitsch, W. 2019. Developing a list of invasive alien species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the European Union. *Global Change Biology*, 25, 1032-1048. <https://doi.org/10.1111/gcb.14527>
- Seebens H., Blackburn T.M., Dyer E.E., Genovesi P., Hulme P.E., Jeschke J.M., Pagad S., Pyšek P., Winter M., Arianoutsou M., Bacher S., Blasius B., Brundu G., Capinha C., Celesti-Grapo L., Dawson W., Dullinger S., Fuentes N., Jäger H., Kartesz J., Kenis M., Kreft H., Kühn I., Lenzner B., Liebhold A., Mosena A., Moser D., Nishino M, Pearman D., Pergl J., Rabitsch W., Rojas-Sandoval J., Roques A., Rorke S., Rossinelli S., Roy H.E., Scalera R., Schindler S., Štajerová K., Tokarska-Guzik B., van Kleunen M., Walker K., Weigelt P., Yamanaka T., Essl F. 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8: 1-9. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>
- Seebens H., Bacher S., Blackburn T.M., Capinha C., Dawson W., Dullinger S., Genovesi P., Hulme P.E., van Kleunen M., Kühn I., Jeschke J.M., Lenzner B., Liebhold A.M., Pattison Z., Pergl J., Pyšek P., Winter M., Essl F. 2021. Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15333>
- Shine, C., Kettunen, M., Genovesi, P., Essl, F., Gollasch, S., Rabitsch, W., Scalera, R., Starfinger, U. ten Brink, P. 2010. Assessment to support continued development of the EU Strategy to combat invasive alien species. Final Report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium
- Simberloff D., Jean-Louis M., Genovesi P., Maris V., Wardle D.A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., García-Berthou E., Pascal M., Pyšek P., Sousa R., Tabacchi E., Vilà M. 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 28: 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>

- Strayer D.L. 2010. Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater biology*, 55, 152-174. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x>
  
- Tsiamis K., Azzurro E., Bariche M., Çinar M.E., Crocetta F., De Clerck O., Galil B., Gómez F., Hoffman R., Jensen K.R., Kamburska L., Langeneck J., Langer M.R., Levitt-Barmats Y., Lezzi M., Marchini A., Occhipinti-Ambrogi A., Ojaveer H., Piraino S., Noa Shenkar N., Yankova M., Zenetos A., Žuljević A., Cardoso A.C. 2020. Prioritizing marine invasive alien species in the European Union through horizon scanning. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 30: 794-845. <https://doi.org/10.1002/aqc.3267>
  
- Tsiamis K., Gervasini E., Deriu I., D'amico F., Nunes A. Addamo A.D., Cardoso A.C. 2017. Baseline Distribution of Invasive Alien Species of Union concern. Ispra (Italy): Publications Office of the European Union; EUR 28596 EN, <https://doi.org/10.2760/772692>
  
- Vaz, A.S., Novoa, A., Vicente, J.R., Honrado, J.P., Shackleton, R.T. 2021. Invaders on the Horizon! Scanning the Future of Invasion Science and Management. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 620. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.756339>
  
- Vilà M., Espinar J., Hejda M., Hulme P., Jarošík V., Maron J., Pergl J., Schaffner U., Sun Y. and Pyšek P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14: 702-708. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>
  
- Wallace R.D., Barger C.T., Reaser J.K. 2020. Enabling decisions that make a difference: guidance for improving access to and analysis of invasive species information. *Biological Invasions*, 22: 37–45. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02142-2>
  
- Zenni, R. D., Essl, F., García-Berthou, E., McDermott, S. M. 2021. The economic costs of biological invasions around the world. *NeoBiota*, 67, 1-9. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.69971>



Pez cabeza de serpiente del norte (*Channa argus*) © Hagerty Ryan, USFWS

# Lista de afiliaciones de autores

## ■ Almeida, David

Departamento de Ciencias Médicas Básicas.  
Universidad San Pablo CEU, Madrid (Spain).

## ■ Anastácio, Pedro M.

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente.  
Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento.  
Escola de Ciências e Tecnologia. Universidade de Évora, Évora (Portugal).

## ■ Arias, Andrés

Departamento de Biología de Organismos y Sistemas.  
Universidad de Oviedo, Asturias (Spain).

## ■ Banha, Filipe

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente.  
Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento  
Escola de Ciências e Tecnologia. Universidade de Évora, Évora (Portugal).

## ■ Barca, Sandra

Departamento de Zooloxía, Xenética e Antropoloxía Física.  
Facultade de Bioloxía. Laboratorio de Hidrobioloxía.  
Universidade de Santiago de Compostela, A Coruña (Spain).

## ■ Biurrún, Idoia

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencia y Tecnología.  
Universidad del País Vasco UPV/EHU, Bilbao (Spain).

## ■ Boix, Dani

GRECO, Institut d'Ecologia Aquàtica.  
Universitat de Girona, Girona (Spain).

## ■ Cabezas, M. Pilar

Departamento de Biología, Facultad de Ciências.  
Universidade do Porto, Porto (Portugal).

## ■ Calero, Sara

Tragsatec. TSUP Planificación y Gestión Hídrica.  
Grupo Tragsa-SEPI. Madrid (Spain).

## ■ Campos, Juan A.

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencia y Tecnología.  
Universidad del País Vasco UPV/EHU, Bilbao (Spain).

## ■ Capdevila-Argüelles, Laura

GEIB - Grupo Especialista en Invasiones Biológicas.  
León (Spain).

## ■ Capinha, César

Instituto de Geografia e Ordenamento do Território.  
Universidade de Lisboa, Lisboa (Portugal).

## ■ Casals, Frederic

Departament de Ciència Animal. Universitat de Lleida, Lleida (Spain).  
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC), Solsona, Lleida (Spain).

## ■ Clavero, Miguel

Departamento de Biología de la Conservación.  
Estación Biológica de Doñana – CSIC. Sevilla (Spain).

## ■ Cobo, Fernando

Departamento de Zooloxía, Xenética e Antropoloxía Física. Fac. Bioloxía.  
Universidade de Santiago de Compostela, A Coruña (Spain).

## ■ Cuesta, José A.

Departamento de Ecología y Gestión Costera.  
Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía - CSIC. Cádiz (Spain).

■ **Encarnação, João P.**

CCMAR - Centro de Ciências do Mar.  
Universidade do Algarve (Portugal).

■ **Fernández-Delgado, Carlos**

Departamento de Zoología.  
Universidad de Córdoba (Spain).

■ **Franco, Javier**

AZTI. Investigación Marina. Gestión Ambiental de Mares y Costas.  
Pasaia, Gipuzkoa (Spain).

■ **Gallardo, Belinda**

Departamento de Biodiversidad y Restauración.  
Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC. Zaragoza (Spain).

■ **García-Berthou, Emili**

GRECO, Institut d'Ecologia Aquàtica.  
Universitat de Girona, Girona (Spain).

■ **García-Murillo, Pablo**

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Farmacia.  
Universidad de Sevilla, Sevilla (Spain).

■ **Guareschi, Simone**

Geography and Environment Department.  
Loughborough University. Loughborough (United Kingdom).

■ **Guillén, Antonio**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Hermoso, Virgilio**

CTFC – Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña.  
Lleida (Spain).

■ **López-Cañizares, Celia**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Machordom, Annie**

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva.  
Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC. Madrid (Spain).

■ **Martelo, Joana**

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente.  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa (Portugal).

■ **Mellado-Díaz, Andrés**

Tragsatec. TSUP Planificación y Gestión Hídrica.  
Grupo Tragsa-SEPI. Madrid (Spain).

■ **Medina, Leopoldo**

Sistemática de Plantas Vasculares.  
Real Jardín Botánico – CSIC. Madrid (Spain).

■ **Miranda, Rafael**

Departamento de Biología Ambiental.  
Universidad de Navarra, Pamplona (Spain).

■ **Morcillo, Felipe**

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución.  
Universidad Complutense de Madrid, Madrid (Spain).

■ **Moreno, Juan C.**

Departamento de Biología (Botánica).  
Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid (Spain).

■ **Oficialdegui, Francisco J.**

Departamento de Ecología de Humedales.  
Estación Biológica de Doñana – CSIC. Sevilla (Spain).

■ **Oliva-Paterna, Francisco J.**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Olivo del Amo, Rosa**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Oscoz, Javier**

Departamento de Biología Ambiental.  
Universidad de Navarra, Pamplona (Spain).

■ **Perdices, Anabel**

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva.  
Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC. Madrid (Spain).

■ **Pou-Rovira, Quim**

Sorelló - Estudis al Medi Aquàtic.  
Girona (Spain).

■ **Ribeiro, Filipe**

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente.  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa (Portugal).

■ **Rodríguez-Merino, Argantonio**

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Farmacia.  
Universidad de Sevilla, Sevilla (Spain).

■ **Ros, Macarena**

Departamento de Zoología. Facultad de Biología.  
Universidad de Sevilla, Sevilla (Spain).

■ **Ruiz-Navarro, Ana**

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.  
Facultad de Educación. Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Sánchez-Gullón, Enrique**

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.  
Junta de Andalucía, Huelva (Spain).

■ **Sánchez, Marta I.**

Departamento de Ecología de Humedales.  
Estación Biológica de Doñana – CSIC. Sevilla (Spain).

■ **Sánchez-Fernández, David**

Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia (Spain).

■ **Sánchez-González, Jorge R.**

SIBIC. Departament de Ciència Animal.  
Universitat de Lleida, Lleida (Spain).

■ **Teodósio M. Alexandra**

CCMAR - Centro de Ciências do Mar.  
Universidade do Algarve (Portugal).

■ **Torralva, Mar**

Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología.  
Universidad de Murcia, Murcia (Spain).

■ **Vieira-Lanero, Rufino**

Departamento de Zooloxía, Xenética e Antropoloxía Física.  
Facultade de Bioloxía. Laboratorio de Hidrobioloxía.  
Universidade de Santiago de Compostela, A Coruña (Spain).

# Lista de colaboradores

A continuación se detallan las Administraciones con competencia en la materia, centros de investigación y empresas que han colaborado de una u otra forma en la actualización de los contenidos del Proyecto LIFE INVASAQUA según las bases de datos de la SIBIC (coordinadora de la acción).

## Administraciones con competencia en la materia:

Algunos técnicos y expertos contribuyeron a la recopilación proporcionando inventarios de especies exóticas. Entre ellos, queremos mostrar un agradecimiento especial a: Ricardo Gómez Calmaestra, Paulo Carmo, Concepción Durán Lalaguna, María A. Piñón Couchoud, Eduardo Lafuente Sacristán, María V. Corral Hernan, Iñaki Bañares, Felix Izco, Nati Franch Ventura, Ángel Serdio, Enrique Eraso, Ana María Palacios, José Ardaiz, Jerónimo de la Hoz, Alberto Manzanos, Juan María Herrero y Francisco Hervella.

- Confederación Hidrográfica del Duero. Oficina de Planificación Hidrológica y Comisaría de Aguas.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. Área de calidad de aguas.
- Confederación Hidrográfica del Guadiana. Oficina de Planificación Hidrológica y Comisaría de Aguas.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.  
Oficina de Planificación Hidrológica y Comisaría de Aguas.
- Confederación Hidrográfica del Júcar. Servicio de Calidad de las Aguas. Comisaría de Aguas.
- Confederación Hidrográfica del Segura. Comisaría de Aguas.
- Confederación Hidrográfica del Tajo. Área de Calidad de las Aguas. Comisaría de Aguas.
- Diputación Foral de Gipuzkoa. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Dirección General de la Cuenca Atlántica Andaluza.
- Dirección General de la Cuenca Mediterránea Andaluza.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento, Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (CEH-CEDEX).
- Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.  
Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina.  
Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.
- Gobierno de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF).
- Generalitat de Catalunya. Agència Catalana de l'Aigua, Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Generalitat de Catalunya. Àrea de protecció i Recerca. Parc Natural del Delta de l'Ebre.
- Generalitat Valenciana. Banco de datos de Biodiversidad.
- Gobierno de Cantabria. Consejería de Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural.  
Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza, Sección de Recursos Piscícolas.
- Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. Dirección General de Medio Ambiente y Agua.  
Servicio de Conservación de la Biodiversidad.
- Gobierno del Principado de Asturias. Dirección General de Recursos Naturales.  
Servicio de Caza y Pesca.
- Gobierno Vasco. Uraren Euskal Agentzia / Agencia Vasca del Agua.
- Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente.  
Dirección General del Medio Natural. Servicio de Caza y Pesca.
- Xunta de Galicia. Consellería do Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras  
Dirección Xeral de Conservación da Natureza, Subdirección Xeral de Recursos Cinexéticos e Piscícolas.

## Universidades y centros de investigación:

- Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física. Facultade de Bioloxía. Campus Vida. Universidade de Santiago de Compostela (USC). Dr. Fernando Cobo.
- Estación de Hidrobioloxía “Encoro Do Con”. Universidade de Santiago de Compostela. Vilagarcía de Arousa, Pontevedra. Dr. Rufino Vieira-Lanero.
- Departamento de Zoología y Antropología Física. Universidad de Murcia. Dr. Mar Torralva y Dr. Francisco J. Oliva Paterna.

- Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública. Universidad de Huelva.  
Dr. Francisco Blanco-Garrido.
- Departamento de Zoología. Universidad de Córdoba. Dr. Carlos Fernández-Delgado.
- Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Universidad Complutense de Madrid.  
Dr. Felipe Morcillo.
- Research line on Aquatic Ecology. Universitat de Vic. Dr. Lluís Benejam.
- Departament de Ciència Animal.. Universitat de Lleida. Dr. Frederic Casals.
- Department of Basic Medical Sciences, USP-CEU University, Madrid. Dr. David Almeida.
- Grup de recerca en Ecologia aquàtica continental. Universitat de Girona. Dr. Luis Zamora.
- Departamento de Biología Ambiental. Universidad de Navarra. Dr. Rafael Miranda y Dr. Javier Oscoz.
- Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva.  
Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Dr. Ignacio Doadrio, Dra. Anabel Perdices,  
Dra. Annie Machordom.
- Grupo de investigación en Cuencas hidrográficas. MARE – Universidad de Lisboa. Dr. Filipe Ribeiro.
- Research group in Hydrographic Basins. MARE – Universidad de Évora.  
Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento. Dr. Pedro M. Anastácio.
- CCMAR - Centro de Ciencias do Mar do Algarve. Universidade do Algarve, Dr. Pedro M. Guerreiro.
- AZTI. Tecnalia. Marine Research Division. Sukarrieta, (Vizcaya) Dra. Estibaliz Díaz.

#### **Empresas y centros tecnológicos:**

- Ecohydros S.L. Maliaño (Cantabria) D. Agustín Monteoliva.
- Sorelló, estudis del medi aquàtic S.L. (Gerona) Dr. Quim Pou i Rovira.
- Ichthios Gestión Ambiental S.L. (León) D. Gustavo González.
- Summit Asesoría Ambiental S.L.L. (Navarra) D. Sergio Gaspar.
- Ekolur Asesoría Ambiental S.L.L. (Guipúzcoa) D. Iker Azpiroz.
- Gestión Ambiental de Navarra S.A. (Navarra) D. Javier Álvarez y Dr. Pedro Leunda.
- Gualdalictio S.L. (Córdoba). Dr. Ramón de Miguel Rubio.

# Apéndice A

## Lista negra de taxones exóticos invasores acuáticos registrados en aguas interiores ibéricas

Lista de EEI incluidas en la lista negra por grupos objetivo (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas). Los taxones están ordenados por su valor de puntuación (media de tres a seis conjuntos independientes de puntuaciones de la evaluación de expertos, error estándar incluido) en cada grupo objetivo.

En la base de datos del material suplementario se incluye más información sobre los taxones (sinónimos, área de distribución geográfica nativa, vías de introducción, inclusión en el Reglamento sobre EEI y referencias bibliográficas clave).

INVERTEBRADOS ESTUARINOS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	16,00	0,71	4	1
<i>Magallana gigas</i>	16,00	0,91	4	2
<i>Callinectes sapidus</i>	15,20	0,73	5	3
<i>Hydroides elegans</i>	14,67	1,33	3	4
<i>Ruditapes philippinarum</i>	14,50	0,50	4	5
<i>Amphibalanus improvisus</i>	14,20	0,80	5	6
<i>Austrominius modestus</i>	14,00	0,00	3	7
<i>Bugula neritina</i>	14,00	0,58	3	8
<i>Microcosmus squamiger</i>	14,00	0,58	3	9
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	14,00	0,58	3	10
<i>Magallana angulata</i>	13,75	0,85	4	11
<i>Didemnum vexillum</i>	13,67	2,60	3	12
<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	13,00	1,00	3	13
<i>Styela plicata</i>	13,00	1,35	4	14
<i>Mya arenaria</i>	12,67	2,33	3	15
<i>Ocenebrellus inornatus</i>	12,67	0,67	3	16
<i>Penaeus japonicus</i>	12,67	0,33	3	17
<i>Artemia franciscana</i>	12,33	0,88	3	18
<i>Crepidula fornicata</i>	12,33	1,20	3	19
<i>Styela clava</i>	12,33	2,03	3	20
<i>Amphibalanus amphitrite</i>	12,25	1,11	4	21
<i>Botrylloides violaceus</i>	12,00	2,65	3	22
<i>Palaemon macrodactylus</i>	12,00	0,71	4	23
<i>Corella eumyota</i>	11,67	1,20	3	24
<i>Ensis leei</i>	11,67	0,33	3	25
<i>Watersipora scf. subtorquata</i>	11,67	1,33	3	26
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	11,33	2,33	3	27
<i>Amathia verticillata</i>	11,00	2,31	3	28
<i>Anadara transversa</i>	11,00	2,08	3	29
<i>Arcuatula senhousia</i>	11,00	0,58	3	30
<i>Blackfordia virginica</i>	11,00	0,58	3	31
<i>Tricellaria inopinata</i>	11,00	1,58	4	32
<i>Victorella pavida</i>	11,00	1,73	3	33
<i>Balanus trigonus</i>	10,50	1,55	4	34
<i>Bursatella leachi</i>	10,00	2,00	3	35
<i>Haloa japonica</i>	10,00	1,00	3	36
<i>Anadara kagoshimensis</i>	6,00	2,27	4	37

INVERTEBRADOS DE AGUA DULCE				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Procambarus clarkii</i>	18,67	0,61	6	1
<i>Dreissena polymorpha</i>	17,33	0,33	6	2
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	17,33	0,99	6	3
<i>Corbicula fluminea</i>	17,00	0,37	6	4
<i>Pomacea maculata</i>	14,83	0,31	6	5
<i>Lernaea cyprinacea</i>	14,75	1,03	4	6
<i>Aedes japonicus</i>	14,60	1,03	5	7
<i>Xenostrobos securis = Limnoperna fortunei</i>	14,20	0,80	5	8
<i>Aedes albopictus</i>	14,00	0,32	5	9
<i>Cordylophora caspia</i>	14,00	0,77	5	10
<i>Craspedacusta sowerbii</i>	13,17	0,48	6	11
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	12,80	0,66	5	12
<i>Eriocheir sinensis</i>	12,75	0,95	4	13
<i>Sinanodonta woodiana</i>	12,60	1,12	5	14
<i>Faxonius limosus</i>	12,50	1,34	6	15
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	12,50	1,76	4	16
<i>Anguillicoloides crassus</i>	12,40	0,87	5	17
<i>Cherax quadricarinatus</i>	12,00	1,48	5	18
<i>Argulus japonicus</i>	11,80	2,03	5	19
<i>Marissa cornuarietis</i>	11,71	0,97	6	20
<i>Cherax destructor</i>	11,67	1,82	6	21
<i>Physella acuta</i>	11,50	1,20	6	22
<i>Pectinatella magnifica</i>	11,25	0,85	4	23
<i>Gyrodactylus salaris</i>	10,60	1,12	5	24
<i>Melanoides tuberculata</i>	9,75	0,90	6	25
<i>Trichocorixa verticalis</i>	9,40	1,47	5	26
<i>Stenopelmus rufinasus</i>	8,00	1,73	5	27

PLANTAS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Eichhornia crassipes =Pontederia crassipes</i>	16,67	0,67	3	1
<i>Azolla filiculoides</i>	16,25	0,25	4	2
<i>Ludwigia grandiflora</i>	15,80	0,49	5	3
<i>Salvinia natans</i>	15,67	1,20	3	4
<i>Salvinia molesta</i>	15,40	1,08	5	5
<i>Spartina densiflora</i>	15,33	1,12	6	6
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	14,40	0,81	5	7
<i>Egeria densa</i>	14,20	0,73	5	8
<i>Spartina alterniflora</i>	13,50	0,50	4	9
<i>Ludwigia peploides</i> subsp. <i>montevidensis</i>	13,00	1,34	5	10
<i>Nymphaea mexicana</i>	12,67	1,33	3	11
<i>Elodea canadensis</i>	12,60	1,33	5	12
<i>Crassula aquatica</i>	12,33	0,88	3	13
<i>Lagarosiphon major</i>	12,33	2,96	3	14
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	12,00	1,96	4	15
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	11,67	1,45	3	16
<i>Bacopa monnieri</i>	11,20	1,69	5	17
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	11,00	1,22	4	18
<i>Pistia stratiotes</i>	11,00	1,00	3	19
<i>Ludwigia repens</i>	10,33	3,48	3	20
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	9,80	1,83	5	21
<i>Rotala indica</i>	8,25	2,29	4	22
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	6,50	1,89	4	23

VERTEBRADOS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Cyprinus carpio</i>	18,20	0,37	5	1
<i>Micropterus salmoides</i>	17,17	0,40	6	2
<i>Sander lucioperca</i>	16,33	0,61	6	3
<i>Gambusia holbrooki</i>	16,20	0,73	5	4
<i>Silurus glanis</i>	16,20	0,37	5	5
<i>Esox lucius</i>	16,00	0,26	6	6
<i>Pseudorasbora parva</i>	15,83	0,40	6	7
<i>Alburnus alburnus</i>	15,80	0,58	5	8
<i>Neovison vison</i>	15,40	0,68	5	9
<i>Branta canadensis</i>	15,25	0,85	4	10
<i>Procyon lotor</i>	15,00	1,29	4	11
<i>Carassius auratus</i>	14,83	0,40	6	12
<i>Lepomis gibbosus</i>	14,67	0,42	6	13
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	14,60	0,51	5	14
<i>Perca fluviatilis</i>	14,60	0,68	5	15
<i>Trachemys scripta</i>	14,50	0,29	4	16
<i>Ictalurus punctatus</i>	14,25	0,75	4	17
<i>Salvelinus fontinalis</i>	14,00	0,58	4	18
<i>Ameiurus melas</i>	13,80	1,07	5	19
<i>Myocastor coypus</i>	13,67	0,49	6	20
<i>Fundulus heteroclitus</i>	13,60	0,51	5	21
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	13,50	0,87	4	22
<i>Carassius gibelio</i>	13,25	0,48	4	23
<i>Ondatra zibethicus</i>	13,25	0,85	4	24
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	13,00	0,55	5	25
<i>Xenopus laevis</i>	12,80	1,46	5	26
<i>Rutilus rutilus</i>	12,75	0,63	4	27
<i>Pelophylax kl. grafi</i>	12,50	0,87	4	28
<i>Pelodiscus sinensis</i>	12,33	0,67	3	29
<i>Lithobates catesbeianus</i>	12,20	0,58	5	30
<i>Chelydra serpentina</i>	12,00	0,95	5	31
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	12,00	0,41	4	32
<i>Oxyura jamaicensis</i>	11,60	0,24	5	33
<i>Alopochen aegyptiacus</i>	11,50	0,65	4	34
<i>Pseudemys concinna</i>	11,50	0,65	4	35
<i>Chrysemys picta</i>	11,00	0,41	4	36
<i>Leuciscus idus</i>	9,50	1,04	4	37
<i>Mauremys aff. sinensis</i>	8,80	2,48	5	38
<i>Acipenser baerii</i>	8,20	1,53	5	39



Galápago de Florida (*Trachemys scripta*) © Javier Murcia Requena

# Apéndice B

## Lista de alerta de taxones exóticos invasores acuáticos potenciales con un riesgo significativo de invasión en las aguas interiores ibéricas.

Lista de EEI incluidas en la lista de alerta por grupos objetivo (vertebrados, invertebrados de estuario, invertebrados de agua dulce y plantas). Los taxones están ordenados por valor de puntuación (media de tres a seis conjuntos independientes de puntuaciones de la evaluación de expertos, error estándar incluido) en cada grupo objetivo.

En la base de datos del material suplementario se incluye más información sobre los taxones (sinónimos, área de distribución geográfica nativa, vías de introducción, inclusión en el Reglamento sobre EEI y referencias bibliográficas clave).

INVERTEBRADOS ESTUARINOS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Hydroides dirampha</i>	15,67	1,33	3	1
<i>Perna viridis</i>	15,33	0,33	3	2
<i>Rhopilema nomadica</i>	15,00	0,00	4	3
<i>Urosalpinx cinerea</i>	14,25	1,44	4	4
<i>Gammarus tigrinus</i>	13,67	0,88	3	5
<i>Spirorbis marioni</i>	13,67	2,40	3	6
<i>Phyllorhiza punctata</i>	13,50	0,87	4	7
<i>Brachidontes pharaonis</i>	13,33	2,73	3	8
<i>Rangia cuneata</i>	12,60	1,44	5	9
<i>Cercopagis pengoi</i>	12,33	1,67	3	10
<i>Portunus segnis</i>	12,33	1,45	3	11
<i>Botrylloides giganteum</i>	12,00	2,65	3	12
<i>Hemigrapsus aff. takanoi</i>	12,00	1,15	3	13
<i>Homarus americanus</i>	11,67	1,67	3	14
<i>Anadara aff. inaequalvis</i>	11,00	2,08	3	15
<i>Spondylus spinosus</i>	11,00	2,31	3	16
<i>Dikerogammarus aff. haemobaphes</i>	10,33	1,20	3	17
<i>Hemimysis anomala</i>	10,33	1,20	3	18
<i>Mytilopsis adamsi</i>	9,67	2,67	3	19
<i>Marenzelleria neglecta</i>	9,33	0,88	3	20
<i>Megabalanus coccopoma</i>	9,33	0,67	3	21
<i>Crepidula onyx</i>	7,33	2,19	3	22

INVERTEBRADOS DE AGUA DULCE				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Dreissena rostriformis bugensis</i>	17,00	0,55	5	1
<i>Procambarus virginalis</i>	16,17	1,11	6	2
<i>Pomacea gigas</i>	15,25	0,75	4	3
<i>Aedes aegypti</i>	15,20	0,80	5	4
<i>Faxonius rusticus</i>	15,50	0,98	6	5
<i>Faxonius virilis</i>	15,17	1,17	6	6
<i>Aedes koreicus</i>	14,33	1,76	3	7
<i>Cipangopaludina chinensis</i>	14,00	0,77	6	8
<i>Potamocorbula amurensis</i>	13,80	2,22	5	9
<i>Anopheles quadrimaculatus</i>	13,17	2,14	6	10
<i>Dikerogammarus villosus</i>	13,00	0,45	6	11
<i>Planorbella trivolvis</i>	11,00	1,08	4	12
<i>Triops longicaudatus</i>	11,00	1,10	5	13
<i>Cherax tenuimanus</i>	9,80	1,77	5	14
<i>Potamon ibericum</i>	8,83	1,58	6	15
<i>Gillia altilis</i>	6,50	1,31	6	16

PLANTAS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Azolla microphylla</i>	12,40	1,89	5	1
<i>Hygrophila polysperma</i>	12,40	1,03	5	2
<i>Cabomba caroliniana</i>	12,33	1,76	3	3
<i>Crassula helmsii</i>	12,33	0,88	3	4
<i>Hydrilla verticillata</i>	12,25	2,50	4	5
<i>Salvinia auriculata</i>	12,25	1,03	4	6
<i>Spartina anglica</i>	12,20	0,97	5	7
<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>	11,00	0,91	4	8
<i>Pontederia cordata</i>	10,40	1,69	5	9
<i>Elodea nuttallii</i>	10,00	1,00	3	10
<i>Halophila stipulacea</i>	10,00	1,96	4	11
<i>Zostera japonica</i>	10,00	1,52	5	12
<i>Nymphaea lotus</i>	8,40	2,42	5	13
<i>Aponogeton distachyos</i>	7,50	1,32	4	14
<i>Elodea callitrichoides</i>	7,40	2,42	5	15
<i>Vallisneria nana</i>	7,33	3,48	3	16
<i>Lemna turionifera</i>	7,00	3,79	3	17
<i>Nelumbo nucifera</i>	6,75	2,69	4	18
<i>Myriophyllum verrucosum</i>	6,50	1,19	4	19
<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	6,20	1,93	5	20
<i>Ottelia alismoides</i>	4,17	1,35	6	21
<i>Potamogeton epihydrus</i>	3,50	1,76	4	22
<i>Hydrocotyle moschata</i>	3,33	2,03	3	23

VERTEBRADOS				
Nombre científico	Puntuación	S.E.	Número de expertos	Orden en el grupo
<i>Percottus glenii</i>	15,20	0,58	5	1
<i>Lates niloticus</i>	14,80	0,73	5	2
<i>Castor canadensis</i>	14,67	0,80	6	3
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	14,60	0,51	5	4
<i>Channa argus</i>	14,33	0,71	6	5
<i>Clarias gariepinus</i>	14,25	0,75	4	6
<i>Oreochromis mossambicus</i>	14,20	0,37	5	7
<i>Neogobius melanostomus</i>	14,00	0,77	6	8
<i>Lepomis cyanellus</i>	13,80	0,92	5	9
<i>Clarias batrachus</i>	13,75	0,48	4	10
<i>Rhodeus amarus</i>	13,75	1,55	4	11
<i>Micropterus dolomieu</i>	13,67	0,43	6	12
<i>Gambusia affinis</i>	13,40	0,75	5	13
<i>Xiphophorus hellerii</i>	13,33	0,88	3	14
<i>Ameiurus nebulosus</i>	13,20	1,02	5	15
<i>Rhinella marina</i>	13,00	0,82	4	16
<i>Coptodon zillii</i>	12,80	0,37	5	17
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	12,75	1,70	4	18
<i>Sander vitreus</i>	12,75	0,25	4	19
<i>Oncorhynchus aff. gorboscha</i>	12,50	1,19	4	20
<i>Barbus barbus</i>	12,40	1,12	5	21
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	12,40	1,36	5	22
<i>Hemichromis fasciatus</i>	12,00	0,58	3	23
<i>Squalius cephalus</i>	11,75	0,85	4	24
<i>Morone aff. americana</i>	11,60	0,75	5	25
<i>Ponticola aff. kessleri</i>	11,50	1,94	4	26
<i>Leuciscus leuciscus</i>	10,80	0,97	5	27
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	10,20	1,80	5	28

## Resumen

Un objetivo importante de LIFE INVASAQUA es desarrollar herramientas que mejoren la gestión y sean eficientes en el marco de Alerta Temprana y Respuesta Rápida (EWRR) para las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en la Península Ibérica. La exploración del horizonte para las EEI de alto riesgo es básica para aplicar medidas que reduzcan las nuevas invasiones y para centrar los esfuerzos en las especies ya registradas. Desarrollamos un ejercicio transnacional de exploración del horizonte centrado en las aguas interiores de España y Portugal con el fin de proporcionar una lista negra de las EEI acuáticas actualmente establecidas y una lista de alerta de las EEI potenciales que pueden suponer una amenaza para los ecosistemas acuáticos y los sectores socioeconómicos en el futuro. Para ello seguimos un enfoque estructurado de 5 pasos que combinaba la información existente sobre EEI con una valoración de expertos de los taxones priorizados. En la lista negra final se priorizaron 126 EEI, que representan el 41,2% de los taxones exóticos registrados en las aguas continentales ibéricas. Las 24 primeras especies tenían un riesgo de impacto muy alto porque obtuvieron los valores máximos en el proceso de puntuación de la evaluación de riesgos. Además, la lista de alerta incluía 89 EEI con un riesgo significativo de invasión en la Península Ibérica en un futuro próximo, estando 11 taxones en cabeza con un riesgo muy alto de invasión.

La lista negra y la lista de alerta resultantes son herramientas importantes que apoyan la aplicación del Reglamento sobre EEI. Y en última instancia, la información incluida puede utilizarse para valorar la consecución de objetivos de la Estrategia de Biodiversidad de la UE hasta 2030 para la lucha contra las EEI, pero también para la aplicación de otras políticas de la UE con requisitos sobre especies exóticas, como las Directivas de Aves y Hábitats, y las Directivas de Estrategia Marina y Marco del Agua.

## ¿QUÉ ES LIFE INVASAQUA?

Es un proyecto europeo que busca abordar las especies invasoras acuáticas en España y Portugal incrementando la comprensión social del problema. Contribuirá a mejorar el manejo de las EEI, y reducir su impacto medioambiental, social, económico y sanitario a través de las campañas informativas y el intercambio de exitosas soluciones y prácticas de gestión.

## ¿CÓMO SE VA A CONSEGUIR?

Creando listas de prioridad de EEI y guías de manejo estratégico a nivel ibérico para apoyar y facilitar la implementación de la legislación europea. Implementando actividades de formación e instrucción como puntos clave. Desarrollando actividades de comunicación y concienciación a través de campañas de voluntariado, ciencia ciudadana, eventos con los estudiantes o exhibiciones itinerantes que recorran la Península.

### Coordinación



[www.lifeinvasaqua.com](http://www.lifeinvasaqua.com)

[life\\_invasaqua@um.es](mailto:life_invasaqua@um.es)



### Beneficiarios asociados



### Con el apoyo de



LIFE17 GIE/ES/000515 Cofinanciado por la Comisión Europea bajo el LIFE Program

