

7

EL PROBLEMA DE LOS PECES DE AGUA DULCE INVASORES EN ESPAÑA

BENIGNO ELVIRA y ANA ALMODÓVAR

*Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Biología,
Universidad Complutense de Madrid*

belvira@bio.ucm.es, aalmodovar@bio.ucm.es

1. INTRODUCCIÓN

El gran declive de las especies de peces de agua dulce es una preocupación global. Las principales amenazas para su conservación están directamente relacionadas con la actividad humana e incluyen la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat, la sobreexplotación por pesca, la contaminación, el cambio climático y la introducción de especies no autóctonas.

La introducción de especies no autóctonas es un problema ecológico y de conservación mundial que ha provocado la reducción y extinción de numerosas especies. Los peces están entre los organismos acuáticos más introducidos y, a su vez, entre los más amenazados por las especies exóticas. Éstas se introducen a través de actividades humanas, principalmente acuicultura, acuariofilia y pesca comercial y recreativa. Estas introducciones pueden ser causantes de graves alteraciones en la ictiofauna nativa, incluyendo la extinción de especies por introducción de depredadores, competidores, enfermedades y parásitos.

Las introducciones de peces fluviales son una de las principales causas de amenaza para la supervivencia e integridad genética de las

especies nativas de peces en todo el mundo. Este impacto se ha denominado «efecto Frankenstein», ya que las consecuencias que las introducciones —aún las bienintencionadas— producen en el medio suelen ser negativas y poco predecibles. En concreto en España la aclimatación de peces exóticos es uno de los principales factores de amenaza a la supervivencia de las especies de peces fluviales autóctonos (Elvira, 1995a,b, 1998; Elvira y Almodóvar, 2001), hecho destacable pues esta fauna de la península ibérica es una de las más ricas en endemismos del mundo.

La dispersión e impacto de las especies exóticas de peces se han analizado en profundidad en revisiones en España (Elvira y Almodóvar, 2001; Doadrio y Aldegue, 2007; Ribeiro *et al.*, 2008; Leunda, 2010), Portugal (Ribeiro *et al.*, 2009; Anastácio *et al.*, 2019), Europa (Nunes *et al.*, 2015) y a escala global (García-Berthou, 2007). En este artículo se presenta una revisión del estado del conocimiento sobre las introducciones de peces de agua dulce en España, con énfasis en los avances alcanzados con fecha posterior a las revisiones citadas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para determinar el estado del conocimiento sobre el tema materia en España se revisó la literatura científica disponible, en concreto más de 300 artículos. Asimismo se analizaron diversas bases de datos online: *CABI Invasive Species Compendium* www.cabi.org/ISC, Carta Piscícola Española www.cartapiscicola.es, *DAISIE Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe* [www.github.com/trias-project/daisie-checklist](https://github.com/trias-project/daisie-checklist), *EASIN European Alien Species Information Network* easin.jrc.ec.europa.eu/easin, Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles-Peces www.vertebradosibericos.org/peces.html, FAO Database on Introductions of Aquatic Species DIAS www.fao.org/fishery/dias/en, FishBase www.fishbase.se, InvasIBER invasiber.org e IUCN Global Invasive Species Database www.iucngisd.org/gisd.

3. LOS PECES EXÓTICOS E INVASORES EN ESPAÑA

La Tabla 1 recoge las especies de peces de agua dulce introducidas en España según la bibliografía. El total de especies exóticas aclimatadas hasta 2019 se eleva a 32 —diez de ellas de carácter invasor—, frente a las 25 de 2001 (Elvira y Almodóvar, 2001) y 26 de 2010 (Leunda, 2010). Al

menos nueve se hallan en la actualidad en expansión. En cuanto a normativa legal, 19 especies se encuentran incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.

Además se han citado algunas otras especies que posiblemente hayan sido introducidas puntualmente en España, pero no se han aclimatado, entre las que se pueden citar el óscar *Astronotus ocellatus*, la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* y el pacú *Piaractus brachypomus*.

3.1. Distribución

Gran parte de la bibliografía está centrada en detectar la llegada de especies exóticas, describir su aclimatación y conocer la dispersión que alcanzan en las cuencas hidrográficas peninsulares. Las últimas especies aclimatadas han sido el gobio del Languedoc *Gobio occitaniae* (Aparicio *et al.*, 2013), el salvelino alpino *Salvelinus umbla* (Aparicio, 2015) y el aspío *Leuciscus aspius* (Merciai *et al.*, 2018). El carpín prusiano *Carassius gibelio*, identificado recientemente, puede que haya sido confundido con el carpín dorado *Carassius auratus*, por lo que su presencia en España podría ser anterior (Ribeiro *et al.*, 2015). Muchas de las especies introducidas son citadas por primera vez en el nordeste de España, adonde son traídas por particulares desde el sur de Francia (Clavero y García-Berthou, 2006), en lo que ha sido denominado «corredor de Perpignan» (Almeida *et al.*, 2013).

En conjunto se puede decir que se conoce bien la taxonomía de las especies introducidas, e incluso en algunos casos se ha descrito con precisión su variabilidad molecular, lo que ha permitido conocer en profundidad el origen y el proceso de dispersión de la especie exótica en su nuevo hábitat, como por ejemplo en la gambusia *Gambusia holbrooki* (Vidal *et al.*, 2010), la tenca *Tinca tinca* (Lajbner *et al.*, 2011) y el gobio de boca súpera *Pseudorasbora parva* (Simon *et al.*, 2015). También se dispone de numerosos trabajos a nivel de cuenca hidrográfica o de comunidad autónoma describiendo las especies de peces introducidas y su interacción con las autóctonas.

3.2. Detección temprana de las introducciones de peces

Entre las nuevas herramientas disponibles para la detección temprana es de destacar el uso de ADN ambiental (Clusa y García-Vázquez, 2018), que puede combinarse con información obtenida de instituciones públicas o de particulares (Parrondo *et al.*, 2018). También puede resultar particularmente útil el seguimiento de la información sobre la

Especie introducida	Nombre común	Año conocido introducción	Carácter	Tendencia actual	Normativa legal
<i>Carassius auratus</i> (L., 1758)	Carpín dorado	Siglo XVI	Naturalizada	Estable	
<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758	Carpa	Siglo XVI	Invasora	Estable	En CEEFI
<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	Tenca	Siglo XVI	Naturalizada	Estable	
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Trucha arco iris	Final s. XIX	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1815)	Salvelino	Final s. XIX	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Salmo trutta</i> L., 1758 (de origen alóctono)	Trucha común	Final s. XIX	—	—	
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Pez gato negro	1910-1913	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Lepomis gibbosus</i> (L., 1758)	Pez sol	1910-1913	Invasora	Estable	En CEEFI
<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	Rutilo	1910-1913	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Scardinus erythrophthalmus</i> (L., 1758)	Gardí	1910-1913	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Gambusia holbrooki</i> (Agassiz, 1859)	Gambusia	1921	Invasora	Estable	En CEEFI
<i>Esox lucius</i> L. 1758	Lucio	1949	Naturalizada	En regresión	En CEEFI
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)	Blacbás	1955	Invasora	Estable	En CEEFI
<i>Hucho hucho</i> (L. 1758)	Huchón	1968	Naturalizada	Estable	
<i>Fundulus heteroclitus</i> L., 1766	Fúndulo	1973	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Silurus glanis</i> L., 1758	Siluro	1974	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758	Perca	1970s	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758)	Lucioperca	1970s	Naturalizada	En expansión	En CEEFI
<i>Salmo salar</i> L., 1758 (de origen alóctono)	Salmón	1970s	—	—	
<i>Oncorhynchus kisutch</i> (Walbaum, 1792)	Salmón del Pacífico	1983-1984	Naturalizada	Estable	
<i>Australoheros facetus</i> (Jenyns, 1842)	Chanchito	1980-1986	Naturalizada	Estable	En CEEFI
<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	Locha de río europea	1988	Naturalizada	Estable	

Especie introducida	Nombre común	Año conocido introducción	Carácter	Tendencia actual	Normativa legal
<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	Alburno	1992	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869	Esturión siberiano	1995	Desconocido	Desconocida	
<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	Brema blanca	1995	Naturalizada	Estable	
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	Pez gato moteado	1995	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)	Fartet oriental	1997	Naturalizada	Estable	
<i>Acipenser naccarii</i> Bonaparte, 1836	Esturión del Adriático	1998	Desconocido	Desconocida	
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	Gupi	2000	Naturalizada	Estable	
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor, 1842)	Dojo	2001	Naturalizada	En expansión	En CEEFI
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Gobio de boca súpera	2001	Invasora	En expansión	En CEEFI
<i>Cobitis bilineata</i> Canestrini, 1865	Colmilleja del Po	2002	Desconocido	Desconocida	
<i>Abramis brama</i> (L., 1758)	Brema común	2004	Naturalizada	Estable	
<i>Leuciscus idus</i> (L., 1758)	Ido	2004	Posiblemente no establecida	—	
<i>Xiphophorus maculatus</i> (Günther, 1866)	Platy rojo	2007	Posiblemente establecida	—	
<i>Gobio occitaniae</i> Kottelat & Persat, 2005	Gobio del Languedoc	2011	Naturalizada	En expansión	
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Carpín prusiano	2012	Naturalizada	Estable	
<i>Salvelinus umbla</i> (L., 1758)	Salvelino alpino	2015	Naturalizada	Estable	
<i>Leuciscus aspius</i> (L., 1758)	Aspio	2017	Naturalizada	Estable	

Tabla 1. Especies de peces de agua dulce introducidas en España. Para cada especie se indica el año conocido de primera introducción, el carácter (naturalizada o invasora), la tendencia actual estimada (estable, en expansión o en regresión) y si está incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (CEEI).



presencia de especies exóticas de peces a través de foros de pescadores online (Banha *et al.*, 2017).

3.3. Expansión

Algunas especies exóticas se han aclimatado rápidamente en aguas españolas y han pasado a considerarse invasoras, como el alburno *Alburnus alburnus* (Vinyoles *et al.*, 2007; Fig. 1). También se ha evaluado la previsible futura expansión de especies ya bien aclimatadas, como el blacbás *Micropterus salmoides*, usando modelos de distribución de especies (Bae *et al.*, 2018).



Figura 1. El alburno *Alburnus alburnus* es una especie invasora actualmente en expansión en la península ibérica. Foto: B. Elvira.

Varios autores han tratado de determinar las principales características de las especies exóticas aclimatadas para identificar un perfil biológico que permita en un futuro alertar ante posibles nuevas llegadas de invasores. Ribeiro *et al.* (2008) identificaron estas características en las diferentes etapas de la invasión. En general el éxito de una invasión anterior es un buen indicador de éxito futuro para todas las etapas. También son relevantes para más de una etapa variables biológicas como el tamaño máximo de los adultos y el del área de distribución original. En conjunto los buenos invasores tienen una combinación de rasgos biológicos que pueden favorecer el éxito en todas las etapas de la invasión.

3.4. El problema de las translocaciones

Además de las especies exóticas introducidas en España, se conocen translocaciones de al menos catorce especies nativas entre las diferentes cuencas hidrográficas peninsulares (Almeida *et al.*, 2013). Este problema ha sido revisado por Pérez *et al.* (2012). Aunque los intercambios de peces por translocaciones son todavía limitados en la península ibérica, ya se han descrito algunos impactos graves, como la hibridación en el Júcar de la loina *Parachondrostoma arrigonis* —especie autóctona amenazada— con la boga del Tajo *Pseudochondrostoma polylepis* —especie translocada que ha llegado a través del trasvase Tajo-Segura (Elvira, 2001).

3.5. Caracterización de especies de peces exóticas e invasoras

La biología y ecología de muchas de las especies introducidas ha sido descrita con detalle tanto al nivel de especies como de comunidades. A nivel de especie se ha estudiado prioritariamente la dieta de las especies introducidas, ya que muchas de ellas depredan sobre las autóctonas o compiten con ellas por el alimento. En particular se ha comprobado que la gran plasticidad de algunas de las especies introducidas les permite adaptarse a los diferentes ambientes que encuentran en las distintas cuencas peninsulares (Latorre *et al.*, 2018). También se sabe cómo las especies exóticas alteran las comunidades originales, en particular en el caso de los embalses (Clavero *et al.*, 2013) o de ríos con baja riqueza de especies nativas (Colin *et al.*, 2018).

Por otra parte se ha comprobado que en los pequeños ríos mediterráneos las especies introducidas se caracterizan principalmente por un gran tamaño, gran longevidad, madurez tardía, alta fecundidad, bajo número de puestas por año y corto periodo reproductor, características opuestas a las de las especies nativas (Vila-Gispert *et al.*, 2005).

4. IMPACTO DE LOS PECES INTRODUCIDOS

Los peces introducidos compiten por el espacio y el alimento, depredan o se hibridan con los autóctonos, introducen parásitos y enfermedades, alteran los procesos ecológicos y reducen la calidad ambiental. Como consecuencia de las múltiples introducciones llevadas a cabo, las comunidades de peces se han visto muy alteradas por la llegada de especies exóticas, que han pasado a dominar en número y biomasa en los tramos medios de diversas cuencas peninsulares.

Los impactos ecológicos que causan han sido analizados y catalogados por García-Berthou *et al.* (2015), en genéticos, individuales, poblacionales, en la comunidad, ecosistémicos y globales. Estos impactos han sido revisados por varios autores desde distintas aproximaciones metodológicas (Doadrio y Aldeguer, 2007; Leunda, 2010; Hermoso *et al.*, 2011; Maceda-Veiga, 2013).

4.1. Identificación del riesgo de los peces exóticos

Evaluar el riesgo que supone la introducción de especies de peces exóticos constituye una valiosa herramienta para identificar y mitigar los impactos de las invasiones biológicas. Existen diversos índices que permiten clasificar las especies en categorías de riesgo particulares. Así, por ejemplo, para Almeida *et al.* (2013), las tres especies con mayor riesgo introducidas en España son el carpín dorado *Carassius auratus*, el carpín prusiano *Carassius gibelio* y la carpa *Cyprinus carpio*.

4.2. Competencia

Existen algunos estudios que describen los impactos negativos de las especies exóticas sobre las autóctonas a consecuencia de la competencia trófica y el comportamiento agresivo. Por ejemplo, Rincón *et al.* (2002) los describen en un estudio de laboratorio para el caso de la exótica *Gambusia holbrooki* frente a las endémicas y muy amenazadas fartet *Aphanius iberus* y samaruc *Valencia hispanica*. La observación directa en el río también ha permitido detectar las interacciones por competencia entre diversas especies introducidas y nativas (Almeida y Grossman, 2012).

En todo caso se necesitan más estudios para aclarar los procesos ecológicos implicados en las invasiones; por ejemplo, la competencia trófica combinando el estudio tradicional del contenido del tracto digestivo y los análisis de isótopos estables (Maceda-Veiga, 2013).

4.3. Depredación

Algunos peces exóticos aclimatados en España son depredadores ictiófagos que amenazan la supervivencia de las especies nativas. Además el éxito en la aclimatación de estas especies depredadoras se ha visto favorecido por la transformación generalizada de los tramos medios de numerosos cursos fluviales en grandes embalses y por la ausencia original de otros depredadores similares. Se ha podido comprobar la fuerte presión

depredadora de estas especies sobre algunas de las especies nativas amenazadas (e. g., Elvira *et al.*, 1996; Nicola *et al.*, 1996).

Los riesgos de depredación sobre otros grupos han sido menos estudiados, pero se ha comprobado en particular el impacto negativo de algunas especies introducidas sobre los anfibios (Bosch *et al.*, 2006) o el zooplancton y la vegetación sumergida (Angeler *et al.*, 2002, 2005).

4.4. Introgresión e hibridación

Durante gran parte del siglo xx la Administración repobló nuestros ríos con ejemplares de la trucha común *Salmo trutta*, de origen centroeuropeo, lo que ha provocado grandes niveles de introgresión genética—hibridación dentro de la especie—, que suponen un grave deterioro por la pérdida de genomas claves para la supervivencia de las poblaciones autóctonas. La introgresión entre las truchas comunes autóctonas y alóctonas se ha podido demostrar repetidamente y en muchas localidades por medio de marcadores genéticos, aunque el grado de introgresión ha resultado muy variable entre las distintas regiones peninsulares (Almodóvar *et al.*, 2006). Sin embargo, lo que sí se ha podido comprobar es que la eliminación de la introgresión cuando ésta se ha producido, aun cuando sea pequeña, es muy difícil de conseguir a corto y medio plazo.

Análogamente entre las décadas de 1970 y 1990 se repoblaron los ríos españoles con ejemplares de salmón *Salmo salar* de origen norte-europeo, lo que ha traído similares consecuencias de introgresión de sus genomas con los de las poblaciones autóctonas.

Asimismo la hibridación de la especie invasora alburno *Alburnus alburnus* (Fig. 1) con dos especies endémicas, el calandino *Squalius alburnoides* (Fig. 2) y el cacho *Squalius pyrenaicus*, supone un grave peligro para la supervivencia de estas especies ya amenazadas y para otras en grave peligro de extinción, como el jarabugo *Anaocypris hispanica* (Almodóvar *et al.*, 2012; Fig. 2).

4.5. Parásitos y enfermedades

Todavía no se conocen con precisión casos de transmisión de enfermedades y parásitos por especies introducidas, pero ya se ha descrito en aguas españolas la presencia de protozoos y nematodos parásitos provenientes de especies alóctonas. Además en el Ebro se ha detectado en el gobio de boca súpera *Pseudorasbora parva* la presencia del agente roseta *Sphaerothecum destruens*, un mesomicetozoo que se trasmite a los peces nativos causando una elevada mortandad (Sana *et al.*, 2017).



Figura 2. El calandino *Squalius alburnoides* (arriba) y el jarabugo *Anaecypris hispanica* (abajo) son endemismos ibéricos amenazados entre otras causas por la expansión del invasor alburno *Alburnus alburnus* (Fig. 1). Foto: B. Elvira.

4.6. El problema de la pesca, la acuariofilia y la acuicultura

Muchas de las especies de peces introducidas lo han sido por su interés en la pesca recreativa. Sin embargo, la última introducción propiciada por la Administración fue la del huchón *Hucho hucho* en 1968. Desde entonces se han realizado numerosas introducciones por particulares. Muchas de ellas han sido por intereses de pesca, pero bastantes otras afectan a especies utilizadas en acuicultura o en acuariofilia (Maceda-Veiga *et al.*, 2016).

4.7. El presunto valor de las especies de peces exóticas

Desde un punto de vista utilitario la introducción de peces exóticos también está absolutamente desaconsejada. Los posibles beneficios —pesca, acuicultura extensiva, control de la vegetación— no compensan las presumibles pérdidas de biodiversidad en el ecosistema. No obstante, algunos autores han insistido en considerar el posible valor socio-económico o incluso el potencial valor de conservación de las introducciones de peces (Schlaepfer *et al.*, 2011), con argumentos que han sido rápidamente contestados (Vitule *et al.*, 2012).

La identificación de especies de peces exóticas como el esturión siberiano *Acipenser baerii* y el del Adriático *Acipenser naccarii* como hospedadores fisiológicos de la margaritona *Margaritifera auricularia* no debe ser utilizada como argumento para la suelta de estas especies en el Ebro, donde se pretende reforzar la casi extinta población de *M. auricularia* (Soler, 2018).

5. CONTROL DE LOS PECES INVASORES INDESEABLES

Todavía son escasos los trabajos de control o erradicación de especies invasoras indeseables de peces en España. Sin embargo, ya se han realizado algunos proyectos con éxito total o parcial sobre el salvelino *Salvelinus fontinalis* en la laguna Grande de Peñalara en Madrid, la carpa *Cyprinus carpio* en la laguna de Zóñar en Córdoba, varias especies invasoras en el Parque Nacional de Cabañeros (Fig. 3), o el gobio de boca súpera *Pseudorasbora parva* en el río Alcollarín en Cáceres (Morcillo *et al.*, 2018).



Figura 3. En el río Estena, en el Parque Nacional de Cabañeros, se han desarrollado trabajos de control de peces invasores mediante descastes con pesca eléctrica. Foto: B. Elvira.

REFERENCIAS

- ALMEIDA D. y G. D. GROSSMAN (2012): «Utility of direct observational methods for assessing competitive interactions between non-native and native freshwater fishes». *Fisheries Management and Ecology*, **19**:157-166.
- ALMEIDA D., F. RIBEIRO, P. M. LEUNDA, L. VILIZZI y G. H. COPP (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**:1404-1413.
- ALMODÓVAR A., G. G. NICOLA, B. ELVIRA y J. L. GARCÍA-MARÍN (2006): «Introgression variability among Iberian brown trout Evolutionary Significant Units: the influence of local management and environmental features». *Freshwater Biology*, **51**:1175-1187.
- ALMODÓVAR A., G. G. NICOLA, S. LEAL, M. TORRALVA y B. ELVIRA (2012): «Natural hybridization with invasive bleak *Alburnus alburnus* threatens the survival of Iberian endemic calandino *Squalius alburnoides complex* and Southern Iberian chub *Squalius pyrenaicus*». *Biological Invasions*, **14**:2237-2242.
- ANASTÁCIO P. M., F. RIBEIRO, C. CAPINHA, F. BANHA, M. GAMA, A. F. FILIPE, R. REBELO y R. SOUSA (2019): «Non-native freshwater fauna in Portugal: a review». *Science of the Total Environment*, **650**:1923-1934.
- ANGELER D. G., M. ÁLVAREZ-COBELAS, S. SÁNCHEZ-CARRILLO y M. A. RODRIGO (2002): «Assessment of exotic fish impacts on water quality and zooplankton in a degraded semi-arid floodplain wetland». *Aquatic Sciences*, **64**:76-86.
- ANGELER D. G., S. SÁNCHEZ-CARRILLO, M. A. RODRIGO, O. VIEDMA y M. ÁLVAREZ-COBELAS (2005): «On the importance of water depth, macrophytes and fish in wetland». *Hidrobiología*, **549**:23-32.
- APARICIO E. (2015): «First record of a selfsustaining population of Alpine Charr *Salvelinus umbla* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Salmonidae) in Spain». *Graellsia*, **71**:e034.
- APARICIO E., G. CARMONA-CATOT, M. KOTTELAT, S. PEREA e I. DOADRIO (2013): «Identification of *Gobio* populations in the northeastern Iberian Peninsula: first record of the non-native Languedoc gudgeon *Gobio occitaniae* (Teleostei, Cyprinidae)». *BioInvasions Records*, **2**:163-166.
- BAE M.-J., C. A. MURPHY y E. GARCÍA-BERTHOU (2018): «Temperature and hydrologic alteration predict the spread of invasive Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*)». *Science of the Total Environment*, **639**:58-66.
- BANHA F., A. VERÍSSIMO, F. RIBEIRO y P. A. ANASTÁCIO (2017): «Forensic reconstruction of *Ictalurus punctatus* invasion routes using on-line fishermen records». *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, **418**:56.
- BOSCH J., P. A. RINCÓN, L. BOYERO e I. MARTÍNEZ-SOLANO (2006): «Effects of introduced salmonids on a montane population of Iberian frogs». *Conservation Biology*, **20**:180-189.

- CLAVERO M. y E. GARCÍA-BERTHOU (2006): «Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula». *Ecological Applications*, **16**:2313-2324.
- CLAVERO M., V. HERMOSO, E. APARICIO y F. N. GODINHO (2013): «Biodiversity in heavily modified waterbodies: native and introduced fish in Iberian reservoirs». *Freshwater Biology*, **58**:1190-1201.
- CLUSA L. y E. GARCÍA-VÁZQUEZ (2018): «A simple, rapid method for detecting seven common invasive fish species in Europe from environmental DNA». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **28**:619-629.
- COLIN N., S. VILLÉGER, M. WILKES, A. DE SOSTOA y A. MACEDA-VEIGA (2018): «Functional diversity measures revealed impacts of non-native species and habitat degradation on species-poor freshwater fish assemblages». *Science of the Total Environment*, **625**:861-871.
- DOADRIO I. y M. ALDEGUER (2007): *La invasión de especies exóticas en los ríos. Estrategia nacional de restauración de ríos*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 124 páginas.
- ELVIRA B. (1995a): «Native and exotic freshwater fishes in Spanish river basins». *Freshwater Biology*, **33**:103-108.
- ELVIRA B. (1995b): «Conservation status of endemic freshwater fish in Spain». *Biological Conservation*, **72**:129-136.
- ELVIRA B. (1998): «Impact of introduced fish on the native freshwater fish fauna of Spain», en *Stocking and introduction of fish*, I. G. COWX (ed.). Fishing News Books, Oxford, pp. 186-190.
- ELVIRA B. (2001): «Peces exóticos introducidos en España», en *Atlas y Libro Rojo de los peces continentales de España*, I. DOADRIO (ed.). Dir. Gral. de Conservación de la Naturaleza, Madrid, pp. 267-272.
- ELVIRA B. y A. ALMODÓVAR (2001): «Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century». *Journal of Fish Biology*, **59**(Sup.A):323-331.
- ELVIRA B., G. G. NICOLA y A. ALMODÓVAR (1996): «Pike and red swamp crayfish: a new case on predator-prey relationship between aliens in central Spain». *Journal of Fish Biology*, **48**:437-446.
- GARCÍA-BERTHOU E. (2007): «The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far?». *Journal of Fish Biology*, **71**(Sup.D):33-55.
- GARCÍA-BERTHOU E., D. ALMEIDA, L. BENEJAM, K. MAGELLAN, M.-J. BAE, F. CASALS y R. MERCIAI (2015): «Impacto ecológico de los peces continentales introducidos en la península ibérica». *Ecosistemas*, **23**:36-42.
- HERMOSO V., M. CLAVERO, F. BLANCO-GARRIDO y J. PRENDA (2011): «Invasive species and habitat degradation in Iberian streams: an analysis of their role in freshwater fish diversity loss». *Ecological Applications*, **21**:175-188.

- LAJBNER Z., O. LINHART y P. KOTLIK (2011): «Human-aided dispersal has altered but not erased the phylogeography of the tench». *Evolutionary Applications* **4**:545-561.
- LATORRE D., G. MASÓ, A. HINCKLEY, D. VERDIELL-CUBEDO, A. S. TARKAN, A. VILA-GISPERT, G. H. COPP, J. CUCHEROUSSET, E. DA SILVA, E. FERNÁNDEZ-DELGADO, E. GARCÍA-BERTHOU, R. MIRANDA, F. J. OLIVA-PATERNA, A. RUIZ-NAVARRO, J. M. SERRANO y D. ALMEIDA (2018): «Inter-population variability in growth and reproduction of invasive bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) across the Iberian Peninsula». *Marine and Freshwater Research* **69**:1-7.
- LEUNDA P. M. (2010): «Impacts of non-native fishes on Iberian freshwater ichthyofauna: current knowledge and gaps». *Aquatic Invasions*, **5**:239-262.
- MACEDA-VEIGA A. (2013): «Towards the conservation of freshwater fish: Iberian rivers as an example of threats and management practices». *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **23**:1-22.
- MACEDA-VEIGA A., O. DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, J. ESCRIBANO-ALACID y J. LYONS (2016): «The aquarium hobby: can sinners become saints in freshwater fish conservation?». *Fish and Fisheries*, **17**:860-874.
- MERCIAI R., D. ALMEIDA, E. APARICIO, E. CRUSET, M. A. FUENTES, Q. POU-ROVIRA, R. ROCASPANA, A. VILA-GISPERT y E. GARCÍA-BERTHOU (2018): «First record of the asp *Leuciscus aspius* introduced into the Iberian Peninsula». *Limnetica*, **37**:341-344.
- MORCILLO F., I. LORENZO, C. FERNÁNDEZ-DELGADO, R. J. DE MIGUEL, J. P. PENA y R. MARTÍNEZ (2018): «Metodología para la aplicación de rotenona como piscicida en un medio fluvial típicamente mediterráneo». *Actas del V Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras*. Girona, pp. 57-83.
- NICOLA G. G., A. ALMODÓVAR y B. ELVIRA (1996): «The diet of introduced largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in the Natural Park of the Ruidera Lakes, central Spain». *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, **43**:179-184.
- NUNES A. L., E. TRICARICO, V. E. PANOV, A. C. CARDOSO y S. KATSANEVAKIS (2015): «Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe». *Aquatic Invasions*, **10**:359-370.
- PARRONDO M., L. CLUSA, Q. MAUVISSEAU e Y. J. BORRELL (2018): «Citizen warnings and post check-out molecular confirmations using eDNA as a combined strategy for updating invasive species distributions». *Journal for Nature Conservation*, **43**:95-103.
- PÉREZ I., J. D. ANADÓN, M. DÍAZ, G. G. NICOLA, J. L. TELLA y A. GIMÉNEZ (2012): «What is wrong with current translocations? A review and a decision-making proposal». *Frontiers in Ecology and the Environment*, **9**:494-501.
- RIBEIRO F., B. ELVIRA B, M. J. COLLARES-PEREIRA y P. B. MOYLE (2008): «Life-history traits of non-native fishes in Iberian watersheds across several invasion stages: a first approach». *Biological Invasions*, **10**:89-102.

- RIBEIRO F., M. COLLARES-PEREIRA, y P. MOYLE (2009): «Non-native fish in the fresh waters of Portugal, Azores and Madeira Islands: a growing threat to aquatic biodiversity». *Fisheries Management and Ecology*, **16**:255-264.
- RIBEIRO F., K. RYLKOVÁ, R. MORENO-VALCÁRCEL, C. CARRAPATO y L. KALOUS (2015): «Prussian carp *Carassius gibelio*: a silent invader arriving to the Iberian Peninsula». *Aquatic Ecology*, **49**:99-104.
- RINCÓN P. A., A. M. CORREAS, F. MORCILLO, P. RISUEÑO y J. LOBÓN-CERVIÁ (2002): «Interaction between the introduced Eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps». *Journal of Fish Biology*, **61**:1560-1585.
- SANA S., E. A. HARDOUIN, R. E. GOZLAN, D. ERCAN, A. S. TARKAN, T. ZHANG y D. ANDREOU (2017): «Origin and invasion of the emerging infectious pathogen *Sphaerothecum destruens*». *Emerging Microbes and Infections*, **6**:e76.
- SCHLAEPFER M. A., D. F. SAX y J. D. OLDEN (2011): «The potential conservation value of non-native species». *Conservation Biology*, **25**:428-437.
- SIMON A., R. E. GOZLAN, J. R. BRITTON, C. VAN OOSTERHOUT y B. HÄNFLING (2015): «Human induced stepping-stone colonisation of an admixed founder population: the spread of topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) in Europe». *Aquatic Sciences*, **77**:17-25.
- SOLER J., R. ARAUJO y K. M. WANTZEN (2018): «The giant freshwater pearl mussel (*Margaritifera auricularia*) handbook», vol. 1, *Synopsis on the current literature*. Université de Tours, 67 páginas.
- VIDAL O., E. GARCÍA-BERTHOU, P. A. TEDESCO y J. L. GARCÍA-MARÍN (2010): «Origin and genetic diversity of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) introduced to Europe». *Biological Invasions*, **12**:841-851.
- VILA-GISPERT A., C. ALCARAZ y E. GARCÍA-BERTHOU (2005): «Life-history traits of invasive fish in small Mediterranean streams». *Biological Invasions*, **7**:107-116.
- VINYOLES D., J. I. ROBALO, A. DE SOSTOA, A. ALMODÓVAR, B. ELVIRA, G. G. NICOLA, C. FERNÁNDEZ-DELGADO, C. S. SANTOS, I. DOADRIO, F. SARDÁ-PALOMERA y V. C. ALMADA (2007): «Spread of the alien bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Iberian Peninsula: the role of reservoirs». *Graellsia*, **63**:101-110.
- VITULE J. R. S., C. A. FREIRE, D. P. VÁZQUEZ, M. A. NÚÑEZ y D. SIMBERLOFF (2012): Revisiting the potential conservation value of non-native species». *Conservation Biology*, **26**:1153-1155.

