



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

Evolución de las poblaciones de peces exóticos en
diferentes masas de agua de la Comunidad Valenciana

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

AUTOR/A: Illana Sánchez, Guillem

Tutor/a: Gallego Albiach, Víctor

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Agradecimientos

Primero que nada, me gustaría agradecer a mi familia, a mis padres ya que sin su apoyo y confianza no podría haber cursado este grado, sobre todo por aquellas primeras semanas en las que me encontraba en la lista de espera para ingresar a la titulación. Y también a mi hermano, con el que no solo he compartido el estrés y las dificultades de la carrera, sino que también me ha ayudado, aconsejado y guiado en los momentos que más lo necesitaba. Sin ellos jamás habría llegado a comenzarla ni tampoco a acabarla.

También quiero agradecerles a los amigos que he hecho a lo largo de la carrera, concretamente a las Marsopas FC (incluido el aguador oficial Acca: Jaume Pérez) y a Víctor Eduardo con el que he compartido clase desde 4to de la ESO, a Hugo Expósito con el que habré compartido el apartado de autores en el 90% de los trabajos, a Fernando Ramos al que le habré bajado un aproximado de 40% de winrate en las partidas normales del lol y a Guillem Catalá con el que jamás olvidaré haber quitado aquellos “tapones” a las sillas de las aulas de informática ni los trabajazos que hacíamos en EGA. Estoy seguro de que os espera un resplandeciente futuro.

A los profesores que me han dado clase a lo largo de todos estos años desde que empecé mi educación, impartíendome unos conocimientos esenciales para mi vida laboral, resaltando por supuesto a Víctor Gallego Albiach, que aparte de darme clase de biodiversidad en primer año, mandarme a aprender un visu de 115 animales que sigue ocupando exactamente 31,1MB en mi drive, poner videos en clase con criaturas que no sabía que existían y enseñarme sin saberlo que las esponjas marinas son los animales más apegados a la existencia, nos acogió tanto a Hugo como a mí en esta aventura que ha sido el TFG pese a ir hasta arriba de trabajo y tener otros TFGs simultáneamente, además de haberme presionado en los momentos necesarios y haber sido paciente en otros. Y a Pepe (José, Pastor Gimeno) que cursaba la asignatura de matemáticas en primer año y nos leía poemas relacionados con lo que sucedía en la naturaleza en el momento por alegrarme todos los días que teníamos clase y atizarme ligeramente con una bolsa de barras de pan cuando me lo crucé al año siguiente por responderle “a él le va bien, a mí no” cuando me lo topé volviendo al piso luego de clase con un amigo y nos preguntó “¿Qué tal las notas?”.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 2 |
| 1. Introducción: | 3 |
| 1.1 Importancia de la ictiofauna en la Península Ibérica | 3 |
| 1.2 Situación actual de la Ictiofauna en la Península Ibérica | 4 |
| 1.3 Especies invasoras y la pérdida de biodiversidad..... | 5 |
| 1.4 Medidas para el control y erradicación de especies exóticas..... | 8 |
| 2. Objetivos | 8 |
| 3. Materiales y métodos | 9 |
| 3.1 Área de estudio | 9 |
| 3.2 Metodología de los muestreos de campo | 9 |
| 3.3 Categorización de los Biotopos | 10 |
| 3.4 Índices de integridad biótica | 10 |
| 4. Resultados | 12 |
| 4.1 Ictiofauna nativa de la Comunidad Valenciana | 12 |
| 4.2 Ictiofauna exótica presente en la Comunidad Valenciana..... | 14 |
| 4.3 Evolución temporal de las especies nativas y exóticas..... | 16 |
| 4.4 Riqueza y abundancia de nativas y exóticas en los diferentes biotopos | 17 |
| 4.5 Índices de integridad biótica para los diferentes biotopos..... | 21 |
| 4.6 Evolución de los índices de integridad biótica en el río Júcar | 22 |
| 5. Discusión | 25 |
| 5.1 Especies exóticas en la Comunidad Valenciana..... | 25 |
| 5.2 Especies exóticas más preocupantes..... | 25 |
| 5.3 Medidas para revertir o mejorar el estado de humedales y ríos..... | 30 |
| Conclusiones | 32 |
| Bibliografía | 33 |

Resumen

La biodiversidad global se enfrenta a multitud de amenazas, donde especies exóticas invasoras (EEI) figuran entre los peligros más importantes para la diversidad biológica. El objetivo de este TFG ha sido analizar el estado, distribución y tendencia de las poblaciones de peces nativos y exóticos presentes en diferentes masas de agua (ríos, humedales y embalses) de la Comunidad Valenciana. Para analizar estas dinámicas poblacionales, se ha utilizado una extensa base de datos de prospecciones que el Servicio de Vida Silvestre de la GVA lleva generando desde 1990, la cual contiene 3.963 muestreos, con 377.936 capturas pertenecientes a 40 especies de peces diferentes. Usando esta base de datos se han calculado diferentes índices y parámetros demográficos de especies de peces nativos y exóticos, realizando una discusión sobre el presente, pasado y futuro de la ictiofauna de la Comunidad Valenciana. El análisis realizado muestra que las especies invasoras en la Comunidad Valenciana han aumentado tanto en su distribución como en su población a lo largo de los últimos años, generando un conflicto con la fauna nativa que, en algunos de los casos, lleva al declive a muchas especies endémicas que habitan las diferentes masas de agua de la Comunidad Valenciana.

Palabras clave: Ictiofauna; Especies Invasoras; Humedales; Ríos; Peces

Abstract

Global biodiversity is facing a variety of threats, of which invasive alien species (IAS) are one of the most important. The objective of this TFG was to analyse the status, distribution and trends of native and exotic fish populations present in different water bodies (rivers, wetlands and reservoirs) of the Valencian Community. In order to analyse these population dynamics, we have used an extensive database of surveys carried out since 1990 by the GVA Wildlife Service, which includes 3,963 samples with 377,936 catches of 40 different fish species. This database has been used to calculate various indices and demographic parameters of native and exotic fish species, and to discuss the present, past and future of the ichthyofauna of the Valencian Community. The analysis carried out shows that the invasive species in the Valencian Community have increased in recent years, both in terms of distribution and population, causing conflict with the native fauna and, in some cases, leading to the decline of many endemic species that inhabit the different water bodies in the Valencian Community.

Keywords: Ichthyofauna; Invasive Species; Wetlands; Rivers; Fishes

1. Introducción:

1.1 Importancia de la ictiofauna en la Península Ibérica

La ictiofauna de la península ibérica, que abarca tanto las regiones de España como de Portugal, es notable por su rica biodiversidad y alto grado de endemismos. Este territorio, influenciado por una variedad de factores climáticos y geográficos, alberga una diversidad de hábitats acuáticos que incluyen ríos, lagos y estuarios, cada uno ofreciendo condiciones únicas para el desarrollo de especies de peces. La combinación de las cuencas hidrográficas que desembocan tanto en el mar Mediterráneo como en el océano Atlántico ha permitido la coexistencia de especies con diferentes adaptaciones ecológicas. Además, el estado de la ictiofauna en la península es de especial interés puesto que, como algunos autores han desarrollado, los peces son buenos indicadores del estado del ecosistema (De Sostoa et al., 2005; Durán & Pardos, 2005), mostrando los efectos directos e indirectos de las tensiones del ecosistema manifiestan las implicaciones ecológicas de la perturbación (Fausch et al., 1990). Mientras que también tienen un papel de gran importancia en las redes tróficas y el funcionamiento ecosistémicos de ríos y lagunas, debido a su gran longevidad, tamaño y capacidad de movimiento (De Sostoa et al., 2011).

Como se ha mencionado anteriormente, la ictiofauna continental ibérica presenta un elevado valor a lo que a endemismos se refiere. En las especies piscícolas se han descrito 61 especies dulceacuícolas, 13 de las cuales han sido descubiertas en los últimos años (Doadrio, 2011). De las 61 dulceacuícolas, 51 son especies estrictamente continentales y 10 pueden habitar parte de su ciclo de vida en aguas salobres y/o marinas. Sin embargo, lo realmente destacable de estas 51 especies es que 41 son consideradas como endémicas, es decir que un 80% de la ictiofauna ibérica no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo.

El motivo por el que la península ibérica es un área de endemismos es la presencia de barreras naturales que evitan el ingreso y/o salida de la fauna a la península ibérica, el estrecho de Gibraltar y los Pirineos son los principales accidentes geográficos. De igual manera la ictiofauna autóctona presente en la península ibérica (Figura 1) tiene un origen anterior a la formación de estas barreras. Existen múltiples teorías que explican el proceso de colonización de la ictiofauna continental. La hipótesis más clásica sugiere que esta fauna es originaria del este de Asia, esta habría penetrado a través de Siberia hace unos 37 millones de años cuando el Mar de Obi, en el lugar en el que actualmente se encuentran los Urales. Desde ese lugar pudo haber penetrado en la península ibérica

en un período anterior a la formación total de los Pirineos (Banarescu, 1989, 1973). Otras hipótesis más actuales datan la colonización de la península a hace 6 millones de años, en ese tiempo el mediterráneo se secó y un inmenso lago de agua dulce de Europa central llamado el Paratethys vertió su contenido al Mediterráneo, experimentando una fase dulceacuícola conocida como Lago Mare que posibilitó la colonización de los peces continentales a la Península Ibérica (Bianco, 1990).

Durante gran parte de este periodo, la red hidrográfica de la Península Ibérica no presentó las propiedades actuales, siendo que esta data de finales del Plioceno a comienzos del Pleistoceno, hace 2,5-1,8 millones de años (Calvo et al., 1993). En su mayoría la Península presentaba un sistema de grandes lagos endorreicos, con la capacidad de unirse o fraccionarse según las condiciones climatológicas. Esto provocó la distinción y especiación de las poblaciones piscícolas al interior de la península. En la actualidad algunas especies presentan distribuciones que reflejan las consecuencias de este antiguo sistema hidrográfico (Doadrio, 2011). Siendo este uno de los motivos por los que se presentan tantos endemismos en nuestro territorio nacional.



Figura 1: Ejemplares de especies piscícolas continentales autóctonas de la Península Ibérica: A) ejemplar de samaruc (*Valencia hispanica*), B) ejemplar de anguila europea (*Anguilla anguilla*), C) ejemplar de espinoso o punxoset (*Gasterosteus aculeatus*). **Fuente:** (Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC; Wikipedia; Zooplus Magazine).

1.2 Situación actual de la Ictiofauna en la Península Ibérica

La ictiofauna de la península ibérica enfrenta numerosas amenazas, mayoritariamente derivadas de actividades humanas. La contaminación de aguas debido a la industrialización, la agricultura intensiva y el desarrollo urbano ha introducido productos químicos y desechos que resultan tóxicos para los peces, alterando sus hábitats y afectando su salud y capacidad reproductiva (Abad Ibáñez & Ginés Llorens, 2020). Además, la construcción de presas y otros proyectos de infraestructura hidráulica modifica los cursos naturales de los ríos, fragmentando los hábitats acuáticos y afectando los ciclos migratorios de muchas especies (García de Jalón et al., 1992; Prenda et al., 2002). La introducción de especies exóticas ha tenido impactos

devastadores, ya que compiten por recursos, depredan sobre las especies autóctonas y transmiten enfermedades (Castro-Díez et al., 2005). El cambio climático también representa una amenaza significativa, alterando los regímenes hidrológicos y las temperaturas del agua, lo que afecta la distribución y la supervivencia de las especies, sin embargo, no se dispone de un gran número de trabajos en los que se haya modelizado el efecto del cambio climático sobre los peces continentales, siendo estos básicamente de norte América y dedicados especialmente a la familia Salmonidae, (Daufresne et al., 2003; Daufresne & Boët, 2007; Xenopoulos et al., 2005) son trabajos exentos de esas propiedades anteriormente mencionadas, concretamente se destaca (Xenopoulos et al., 2005) por incluir datos del Guadiana y el Duero. También se dispone trabajos de peces continentales de la Península Ibérica, algunos de estos trabajos, en los que si se considera a esta ictiofauna son: (Benigno & Almodóvar, 2007; García-Berthou, 2009; Manuel Moreno Rodríguez et al., 2005; Sabater et al., 2016). Las sequías más frecuentes y severas, junto con inundaciones extremas, afectan negativamente los hábitats acuáticos (Manuel Moreno Rodríguez et al., 2005). Asimismo, la sobreexplotación pesquera ha reducido drásticamente las poblaciones de algunas especies, exacerbada por la captura incidental y la pesca ilegal. Estas amenazas subrayan la necesidad urgente de políticas de conservación efectivas, que incluyan la restauración de hábitats, el control de especies invasoras, la gestión adecuada de los recursos hídricos y la mitigación del cambio climático para proteger la rica ictiofauna de la península ibérica.

1.3 Especies invasoras y la pérdida de biodiversidad

Para comprender que es una especie invasora se debe tener un entendimiento acerca de las especies exóticas. Las especies exóticas son organismos introducidos fuera de su área de distribución natural (Capdevila Argüelles et al., 2006). También existen las especies que aclimatadas son aquellas que presentan la capacidad de perdurar y reproducirse por sí mismas en el entorno natural (Doadrio et al., 2007).

Las especies invasoras (Figura 2), se definen como especies que se establecen o introducen en un hábitat o ecosistema lejano de su área de distribución natural, logrando sobrevivir y reproducirse, constituyendo una amenaza para la conservación de este (Monedero Ramos, 2017). Estas especies se caracterizan por su capacidad de aumentar su distribución más allá de la zona en la que fueron introducidas, desplazando de su nicho ecológico a las especies nativas y/o afectando negativamente al ecosistema. El efecto de estas especies alóctonas sobre la ictiofauna nativa es denominado por (Moyle et al., 1986), como “efecto Frankenstein” puesto que las repercusiones que las

introducciones (a pesar de ser bien intencionadas) producen al medio suelen ser negativas y difícilmente predecibles. Los posibles beneficios para obtener de su introducción (pesca, acuicultura intensiva, control de la vegetación) no compensan las presumibles pérdidas de biodiversidad en el ecosistema (Cowx, 1997; Moyle & Moyle, 1995). La capacidad de transporte actual y el modelo de mercado globalizado ha conllevado un incremento en la cantidad y distancia de los casos de introducción de especies alóctonas, de esta forma estos acontecimientos son más frecuentes y se realizan desde una mayor distancia en tiempos recientes. De las especies introducidas, muchas no se establecen por distintos motivos, uno de estos podría ser su incapacidad para sobrevivir o reproducirse en su nuevo ambiente debido a condiciones climatológicas (Ibáñez & Llorens, 2020).



Figura 2: Ejemplares de especies piscícolas exóticas de la Comunidad Valenciana: A) ejemplar de *Esox lucius*, B) ejemplar de *Oncorhynchus mykiss*, C) ejemplar de *Lepomis gibbosus*. **Fuente:** (INaturalistEc; National Carp fishing; Peces y plantas ornamentales marino dulce).

Los embalses también juegan un papel clave en la expansión e introducción de las especies exóticas en la Comunidad Valenciana, existen estudios que exponen que la creación de embalses ocasiona fuertes alteraciones en las comunidades de peces, sustituyendo especies de aguas corrientes por especies de ambientes lénticos, creando un entorno en el que las especies más generalistas (normalmente especies invasoras) prosperen, mientras que las poblaciones de especies con requerimientos de hábitats más estrictos (generalmente especies autóctonas) decaigan, provocando disminuciones en abundancia y riquezas de peces (Abad Ibáñez & Ginés Llorens, 2020).

La introducción de especies alóctonas a los cuerpos de agua dulce acuáticos de la península ibérica es un problema que ha repercutido negativamente en la preservación de estos hábitats, dañando las redes tróficas de los mismos al alterar las dinámicas de los ecosistemas y llegando a desplazar especies endémicas. Sin embargo, este no es el único problema al que se enfrentan estos hábitats, la demanda hídrica actúa sobre los mismos, siendo que en España el regadío y otros usos agrarios suponen

aproximadamente un 80,5% de la demanda, estas actividades conllevan un uso de pesticidas y fertilizantes, parte de los mismos termina contaminando las aguas y como tal degradando su calidad. Para suplir esta demanda de agua es necesario el uso de infraestructuras hidráulicas que han trastocado las dinámicas hídricas de cuencas y ríos, derivando en un escenario en el que se favorece tanto la expansión de especies piscícolas exóticas como la traslocación de especies autóctonas a otras cuencas hidrográficas.

Pese a que no existe un gran número de estudios que afirmen una relación directa entre las introducciones de especies exóticas y la extinción de especies autóctonas, un análisis de los datos publicados por la "International Union for Conservation of Nature" (IUCN) indica que en parte un 54% de las especies extintas debe su desaparición a la introducción de especies exóticas, y señala que la introducción es responsable directa de un 20% de las extinciones (Clavero & García-Berthou, 2005). Los ecosistemas acuáticos son más susceptibles a estos escenarios, siendo que algunos autores identifican esta problemática como un factor principal de amenaza para la supervivencia de las especies nativas en un contexto global (Doadrio et al., 2007; Leprieur et al., 2008).

Las especies autóctonas sufren de efectos negativos debido a la presencia de especies exóticas en su hábitat, estos efectos vienen dados en múltiples formas una de ellas es el incremento en la competencia por los recursos como podrían ser el espacio disponible y el alimento, otro aspecto negativo puede venir dado por la transmisión de enfermedades o parásitos.

Las especies exóticas invasoras son consideradas como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el globo, encontrándose entre los 5 propulsores principales de la pérdida de biodiversidad, agravándose en hábitats y ecosistemas vulnerables (Robledillo Barbero, 2022; United Nations Development Programme, 2024). Debido a esto se reconoce una gran preocupación por la expansión de estas especies. España ratificó en 1993 el Convenio de Naciones Unidas sobre la biodiversidad biológica, reconociendo la existencia de este problema y estableció que en la medida de lo posible impedirá la introducción, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen los ecosistemas, los hábitats o las especies. Además, los peces dulceacuícolas son uno de los grupos vertebrados más globalmente amenazados, y varios estudios de distintos países confirman su declive en las últimas décadas (Barletta et al., 2010; Moyle & Leidy, 1992), por lo que el control y erradicación de EEI debe de ser una acción esencial para asegurar las poblaciones a largo plazo.

1.4 Medidas para el control y erradicación de especies exóticas

Debido a su potencial destructivo en los ecosistemas se han tomado medidas en forma de herramientas legislativas como la directiva marco del agua de 2000/60/CE en la que, entre otros asuntos se instaba a los estados miembros a tomar medidas para que en 2015 todos los ríos europeos pudieran ser calificados de estado saludable de conservación. En respuesta, durante los últimos años se han desarrollado diferentes índices de Integridad Biótica usando como datos la fauna piscícola. También se han tomado medidas concretas para controlar contra el impacto de las especies exóticas invasoras como es el caso del RD 630/2013, este se enfoca en regular el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (CEEI). En este catálogo fue creado en la ley 42/2007, y en él se incluyen a aquellas especies exóticas de las que se disponga suficiente información científica y técnica que indique que constituyen una amenaza grave para las especies autóctonas, los hábitats, o para recursos económicos asociados al patrimonio natural. La responsabilidad del mantenimiento de este catálogo depende administrativamente del Ministerio para la Transición Ecológica. Una vez se incluye alguna especie en el registro se prohíbe su transporte, tráfico, posesión y comercio de ejemplares vivos, que pudieran sobrevivir o reproducirse en el medio natural, igualmente queda prohibida su introducción en el medio natural (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024). De la misma manera en que se han tomado medidas para controlar a las especies exóticas invasoras en España, también se han realizado acciones para conservar las especies autóctonas. Un ejemplo de esto es la creación del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPRE) y Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA), que se originó a raíz de la Ley 42/2007 del 13 de diciembre. En este listado se comprenden especies, subespecies y poblaciones merecedoras de atención y protección particular, además de aquellas protegidas en convenios y directivas ratificados por España. (Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, 2024).

2. Objetivos

El objetivo general de este Trabajo de Fin de Grado es realizar un análisis de las poblaciones de especies, tanto nativas como exóticas, presentes en diferentes masas de agua de la Comunidad Valenciana, empleando una extensa serie temporal de datos proporcionada por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana (GVA), evaluando el estado, la distribución y las tendencias de estas poblaciones en distintos ambientes acuáticos como ríos, humedales y embalses.

3. Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

La Comunidad Valenciana se caracteriza por tener ríos no muy extensos, flujos de régimen irregular y escaso, y ser poco caudalosos. Determinados ríos pueden presentar fuertes crecidas en las estaciones húmedas como es el caso de los ríos de la zona del levante, pudiendo causar inundaciones ante lluvias torrenciales. Estos mismos ríos ven mermado su caudal durante las estaciones secas, pasando por estiajes importantes y descubriendo los lechos de sus cauces amplios y pedregosos (López Peña, 2018). También es conveniente realizar una diferenciación entre los ríos que nacen fuera y dentro de la Comunidad Valenciana, ya que, los ríos que tienen su origen dentro presentan características diferentes a los que nacen fuera, tales como: corto recorrido, cauce irregular y escaso, y gran desnivel en el recorrido (Antolí et al., 2011).

El área de estudio contemplada en este trabajo abarca la totalidad de la Comunidad Valenciana, en esta el Servicio de Vida Silvestre de la GVA ha realizado muestreos referentes a la ictiofauna de las diversas masas de agua presentes en sus cuencas hidrográficas formando así una amplia base de datos a lo largo de 37 años (1987-2024) que incluye registro de 3.986 muestreos. En la información recopilada correspondiente a cada muestreo figuran datos como: fecha, observador, paraje, masa de agua, cuenca, localidad, provincia, coordenadas UTM, técnica empleada, esfuerzo, y número total de ejemplares capturados, tanto nativos como exóticos.

3.2 Metodología de los muestreos de campo

Las técnicas empleadas para prospectar la ictiofauna varían en función de las diferentes zonas a muestrear: ríos, humedales, embalses. Los muestreos en los embalses se realizaron mediante el uso de artes pasivas, siendo estas, trasmallos y agalladeras colocadas a diferentes profundidades en las distintas masas de agua. Los trasmallos son un tipo de captura por redes, este muestreo pasivo permite imparcialidad entre distintos observadores ya que el factor humano no plantea un papel relevante una vez colocadas las redes. Son producto de una formación de tres paños suspendidos en una línea de flotadores y una línea inferior lastrada (Poblador Cabañero, 2013). Los dos paños exteriores presentan mayores tamaños de malla a diferencia del central cuya malla es muy reducida. Cuando un pez ingresa en las redes se forma una bolsa que contiene al ejemplar. Por otro lado, la pesca eléctrica (utilizada para muestrear cauces fluviales como ríos) consiste en emplear campos eléctricos en el agua para modificar el

comportamiento de los peces. Los efectos de esta técnica variarán según la ubicación del pez en el campo, el tipo de corriente y el gradiente del voltaje. Si el pez se encuentra en paralelo o de cabeza al electrodo la diferencia del potencial provocará que el pez como respuesta nade en dirección al campo eléctrico, por el contrario, si se encuentra de cola es muy posible que escape del campo eléctrico.

Finalmente, las nasas son un tipo de captura por trampa y al igual que los trasmallos se trata de un muestreo pasivo. Estas trampas, diseñadas con entradas en forma de embudo que permiten la entrada de peces, pero dificultan su salida, se ceban con alimentos atractivos y se colocan en áreas como ríos, lagos y zonas costeras. Tras un periodo de espera, que puede variar de horas a días, las nasas se recogen y los peces atrapados se recolectan manualmente. Este método permite una captura selectiva y reduce la captura incidental, teniendo un impacto mínimo en el entorno acuático.

3.3 Categorización de los Biotopos

Para el análisis de la base de datos, se creó una nueva categoría/variable denominada biotopo. Este biotopo conforma una nueva columna en la base de datos que clasifica las zonas de muestreos en: humedales, ríos y embalses. Esta categorización se realizó teniendo en cuenta la columna de masa de agua. Su finalidad es facilitar la manipulación de los datos y posibilitar el análisis de estos para cada tipo de biotopo ya que la evolución de las especies exóticas podría no ser igual entre las diferentes masas de agua. Al categorizar los muestreos de esta manera podemos determinar que ambientes han sufrido una mayor incidencia de especies exóticas, de este modo se podrán destinar más eficientemente los esfuerzos para conservar a las especies nativas y sus hábitats.

Los distintos datos nos permiten analizar la evolución de la población de ictiofauna exótica a lo largo del tiempo y determinar su tendencia. Para esto se han realizado diferentes tipos de gráficos que muestran la abundancia y la presencia de las especies de estos peces a lo largo del tiempo, así como gráficos que comparan la abundancia de nativos y exóticos en las masas de agua según el biotopo.

3.4 Índices de integridad biótica

Como ya hemos mencionado con anterioridad, la ictiofauna es un componente clave en los ecosistemas acuáticos y los índices de integridad biótica de estos organismos son datos de al momento de determinar la integridad de los ecosistemas. En lo referente a los índices de integridad biótica, para este trabajo se han estimado el índice de riqueza y el índice de abundancia. Ambos índices generan un valor en función de la cantidad de

ejemplares de especies tanto exóticas como nativas presentes en las masas de agua, el cual refleja un estado de conservación de esas masas de agua, permitiendo de esta manera el realizar un análisis de la situación en los diferentes cuerpos de agua.

El índice de riqueza considera número presente de especies en cada muestreo (tanto exóticas como nativas), y no tiene en cuenta la cantidad de estas. Por otro lado, el índice de abundancia considera la cantidad de ejemplares capturados en cada muestreo (tanto exóticos como nativos). Para el cálculo de ambos, se han diseñado las fórmulas que se presentan en esta misma página, en la que se utilizan los cocientes entre el número (riqueza) y cantidad (abundancia) tanto de especies nativas como exóticas. Los índices arrojan un valor muy intuitivo ya que, valores positivos expresan un mayor número y/o cantidad de especies nativas en la masa de agua analizada, mientras que valores negativos expresan un mayor número y/o cantidad de especies exóticas en la masa de agua analizada. Los índices utilizados se describen a continuación:

ÍNDICE DE RIQUEZA

SI (esp. nativas \geq esp. exóticas):

$$\text{Índice de Riqueza} = \frac{\text{esp. nativas}}{\text{esp. exóticas}} : (\text{si esp. exóticas} \neq 0)$$

$$\text{Índice de Riqueza} = \frac{\text{esp. nativas}}{0,99999} : (\text{si esp. exóticas} = 0)$$

SI (esp. nativas $<$ esp. exóticas):

$$\text{Índice de Riqueza} = \left(\frac{\text{esp. exóticas}}{\text{esp. nativas}} \right) \times (-1) : (\text{si esp. nativas} \neq 0)$$

$$\text{Índice de Riqueza} = \left(\frac{\text{esp. exóticas}}{0,99999} \right) \times (-1) : (\text{si esp. nativa} = 0)$$

ÍNDICE DE ABUNDANCIA

SI (nº nativas \geq nº exóticas):

$$\text{Índice de Abundancia} = \frac{\text{nº nativas}}{\text{nº exóticas}} : (\text{si nº exóticas} \neq 0)$$

$$\text{Índice de Abundancia} = \frac{\text{nº nativas}}{0,99999} : (\text{si nº exóticas} = 0)$$

SI (nº nativas $<$ nº exóticas):

$$\text{Índice de Abundancia} = \left(\frac{\text{nº exóticas}}{\text{nº nativas}} \right) \times (-1) : (\text{si nº nativas} \neq 0)$$

$$\text{Índice de Abundancia} = \left(\frac{\text{nº exóticas}}{0,99999} \right) \times (-1) : (\text{si nº nativas} = 0)$$

4. Resultados

4.1 Ictiofauna nativa de la Comunidad Valenciana

De acuerdo con los datos de series temporales de pescas que el Servicio de Vida Silvestre de la GVA, en la Comunidad Valenciana se han encontrado especies 27 especies nativas de 13 familias distintas, lo cual implica que en la Comunidad Valenciana (CV) se encuentran presentes el 52,9% de las especies de peces continentales nativas de la Península ibérica. Algunas de estas especies nativas se muestran en la Figura 3. De entre todas estas especies cinco de ellas se consideran especies prioritarias y están catalogadas en el LESPRES, y tres de ellas (*Parachondrostoma arrigonis*, *Apricaphanius Iberus* y *Valencia hispanica*) están catalogadas como en peligro de extinción y una de ellas, el blenio de río (*Salaria fluviatilis*), como vulnerable. Además, y según la catalogación de la IUCN, 17 de las especies nativas presentes en la Comunidad Valenciana se encuentran en la categoría de preocupación menor, 5 constan como vulnerables, 2 en peligro y 3 en peligro crítico de extinción (ver Tabla 1).

Las familias que cuentan con más especies en la Comunidad Valenciana son: la familia Cyprinidae con 11 especies y la familia Mugilidae con 5 representantes. Entre las especies de peces nativas presentes en la se debe resaltar la presencia de algunas especies de hábitat marino, estos ejemplares de agua salada han sido capturados debido a la realización de muestreos en ambientes que presentaban aguas con un nivel de salobridad más elevado, como pueden ser la desembocadura de algunos ríos o algunos estuarios. Las especies nativas de peces marinos capturadas en los muestreos son las 5 especies pertenecientes a la familia Mugilidae (Tabla 1), y además la doblada (*Oblada melanura*) y la lubina o llobarro (*Dicentrarchus labrax*).

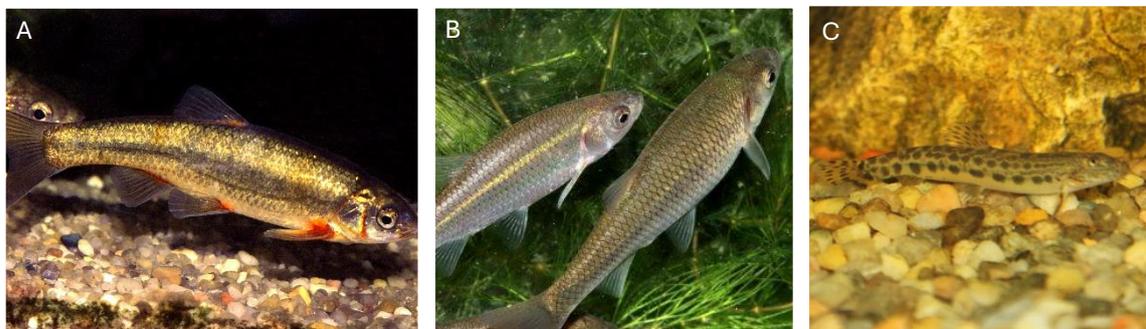


Figura 3: Ejemplares de especies de peces autóctonos de la Comunidad Valenciana: A) Ejemplar de *Achondrostoma arcasii*, familia: Cyprinidae, B) Ejemplares de *Squalius valentinus*, familia: Cyprinidae y C) Ejemplar de *Cobitis paludica*, familia: Cobitidae. Fuente: (Centro de Acuicultura Experimental; Museo de la Ciencia Valladolid).

Tabla 1: Especies Nativas registradas en la Comunidad Valenciana y su riesgo de extinción. En la columna CEEA + LESPRES, El primer valor corresponde al CEEA, clasificando la especie de varias maneras según su nivel de amenaza (∅ = no amenazada, VU = vulnerable, y PE = en peligro de extinción) mientras que el segundo valor refiere al LESPRES, si se encuentra en el incluida en el mismo se muestra una indicación (* = catalogada). En la categoría IUCN se toman en cuenta los datos referentes al ámbito europeo, clasificando el riesgo de extinción de las especies en: LC, VU, EN y CR (clasificándose de menor a mayor riesgo).

| Familia | Especie | Nombre común | CEEA + LESPRES | IUCN |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------|----------------|------|
| Anguillidae | <i>Anguilla anguilla</i> | Anguila europea | ∅ | CR |
| Atherinidae | <i>Atherina boyeri</i> | Pejerrey | ∅ | LC |
| Blenniidae | <i>Salaria fluviatilis</i> | Pez Fraile | VU* | LC |
| Blenniidae | <i>Salaria pavo</i> | Gallerbo | ∅ | LC |
| Cobitidae | <i>Cobitis paludica</i> | Colmilleja | ∅ | VU |
| Cyprinidae | <i>Achondrostoma arcasii</i> | Bermejuela | ∅* | VU |
| Cyprinidae | <i>Barbus haasi</i> | Barbo colirrojo | ∅ | VU |
| Cyprinidae | <i>Luciobarbus graellsii</i> | Barbo de Graells | ∅ | LC |
| Cyprinidae | <i>Luciobarbus guiraonis</i> | Barbo mediterráneo | ∅ | VU |
| Cyprinidae | <i>Luciobarbus sclateri</i> | Barbo gitano | ∅ | LC |
| Cyprinidae | <i>Parachondrostoma arrigonis</i> | Loíña | PE* | CR |
| Cyprinidae | <i>Parachondrostoma miegii</i> | Madridilla | ∅ | LC |
| Cyprinidae | <i>Parachondrostoma turiense</i> | Madrija del Turia | ∅ | EN |
| Cyprinidae | <i>Pomatoschistus microps</i> | Gobio común | ∅ | LC |
| Cyprinidae | <i>Squalius valentinus</i> | Cacho valenciano | ∅ | VU |
| Cyprinodontidae | <i>Apricaphanius iberus</i> | Fartet | PE* | EN |
| Gasterosteidae | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | Espinoso | ∅ | LC |
| Moronidae | <i>Dicentrarchus labrax</i> | Lubina | ∅ | LC |
| Mugilidae | <i>Chelon labrosus</i> | Lisa | ∅ | LC |
| Mugilidae | <i>Liza aurata</i> | Galupe | ∅ | LC |
| Mugilidae | <i>Liza ramada</i> | Capitón | ∅ | LC |
| Mugilidae | <i>Liza saliens</i> | Galúa | ∅ | LC |
| Mugilidae | <i>Mugil cephalus</i> | Pardete | ∅ | LC |
| Salmonidae | <i>Salmo trutta</i> | Trucha común | ∅ | LC |
| Sparidae | <i>Oblada melanura</i> | Galana | ∅ | LC |
| Syngnathidae | <i>Syngnathus abaster</i> | Aguja de río | ∅ | LC |
| Valenciidae | <i>Valencia hispanica</i> | Samaruc | PE* | CR |

Fuente: Servicio de Vida Silvestre de la GVA, (Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; The IUCN red list of threatened species).

4.2 Ictiofauna exótica presente en la Comunidad Valenciana

En lo referente a las especies exóticas de peces cabe resaltar que en la Península Ibérica se tiene registro de un total de 28 (Doadrio, 2011), En los datos del Servicio de Vida Silvestre de la GVA figuran 13 especies, esto supone que un 46,4% de las especies exóticas se encuentran en la Comunidad Valenciana, siendo figurantes del (CEEEI) 10 de ellas (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024). Sin embargo, no todas se encuentran aclimatadas ni se consideran invasoras, de entre las 13 especies 9 se encuentran aclimatadas y 9 se califican como invasoras (Doadrio et al., 2007).

Al analizar la (Tabla 2) se observa que el número de especies piscícolas (sin discernir si son autóctonas o exóticas) en la Comunidad Valenciana es de 40, siendo 13 de estas especies exóticas se puede concluir que un 32,5% de las especies presentes son especies exóticas (Figura 4). Estas 13 especies exóticas se distribuyen en un total de 8 familias siendo la Cyprinidae (al igual que en el caso de las especies autóctonas) aquella con más representantes contando con 4 especies. También cabe resaltar que la especie *Gobio lozanoi* se haya en una situación particular, esta es una especie traslocada, es decir que la especie es nativa de otras cuencas hidrográficas de la península, sin embargo, no es nativa de la Comunidad Valenciana, por este motivo, en el ámbito autonómico de la Comunidad Valenciana es tratada como si especie exótica se tratase. Es destacable el efecto de determinadas especies exóticas en los ríos, un ejemplo de esto es que el *Cyprinus carpio* se alimenta de la vegetación acuática presente en los lechos de los ríos, esto provoca que aumentos en la turbidez del agua, fomentando la eutrofización y alterando las propiedades del agua como el oxígeno disuelto entre otras, este proceso deriva en una desmejora de la calidad del agua y una modificación del hábitat, suponiendo en a veces unos valores inasumibles para las especies autóctonas.

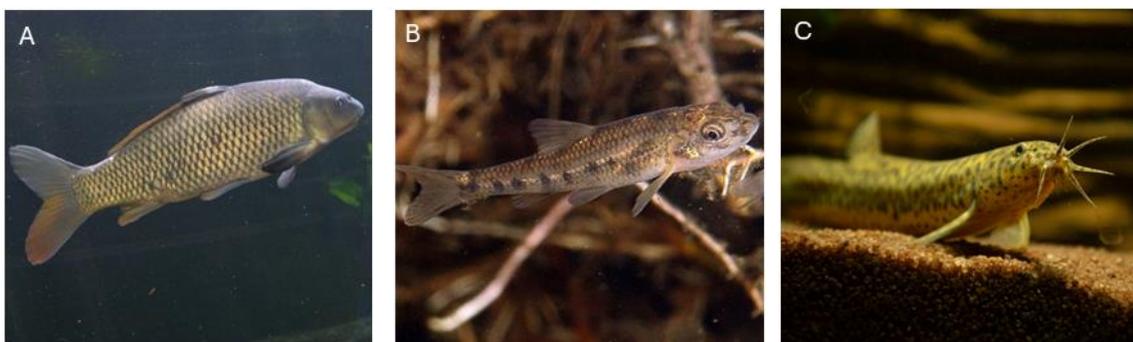


Figura 4: Ejemplares de especies de peces exóticos presentes en Comunidad Valenciana: A) Ejemplar de *Cyprinus carpio*, familia: Cyprinidae, B) Ejemplar de *Gobio lozanoi*, familia: Cyprinidae y C) Ejemplar de *Misgurnus anguillicaudatus*, familia: Cobitidae. **Fuente:** (Biodiversidad Virtual; Biopix; REDEXOS).

Tabla 2: Especies Exóticas en la Comunidad Valenciana. En esta tabla la columna origen refiere al continente de procedencia de las especies y la columna Real Decreto 630/2013 indica si la especie si constan o no en el (CEEEI).

| Familia | Especie | Nombre común | Origen | Introducción | Propósito | Aclim. | Invasora | RD 630/2013 |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------------|--------|----------|-------------|
| Trarchidae | <i>Lepomis gibbosus</i> | Percasol | Norte América | 1910-1913 | Mejorar poblaciones | NO | NO | SI |
| Centrarchidae | <i>Micropterus salmoides</i> | Perca americana | Norte América | 1955 | Pesca deportiva | SI | SI | SI |
| Cobitidae | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> | Dojo | Asia | 2001 | Cebo | NO | NO | SI |
| Cyprinidae | <i>Cyprinus carpio</i> | Carpa común | Asia | XVII | Ornamental | SI | SI | SI |
| Cyprinidae | <i>Gobio lozanoi</i> | Gobio de río | Europa | 1985 | Traslación | NO | NO | NO |
| Cyprinidae | <i>Carassius auratus</i> | Pez dorado | Asia | XVII | Ornamental | SI | NO | NO |
| Cyprinidae | <i>Alburnus alburnus</i> | Alburno Común | Europa | 1992 | Pesca deportiva | SI | SI | SI |
| Esocidae | <i>Esox lucius</i> | Lucio | Europa | 1949 | Pesca deportiva | SI | SI | SI |
| Percidae | <i>Sander lucioperca</i> | Lucioperca | Europa | 1970-1979 | Pesca deportiva | SI | SI | SI |
| Poeciliidae | <i>Gambusia holbrooki</i> | Gambusia | Norte América | 1921 | Control de mosquito | SI | SI | SI |
| Poeciliidae | <i>Poecilia reticulata</i> | Guppy | Norte América | 2000 | Ornamental | SI | SI | NO |
| Salmonidae | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | Trucha arcoiris | Norte América | XIX | Pesca deportiva | NO | SI | SI |
| Siluridae | <i>Silurus glanis</i> | Siluro | Europa | 1974 | Pesca deportiva | SI | SI | SI |

Fuente: Columna Especie a partir de datos del Servicio de Vida Silvestre de la GVA, Las columnas de Origen, Fecha de introducción, Propósito de introducción, Aclimatada, invasora y Real Decreto 630/2013 han sido confeccionadas según (Doadrio et al., 2007) a excepción de la fecha de introducción del *Gobio lozanoi*, que ha sido extraída de (Banco de Datos de Biodiversidad).

4.3 Evolución temporal de las especies nativas y exóticas

En la extensa base de datos se han analizado alrededor de 4.000 muestreos, en los que se capturaron aproximadamente 380.000 ejemplares, representados en un total de 40 especies diferentes de peces. Los datos muestran que el número de ejemplares exóticos capturados corresponde a un 43% de las capturas de ictiofauna total, con un total de 13 especies de peces exóticos identificados en aguas de la Comunidad Valenciana, experimentando un notorio incremento en el número de muestreos a partir del año 2005, llegando a su máximo en el 2011. El número de muestreos se ha mantenido alto en comparación con los años anteriores al 2006 desde entonces, sin embargo, su número se mantiene próximo a la mitad de los muestreos realizados en el año 2011 (Figura 5).

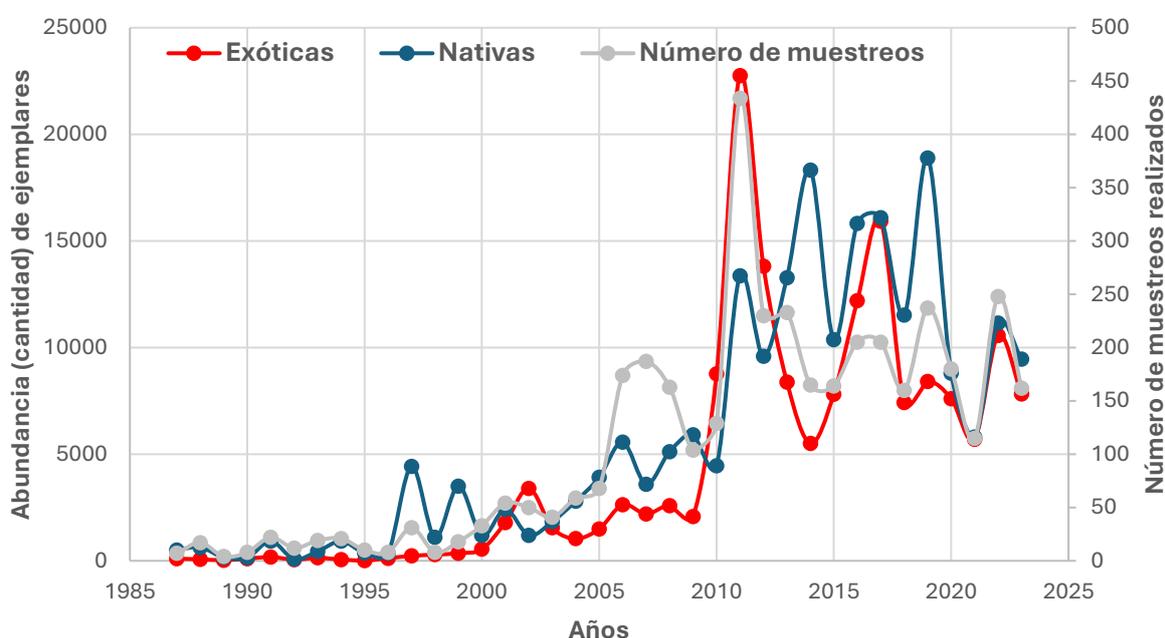


Figura 5: Evolución de poblaciones de peces exóticos y autóctonos y muestreos respecto al tiempo (1987-2024). En esta se disponen valores a lo largo del tiempo en el eje X y según sus poblaciones en el eje Y, adoptando 3 series de datos diferentes, la serie roja corresponde al número de ejemplares capturados de las especies exóticas y la azul al número de las especies autóctonas mientras que la gris corresponde al número de muestreos realizados cada año.

En un análisis más profundo de las especies exóticas podemos observar cómo la *Gambusia holbrooki* y el *Alburnus alburnus* son las especies con más ejemplares capturados en la base de datos (más de 100.000 y 10.000, respectivamente para cada especie), donde la *Gambusia* representa el 94% de las especies exóticas en humedales, y el alburno el 91% de las especies exóticas en ríos. También se debe resaltar que, en los últimos años, siendo estos 2021, 2022 y 2023 la abundancia de ejemplares en los muestreos ha presentado valores semejantes tanto en el caso de las especies exóticas como en de las especies autóctonas.

Para representar gráficamente los datos de abundancia y riqueza de fauna piscícola en las masas de agua de los distintos biotopos de la Comunidad Valenciana, a lo largo del tiempo, se ha elaborado un gráfico de burbujas (Figura 6). En esta figura se identifica una gran burbuja en el biotopo de los humedales en el año 2011, donde se capturó una gran cantidad de peces exóticos (15.201 ejemplares), y otra gran cantidad de especies exóticas capturadas en ríos en el año 2014, con 4493 ejemplares. También es importante destacar que la abundancia de la ictiofauna exótica en los distintos biotopos fue: 64% embalses, 45% humedales y 40% ríos, siendo por tanto los embalses, una de las masas de agua más afectadas por la introducción de especies exóticas.

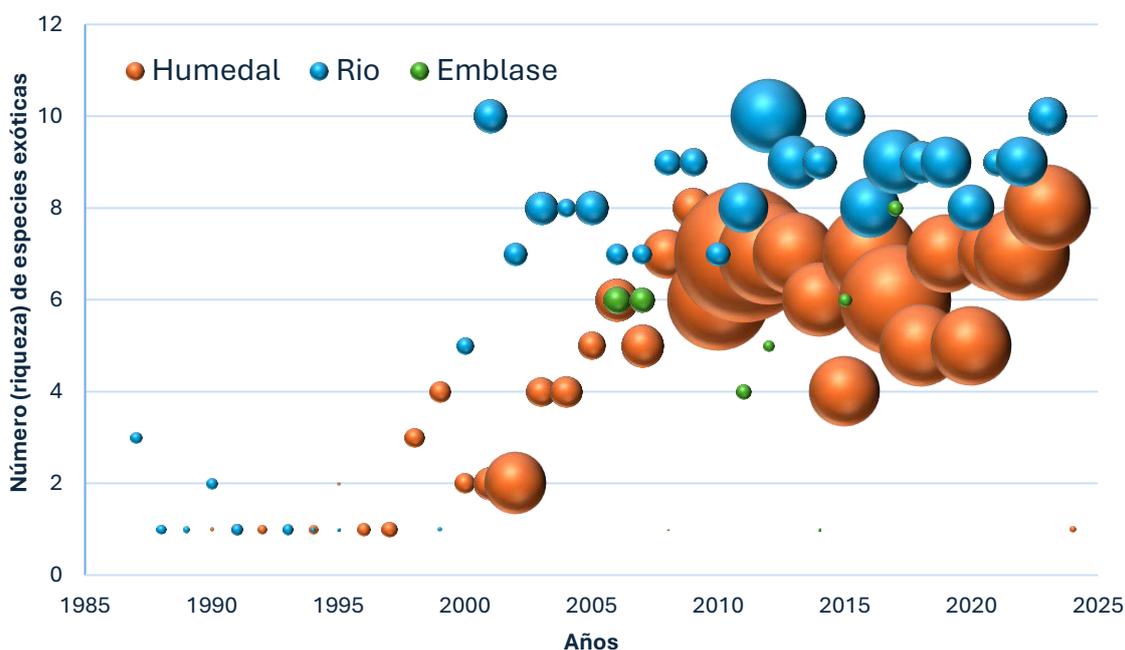


Figura 6: Gráfico de ejemplares y número de especies de peces exóticos. El eje Y corresponde al número de especies exóticas detectadas en cada masa de agua año (nº especies), el eje X al año correspondiente a los distintos datos (año), el tamaño de las burbujas representa el número de peces exóticos capturados (nº de ejemplares) y el color de las burbujas indica la serie de datos, siendo que existe una serie de datos para cada biotopo (embalses, humedales y ríos).

4.4 Riqueza y abundancia de nativas y exóticas en los diferentes biotopos

Se han realizado diferentes gráficos para los distintos biotopos con el fin de comparar la riqueza y abundancia tanto de especies exóticas como nativas para varios ríos y humedales clave de la Comunidad Valenciana. En relación con el biotopo de los ríos (Figura 7 y 8), se destacan aquellos con una cantidad de especies exóticas superior a las nativas. Estos ríos son: el río Albaida, el río Cabriel, el río Júcar, el río Magro, el río Reatillo y el río Serpis. Entre estos ríos es importante destacar que el río Albaida y el río Magro por presentan el doble (en el caso del río Magro) o más (en el caso del río Albaida)

de especies exóticas que de nativas. Por otro lado, también se identifican ríos con un número de especies autóctonas superior a las exóticas, como es el caso del río Vinalopo, el río Verde, el río Ebron y río Albar, entre otros. Dentro de este tipo de ríos el número de especies nativas es significativamente superior al de exóticas en los ríos Villahermosa, Ebrón y Bullens-Racons ya que presentan más del doble de especies nativas que de especies exóticas, destacándose concretamente el río Villahermosa que cuenta con 8 especies nativas y únicamente 1 especie exótica.

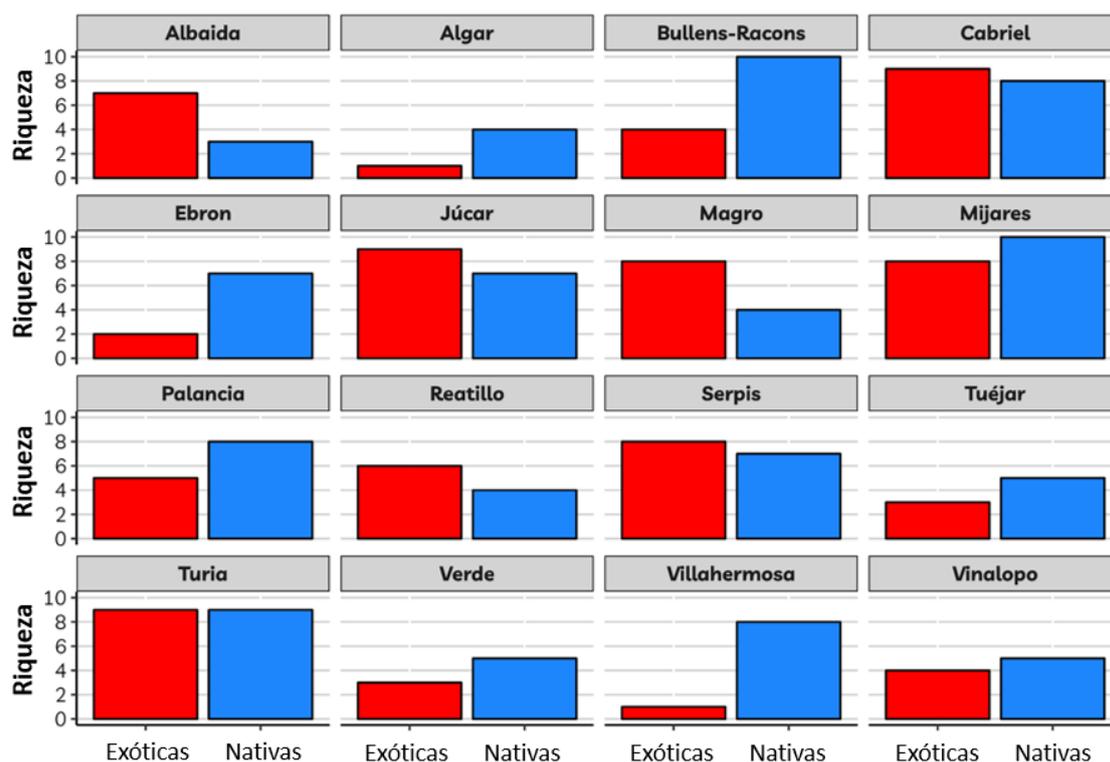


Figura 7: Riqueza de especies nativas (azul) y exóticas (rojo) en diferentes ríos de la Comunidad Valenciana. Se muestra el número total de especies identificadas durante los muestreos realizados entre los años 2000 y 2023 por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana).

En relación con el parámetro de la abundancia (Figura 8), por norma general, el número de ejemplares nativos es superior al de exóticos. Sin embargo, no en todos los casos se trata de una diferencia significativa en comparación al resto, como sucede con el río Albaida, el río Turia, el río Palancia o del río Verde. En estos ríos se presentó el doble de ejemplares nativos que de exóticos. En otros cuerpos de agua, como los ríos Algar, Ebron, Serpis, Mijares, Villahermosa o Reatillo, se superó con creces esta proporción, resaltándose entre estos el río Reatillo y el río Villahermosa por presentar una alta cantidad de peces nativos, mientras mantienen una extremadamente baja cantidad de peces exóticos. El único río que cuenta con una cantidad superior de peces exóticos a peces nativos es el río Júcar, constando de valores cercanos a 2.500 y 2.000.

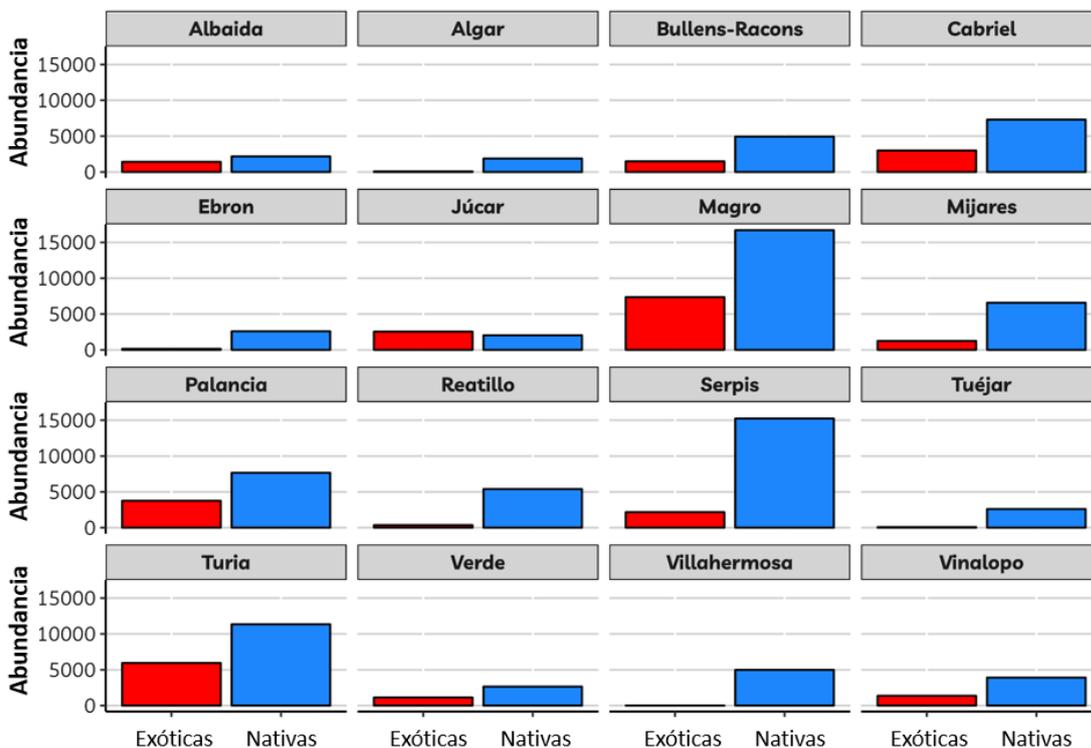


Figura 8: Abundancia de especies nativas (azul) y exóticas (rojo) y en diferentes ríos de la Comunidad Valenciana. Se muestra el número total de especies identificadas durante los muestreos realizados entre los años 2000 y 2023 por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana).

Con el objetivo de detallar la riqueza total en las masas de agua más relevantes dentro del biotopo de los humedales, se han generado gráficos similares a los anteriores (Figura 9 y 10). En la Figura 9 (riqueza) destacan la marjal de la Safor, la marjal de Rafalell-Vistabella y la marjal de Almenara, por presentar un número de peces especies exóticas más elevado que el de nativas ya que por norma general, la riqueza de especies nativas es superior o igual a la de las especies exóticas en los humedales analizados, destacándose en este aspecto La marjal de Oliva-Pego ya que es la marjal con mayor número de especies nativas (presentando hasta 10 especies nativas y únicamente de 4 especies exóticas). La marjal de Castellón y la marjal del P.N. Prat de Cabanes-Torreblanca también cuentan con 7 especies nativas y 2 exóticas, siendo al igual que la marjal de Oliva-Pego otro ejemplo de humedales que presentan diferencia significativa entre el número de especies nativas y exóticas. Por otro lado, algunas marjales tuvieron un número de especies nativas inferior al de exóticas, este es el caso de la marjal de Rafalell-Vistabella, la marjal de Almenara y la marjal de la Safor. Un caso particular es el del P.N. l'Albufera, este humedal presenta una equidad en el número de especies exóticas y nativas, pero, es al mismo tiempo el humedal con mayor número de especies exóticas y el segundo con mayor número de especies autóctonas, contando con 9 en ambos.

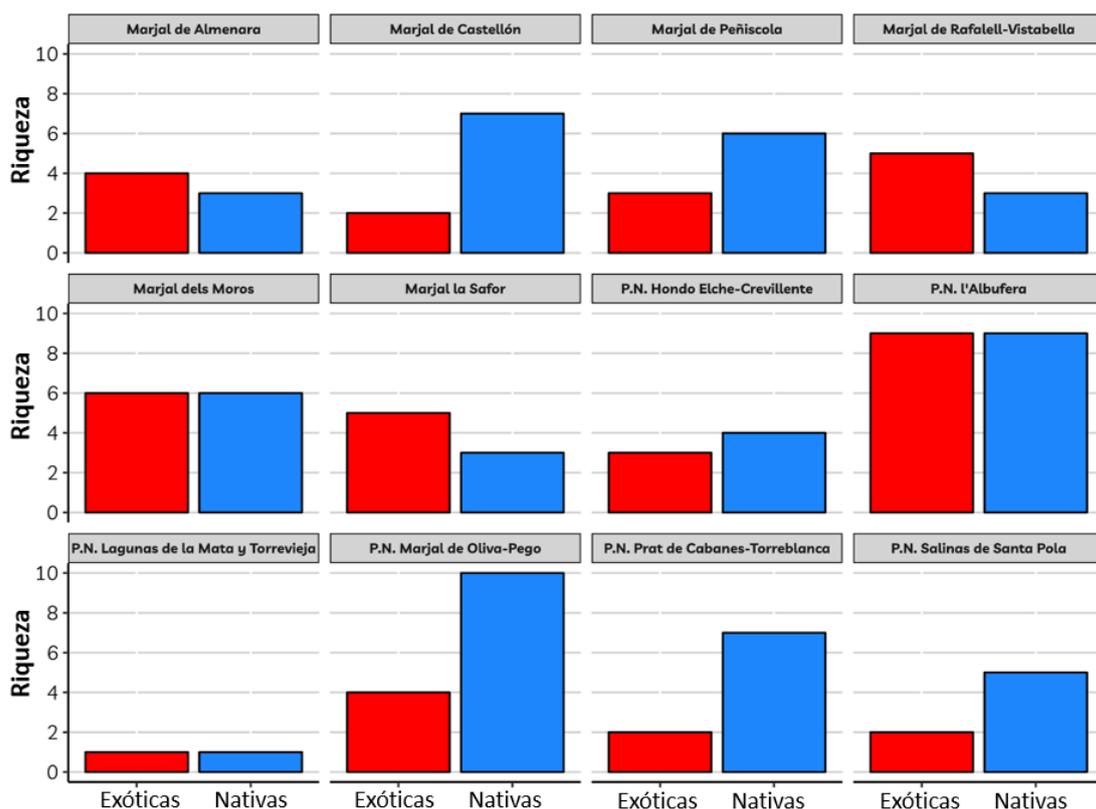


Figura 9: Riqueza de especies nativas (azul) y exóticas (rojo) y en diferentes humedales de la Comunidad Valenciana. Se muestra el número total de especies identificadas durante los muestreos realizados entre los años 2000 y 2023 por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana).

Finalmente, se han elaborado 12 gráficos de barras para mostrar la diferencia entre la abundancia de ejemplares de peces exóticos y nativos capturados en los humedales (Figura 10). La gran mayoría de los humedales presenta una superioridad exótica en el número de ejemplares, aquellas marjales representantes de este hecho pueden ser: El P.N. l'Albufera, la marjal dels Moros, la marjal de Peñíscola, la marjal de Almenara y la marjal de Castellón. La marjal dels Moros y el P.N. l'Albufera son los humedales con mayor número de exóticos, constando con más de 30.000 y alrededor de 30.000 respectivamente. Sin embargo, son a la vez los humedales con mayor número de nativos con cifras cercanas a los 20.000 ejemplares ambos. Mientras que hay humedales con cantidades similares de exóticos y nativos, como es el caso del P.N. Prat de Cabanes-Torreblanca y el P.N. Lagunas de la Mata y Torrevieja, también existen humedales con una diferencia abrumadora entre el número de peces exóticos y nativos, cosa que sucede en la marjal de Almenara, la marjal de Castellón y la marjal de la Safor, donde la abundancia de peces exóticos fue de 7.955, 4.060 y 3.847 respectivamente mientras que la abundancia de ejemplares nativos fue de 1.038, 151 y 148 respectivamente. Los únicos humedales con un mayor número de nativos fueron el P.N. marjal de Oliva-Pego y el P.N. Salinas de Santa Pola.

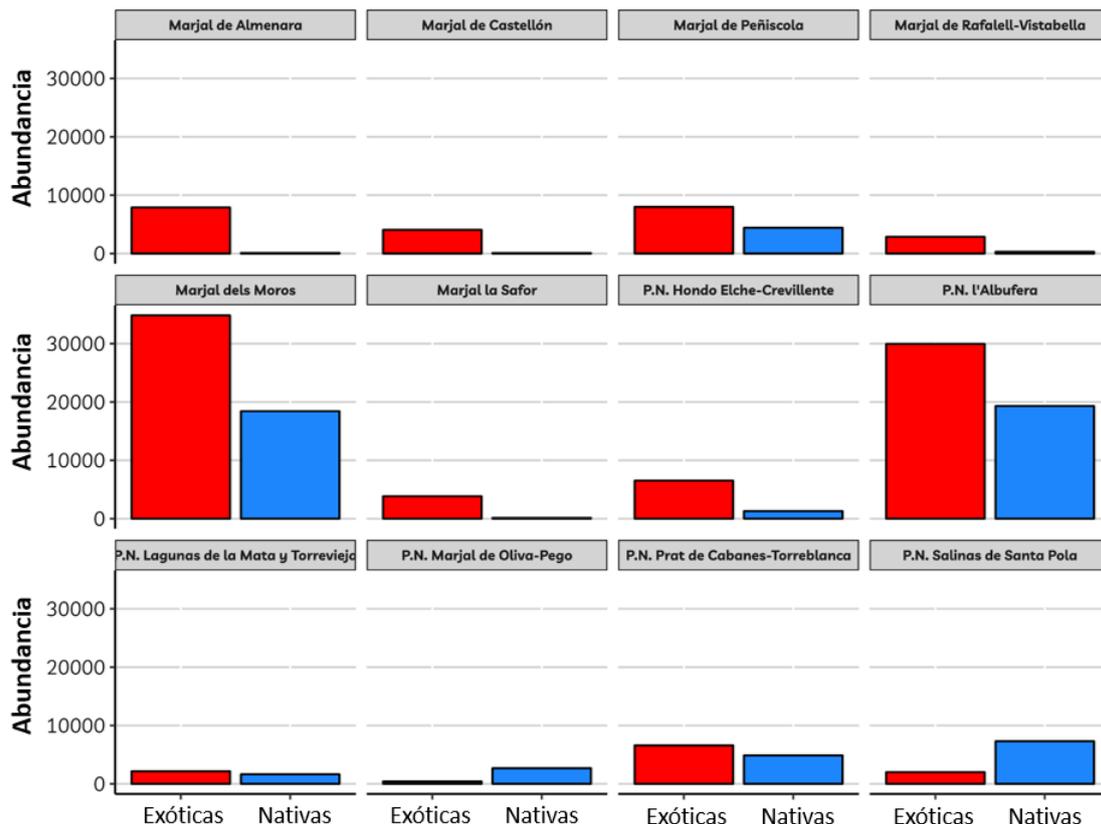


Figura 10: Abundancia de especies nativas (azul) y exóticas (rojo) y en diferentes humedales de la Comunidad Valenciana. Se muestra el número total de especies identificadas durante los muestreos realizados entre los años 2000 y 2023 por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana).

4.5 Índices de integridad biótica para los diferentes biotopos

En lo referente a los resultados del índice de riqueza, se ha creado un mapa de calor de los cuerpos de agua en los que se ha realizado un seguimiento continuo a lo largo de los últimos años (Figura 11). En este mapa se observa como la mayoría de los cuerpos presenta una proporción cercana a la igualdad de riqueza entre exóticas y nativas. Entre los datos se resaltan algunas masas de agua que mantienen valores en el índice de riqueza bajos, esto quiere decir que se presentan más especies exóticas que nativas. Dentro de esta descripción se pueden identificar a la marjal de la Safor, la marjal Rafael-Vistavella y el río Júcar. Otras masas mantienen un número de especies autóctonas superior al de especies exóticas, como el río Bullens-Racons, el río Villahermosa, el P.N. Prat de Cabanes-Torreblanca, el río verde, el río Vinalopó y la marjal de Peñíscola. También encontramos ríos que pasan de tener una mayor cantidad de especies nativas a una situación de inferioridad de especies respecto a los peces exóticos con el paso del tiempo, como es el caso del río Magro y el río Serpis. Finalmente, en algunos cuerpos de agua ocurre a la inversa, y pasan de una inferioridad de especies nativas frente a exóticas a una superioridad a lo largo de los últimos años, siendo la marjal de Almenara

un ejemplo de ello. Para concluir también existen casos en los que las masas de agua fluctúan sin permanecer un tiempo suficientemente significativo en superioridad o inferioridad de especies nativas, o simplemente se mantienen en una situación de cercana a la equidad a lo largo del tiempo. Ejemplos de estos casos son el P.N. L'Albufera, el río Cabriel, el río Turia y la "Marjal dels moros".

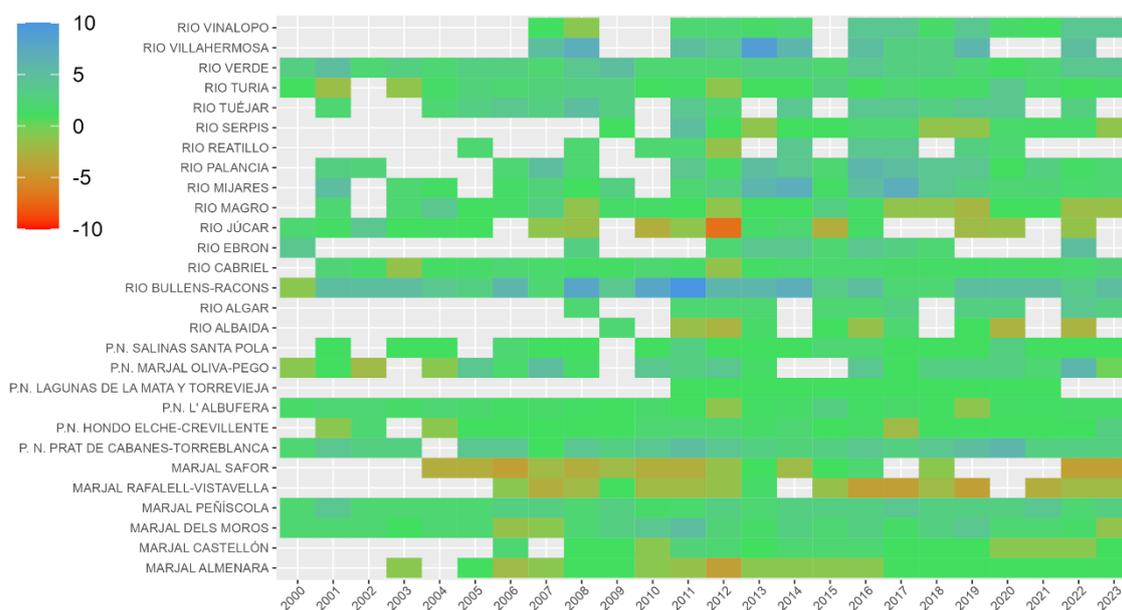


Figura 11: Mapa de calor del índice de riqueza. Esta figura muestra el valor del índice de riqueza de las distintas masas de agua en una gama de 3 colores, los valores van desde -10 (con color rojizo, indicando un mayor número de especies exóticas) hasta el +10 (con color azul, indicando un mayor número de especies nativas), pasando por el 0 (color verde, que indica equidad entre especies exóticas y nativas).

4.6 Evolución de los índices de integridad biótica en el río Júcar

Con el objetivo de analizar la evolución de los índices de integridad biótica en el río Júcar se ha realizado un conjunto de 8 gráficas de sus afluentes (Figura 12 y 13). En los afluentes del río Júcar es notoria una tendencia a la pérdida de calidad en lo que al índice de riqueza y abundancia se refiere. Esto se ve reflejado en varios ríos o afluentes como el río Albaida (Figura 12), el río Júcar (Figura 13) y el río Magro (Figura 12). Sin embargo, mientras que en el río Albaida y el río Júcar se han mantenido unos índices de riqueza media durante años, presentando altibajos que han terminado en declive, en el río Magro su declive ha sido consistente y continuo a lo largo del tiempo. Esto implica en el río Magro la proporción de enativas/exóticas se ha inclinado hacia el lado de las especies exóticas a lo largo de los años, por lo que se han perdido especies nativas en los muestreos y/o el número de especies exóticas ha aumentado. El río Cabriel (Figura 13) es la excepción al declive, puesto que este ha mantenido un índice de riqueza positivo a lo largo de los años e incluso ha aumentado en los últimos años.

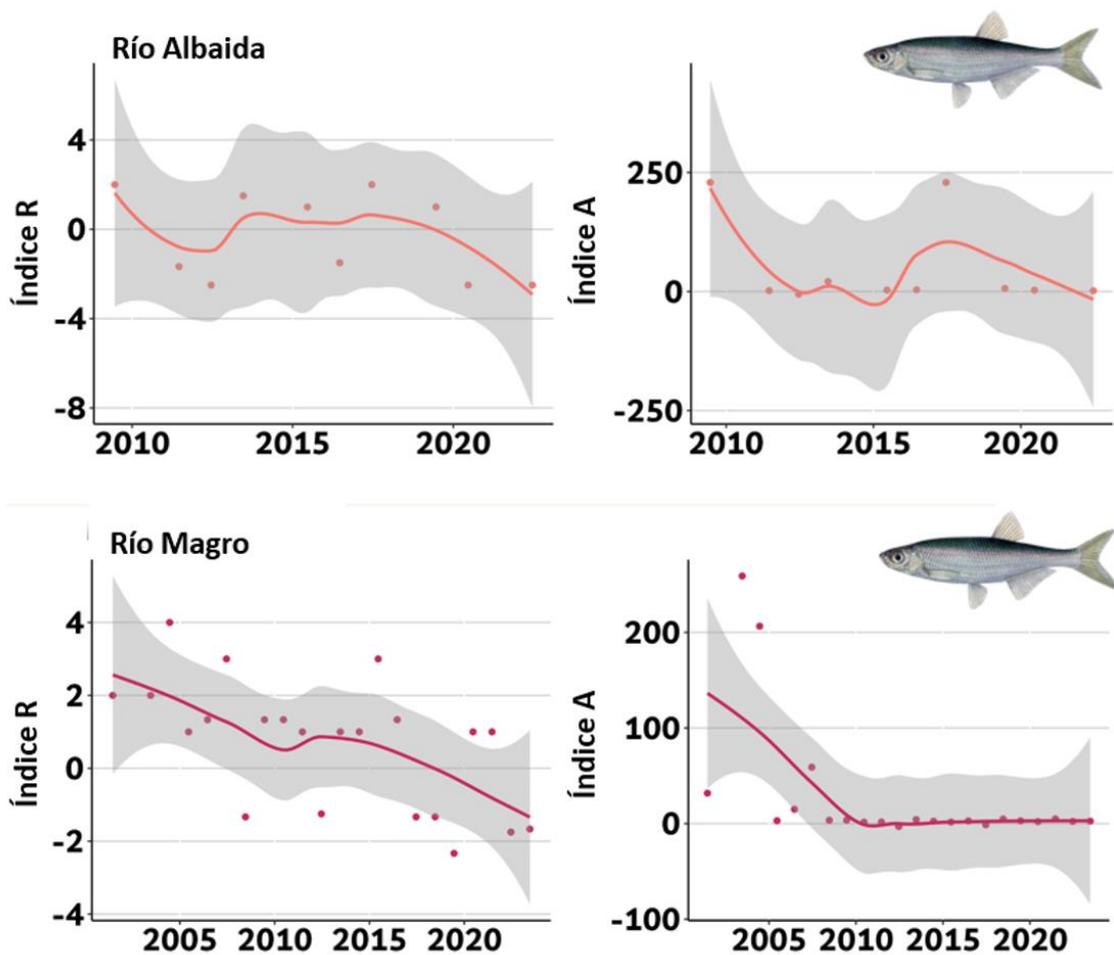


Figura 12: Gráficas de índices de integridad biótica en los ríos Albaida y Magro. Cada afluente se identifica: El nombre del río (izquierda) y la especie con más incidencia en los nuestros (derecha). Para cada río se dispone de dos gráficas que utilizan distintos valores para el eje Y: índice de riqueza (izquierda), índice de abundancia (derecha). En todas las gráficas el eje X se conforma por los años, los puntos muestran los datos obtenidos, la línea el valor más probable, la sombra los posibles valores.

Los datos referentes al índice de abundancia en las gráficas se presenta cierto declive en sus valores. Al igual que en el índice de riqueza los ríos Albaida y Magro (Figura 12) muestran un claro descenso. En esta ocasión el río Albaida se muestra más consistente en lo referente a su valor en el índice, siendo que, a excepción de dos puntos considerablemente lejanos en el tiempo su valor se ha mantenido en 0 desde que decayó de su primer valor registrado en la gráfica (cercano al 250). En el río Magro, se observa un claro declive a lo largo del tiempo, ya que, en los primeros años presentaba valores positivos y elevados, pero desde cierto punto no ha cambiado el valor en su índice de abundancia, quedándose estancado en el 0. El valor 0 en ambos casos implica una cantidad equivalente de ejemplares exóticos y nativos capturados.

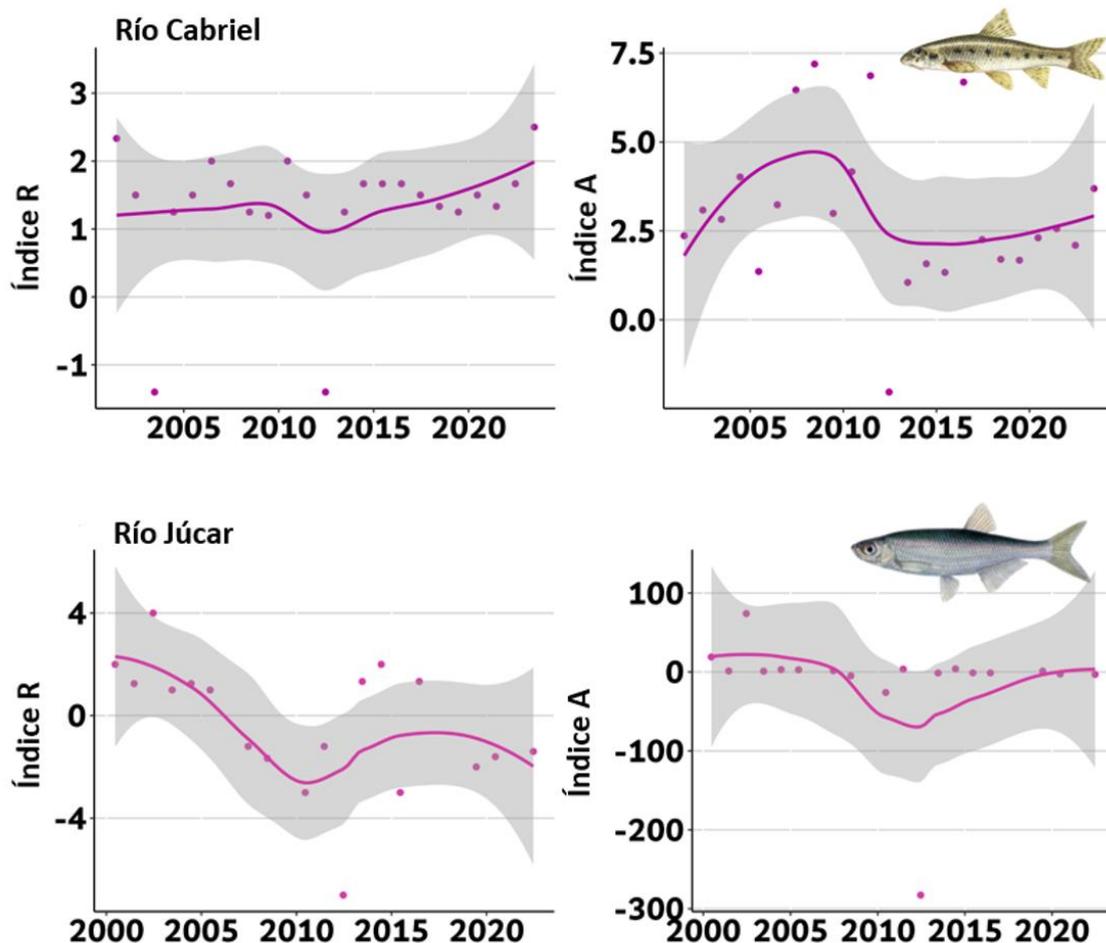


Figura 13: Gráficas de índices de integridad biótica en los ríos Cabriel y Júcar. Cada afluente se identifica: El nombre del río (izquierda) y la especie con más incidencia en los nuestros (derecha). Para cada río se dispone de dos gráficas que utilizan distintos valores para el eje Y: índice de riqueza (izquierda), índice de abundancia (derecha). En todas las gráficas el eje X se conforma por los años, los puntos muestran los datos obtenidos, la línea el valor más probable, la sombra los posibles valores.

En lo referente al río Cabriel, en fechas actuales muestra un índice positivo de un valor de que ronda el 4, es decir que se han capturado 4 veces más nativas que exóticas. Sin embargo, cabe resaltar que, en los primeros años registrados en la gráfica, sufrió un incremento en el valor de su índice que luego decayó hasta su valor actual. El caso del río Júcar presenta un valor positivo al comienzo, que decae luego del 2006 y en 2011 experimenta un valor negativo, con lo que, la proporción de ejemplares exóticos capturados fue significativamente mayor a la de los ejemplares nativos, luego del 2011 el índice se estabiliza en un valor de 0 para el resto de la franja temporal analizada. Además, el río Júcar (Figura 13) presenta un valor anómalo en el año 2011 tanto en el índice de abundancia como en el de riqueza. Teniendo en cuenta lo inusual de su valor en el índice de abundancia y considerando que el año 2011 es el año con más muestreos realizados en la base de datos, se puede afirmar que ambos eventos presentan relación.

5. Discusión

5.1 Especies exóticas en la Comunidad Valenciana

Como se ha visto en la sección de resultados, en la Comunidad Valenciana podemos encontrar un total de 13 especies de peces exóticos en las diferentes masas de agua, lo que implica un 32,5% de las especies de peces totales. En la Comunidad de Aragón, según (Abad Ibáñez & Ginés Llorens, 2020), se ha documentado que de entre las 35 especies piscícolas presentes en la comunidad, 17 son especies exóticas, suponiendo de esta forma un porcentaje de especies exóticas del 48,5% respecto al total. En la Comunidad de Aragón las familias con más especies exóticas son la Cyprinidae con 6 especies y la Salmonidae con 3, mientras que en la Comunidad Valenciana también es la Cyprinidae que cuenta con 4 especies de peces exóticos. De esta manera, especies como el *Carassius auratus* o la *Blicca bjoerkna* se no se presentan en la Comunidad Valenciana per si en la Comunidad de Aragón. En cuencas como las del Guadiana o Segura se observa una presencia de 18 y 12 especies de peces exóticos respectivamente (Amat Trigo et al., 2019; Robledillo Barbero, 2022). Mientras que en otras localizaciones, como el delta del Ebro, se han registrado una cantidad de 15 especies de peces exóticos y 37 nativas, es decir que un 28,8% de las de peces especies totales son exóticas (Clavero et al., 2021). En base a la comparación de los datos de riqueza recopilados de los distintos estudios y documentos se puede determinar que la Comunidad Valenciana presenta un elevado valor de peces especies exóticas en relación con las especies totales, siendo considerablemente menor al de la Comunidad de Aragón, pero mayor al del delta del Ebro.

5.2 Especies exóticas más preocupantes

Gambusia holbrooki y *Silurus glanis*

La *Gambusia holbrooki* fue introducida a la península como contramedida frente a al paludismo, siendo esta una especie conocida por su voracidad a la hora de alimentarse de larvas de mosquitos se esperaba que ayudara a combatir la plaga. A raíz de la población inicial (ubicada en la Fuente del Roble) empezó su expansión. Décadas posteriores a su aclimatación en España se defendió la eficacia de la gambusia como método biológico auxiliar en la lucha antipalúdica. No obstante, no existía opinión unánime respecto a su posible efecto perjudicial ante las especies autóctonas, los estudios respecto a su carácter invasivo aparecieron décadas después a su introducción y expansión (Gómez Cabrera, 2022). En la actualidad se reconoce su efecto siendo que

la *Gambusia holbrooki* desplaza especies nativas. Su impacto negativo se manifiesta especialmente sobre las especies: *Apricaphanius baeticus*, *Apricaphanius Iberus* y *Valencia hispánica*. Esto se debe a varios factores, y uno de ellos es que esta especie es capaz de preñar sobre huevos y alevines de fartet y samaruc, además de competir tróficamente con ellos (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024). Además, la gambusia es una especie capaz de habitar en una gran diversidad de ambientes (Figura 14A), desde zonas medias y bajas de ríos hasta tuberías, embalses, lagunas, balsas y acequias de riego entre otros. También se afirma que es capaz de aguantar con gran desempeño zonas muy contaminadas y de altas, lo que le hace una gran competidora en ambientes muy diversos.

En lo referente a la comunidad valenciana se afirma que en el informe del año 2011 las especies nativas fueron más diversas que las exóticas, sin embargo, el número de capturas se encontraba más igualado (55% nativas vs. 45% exóticas), resaltando que la gambusia fue la especie exótica más capturada con una gran diferencia respecto a las demás. En el informe de 2014 se indica que la *Gambusia holbrooki* constituyó un 80% de las capturas de peces exóticos en las zonas húmedas. Finalmente, en las conclusiones se afirma que las zonas húmedas presentan una mayor proporción de exóticas, y remarca que la gambusia representa el 50% de las todas capturas realizadas en ellas, señalando un predominio absoluto en comparación a las otras exóticas (Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental, 2018).

Tal y como se ha mostrado en los resultados, en la Comunidad Valenciana esta especie se presenta principalmente en humedales constando con una abundancia muy elevada en los datos, siendo que, en este biotopo se han capturado un total de 110.933 ejemplares a lo largo de todos los años (1987-2023), en el año 2011 (el año con más capturas) 18.674 de los 18.952 peces exóticos capturados en humedales fueron ejemplares de gambusia, es decir que constituyeron un 98,53% de las capturas de peces exóticos en humedales y un 80,67% de las capturas totales en humedales (contando tanto especies exóticas como nativas) en ese año. En el 2023 el número de muestreos en humedales se ha reducido a 102 al igual que la proporción de gambusia en el número de peces totales capturados en humedales (64,69%), sin embargo, el número de exóticos atrapados ha sido de 6.077 ejemplares mientras que el de nativos ha sido 2.964, de este modo se aprecia que tal y como se mostraba en la (Figura 10) la abundancia de especies exóticas en los humedales es considerablemente mayor a la de las especies nativas.

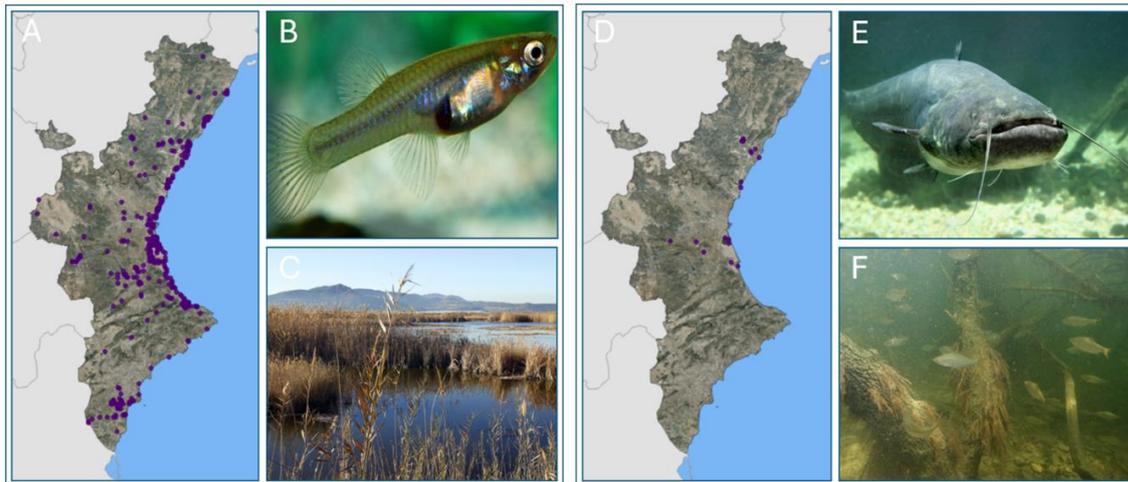


Figura 14: Distribución, aspecto y hábitat del siluro y la gamba: A) citas *Gambusia holbrooki*, 1985-2024, B) ejemplar *Gambusia holbrooki*, hábitat *Gambusia holbrooki*, D) citas *Silurus glanis*, 2009-2023 E), ejemplar *Silurus glanis*, F) Hábitat *Silurus glanis*. **Fuente:** (Banco de Datos de Biodiversidad; Diari de Tarragona; EFEverde; Mequinenza; National Geographic España).

Por su parte, el *Silurus glanis* (Figura 14D, E y F) se introdujo en la Península Ibérica por motivos de pesca deportiva en el año 1974, en el embalse de Mequinenza correspondiente a la cuenca del Ebro. Actualmente es difícil describir su localización debido a su dificultad de detección, sus poblaciones se encuentran en expansión debido a la continua colonización de ríos tributarios de embalses y la probable traslocación de ejemplares a nuevos embalses con fines de pesca. Esta especie altera la estructura trófica de las comunidades produciendo un gran impacto sobre los ecosistemas acuáticos, además sus ejemplares se caracterizan por una alta depredación sobre las especies autóctonas principalmente dirigida hacia los macroinvertebrados y peces (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024).

El *Silurus glanis* presenta preferencia por aguas tranquilas, turbias y profundas con fondo blando, siendo de esta forma los embalses un ambiente ideal para la especie. (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024). Su primera aparición en la comunidad valenciana se remonta al 2009 en el municipio de Yátova y fue reportada por el Servicio de Caza y Pesca (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024). En el año 2012, se implementó un programa intensivo de seguimiento del siluro en la albufera, con el objetivo de valorar la posible presencia de la especie en sus aguas. Y pese a los esfuerzos no se registró la presencia de la especie. Sin embargo, en el mes de octubre un miembro de la comunidad de pescadores de el palmar capturó un ejemplar joven de siluro en una nasa colocado al este del lago. Ya habiéndose detectado un ejemplar se realizó una segunda campaña en la que se dispusieron en torno a 1.200 nasas, entre otras medidas (Memoria de Gestión del Parc Natural de L'Albufera», 2012).

En la base de datos el número total de ejemplares capturados de siluro a lo largo de los años ha sido de 2 ejemplares (datos claramente infravalorados). El primer ejemplar fue capturado en 2020 en la rambla del Poyo, cabe resaltar que esta rambla vierte sus aguas a la Albufera, el segundo ejemplar fue capturado en el año 2023 en el río Magro, el cual es un afluente del río Júcar. Sin embargo, tal y como se ha mostrado en la (figura 14 D) según (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024), se han documentado múltiples avistamientos desde el 2009, concretamente se consta de 20 avistamientos en total, 19 capturas y 1 ejemplar muerto, entre estos avistamientos 7 se realizaron en embalses. Esta disparidad de datos seguramente esté ligada a la cantidad de muestreos realizados en el biotopo de los embalses ya que en la base de datos utilizada en este trabajo únicamente consta un total de 215 muestreos.

Alburnus alburnus y *Sander lucioperca*

El alburno es especie altamente invasora fue introducida en la década de los noventa en la cuenca del Ebro por pescadores deportivos, su finalidad era aparentemente servir como presas para especies de peces ictiófagos como el lucio y la lucioperca. En la actualidad se encuentra distribuida ampliamente en la cuenca del Júcar, la cuenca del Turia y en la Albufera, esto se puede observar en la (Figura 15 A). Se tiene registro de que fue introducido en la Comunidad Valenciana tanto en el Júcar como en el Turia en 1995 y 1996 respectivamente, en ambos casos por pescadores (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024). Su expansión en la Península Ibérica se debe a la acción de los embalses, estos le permiten invadir amplias áreas de las cuencas fluviales (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024).

Esta especie puede provocar aumentos en la turbidez del agua debido a un aumento en la producción de algas y la concentración de nutrientes derivada de su incidencia con el zooplancton. El alburno presenta competencias con otras especies de ciprínidos, concretamente por el alimento y el espacio, siendo que alcanza densidades extremadamente altas. El área de distribución de esta especie ya coincidía con la de 17 especies endémicas (el 58% de los endemismos) en 2007, siendo 15 de estas especies ciprínidos (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024). Puede tolerar hasta los 30°C pero prefiere aguas de entre 18 y 20°C con algo de corriente, abundantes en oxígeno y claras, habita en la parte superficial de la columna de agua de ríos y lagos, donde se alimenta (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024). El primer ejemplar de alburno avistado en la Comunidad Valenciana se documentó en el año 1985, en Sueca. Pero, sus avistamientos no se volvieron recurrentes hasta 1998, año en el cual se documentaron 18 avistamientos en varios municipios (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024).

Los ejemplares de alburno han constituido un 91% de las capturas de peces exóticos en el biotopo de los ríos según los datos analizados en este trabajo. En el año 2011 se realizaron 207 muestreos en ríos y resultaron en la captura de 3.515 peces exóticos y 8.867 nativos, 802 de estos peces exóticos eran ejemplares de alburno lo que implica que esta especie conformaba el 22,81% de los peces exóticos y el 6,47% del número de peces totales capturados. En el año 2017, concretamente el resultado fue que un 36,78% de los peces exóticos capturados en ríos eran especímenes de alburno mientras que constituyó un 9,77% en el caso de los peces totales, en este año el número de muestreos en ríos fue de 86 y se capturaron 1.255 alburnos en ríos. En contraste, también en 2017 en los ríos de Aragón se lograron capturar un total de 1.443 ejemplares de alburno, presentando un porcentaje sobre capturas de especies alóctonas en ríos de ese año (Abad Ibáñez & Ginés Llorens, 2020).

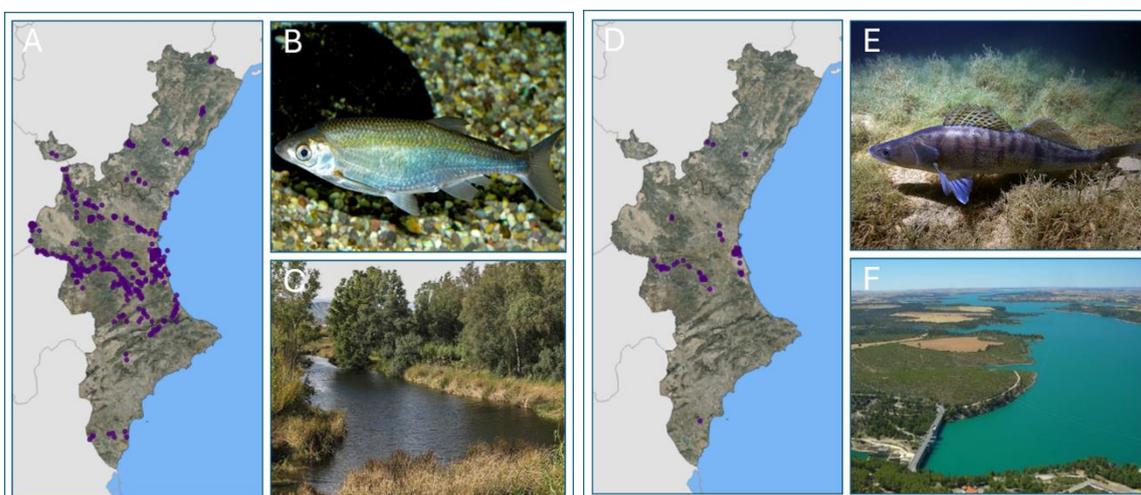


Figura 15: Distribución, aspecto y hábitat del alburno y la lucioperca: A) citas *Alburnus alburnus* 1985-2024, B) ejemplar *Alburnus alburnus*, hábitat *Alburnus alburnus*, D) citas *Sander lucioperca*, 1998-2022 E), ejemplar *Sander lucioperca*, F) Hábitat *Sander lucioperca*. **Fuente:** (Banco de Datos de Biodiversidad; Fishipedia; Natusfera; RMNoticias; Wikipedia).

La especie *Sander lucioperca* fue introducida en los años 70 en el embalse de Boadella en Cataluña de forma experimental, y con fines de pesca deportiva se introdujo de forma ilegal en los años 90. Actualmente se encuentra en múltiples cuencas como la del Ebro, Duero, Segura, Tajo, Júcar, Mirajes, Turia y otros ríos mediterráneos, con buena representación en varios ríos de la Comunidad Valenciana (Figura 15 D). Esta especie presenta una gran capacidad de dispersión por cuencas fluviales (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024). En la Comunidad Valenciana la primera captura se dio en el embalse de Tous, es probable que este lugar fuera su lugar de introducción, desde allí se extendió aguas abajo llegando hasta la Albufera y aguas arriba hasta el río Cabriel, se ha encontrado recientemente en el cauce bajo del Turia y se encuentra en expansión por la cuenca del Júcar (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024). Debido a

su voracidad y su especialización en la alimentación ictiófaga esta especie presenta una alta depredación sobre las especies autóctonas, esto provoca un gran impacto en los ecosistemas acuáticos ya que las piscícolas comunidades autóctonas no están adaptadas a este tipo de peces. Esta especie se decanta por zonas fangosas con aguas tranquilas, profundas y pedregosas, turbias, ricas en vegetación y detritos, debido a esto se encuentra principalmente en embalses y lagunas, así como ríos grandes con pozas profundas (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, 2024).

En función de todas las capturas de la base de datos constan un total de 280 ejemplares de lucioperca, esto supone un 0,17% de los peces exóticos capturados y un 0,07% de los peces totales, de modo que la lucioperca carece de presencia en lo que a abundancia se refiere. En el año 2012 ocurre algo inusual en la abundancia de esta especie, sucede que 233 de los 280 ejemplares atrapados durante la franja temporal que abarca la base de datos fueron capturados en ese año, siendo 176 de estas capturas en ríos y 166 ejemplares en concreto del río Júcar, constituyendo un 19,57% de las capturas de exóticos en esa masa de agua ese año, también cabe destacar que en los muestreos únicamente se capturaron 3 ejemplares nativos en esa masa de agua a lo largo del 2012. En contraste el banco de datos de biodiversidad ha documentado un total de 100 avistamientos en la Comunidad Valenciana, siendo documentado el primero en el año 1998 y el último en el año 2022 (Banco de Datos de Biodiversidad, 2024).

5.3 Medidas para revertir o mejorar el estado de humedales y ríos

Los humedales y ríos desempeñan un papel crucial en los ecosistemas, proporcionando hábitats esenciales para una gran variedad de especies, regulando el ciclo del agua y actuando como filtros naturales de contaminantes. Sin embargo, estos ecosistemas acuáticos se enfrentan a numerosas amenazas, entre las cuales la introducción de especies exóticas se destaca por su impacto devastador. Las especies exóticas tienen la capacidad de proliferar rápidamente, alterando las dinámicas ecológicas locales.

Se pueden plantear múltiples medidas con el fin de evitar una incidencia mayor de peces exóticos en los ríos y humedales de la comunidad exótica, las distintas medidas deben focalizarse en zonas de especial interés debido a sus valores ecosistémicos y/o a la presencia de especies autóctonas con regímenes de protección especial. Las medidas de carácter preventivo, como la realización de campañas informativas acerca de los efectos nocivos que producen a los ecosistemas y a las poblaciones de peces autóctonos son especialmente útiles al concienciar a la población, estas campañas son especialmente eficaces cuando se enfocan en sectores clave para su dispersión como son la acuariofilia, la pesca deportiva y el sector empresarial, disminuyendo las

introducciones. Otras medidas que afectan directamente a la abundancia de especies invasoras son aquellas enfocadas en el control poblacional, estos controles pueden ser posibles mediante esfuerzos constantes de trampeos (como trasmallos y nasas), pescas eléctricas y cuando sea posible y adecuado despesques.

El seguimiento de las poblaciones a lo largo del tiempo y la implementación de redes de alerta tempranas también pueden mostrarse como armas efectivas para controlar la expansión de especies exóticas a nuevas masas de agua ya que al tomar acciones tempranas las medidas de control poblacional resultan más efectivas. La erradicación de especies exóticas debe ser llevada a cabo si es posible, sin embargo, únicamente se considera viable en pequeños cuerpos de agua aislados, aplicándose comúnmente a balsas de riego, albercas y otras masas de agua de esta índole. Las medidas de carácter legislativo también pueden ser un factor importante en la recuperación de humedales y ríos como la prohibición de pesca de ejemplares exóticos en lugar no permitidos, ya que hay algunas especies en como la *Onchorynchus mykiss* que se tiene permitida su suelta en aquellos lugares en los que no sea posible su asentamiento, de este modo la prohibición puede actuar de manera eficaz en contra de la introducción ilegal de especies exóticas (Amat Trigo et al., 2019). La reforestación y recuperación de la vegetación de humedales y ríos combinada con la protección de los hábitats críticos para la reproducción y desarrollo de las especies nativas forman un conjunto de medidas enfocadas en proporcionar hábitats adecuados para las especies nativas. Estas medidas también pueden combinarse con la creación de reservas y programas de repoblación de las especies nativas más afectadas.

Por tanto, con el objetivo de revertir o mejorar el estado de los humedales y ríos afectados por especies exóticas, es fundamental implementar medidas estratégicas y coordinadas. Estas medidas pueden incluir la prevención de nuevas introducciones, la erradicación o control de las poblaciones invasoras existentes, y la restauración de los hábitats degradados. Además, es vital fomentar la investigación y la educación ambiental para sensibilizar a la población sobre la importancia de proteger estos ecosistemas y las consecuencias de la introducción de especies exóticas. También es importante implementar medidas de investigación que nos ayuden a comprender nuevos aspectos sobre la ecología y el comportamiento de las especies nativas e invasoras con el fin de desarrollar nuevas tecnologías y estrategias para mejorar la gestión y conservación. Finalmente es necesario realizar evaluaciones de eficacia a las medidas establecidas, llevando a cabo seguimientos continuos e integrando los ajustes necesarios para asegurar un éxito a largo plazo.

Conclusiones

Las especies exóticas suponen uno de los principales motivos de la pérdida de biodiversidad en el planeta, y su efecto es similar en regiones como la Comunidad Valenciana (CV). Estas especies producen impactos negativos en los aquellos ecosistemas en los que son introducidas generando presiones a las especies locales y alterando los equilibrios ecosistémicos. En lo referente a los índices de integridad biótica de los distintos cuerpos de agua se puede afirmar que algunos de ellos se encuentran en decadencia desde comienzos de siglo en relación con la aparición de estas especies. En este sentido, en el año 2007 se creó el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (CEEEI), y a partir del año 2010 consta un mayor seguimiento de estas, con la publicación en 2013 del Real Decreto 630/2013.

Desde entonces, se ha documentado un aumento constante en la Comunidad Valenciana tanto en abundancia como en riqueza, y sus números han aumentado y se han distribuido ampliamente por diferentes masas de agua (ríos, humedales y embalses). Los ríos se encuentran en una peor situación en lo referente a la riqueza, esto probablemente se deba a un efecto combinado entre especies exóticas ictiófagas como el *Esox lucius* o la *Sander lucioperca* que prosperan en estos biotopos alimentándose de la ictiofauna nativa. Además, de otras especies exóticas que compiten por el alimento con los peces nativos como el *Alburnus alburnus* y especies que trastocan las redes tróficas como el *Cyprinus carpio* que al eliminar la vegetación acuática deriva en procesos de eutrofización que alteran el hábitat de las especies nativas. Por otro lado, en los humedales las especies nativas se encuentran completamente superadas en términos de abundancia, y esto se debe a la *Gambusia holbrooki* que prolifera excepcionalmente bien en este tipo de ambientes y como consecuencia, ha desplazado especies autóctonas como el *Valencia hispanica* o el *Apricaphanius iberus*.

En definitiva, las especies invasoras en la Comunidad Valenciana han aumentado tanto en su distribución como en su población a lo largo de los últimos años, y pese a que hay masas de agua en las que el estado de conservación relativo a las especies nativas es bueno (p.ej. río Bullens-Racons, río Villahermosa, o P.N. Salinas de Santa Pola), por norma general las especies exóticas están colonizando nuevos ambientes y en muchos casos, llevando al declive a muchas especies de peces nativos que habitan las diferentes masas de agua de la Comunidad Valenciana.

Bibliografía

- Abad Ibáñez, C., & Ginés Llorens, E. (2020). Distribución y estado de conservación de la ictiofauna aragonesa.
- Amat Trigo, F., Torralva, M., Sánchez Pérez, A., Guillén, A., Oliva Paterna, F. J., Zamora, A., Zamora Marín, J. M., Ruiz Navarro, A., & Franco, J. M. (2019). Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura.
- Antolí, A., Abellán, J., & Ribes, C. (2011). Geografía Valenciana. <https://es.slideshare.net/slideshow/geografa-valenciana-8053800/8053800#6>
- Banarescu, P. (1989). Zoogeography and history of the freshwater fish faune of Europe. The freshwater fishes of Europe, 1(AULAVerlag. Wiesbaden), 80-107.
- Banarescu, P. (1973). Origin and affinities of the freshwater fish fauna of Europe. *Ichthyologia*, 5(1), 1-8.
- Banco de Datos de Biodiversidad. (2024). <https://bddb.gva.es/bancodedatos/extendida/citas.aspx>
- Barletta, M., Jaureguizar, A. J., Baigun, C., Fontoura, N. F., Agostinho, A. A., Almeida-Val, V. M. F., Val, A. L., Torres, R. A., Jimenes-Segura, L. F., Giarrizzo, T., Fabr e, N. N., Batista, V. S., et al. (2010). Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology*, 76(9), 2118-2176. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8649.2010.02684.X>
- Benigno, E., & Almodóvar, A. (2007). Los ecosistemas fluviales y sus peces ante el cambio climático. *Trofeo Pesca*, 156, 116-117. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/568-2013-12-15-156-2007.pdf>
- Bianco, P. G. (1990). Potential role of the palaeohistory of the Mediterranean and Paratethis basins on the early dispersal of Euro-Mediterranean freshwater fishes. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 1, 167-184.
- Calvo, J. P., Morales, J., López-Martinez, N., & Agusti J., A. P. (1993). Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6, 29-40.
- Capdevila Arg uelles, L., García Iglesias,  ., Orueta F., J., & Zilletti, B. (2006). Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. 1, 14-23. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/edit_libro_04_01_tcm30-100254.pdf

- Castro-Díez, P., Valladares, F., & Alonso, A. (2005). La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas*, 13(3).
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/532>
- Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. (2024).
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce_eei_peces.html
- Clavero, M., Franch, N., Lopez, V., Pou-Rovira, Q., & Queral, J. M. (2021). Native and non-native fish across aquatic habitats in the Ebro Delta. *Fishes in Mediterranean Environments*, 1-21.
<https://doi.org/10.29094/FISHMED.2021.002>
- Clavero, M., & García-Berthou, E. (2005). Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(3), 110.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.01.003>
- Cowx, I. G. (1997). Introduction of fish species into European fresh waters: economic successes or ecological disasters? *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 1997(344-345), 57-77. <https://doi.org/10.1051/KMAE:1997011>
- Daufresne, M., & Boët, P. (2007). Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. *Global Change Biology*, 13, 2467-2478.
- Daufresne, M., Roger, M. C., Capra, H., & Lamouroux, N. (2003). Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River: effects of climatic factors. *Global Change Biology*, 10(1), 124-140.
- De Sostoa, A., García de Jalón, D., & García-Berthou, E. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para ictiofauna.
- De Sostoa, A., Maceda, A., Figuerola, B., Canyelles, A., Cardoso, C., Monroy, M., & Caiola, N. (2011). Desarrollo y aplicación de un índice de integridad biótica para la cuenca del Ebro basado en el uso de los peces como indicadores biológicos. Confederación Hidrográfica del Ebro y Universidad de Barcelona.
- Direcció General de Medi Natural i d'Avaluació Ambiental. (2018). Análisis de la presencia de peces exóticos como índice del estado de conservación de las masas de agua en la comunitat valenciana. Servicio de Vida Silvestre.
<https://parquesnaturales.gva.es/documents/>
- Doadrio, I. (2011). Ictiofauna Continental Española.
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/2011_doadrio_et_al_seguimiento_ictiofauna_iberica_opt_tcm30-544759.pdf

- Doadrio, I., Lara, F., & Garilleti, R. (2007). La invasión de especies exóticas en los ríos. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/publicaciones/Invasion_esp_exoticas_en_rios_tcm30-214556.pdf
- Durán, C., & Pardos, N. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Fausch, K., Karr, J. R., Angermeier, P. L., & J.R., L. (1990). Fish Communities as Indicators of Environmental Degradation. American Fisheries Society Symposium, 8, 123-144.
- García de Jalón, D., González del Tánago, M., & Casado, C. (1992). Ecology of regulated streams in Spain: an overview. Asociación Española de Limnología, 8, 161-166. <https://www.limnetica.com/es/ecology-regulated-streams-spain-overview>
- García-Berthou, E. (2009). Agua i canvi climàtic, Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya. Generalitat de Catalunya, 229-236. https://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/aigua_canvi_climatic.pdf
- Gómez Cabrera, S. (2022). La introducción de la gambusia en España y su relación con las campañas antipalúdicas estadounidenses. Análisis histórico. Revista de Estudios Extremeños, LXXVIII (I,II y III), 371-392. https://www.dip-badajoz.es/cultura/ceex/reex_digital/reex_LXXVIII/2022/T.%20LXXVIII%20n.%201-2-3%202022/00126295.pdf
- Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., Oberdorff, T., & Brosse, S. (2008). Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities. PLOS Biology, 6(2), 28. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PBIO.0060028>
- Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. (2024). <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-proteccion-especial/ce-proteccion-listado-situacion.html>
- López Peña, D. (2018). Simúlidos (diptera:simuliidae) de los ríos de la comunidad valenciana: implicaciones en la salud pública y su control. <https://roderic.uv.es/items/5e14a0f0-9a92-44eb-822b-30c8e58cd4bd>
- Manuel Moreno Rodríguez, J., Cruz Treviño M Zaragoza, A. A., Martínez Lope, C., Mora Alonso-Muñoyerro, J., Picatoste Ruggeroni, J., Moreno Rodríguez, J. M., Fernández González, F., et al. (2005). Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. <https://www.miteco.gob.es/>

- Memoria de Gestión del Parc Natural de L'Albufera. (2012). Memoria de gestión Técnica, 18-19. <https://parquesnaturales.gva.es/>
- Monedero Ramos, J. (2017). Especies exóticas invasoras. Ababol. Revista del Instituto Cultural y de Estudios del Rincón de Ademuz, 19(79), 26-30. <https://raco.cat/index.php/Ababol/article/view/400556/494062>
- Moyle, P. B., & Leidy, R. A. (1992). Loss of Biodiversity in Aquatic Ecosystems: Evidence from Fish Faunas. *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation*, 129-169. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6426-9_6
- Moyle, P. B., Li, H. W., & Barton B. (1986). The Frankenstein effect: impact of introduced fishes on native fishes in North America. *American Fisheries Society*, 415-426.
- Moyle, P. B., & Moyle, P. R. (1995). Endangered fishes and economics: intergenerational obligations. *Environmental Biology of Fishes*, 43(1), 29-37. <https://doi.org/10.1007/BF00001814/METRICS>
- Poblador Cabañero, I. (2013). *Manual de Gestión de la Pesca Continental*.
- Prenda, J., Clavero, M., Blanco, F., Rebollo, A., Biología Ambiental P, D. S., El Carmen, C. U., & Biología Aplicada, D. (2002). Consecuencias ecológicas de la creación de embalses en el ámbito mediterráneo: el caso de los peces. 3º Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas: «La directiva marco dle agua: realidades y futuros» (Sevilla, España), 756-761. <https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/3567>
- Robledillo Barbero, R. (2022). Peces continentales introducidos en la Cuenca del Guadiana. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/54224>
- Sabater, S., Acuña, V., Batalla, R., Borrego, C., Butturini, A., Felip, M., García-Berthou, E., Gascón, S., Marcé, R., et al. (2016). Tercer informe sobre el canvi climàtic a catalunya. Institut d'Estudis Catalans & Generalitat de Catalunya, Barcelona, 237-261. https://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/tercer-informe-sobre-canvi-climatic-catalunya/INFORME_CANVI_CLIMATIC_web.pdf
- IUCN (2024). The IUCN red list of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/es>
- United Nations Development Programme. (2024). <https://www.undp.org/nature/our-work-areas/biodiversity-conservation>
- Xenopoulos, M. A., Lodge, D. M., Alcamo, J., & Marker, M. (2005). Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11, 1557-1564.