

Proyecto SOS Margaritona

Acciones estratégicas para la conservación de *Margaritifera auricularia*: prospección exhaustiva e identificación de tramos fluviales adecuados, y mejora de stocks de su hospedador, el fraile (*Salvia fluviatilis*). Fase I



EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*) EN LA CUENCA DEL EBRO

DICIEMBRE 2019



Proyecto SOS Margaritona

Acciones estratégicas para la conservación de *Margaritifera auricularia*: prospección exhaustiva e identificación de tramos fluviales adecuados, y mejora de stocks de su hospedador, el fraile (*Salaria fluviatilis*). Fase I

www.sosmargaritona.org

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*) EN LA CUENCA DEL EBRO

2019

EQUIPO DE TRABAJO

Dr. Quim Pou i Rovira

Associació la Sorellona

Iago Pérez Novo

Associació la Sorellona

Sergio Gaspar Martín

Summit, asesoría ambiental

Dra. Amaia Angulo Rodeles

Universidad de Navarra

Dr. Rafael Miranda Ferreiro

Universidad de Navarra



ÍNDICE

	Pág.
1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.- METODOLOGÍA	2
3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4.- RECOMENDACIONES DE GESTIÓN	31
5.- BIBLIOGRAFÍA	33
6.- AGRADECIMIENTOS	36



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La margaritona (*Margaritifera auricularia*) es una náyade que se encuentra en fuerte declive en España, quedando solamente unas pocas poblaciones en la cuenca del río Ebro, situadas mayoritariamente en Aragón. De hecho, esta especie está críticamente amenazada, tanto a nivel autonómico, como nacional e internacional, hecho que explica su inclusión en distintos catálogos y listas con el máximo grado de amenaza o de protección. Una de las estrategias que se plantean para su recuperación pasa por el establecimiento de nuevos núcleos poblacionales mediante la translocación de ejemplares des de las pocas poblaciones fuente que perduran.

Por otra parte, la peculiar forma de reproducción de las náyades, que incluye una fase larvaria parasítica de peces (gloquidios), supone un hándicap añadido a la conservación de la margaritona, dado que tan solo se les conocen unas pocas especies huéspedes efectivas para sus larvas. Aun peor, de estas especies huéspedes de *M. auricularia*, tan solo un pez autóctono mantiene poblaciones en la cuenca del Ebro, mientras que el resto se han extinguido, o se encuentran en una situación residual y totalmente indisponibles para los núcleos actualmente conocidos de margaritona. La única especie autóctona de pez, persistente aun en la cuenca del Ebro, que es un huésped reconocido de las larvas de *M. auricularia* es el fraile o blenio de río (*Salaria fluviatilis*). Por lo tanto, la conservación de ambas especies, náyade y pez huésped, están forzosamente asociadas, siendo indisociables, al menos poniendo el foco en la margaritona, cuya conservación a medio y largo plazo pasa inevitablemente por la conservación y mejora de las poblaciones del fraile. Sin embargo, el fraile presenta una situación preocupante, con poblaciones fragmentadas, muchas de ellas probablemente en declive, núcleos recientemente desaparecidos, y en consecuencia con un estado de conservación global en la cuenca preocupante, aunque no suficientemente analizado.

En este contexto, el objetivo general de una de las acciones del proyecto SOS Margaritona (Acción A4) ha sido la evaluación y actualización del conocimiento sobre las poblaciones de fraile en el tramo medio del Ebro. Este documento refleja los trabajos realizados y los resultados alcanzados en el marco de esta acción.



2.- METODOLOGÍA

Muestreos de peces

Se han seleccionado unas 200 estaciones de muestreo en la zona de estudio (cuenca del Ebro, excepto Cataluña) (Mapa 1). Estas estaciones se han distribuido de acuerdo con la siguiente combinación de criterios, por orden de prioridad:

- 1) Zona de aparición histórica o probable de *S. fluviatilis*.
- 2) Mayor densidad de estaciones en tramos de detección reciente de *S. fluviatilis*.
- 3) Repetición de estaciones de otras redes de muestreo.
- 4) Selección de estaciones en tramos intermedios poco o nada muestreados.

En cada una de estas estaciones de muestreo, se han establecido entre una y cinco subestaciones de muestreo de extensión variable, en función de la heterogeneidad del hábitat. Cada subestación tenía un microhábitat y mesohábitat aproximadamente uniforme, representando en conjunto la diversidad de hábitats de la estación.

La captura de peces se ha realizado mediante pesca eléctrica con un equipo portátil, en un esfuerzo cronometrado en tiempo de pesca efectiva (minutos). De esta forma, se ha podido obtener la densidad relativa (CPUE, individuos capturados o detectados / tiempo de pesca efectiva) por especie detectada y subestación. Aunque se ha medido el área total prospectada, no se ha utilizado para el cálculo de la CPUE, puesto que se ha supuesto una distribución de esfuerzo uniforme sobre el espacio, de acuerdo con una metodología estandarizada basada en un muestreo realizado siempre por un mismo equipo técnico.

Con el fin de optimizar los objetivos específicos de este muestreo, maximizando el rendimiento de las campañas, solamente se han capturado los ejemplares de *Salaria fluviatilis*, para confirmar su identificación, sexarlos, y tomar datos biométricos básicos. Posteriormente se han liberado en buenas condiciones en el mismo punto de captura. El resto de los peces se han contabilizado directamente el lecho fluvial separando por especies, pero sin retirarlos del medio y permitiendo su recuperación in situ. Solamente se han retirado algunos ejemplares cuya identificación específica requería un examen detallado. Por lo tanto, tampoco se han tomado datos biométricos de las otras especies ícticas, puesto que no se ha considerado prioritario para este estudio. En cambio, se han contabilizado también otras especies de parición frecuente mediante este muestreo, anfibios y grandes decápodos. Esta metodología simplificada agiliza en gran medida los muestreos, permitiendo cubrir mayor número de estaciones de



muestreo por jornada de trabajo, y ajustando los recursos disponibles a los objetivos del proyecto.

Caracterización de hábitats

La caracterización del hábitat en las subestaciones de muestreo, tanto a escala de microhábitat como de mesohábitat, se ha llevado a cabo mediante la toma más de 25 variables ambientales cuantitativas y cualitativas sobre la granulometría del lecho, el recubrimiento de la vegetación sumergida, la cobertura arbórea, la morfometría y heterogeneidad del lecho, y el régimen de velocidades del agua, entre otros aspectos. De esta manera, posteriormente se puede analizar la estructura del poblamiento íctico con el hábitat fluvial.

Base de datos y análisis

Los resultados obtenidos durante el muestreo se han introducido en una base de datos única en formato EXCEL. Los análisis estadísticos y los gráficos se han realizado mediante el siguiente software: MS-EXCEL-2003, SPSS-15.0, CANOCO-4.5.

Modelizaciones de distribución y probabilidad de aparición

Para estas modelizaciones se han usado los datos de presencia y ausencia de *Salapia fluviatilis* recogidos durante 2019 en el marco del presente proyecto, junto con los datos análogos presentes en la base de datos de la Carta Piscícola Española de la Sociedad Ibérica de Ictiología (SIBIC 2014). Como variables ambientales se seleccionaron variables en formato ráster con celdas de 1 km² de resolución específicas para ríos, que consideran la estructura jerárquica de las redes fluviales y la influencia que tienen las áreas circundantes (Domisch et al. 2015). Estas variables siguen los marcos de WorldClim e HydroSHEDS (Hijmans et al. 2005; Lehner et al. 2008).

Se realizaron análisis de correlación y de factor de inflación de la varianza (VIF) para detectar colinealidad entre las variables ambientales y con los resultados se seleccionaron cinco variables explicativas para realizar los modelos: BIO10 (temperatura media del cuatrimestre más cálido), BIO11 (temperatura media del cuatrimestre más frío), BIO12 (precipitación anual), BIO15 (estacionalidad de las precipitaciones) y pH medio.

En cuanto a la modelización se usó el paquete de R BIOMOD2 (Thuiller et al. 2016) para construir los modelos de hábitat adecuado para la especie. Se realizaron 10 iteraciones de los nueve modelos estadísticos disponibles en el paquete (GLM, GBM,

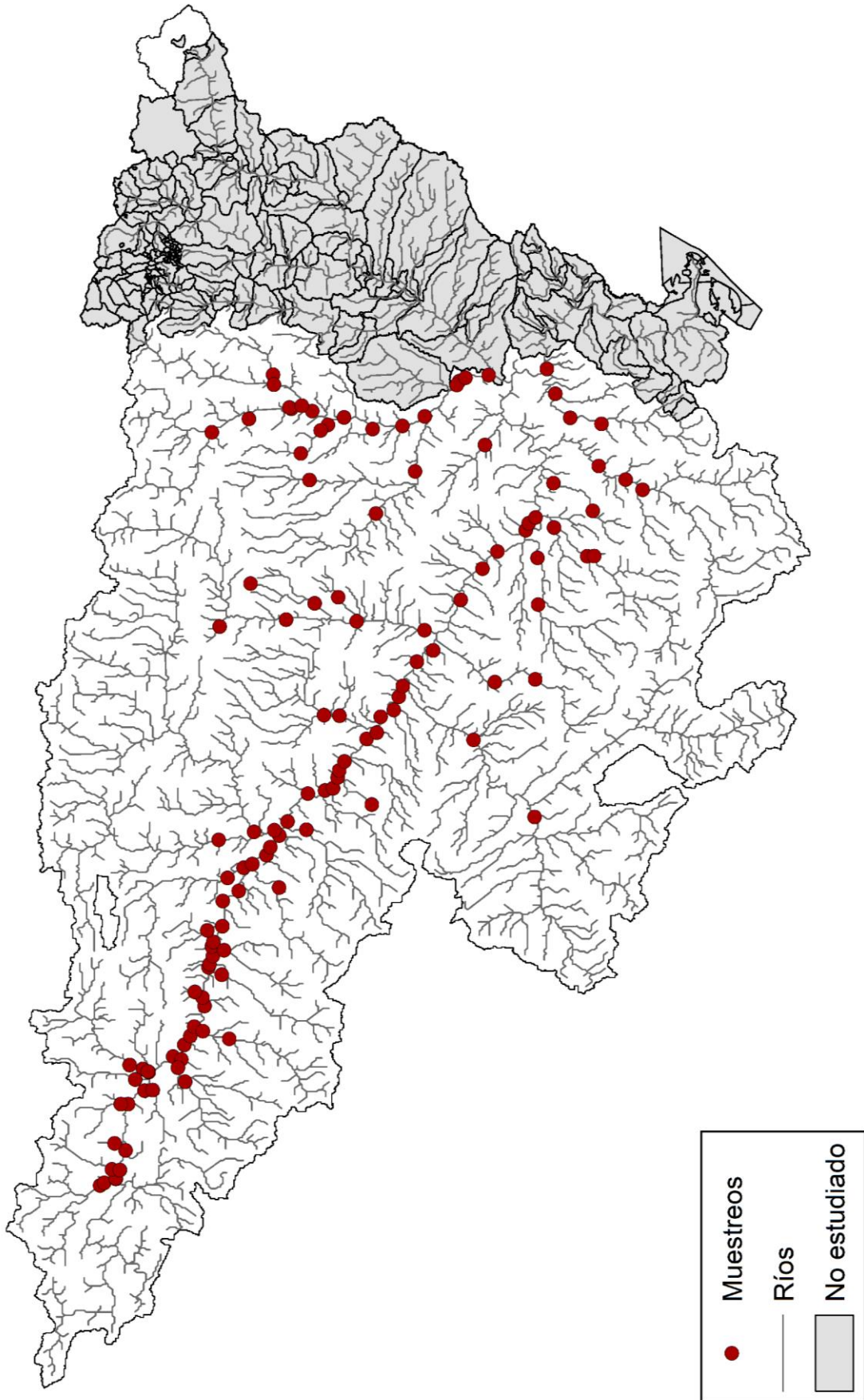
Proyecto SOS Margaritona
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN
DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*)



GAM, CTA, ANN, SRE, FDA, MARS y RF) separando el 20% de las presencias y las ausencias para evaluar los resultados de los modelos. De los 90 modelos construidos, se seleccionaron aquellos que tuviesen un $AUC > 0.7$ para crear un modelo ensamblado, resultado de su combinación. Este modelo ensamblado mediante el método de medias ponderadas tuvo un AUC de 0.968. El modelo de probabilidad de presencia continuo se convirtió en un modelo binario de presencia/ausencia aplicando un umbral de corte que maximizaba el TSS (*true skill statistic*).



MAPA 1. ESTACIONES DE MUESTREO





3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación general del fraile en la cuenca

En el curso de los muestreos de este proyecto, el fraile ha aparecido solamente en el 22,31% de las estaciones de muestreo, a pesar de que éstas se han situado *a priori* en zonas con cierta probabilidad de encontrar la especie, de acuerdo con los criterios ya especificados en la metodología.

Dentro de la zona de estudio, los muestreos realizados en este proyecto confirman las poblaciones conocidas hasta el momento (mapas 2 y 3), que pueden agruparse en dos grandes grupos:

1. Curso medio del Ebro, entre el embalse de Riba-Roja y Calahorra, aprox., e incluyendo algunos de sus principales tributarios: Matarraña, Guadalupe, Cinca, Gállego, Huerva, Linares y otros. Aquí las poblaciones estables se encuentran muy fragmentadas, ocupando principalmente tramos a menudo muy acotados, en ambas vertientes, ibérica y pirenaica. También está presente de forma estable en los grandes embalses del curso principal del Ebro (Mequinenza y Riba-Roja), pero su presencia a lo largo del resto del curso medio del río Ebro es hoy esporádica e inestable.
2. Curso alto del Ebro, aguas arriba de Logroño, incluyendo los cursos bajos de algunos tributarios. Inversamente al grupo anterior, aquí las poblaciones se encuentran principalmente en el propio curso del Ebro, pero con una destacable penetración también en pequeños tramos de tributarios. Aquí también se observa fragmentación de sus poblaciones, aunque en un grado muy inferior a la del grupo 1, con una distribución prácticamente continua en buena parte del curso alto del Ebro, en las provincias de Araba y Burgos.

La modelización de la probabilidad de aparición es consistente con estos dos grandes grupos, con valores medios o altos en los tramos fluviales donde se conocen los principales núcleos poblacionales de fraile (Mapa 4). En todo caso, solamente en un 3,5% de los tramos fluviales de la cuenca se estima actualmente una alta probabilidad de aparición del fraile. Este modelo también permite identificar numerosos tramos fluviales y sectores con probabilidad de aparición baja o media-baja, donde la especie quizás no está presente de forma estable o bien los núcleos estables son muy restringidos, háyase o no localizado.



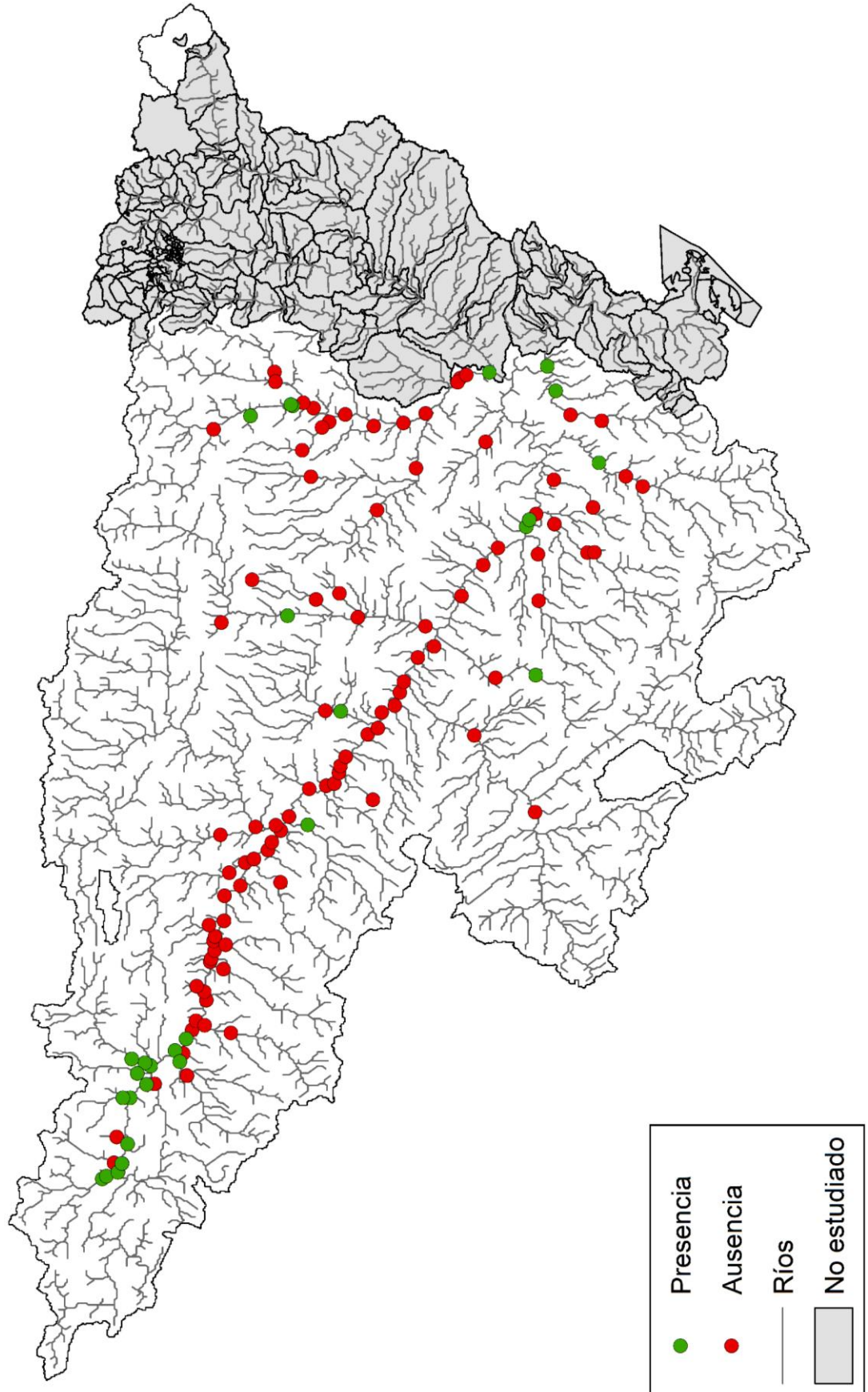
Globalmente, teniendo en cuenta tanto los muestreos de este proyecto como todo el conjunto de muestreos de peces más recientes (aprox. últimos 20 años) de los que se dispone de datos, la especie ha aparecido solamente en un 8,04% de las localidades distribuidas por la cuenca. Sin embargo, este valor considera incluso las estaciones donde aparece muy ocasionalmente, por lo que en realidad el porcentaje de estaciones ocupadas por núcleos poblacionales estables es claramente inferior.

Esta escasa ocupación podría pensarse que es debido a limitaciones ecológicas o biogeográficas. Sin embargo, aun no disponiendo de datos históricos fiables, es evidente que la distribución original de la especie era mucho mayor, ocupando probablemente al menos un tercio de las estaciones consideradas y actualmente muestreadas. De hecho, el resultado de la aplicación del modelo de hábitat potencial arroja un 41,1% de tramos fluviales de toda la cuenca con hábitats potenciales para el fraile (Mapa 5). Sin embargo, solo en el 8,5% de los tramos con hábitats potenciales presentan a la vez una probabilidad alta de aparición actual de este pez. Lo recíproco de esto, aun más elocuente, nos informa que un 91,5% de los tramos con hábitats potenciales para el fraile tienen una probabilidad baja o directamente nula de aparición de la especie. Aun peor, solamente el 6,13% de los tramos con hábitats potenciales según el modelo aplicado registran presencias del fraile (Mapa 6), sean mediante detecciones recurrentes o incluso esporádicas.

En definitiva, aun no disponiendo de series históricas consistentes para el conjunto de la cuenca, o al menos para la zona de estudio de este proyecto, todo indica que el fraile ha sufrido -y probablemente sigue sufriendo- un proceso de acusada regresión generalizada, que se refleja en 1) su desaparición completa de grandes sectores, incluyendo subcuencas enteras, 2) una fuerte fragmentación de las poblaciones remanentes, y 3) una escasa extensión de los tramos fluviales hoy en día ocupados permanentemente, y todo ello sin entrar a valorar su densidad ni la dinámica de sus poblaciones allí donde aun permanece.

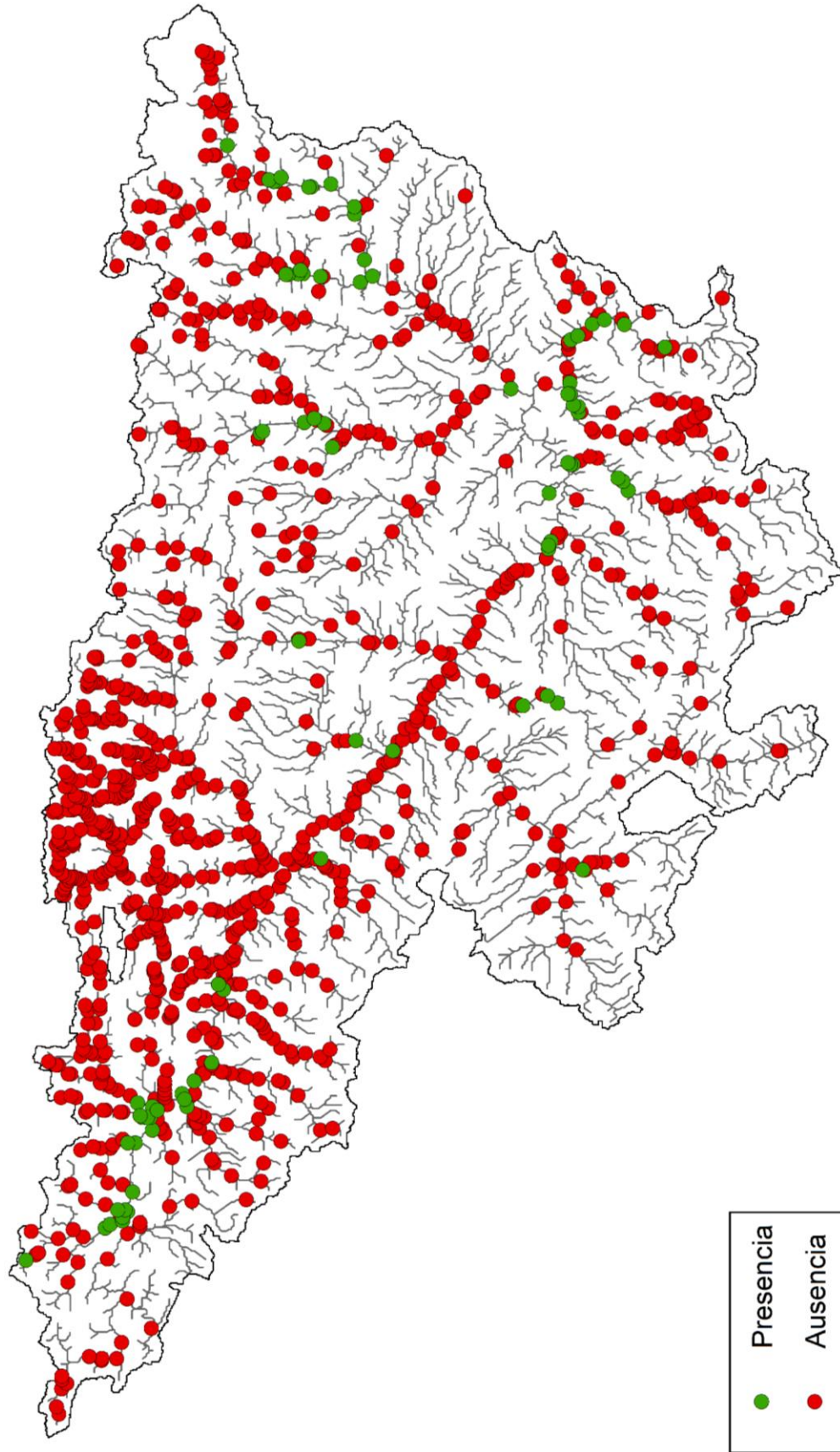


MAPA 2. DISTRIBUCIÓ DE *SALARIA FLUVIATILIS*
(SOLO RESULTADOS DE ESTE PROYECTO)





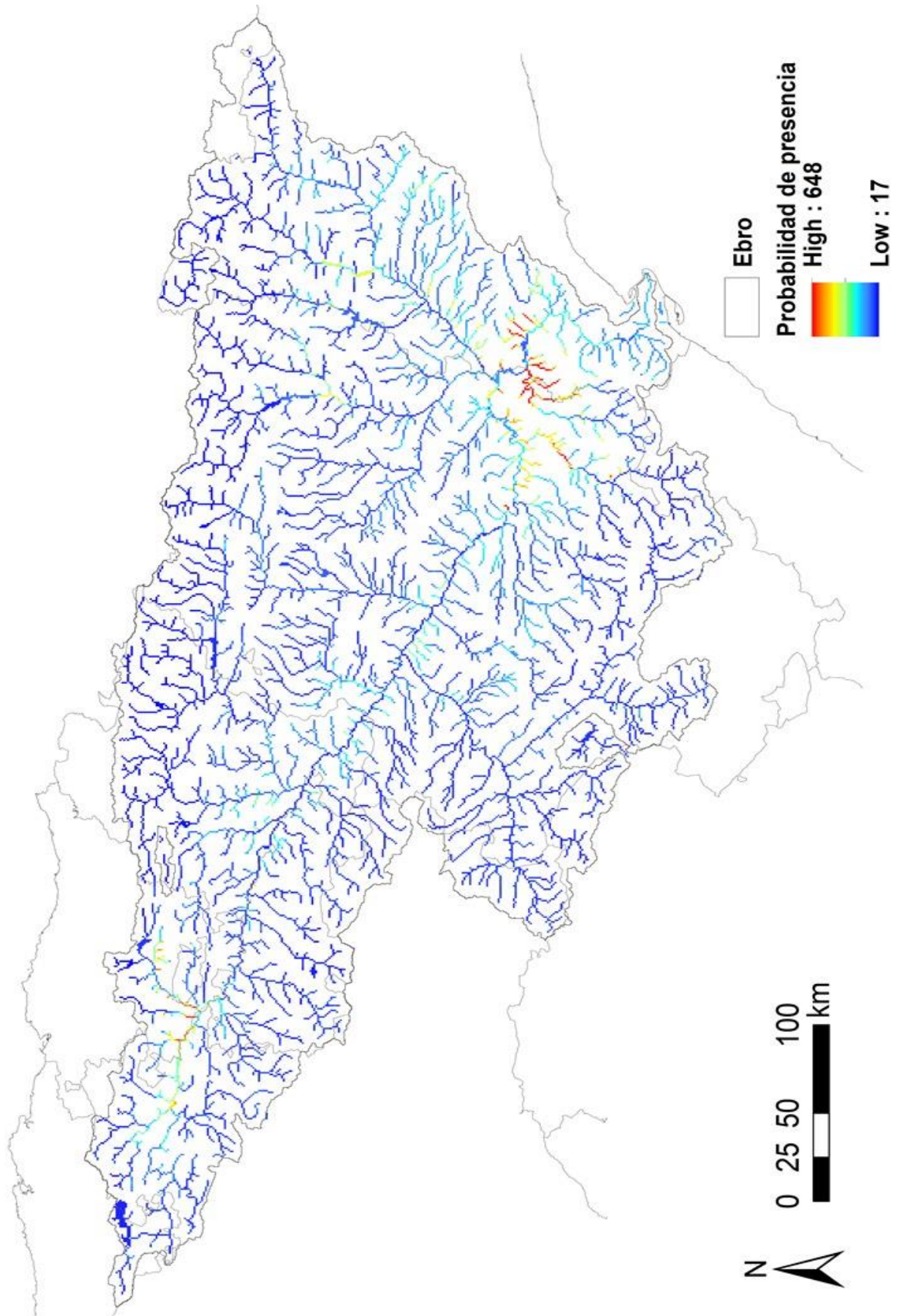
MAPA 3. DISTRIBUCIÓN DE SALARIA FLUVIATILIS
(RESULTADOS ACUMULADOS CON DATOS DE LA CARTA PISCÍCOLA)





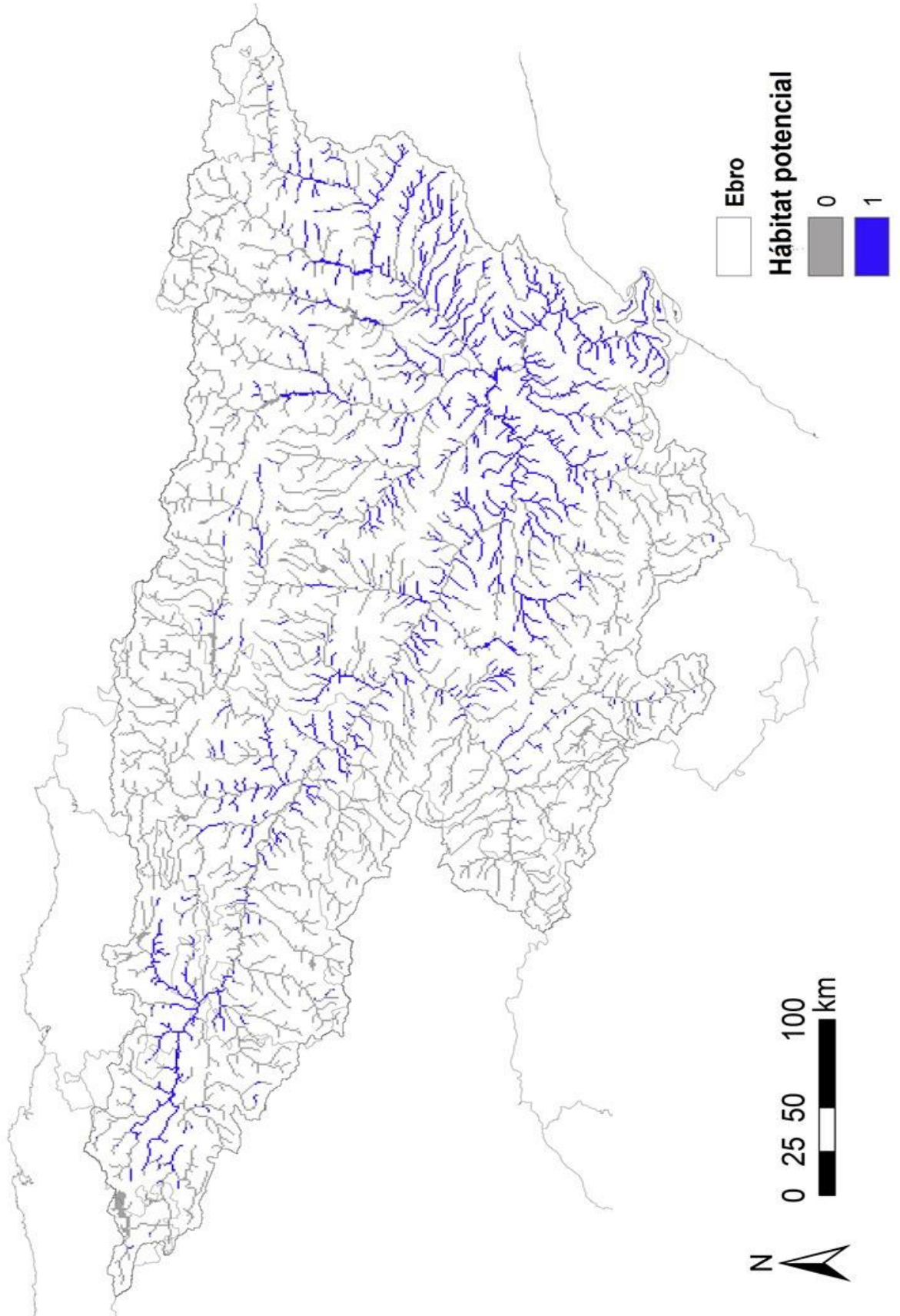
Associació la Sorellona

MAPA 4. PROBABILIDAD DE PRESENCIA DE *SALARIA FLUVIATILIS*



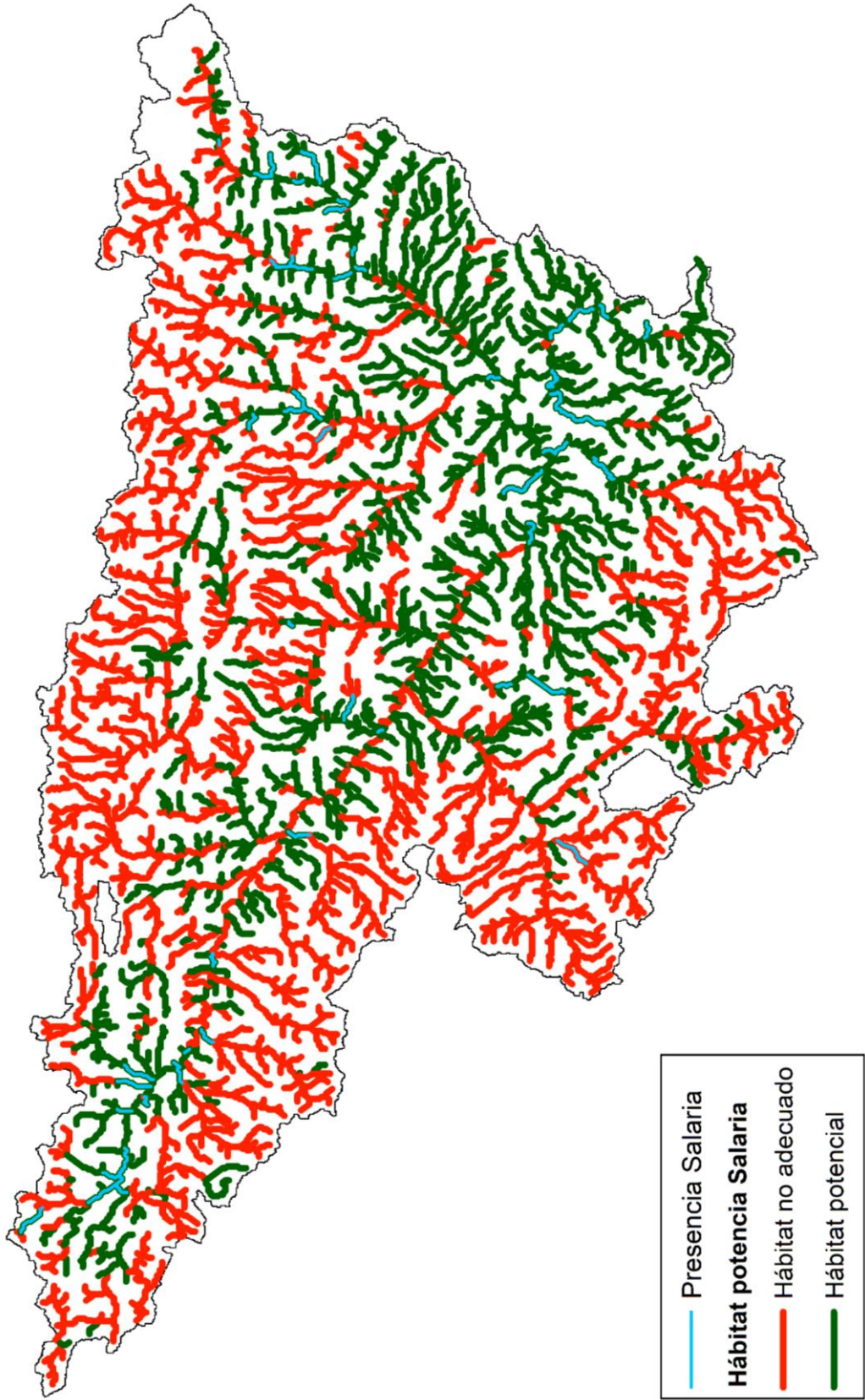


MAPA 5. HÁBITAT POTENCIAL DE *SALARIA FLUVIATILIS*





MAPA 6. TRAMOS OCUPADOS SOBRE HÁBITAT POTENCIAL DE SALARIA FLUVIATILIS





Relación del fraile con las comunidades de macrofauna acuática y el hábitat fluvial

En el marco de los muestreos de este proyecto se han detectado hasta 22 especies de peces, de las cuales 10 son exóticas (45,5%); también se han registrado capturas de tres anfibios autóctonos, y de tres grandes crustáceos, dos de los cuales exóticos (Tabla 1).

La mayoría de las especies autóctonas están hoy escasamente distribuidas, apareciendo solo en un porcentaje bajo (<10%) de las estaciones prospectadas. Entre las autóctonas, las especies más extendidas, como el piscardo, el barbo de Graells o el gobio, entre algunas otras, ni siquiera alcanzan el 40% de ocupación de las estaciones prospectadas. Todo indica que muchas de las especies autóctonas, si no todas, se encuentran en un proceso de regresión más o menos acusado.

En cambio, actualmente la mayor parte de las especies exóticas de peces detectadas parecen encontrarse en expansión en la cuenca, a pesar de que en general su distribución está bastante restringida aún. La más extendidas son claramente el siluro y el alburno, siendo también dos de las especies que se han propagado más durante los últimos años.

La clasificación de las estaciones de muestreo en grandes grupos en función de las ocurrencias por especie resulta en tres grupos con separación significativa (Figura 1):

El grupo 1 está dominado por especies autóctonas de peces, siendo la más frecuentes la madrilla i el barbo de Graells, pero con cierta tendencia a la aparición de peces exóticos, y una fuerte tendencia a la aparición de cangrejo rojo americano. Se trata sobre todo de estaciones situadas en tributarios del curso medio del río Ebro.

El grupo 2 está claramente dominado por la aparición de peces exóticos, principalmente alburno y siluro, con cierta tendencia -aunque menor- de aparición de algunos peces autóctonos como el gobio, y nuevamente con presencia habitual de cangrejo rojo americano. Estas estaciones se sitúan principalmente en el curso principal del río Ebro, en su tramo medio.

En cuanto al grupo 3, dominan claramente las apariciones de peces autóctonos, destacando especies muy comunes como el piscardo, el lobo de río, el gobio o el barbo de Graells, pero con algunas presencias de peces exóticos, y nuevamente con una notable presencia de decápodos exóticos (ambas especies). Se trata de estaciones situadas sobre todo en el curso alto del Ebro y algunos tramos medios de tributarios.



El fraile aparece en todos los grupos, pero su presencia relativa en los grupos 1 y 2 es claramente residual, apareciendo en unas pocas estaciones. Actualmente, su presencia es destacable sobre todo en una parte de las estaciones del grupo 3, donde justamente la preponderancia de los peces autóctonos es mayor y la de peces exóticos es menor, como ya se ha expuesto.

Un primer análisis comparativo entre especies en base a su abundancia relativa, mediante correlaciones bivariadas entre especies, no muestra ninguna relación significativa entre la densidad de fraile y el resto de peces, sean autóctonos o exóticos (Tabla 2).

En cambio, el análisis CCA realizado con los datos conjuntos de abundancia relativa de las especies detectadas y las variables ambientales medidas en cada subestación de muestreo, arroja resultados más consistentes y clarificadores (Tabla 3 y Figuras 2 a 6). De entrada, la distribución de las especies respecto a los dos principales ejes explicativos de este análisis muestra una notable agregación de las autóctonas separándose de la mayor parte de exóticas (Figura 2). Es decir, parece claro que, en los hábitats dominados actualmente por peces exóticos, los autóctonos han desaparecido o se han vuelto muy escasos. El fraile se sitúa en una “posición” dentro del espacio dominado por exóticas, pero algo desplazado hacia hábitats y situaciones específicas y diferenciadas de otras especies. Cada una de las autóctonas presenta un patrón de ocupación de hábitats bastante diferenciado, des de situaciones particulares muy “arrinconadas” o “estrechas”, es decir que aparecen solo en hábitats con características específicas, como por ejemplo el barbo colirrojo o lamprehuela, hasta distribuciones amplias ocupando un gran espectro de hábitats, aunque sea con abundancias muy variables, como es el caso del piscardo o el barbo de Graells (Figura 3).

En el caso del fraile, se observa una distribución amplia respecto a los ejes explicativos, aunque con mayor preferencia por algunos ambientes específicos que más adelante se describen (Figura 3-A). Para el fraile, destaca también el hecho que aparece irregularmente en no muchas estaciones, con lo que se puede deducir que intervienen otros factores no totalmente incorporados en este análisis que explican su situación actual. Todo indica que esta especie puede aparecer en una notable variedad de hábitats, aunque a menudo con baja densidad, sea porqué tiene unas preferencias



de hábitat sin embargo bien definidas, o sea por el efecto claro de la presencia masiva de exóticas en algunos hábitats *a priori* adecuados.

Así pues, aunque el fraile puede aparecer en una notable variedad de hábitats, presenta una clara preferencia por lechos poco profundos, con agua de calidad alta o media, escasa vegetación sumergida o helofítica, escasa cobertura arbórea, y sobre todo con dominancia de bolos de tamaño medio o grande en el sustrato (Figura 6). Este hábitat encaja típicamente con los rápidos fluviales dinámicos de grandes cursos fluviales, sobre todo en tramos fluviales con alta calidad ecológica, y más concretamente con alta calidad hidromorfológica. Lamentablemente, muchos de estos hábitats han desaparecido, o bien se han degradado en gran medida, por ejemplo, por colmatación de sedimentos finos o por encauzamientos artificiales del canal fluvial cada vez más drásticos y extendidos.

Aún peor, en muchos tramos del propio curso principal del río Ebro, es decir en plena zona de distribución histórica de la margaritona, a la degradación de estos hábitats idóneos para el fraile, hay que añadir la invasión a gran escala por ciertas especies exóticas, las cuales todo indica que son incompatibles con la presencia de fraile. Entre estas exóticas que hoy ocupan los hábitats antaño probablemente ocupados por fraile en el curso principal del Ebro, hay que destacar el dúo siluro/alburno, pero también otras especies que seguirán progresando por este río, como la lucioperca. El siluro y la lucioperca, por su alta preferencia de depredación sobre la macrofauna bentónica, y muy específicamente sobre otros peces, son las dos especies de mayor preocupación para la conservación del fraile.

Tampoco hay que omitir la incidencia sobre el fraile de los grandes decápodos exóticos. El cangrejo rojo americano ocupa principalmente hábitats ya muy degradados para el fraile, y abandonados por esta especie íctica quizás incluso antes de la proliferación del decápodo; pero el cangrejo señal presenta actualmente un espectro de ocupación de hábitats que se solapa en gran medida con los hábitats aun ocupados por fraile, lo cual resulta ciertamente preocupante a corto y medio plazo.

	Nombre	Nombre científico	Código
Peces	Trucha común	<i>Salmo trutta</i>	STR
	Piscardo	<i>Phoxinus phoxinus</i>	PPH
	Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	LGR
	Barbo colirrojo	<i>Barbus haasi</i>	BHA
	Bagre	<i>Squalius laietanus</i>	SLA
	Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	GLO
	Bermejuela	<i>Achondrostoma arcasii</i>	AAR
	Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	PMI
	Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	AAL
	Gardí	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SER
	Rutilo	<i>Rutilus rutilus</i>	RRU
	Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	CCA
	Fraile o blenio de río	<i>Salaria fluviatilis</i>	SFL
	Lobo de río	<i>Barbatula quignardi</i>	BQU
	Colmilleja	<i>Cobitis paludica</i>	CPA
	Lamprehuela	<i>Cobitis calderoni</i>	CCAL
	Siluro	<i>Silurus glanis</i>	SGL
	Pez gato negro	<i>Ameiurus melas</i>	AME
	Gambusia	<i>Gambusia holbrooki</i>	GHO
	Perca americana	<i>Micropterus salmoides</i>	MSA
Perca sol	<i>Lepomis gibbosus</i>	LGI	
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	SLU	
Anfibios	Rana común	<i>Pelophylax perezi</i>	PPE
	Sapo partero común	<i>Alytes obstetricans</i>	AOB
	Sapillo moteado común	<i>Pelodytes punctatus</i>	PPU
Crustáceos	Cangrejo señal	<i>Pacifasciatus leniusculus</i>	PLE
	Cangrejo rojo americano	<i>Procambarus clarkii</i>	PCL
	Camarón de río	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	ADE

Tabla 1.- Espècies de peces y otra macrofauna acuática detectados en los muestreos estandarizados realizados en el marco de este proyecto. Se indican los códigos utilizados en tablas y figuras posteriores. En rojo, especies exóticas. En negrita, especies con apariciones en mas de dos estaciones, incluidas en los análisis posteriores.

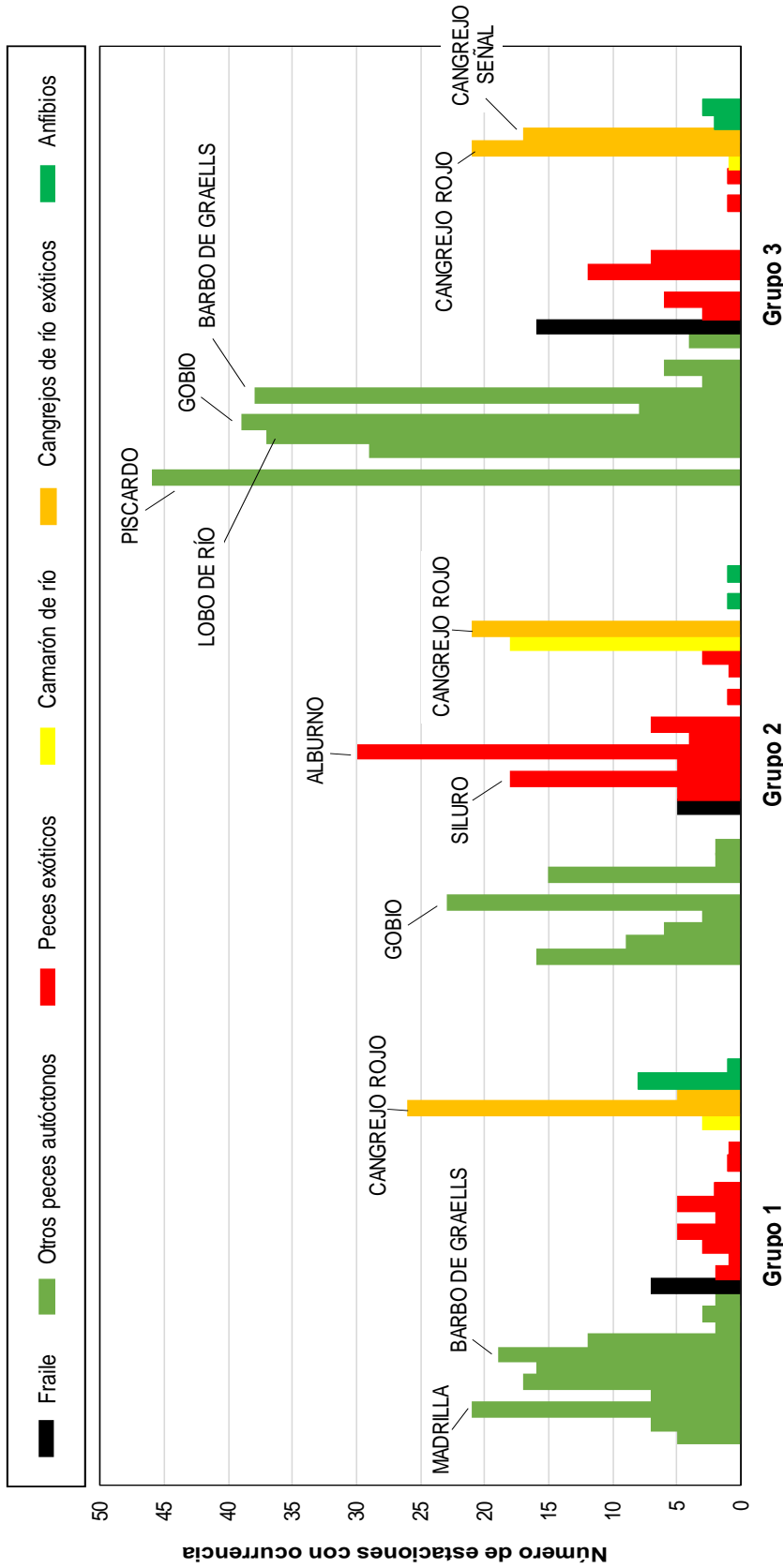


Figura 1.- Resultados de un análisis de clasificación de las comunidades de peces en base a los datos de ocurrencia por especie y estación de muestreo (presencia/ausencia). Para cada grupo identificado y significativamente separado, se representan el número de ocurrencias (estaciones con presencia) por especie. En cada grupo se indican las especies más representativas, es decir de mayor frecuencia de aparición.

Proyecto SOS Margaritona
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN
DEL FRAILE (SALARIA FLUVIATILIS)



	CCA	SGL	RRU	SER	SLA	AAL	LGR	BHA	STR	SFL	GLO	SLU	LGI	GHO	AAR	BQU	PMI	CPA	CCAL	PPE	AOB	ADE	PCL	PLE
PPH	-0,056	0,03	-0,119	-0,05	-0,192	0,05	0,08	0,097	-0,006	-0,07	0,364	-0,07	-0,063	-0,142	0,087	0,251	0,053	-0,059	0,091	-0,057	0,07	-0,084	-0,15	0,104
CCA		0,036	-0,033	-0,014	0,126	0,183	-0,015	-0,046	-0,056	-0,011	-0,093	-0,019	-0,033	0,079	0,054	-0,067	-0,006	-0,016	-0,032	-0,023	-0,025	0,081	-0,04	-0,041
SGL			0,019	-0,021	0,024	0,123	-0,059	-0,068	-0,039	-0,068	0,035	-0,029	0,046	-0,004	-0,037	-0,037	-0,079	-0,025	-0,048	-0,043	-0,038	0,075	0,047	-0,068
RRU				0,4	0,135	-0,019	-0,086	-0,037	-0,047	0,007	-0,08	0,749	0,215	0,043	-0,021	-0,07	-0,08	-0,014	-0,028	-0,025	-0,023	-0,049	0,021	-0,05
SER					0,343	-0,012	-0,039	-0,017	-0,021	-0,025	-0,031	-0,007	-0,013	-0,009	-0,009	-0,03	-0,034	0,006	-0,012	-0,011	-0,01	-0,021	0,034	-0,021
SLA						0,228	0,075	-0,064	-0,071	-0,052	-0,068	-0,028	0,207	0,134	-0,035	-0,111	-0,032	-0,01	-0,046	-0,041	-0,037	-0,08	0,08	-0,081
AAL							0,133	-0,072	-0,102	-0,087	0,22	-0,03	-0,048	-0,032	-0,049	-0,057	0,066	0,033	0,05	-0,056	-0,051	0,089	-0,001	-0,089
LGR								-0,053	-0,07	-0,013	0,262	-0,054	-0,06	-0,049	0,048	0,034	0,117	0,03	0,043	-0,008	-0,013	-0,029	-0,045	-0,067
BHA									0,042	-0,075	0,123	-0,024	-0,041	-0,05	0,124	-0,077	0,123	-0,02	0,085	0,113	-0,032	-0,065	-0,098	0,106
STR										-0,025	0,115	-0,029	-0,05	-0,06	-0,033	-0,019	-0,099	-0,025	-0,014	-0,043	-0,032	-0,08	-0,12	0,305
SFL											-0,08	-0,009	-0,029	-0,03	-0,037	0,004	-0,011	-0,029	-0,056	-0,028	0,139	0,045	-0,04	0,076
GLO												-0,054	-0,048	-0,104	0,115	0,135	0,097	-0,046	0,164	-0,05	-0,023	-0,057	0,028	0,187
SLU													0,093	-0,015	-0,013	-0,041	-0,047	-0,008	-0,017	-0,015	-0,013	-0,029	-0,04	-0,029
LGI														0,389	-0,022	-0,048	-0,062	-0,015	-0,028	-0,025	-0,023	-0,008	0,056	-0,026
GHO															0,25	-0,085	-0,02	0,467	-0,034	0,306	0,054	-0,051	0,132	-0,06
AAR																-0,034	0,073	0,035	0,403	-0,005	0,07	-0,036	-0,035	-0,036
BQU																	-0,084	-0,035	0,142	-0,054	0,081	-0,094	-0,037	0,017
PMI																		-0,016	0,022	0,106	-0,046	-0,059	0,007	0,109
CPA																			-0,014	0,431	0,172	-0,024	0,015	-0,025
CCAL																				-0,018	-0,022	-0,038	0,034	-0,048
PPE																					0,051	-0,042	0,047	-0,04
AOB																						-0,038	-0,012	-0,038
ADE																							-0,018	-0,08
PCL																								-0,082

Tabla 2.- Resultados de un análisis de correcciones bivariadas entre la abundancia relativa (CPUE) de cada especie detectada, por estación de muestreo. Se indican el coeficiente de correlación. Leyenda: ■ correlación significativa a $p < 0,01$; ■ correlación significativa a $p < 0,05$; ■ correlación significativa a $p < 0,1$.

Proyecto SOS Margaritona
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN
DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*)



Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
log Conductividad	0.3204	-0.2654	-0.0827	-0.0789
Log Profundidad máxima	-0.2201	-0.1865	-0.2592	0.1624
Log Profundidad media	-0.2659	-0.2416	-0.1773	0.0849
Velocidad del agua	-0.2024	-0.1192	-0.1530	-0.2192
Vegetación helofítica: Total	0.2553	-0.0650	0.0651	0.0945
Vegetación helofítica: Carrizo	0.1228	-0.1476	0.0607	0.1262
Vegetación helofítica: Eneas	0.0568	0.0267	0.1122	0.1136
Vegetación helofítica: Hierbas	0.3077	0.0749	-0.1018	0.0092
Vegetación hidrofítica: Fanerógamas y carofíceas	0.1611	-0.0303	-0.0776	-0.0739
Vegetación hidrofítica: Pécton	-0.0416	-0.0284	-0.1005	0.0063
Vegetación hidrofítica: Plócon	0.1312	0.2724	-0.0916	-0.2321
Vegetación de ribera: Cobertura arbórea del lecho	-0.0627	0.1007	0.2282	0.0693
Elementos estructuradores: Raíces sumergidas	-0.0837	0.0079	0.0639	0.1597
Granulometría del sustrato: Roca	-0.0686	0.0236	0.1751	0.0375
Granulometría del sustrato: Bloques y piedras	-0.1631	-0.2184	0.0080	-0.0326
Granulometría del sustrato: Cantos y gravas	0.2652	0.2212	-0.2248	-0.1134
Granulometría del sustrato: Arenas	-0.1380	0.1744	-0.1656	0.1837
Granulometría del sustrato: Limos y arcillas	0.2454	-0.0735	0.2717	0.2416
Variación explicada acumulada de la relación especies/hábitat (%)	23,4	40,1	52,5	62,3

Tabla 3.- Correlación entre las variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat y los cuatro primeros ejes explicativos derivados del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA) (Figura 2). La variable densidad relativa (CPUE+1) de las especies y diversas variables ambientales han sido transformadas logarítmicamente; solo se han incorporado al análisis las especies con capturas en un mínimo de dos estaciones de muestreo. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

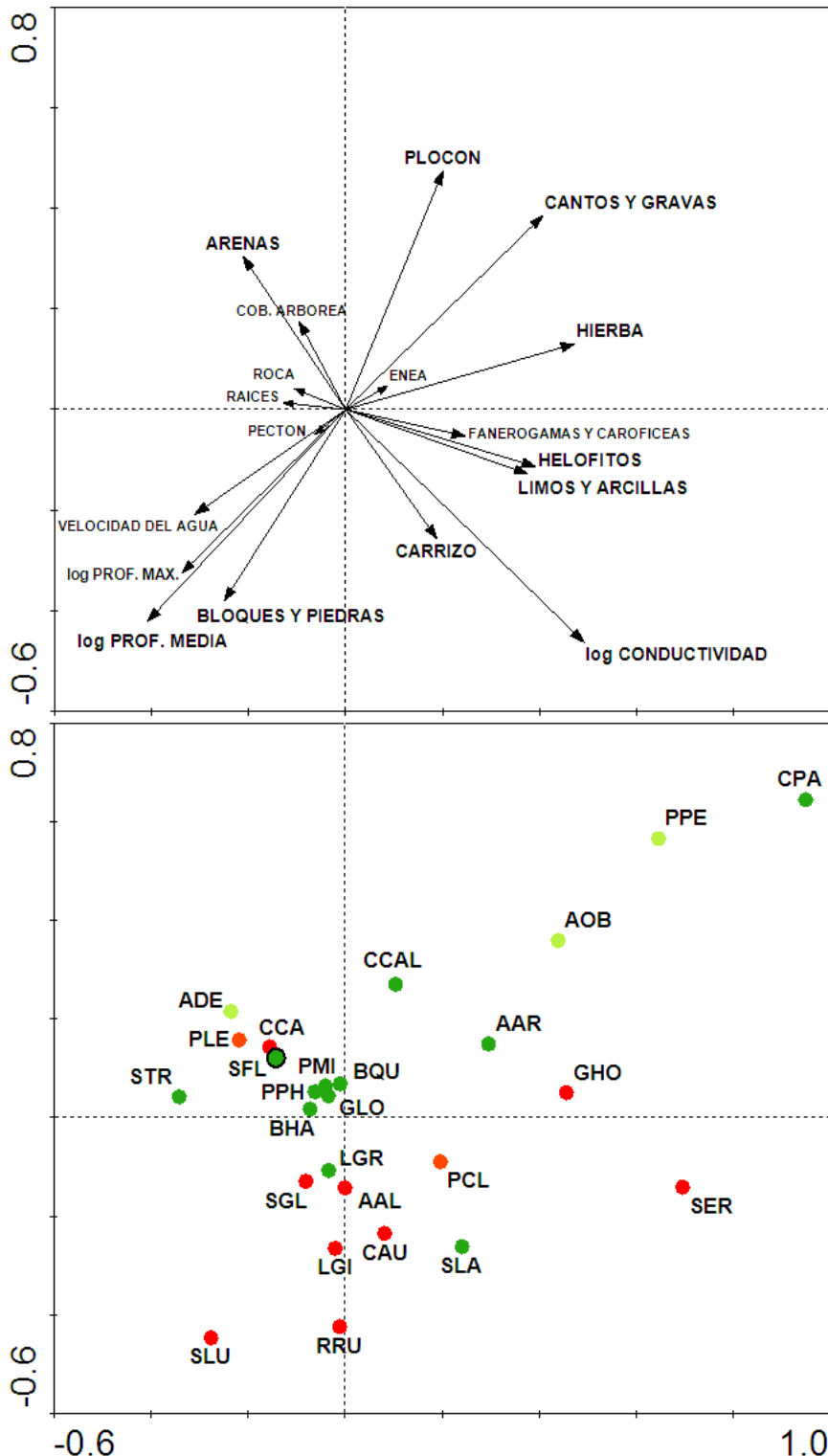


Figura 2.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies* con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Se representan las variables sobre el hábitat (flechas negras), y la posición relativa de las especies respecto los dos primeros ejes explicativos. * La variable densidad relativa (CPUE+1) de las especies y diversas variables ambientales han sido transformadas logarítmicamente; solo se han incorporado al análisis las especies con capturas en un mínimo de dos estaciones de muestreo. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

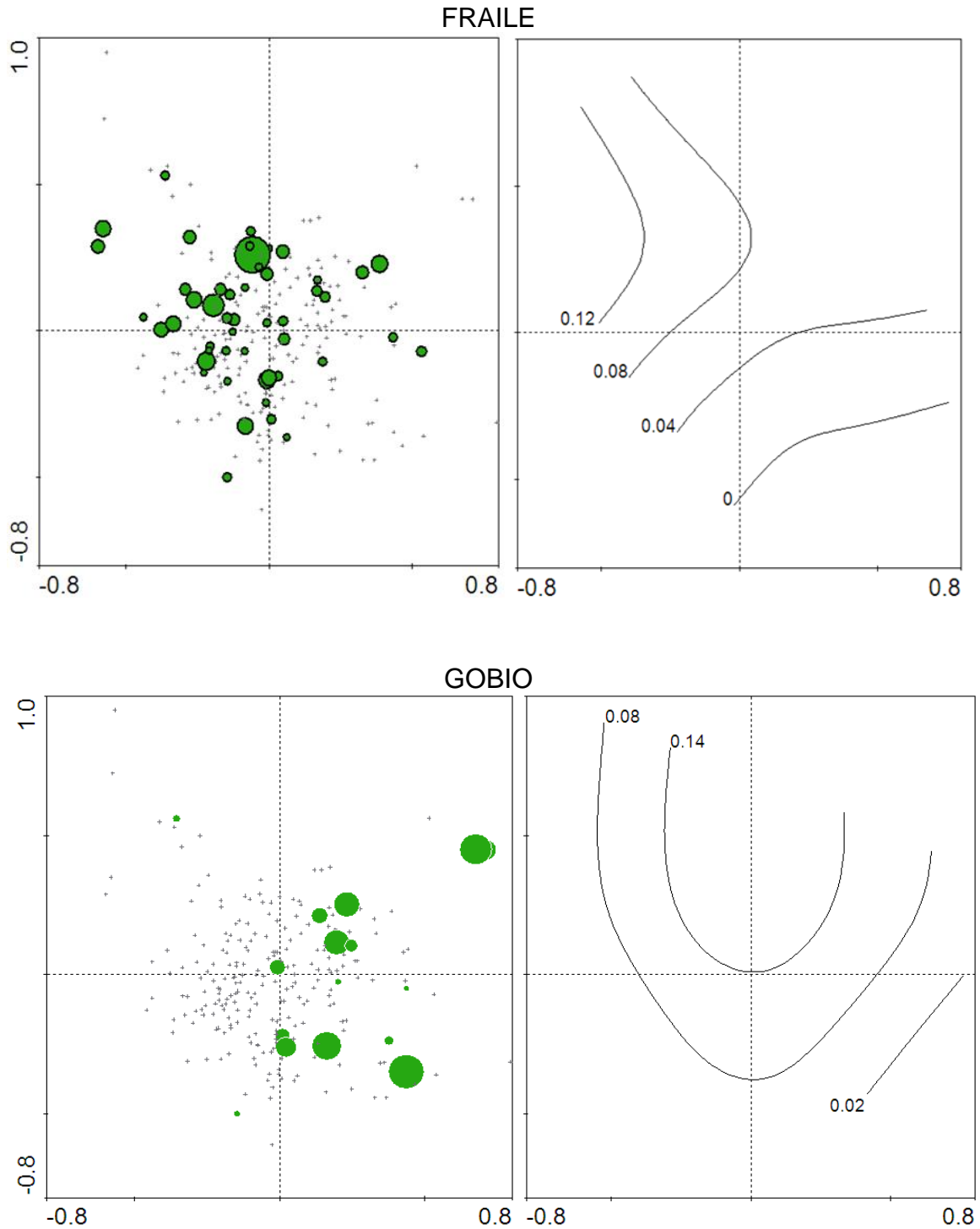


Figura 3-A.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies autóctonas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

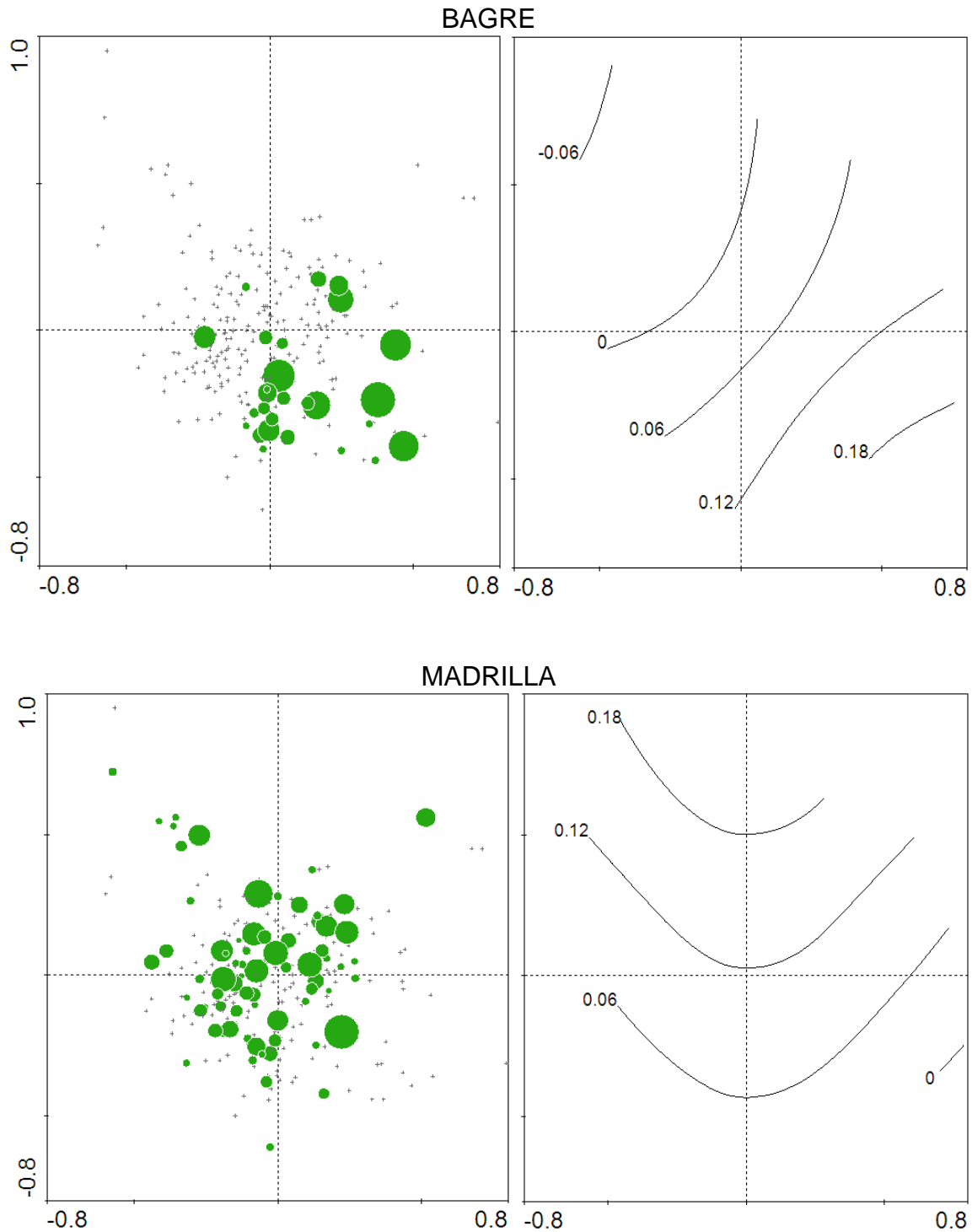


Figura 3-B.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies autóctonas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

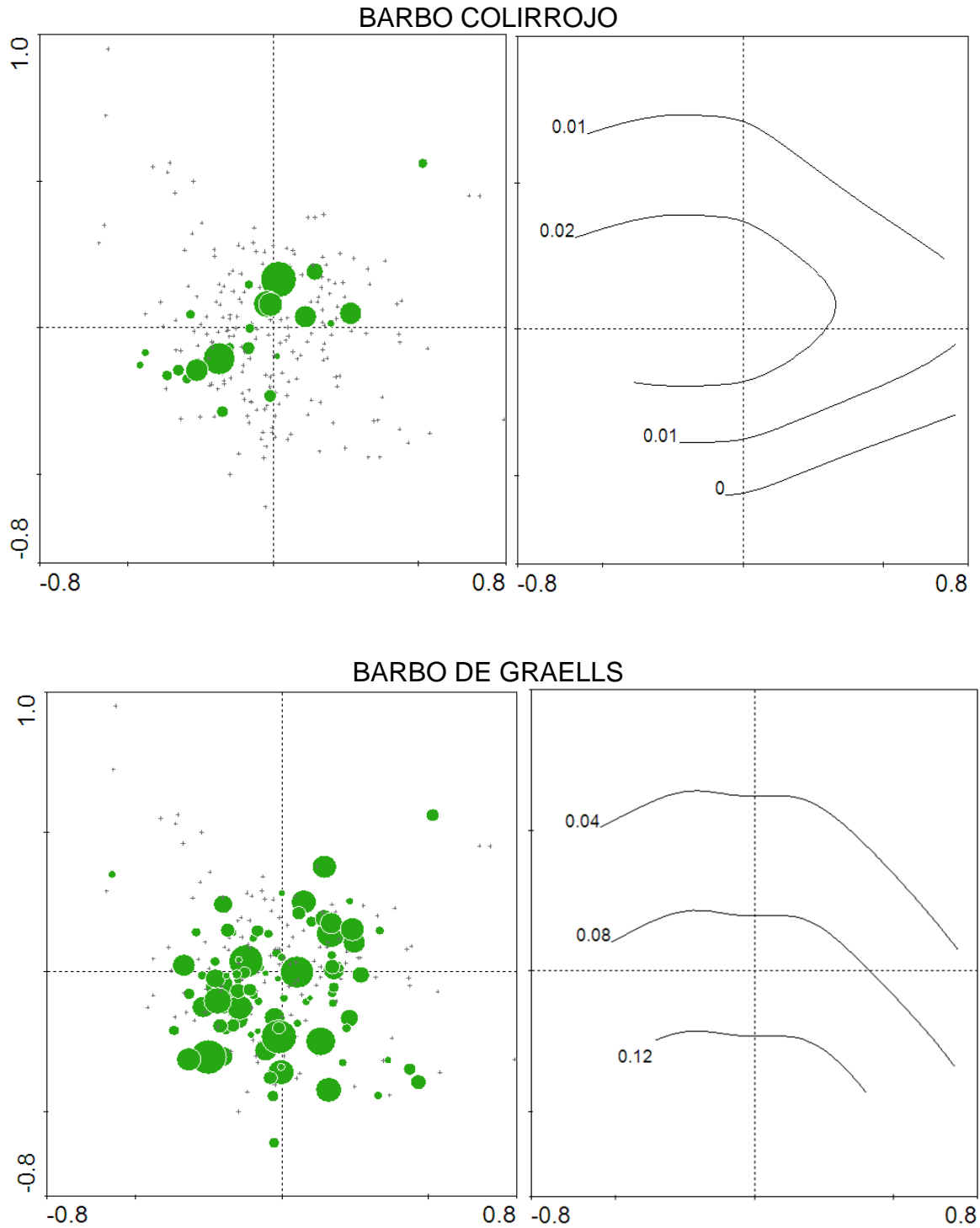


Figura 3-C.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies autóctonas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

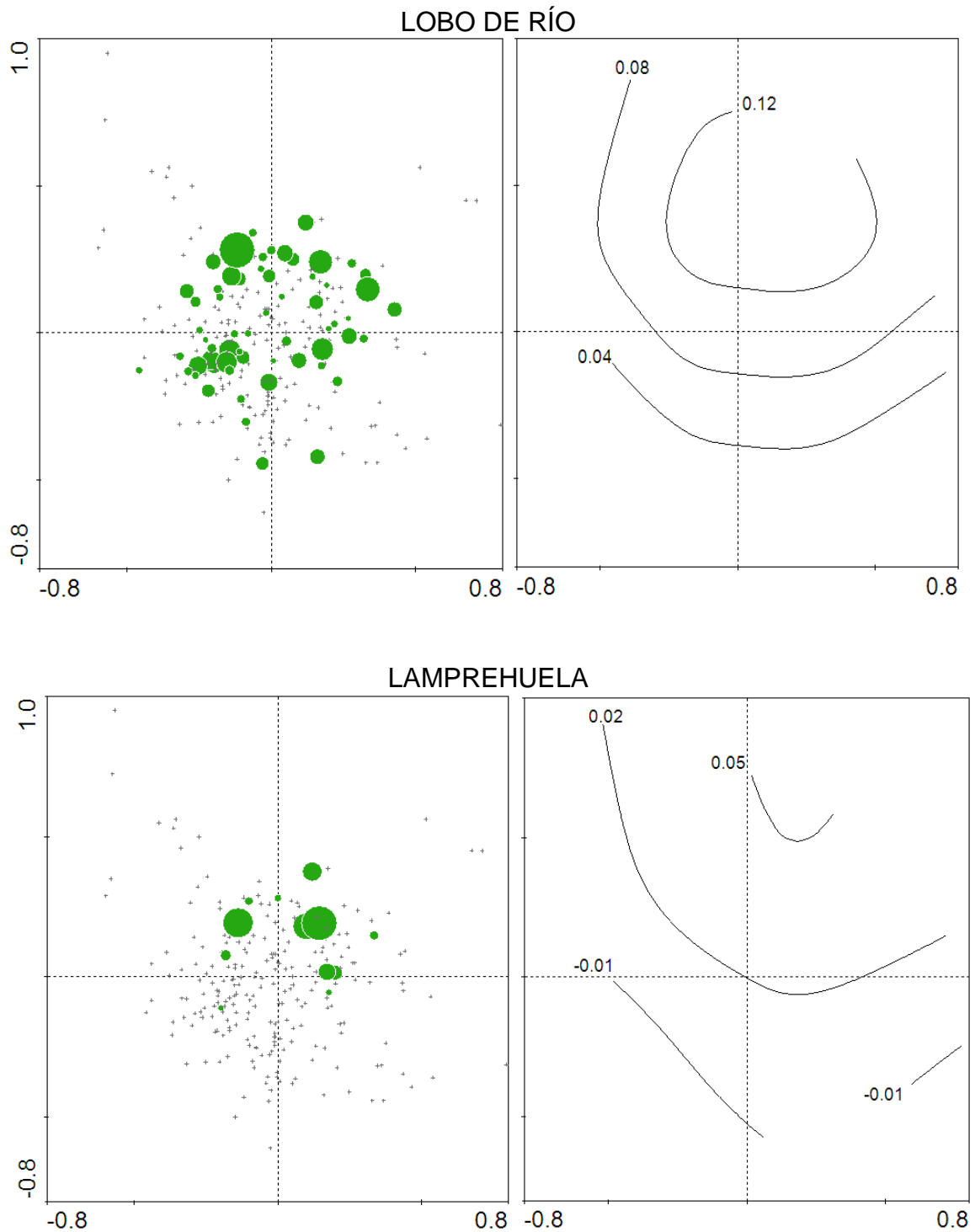


Figura 3-D.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies autóctonas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

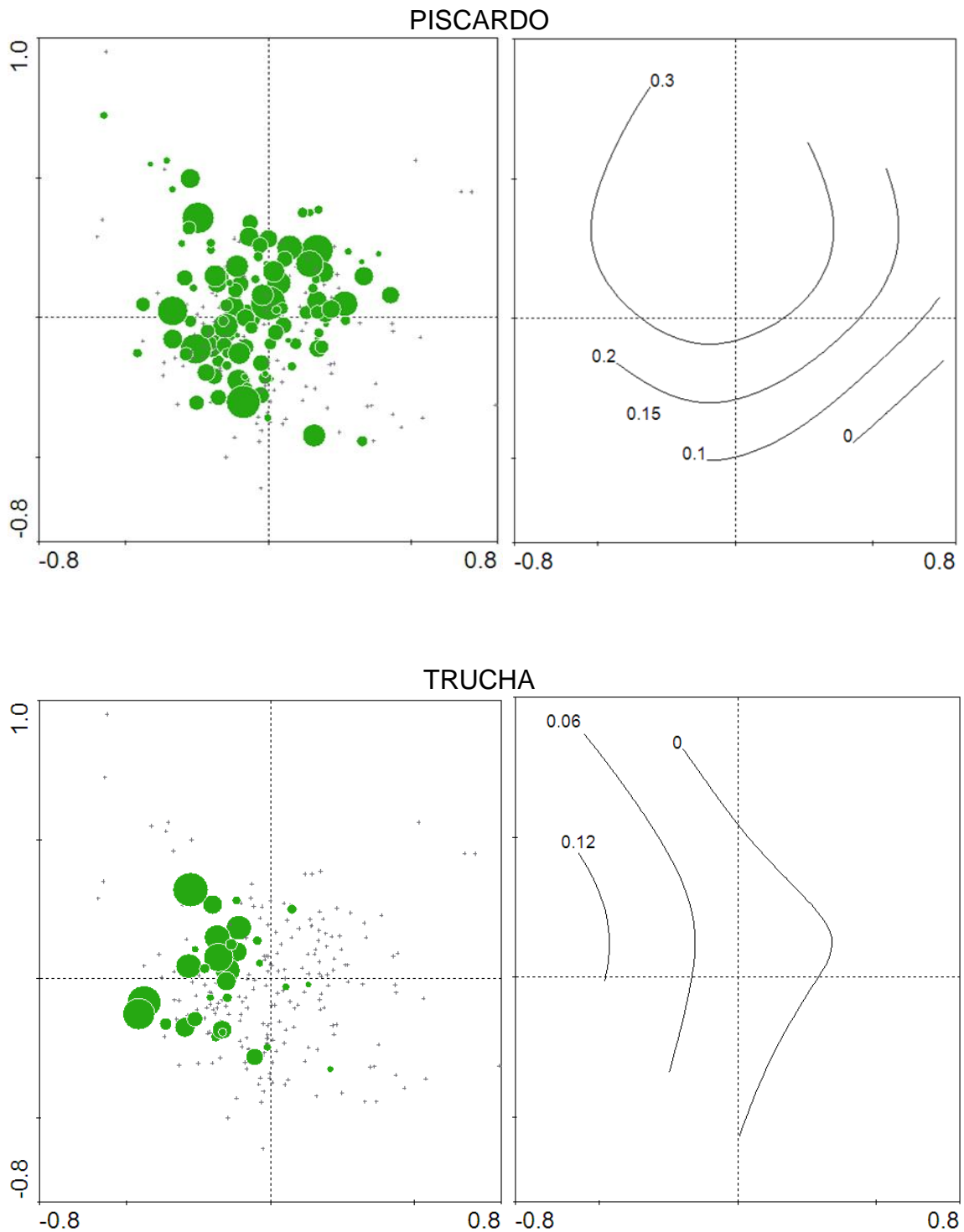


Figura 3-E.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies autóctonas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

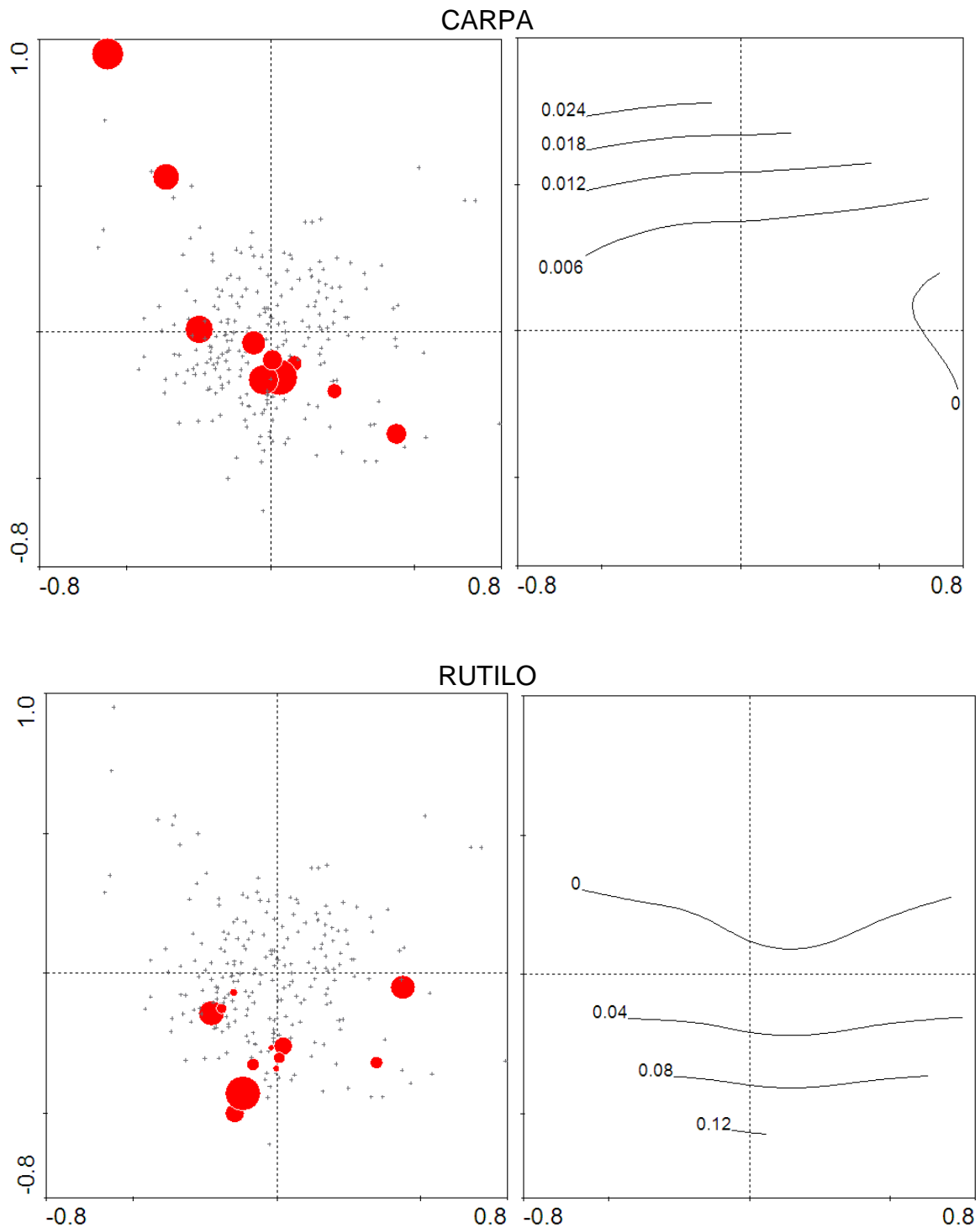


Figura 4-A.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies exóticas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

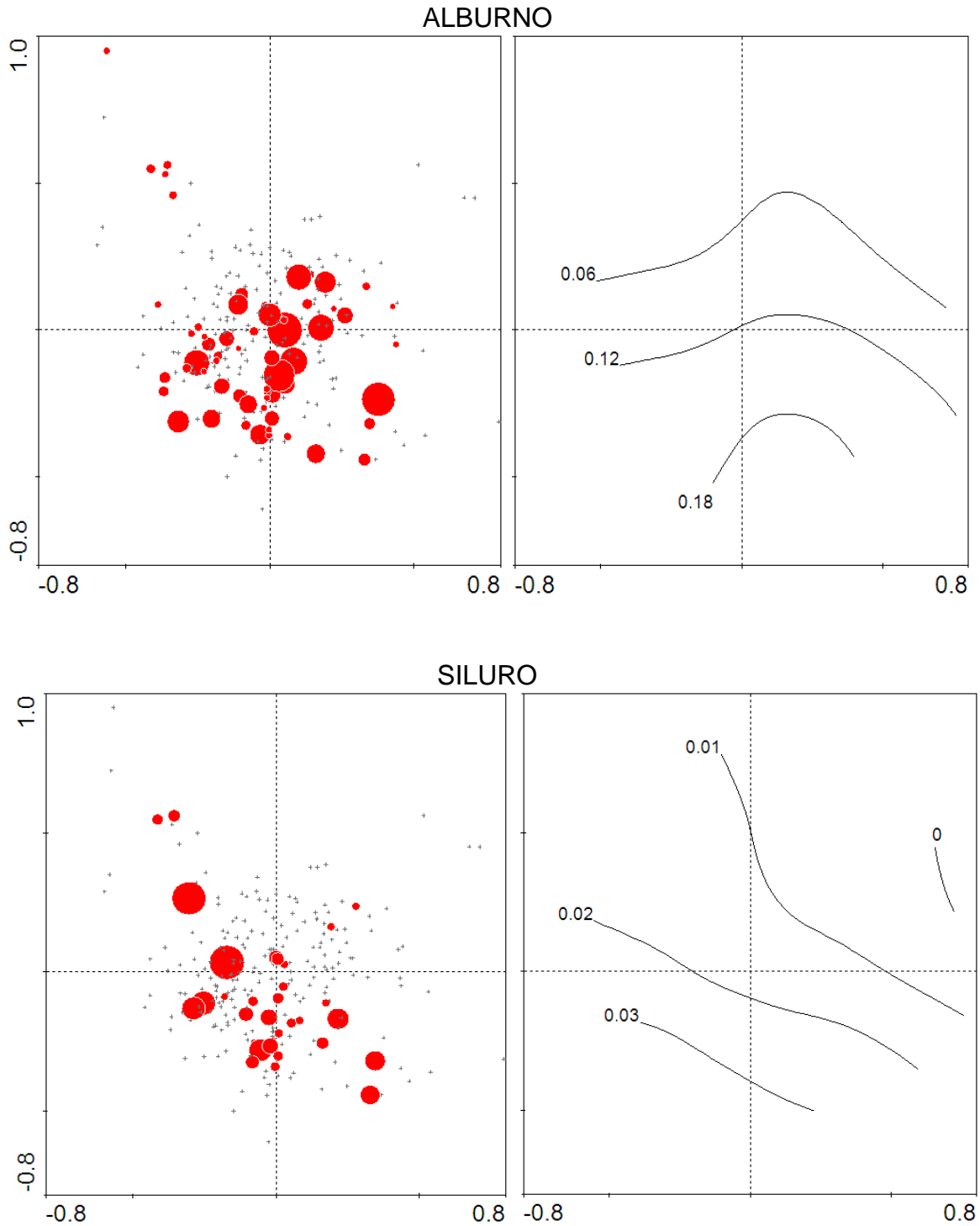


Figura 4-B.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies exóticas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

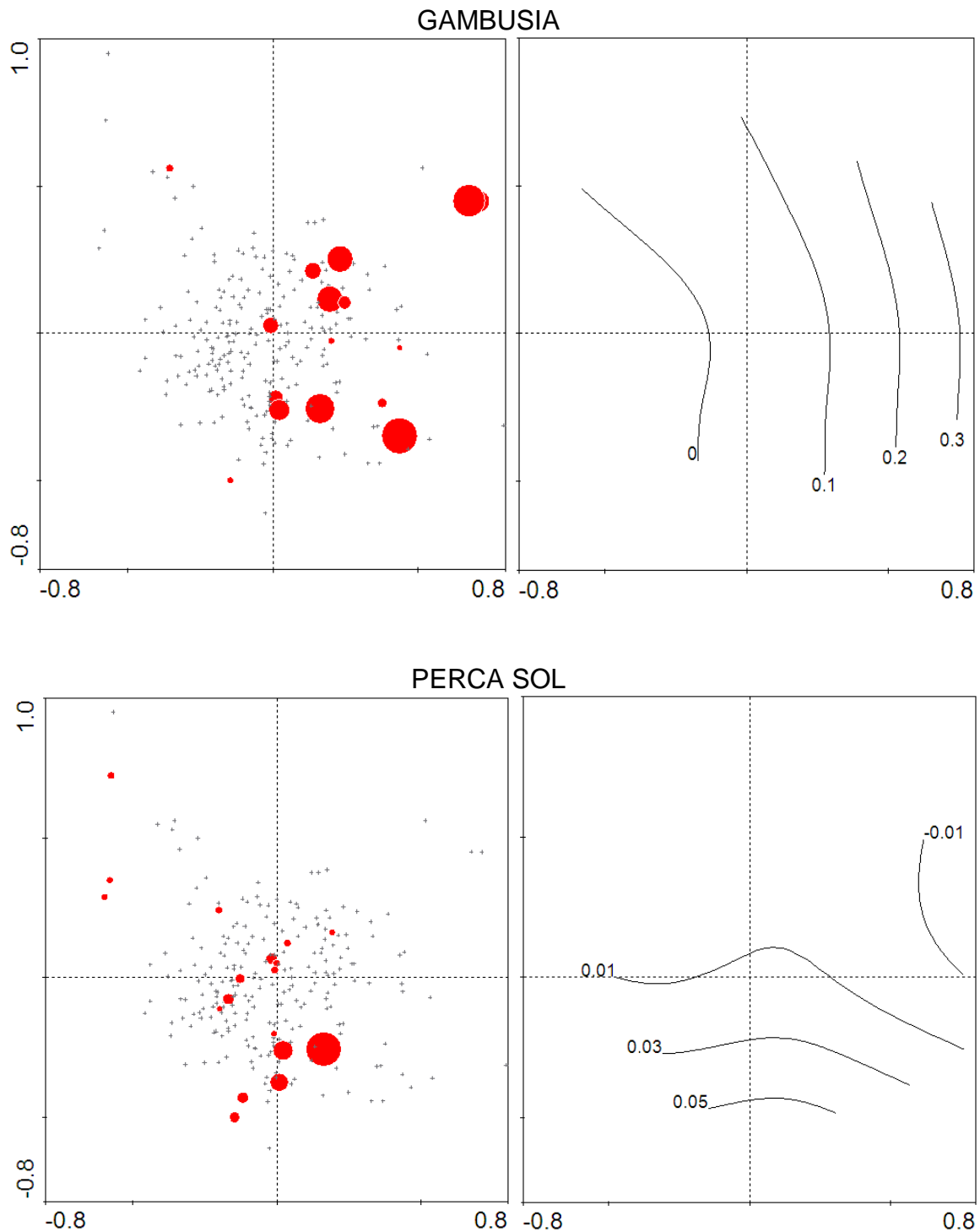


Figura 4-C.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para las especies exóticas más abundantes, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

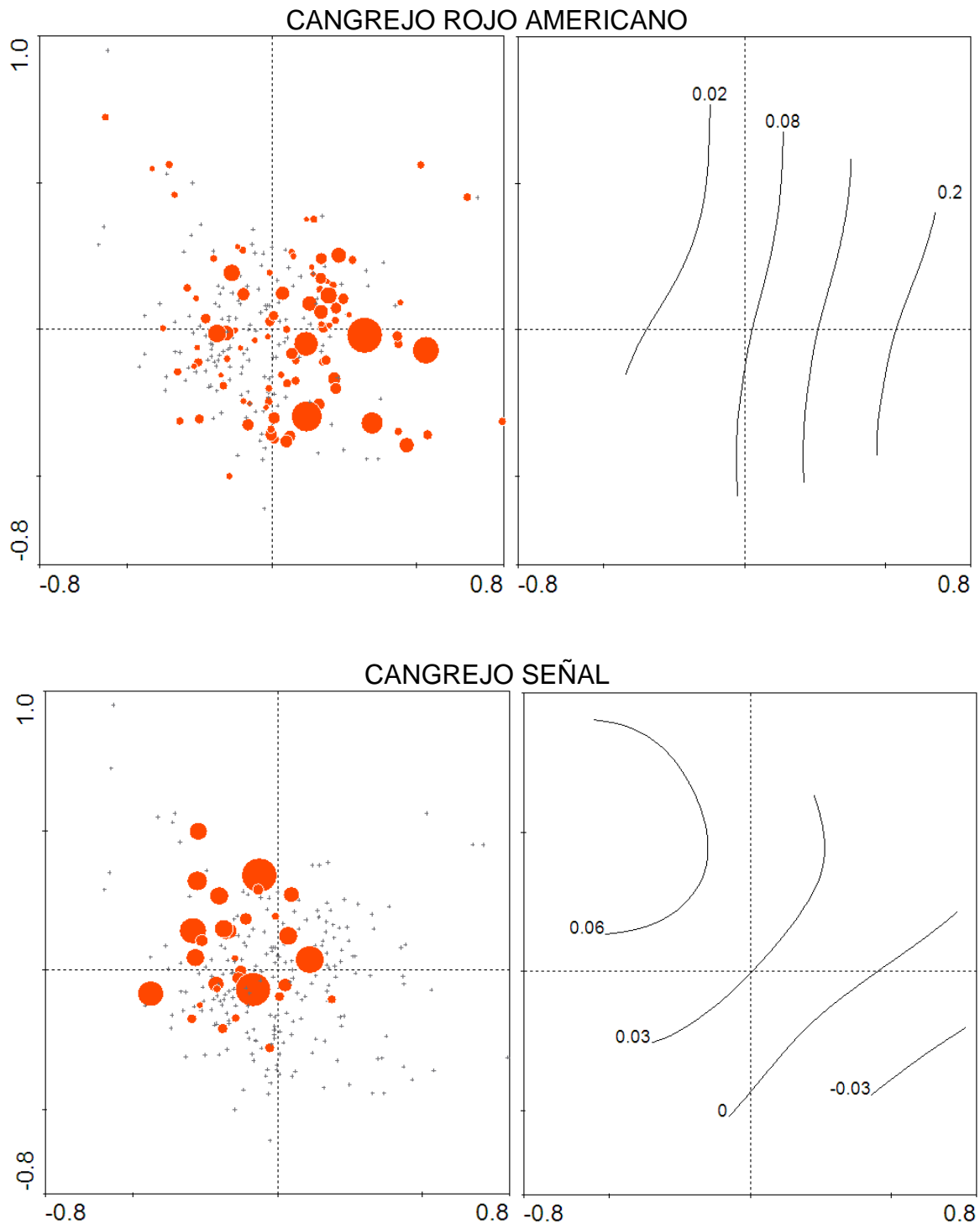


Figura 5.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA)* realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat, medidas por estación de muestreo. Para los decápodos exóticos, se representan la densidad relativa por estación de muestreo (izquierda), y una modelización de su abundancia mediante un modelo GAM (derecha), respecto los dos primeros ejes explicativos. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.

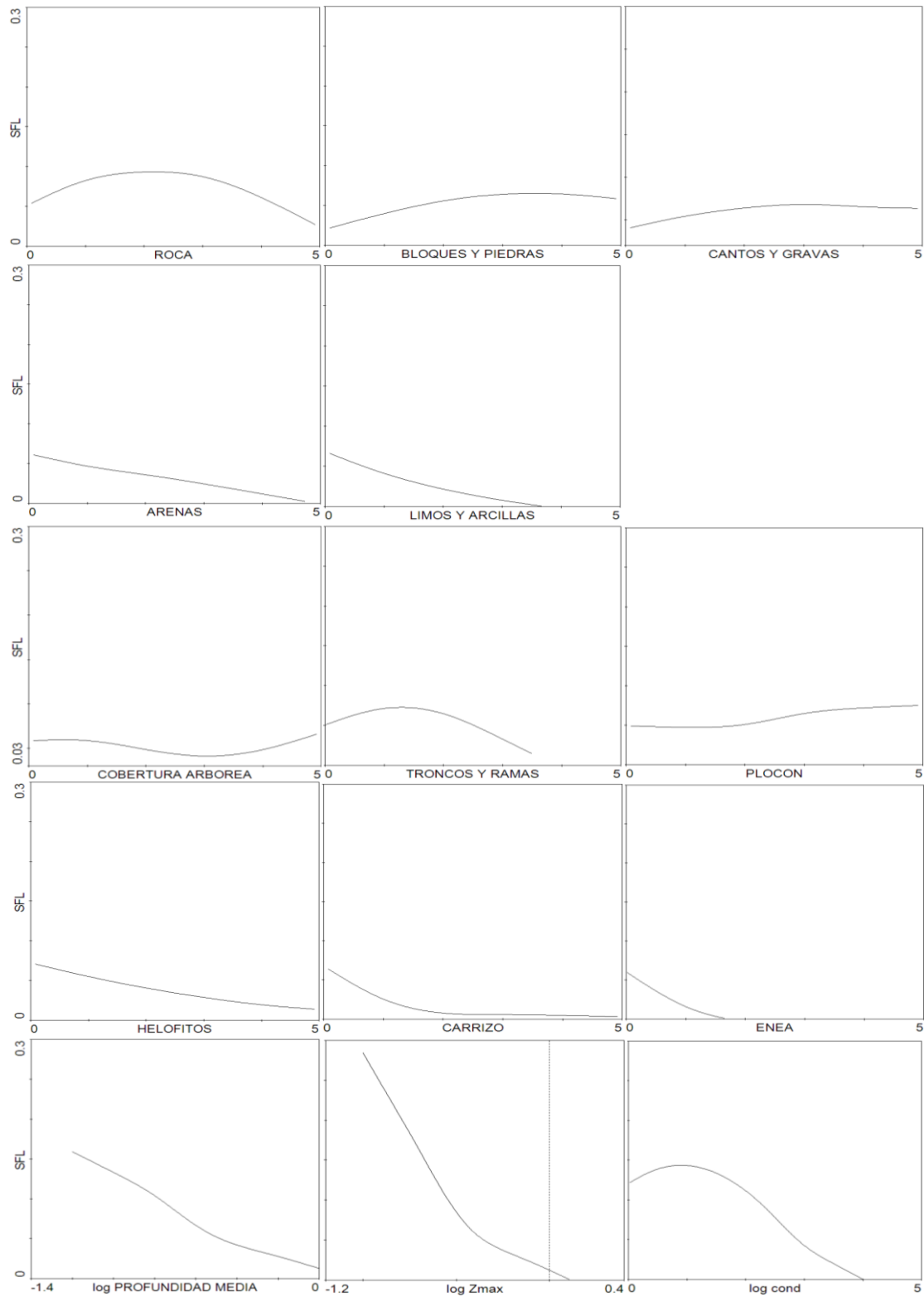


Figura 6.- Resumen gráfico del Análisis de Correspondencias Canónicas parcial (CCA) realizado para relacionar la densidad relativa (CPUE) de las especies con las principales variables ambientales relacionadas con la estructura del hábitat. Curvas de respuesta del fraile respecto las principales variables ambientales. Fuente: elaboración propia partiendo de datos originales.



4.- RECOMENDACIONES DE GESTIÓN

Lamentablemente, los resultados de esta evaluación no son optimistas sobre la situación actual del fraile. Sin ser una de las especies autóctonas más amenazadas de la cuenca del Ebro, su regresión es inequívoca y posiblemente generalizada. Como en el caso de la margaritona, esto se debe al estado actual de los hábitats, por un lado, y del poblamiento de peces, por otro. La mejora general de esta situación resulta compleja y depende en gran medida de esfuerzos a gran escala por parte de diversas administraciones con competencias confluentes en gestión del medio natural. En este sentido, la recuperación a escala de masa de agua de 1) el estado ecológico, 2) la calidad del agua y 3) la integridad de las comunidades faunísticas originales es un reto global de notable magnitud, que sin embargo constituiría la principal vía para establecer unas condiciones de base óptimas para la recuperación del fraile y quizás después de las poblaciones de *M. auricularia*. Sin embargo, también son posibles esfuerzos locales y concretos para la conservación y recuperación del fraile, al menos a escala local.

Algunas medidas puntuales pueden contribuir a mejorar localmente la situación de los hábitats fluviales y del poblamiento de peces, con el fin de mejorar las posibilidades de conservación y recuperación del fraile. Aunque no están desarrolladas con detalle ejecutivo, a continuación, se proponen algunas recomendaciones concretas:

1. INCORPORACIÓN DE CRITERIOS ESPECÍFICOS EN PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN FLUVIAL. Dada la alta especificidad del hábitat del Fraile, deberían incorporarse criterios específicos en proyectos de restauración fluvial en tramos con presencia actual o potencial de la especie, como por ej. colocación de arrecifes o escolleras adecuados para esta especie, o la recreación de microhábitats de alto potencial, como rápidos con cantos rodados de tamaño grande o medio (>10cm). Algunas de estas iniciativas pueden ser inicialmente experimentales, y deberían por ello monitorizarse debidamente.
2. PROPAGACIÓN DE POBLACIONES DE *SALARIA FLUVIATILIS*. A pesar de que es una especie con notable capacidad de dispersión, la fragmentación actual de sus poblaciones, y sobre todo la presencia de barreras artificiales de diverso tipo (por ej. presas y azudes, o tramos altamente degradados), dificulta el establecimiento espontáneo de nuevos núcleos en tramos que quizás se estén recuperando ecológicamente. Por ello, debería plantearse un programa de traslocaciones hacia tramos adecuados dentro de su zona de distribución potencial, con ejemplares provenientes de las poblaciones fuente en buen estado que aún perduran.
3. CREACIÓN DE NUEVOS NÚCLEOS POBLACIONALES EN MASAS DE AGUA ARTIFICIALES. Dentro de un marco conceptual como el iniciado en este proyecto, deberían ensayarse nuevas sueltas de ejemplares de fraile en balsas, lagunas ornamentales y otras masas de agua artificiales, en una parte de las cuales podrán establecerse poblaciones densas. A pesar de cierta incertidumbre respecto al éxito en el establecimiento en cada masa de agua escogida, este sistema presenta la ventaja de su bajo coste. Aunque solamente se consigan nuevos núcleos estables en una parte de los intentos, estos nuevos núcleos poblacionales constituirían una baza clave para la conservación a escala de cuenca tanto del fraile como de la margaritona.

Proyecto SOS Margaritona
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN
DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*)



4. CONSERVACIÓN EX SITU INTENSIVA. La reproducción *ex situ* del fraile en condiciones controladas aún no está resuelta, al menos para la producción masiva de ejemplares que generen excedentes para su liberación en el medio natural, ni para su uso intensivo en el programa de conservación de la margaritona. Debería desarrollarse un programa de investigación aplicada par resolver esta cuestión, que además puede resultar clave en el futuro si los stocks salvajes de fraile siguen empeorando gradualmente.
5. CONTROL Y CONTENCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS. Difícil labor, a la que sin embargo no habría que renunciar con una prioridad principal: evitar una mayor degradación de las comunidades faunísticas originales. Al menos deberían impulsarse proyectos piloto encaminados a conseguir un mayor conocimiento práctico para la gestión de esta problemática ingente. Por otra parte, cabe recordar que la prevención efectiva es la principal herramienta de lucha contra las especies invasoras. En este sentido, debería prestarse especial atención a la entrada de nuevas especies, tanto de peces como de otras especies que pueden resultar perjudiciales para las náyades autóctonas, como otros moluscos, decápodos, etc.

Algunas de estas actuaciones ya se han ensayado e iniciado de la mano de algunas administraciones regionales, y también en el marco de este proyecto.

Finalmente, aunque no se trate de medidas de conservación, no habría que dejar de lado ciertas medidas de monitorización ecológica y de la biodiversidad, entre las que aquí se destacan:

6. NUEVOS ESTUDIOS ESPECÍFICOS. A pesar de ser una especie que ha merecido bastante atención por parte de la ictiología moderna, aun son necesarios nuevos estudios que profundicen en el conocimiento de diversos aspectos clave para su planificar medidas de conservación acertadas. Entre otros, es necesario comprender mejor su ecología, la relación con otras especies de fauna (sobre todo peces), su genética poblacional, y su biología de reproducción para favorecer eventuales programas de conservación *ex situ* de la especie.
7. MONITORIZACIÓN DE POBLACIONES DE PECES Y OTRA MACROFAUNA ACUÁTICA ACOMPAÑANTE. Aunque existen diversos programas de monitorización de peces, tanto a escala de cuenca como regionales, la mayoría están enfocados a su uso como indicadores biológicos, o bien a la evaluación de los recursos pesqueros. Por ello, aunque estos programas lógicamente aportan información de interés sobre el fraile y otras especies amenazadas, a menudo adolecen de un enfoque metodológico no orientado a una evaluación y monitoreo correcto de estas especies. En el caso del fraile, por ejemplo, sería necesario establecer un programa específico con métodos parecidos a los propuestos en este proyecto, que permitiera obtener más y mejor información (mayor regularidad y mejor detectabilidad). Solo así pueden obtenerse datos estandarizados fiables, para un correcto análisis temporal de tendencias poblacionales.



5.- BIBLIOGRAFÍA

- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 1998a. Description of the glochidium of *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793) (Bivalvia, Unionidae). *Philosophical Transactions of The Royal Society of London B*, 353: 1553-1559.
- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 1998b. *Margaritifera auricularia* (Unionoidea, Margaritiferidae), the giant freshwater pearl mussel rediscovered in Spain. *Graellsia*, 54: 129-130.
- ARAUJO, R. Y MORENO, R. 1999. Former Iberian Distribution of *Margaritifera auricularia* (Spengler) (Bivalvia: Margaritiferidae). *Iberus*, 17(1): 127-136.
- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 2000a. Status and conservation of the relict giant European freshwater Pearl mussel *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). *Biological Conservation*, 96(2): 233-239.
- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 2000b. Life History data on the virtually unknown *Margaritifera auricularia*. En: Ecological Studies "Ecology and Evolutionary Biology of the Freshwater Mussels Unionoidea". Bauer, G. And Wächtler, K. (Ed.). Springer-Verlag.
- ARAUJO, R., BRAGADO, D. Y RAMOS, M. A. 2001a. Identification of the river blenny, *Salaria fluviatilis*, as a host to the glochidia of *Margaritifera auricularia*. *Journal of Molluscan Studies*, 67: 128-129.
- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 2001b. Action Plan for *Margaritifera auricularia*. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention). Council of Europe Publishing. Nature and environment, No. 117. Strasbourg. 28 pp.
- ARAUJO, R. Y RAMOS, M. A. 2001c. *Margaritifera auricularia*. En: Los Invertebrados no Insectos de la "Directiva Hábitat" en España. Serie Técnica. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente). Madrid. 93-101.
- ARAUJO, R., QUIRÓS, M. Y RAMOS, M. A. 2003. Laboratory propagation and culturing of juveniles of the endangered freshwater mussel *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). *Journal of Conchology*. 38(1): 53-60.
- ARAUJO, R. 2004. Two overlooked host fish species of *Margaritifera auricularia* (Bivalvia, Unionoidea, Margaritiferidae). *Basteria*, 67: 113.
- ARAUJO, R., 2006. *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793). In Verdu', J. R., & Galante, E., (eds), Libro Rojo de los Invertebrados de España. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid: 304-306.
- ARAUJO, R., REIS, J., MACHORDOM, A., TOLEDO, C. MADEIRA, M.J., GÓMEZ, I., VELASCO, J.C., MORALES, J., BAREA, J.M., ONDINA, P. & AYALA, I. 2009. Las náyades de la península Ibérica. *Iberus*, 27(2): 7-72.
- ARAUJO, R. & M. A. ÁLVAREZ-COBELAS, 2015. Influence of flow diversions on giant freshwater Pearl mussel population in the Ebro River, Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. doi:10.1002/aqc.2622.
- BAIN, M. B., AND N. J. STEVENSON, EDITORS. 1999. Aquatic hábitat assessment: common methods. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- BOGAN A. E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoidea): A search for causes. *American Zoologist*, 33: 599-609.
- BRUSLÉ, J. I QUIGNARD, J-P. 2001. *Biologie des poissons d'eau douce européens*. Editions Tec&Doc. Paris. 625 p.
- CHE (15/11/2017). Geoportal SITEbro. <http://iber.chebro.es/geoportal/>
- CÔTÉ, I. M., VINYOLÉS, D., REYNOLDS, J.D., DOADRIO, I. I PERDICES A. 1999. Potential impacts of gravel extraction on Spanish populations of river blennies *Salaria fluviatilis* (Pisces, Blenniidae). *Biological Conservation*, 87: 359-367.



- DOADRIO, I. (ed). 2001. *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. CSIC-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- DOADRIO, I., PEREA, S., GARZÓN-HEYDT, P., GONZÁLEZ, J. L. 2011. *Ictiofauna Continental Española. Bases para su seguimiento*. Dirección General Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 610 pp.
- DOMISCH S, AMATULLI G, JETZ W. 2015. Near-global freshwater-specific environmental variables for biodiversity analyses in 1 km resolution. *Sci Data* [Internet]. 2:1–13. Available from: <http://www.nature.com/articles/sdata201573>
- DURÁN, C. Y PARDOS, M. (COORD.) 2006. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente. 234 pp.
- HIJMANS RJ, CAMERON S, PARRA J, JONES P, JARVIS A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int J Climatol* [Internet]. [cited 2015 Feb 10]; 25:1965–1978. Available from: <http://www.worldclim.org/>
- IUCN (01/11/2017). *Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org>
- KOTTELAT M. y FREYHOF J. 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
- LEHNER B, VERDIN K, JARVIS A. 2008. New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos* (Washington DC). 89:93–94.
- LOBÓN-CERVIÁ J, 1991. Dinámica de poblaciones de peces en ríos. Pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas en la estima de abundancia. Museo Nacional de Ciencias Naturales C.S.I.C. Madrid 156 pp.
- LÓPEZ, M. A. , ALTABA, C.R., ROUAULT, T. y E. GISBERT. 2007. The European sturgeon *Acipenser sturio* is a suitable host for the glochidia of the freshwater pearl mussel *Margaritifera auricularia*. *Journal of Molluscan Studies*, 73 (2), 207-209
- MACHORDOM, A., ARAUJO, R., ERPENBECK, D. Y RAMOS, M. A. 2003. Phylogeography and conservation genetics of European endangered Margaritiferae. *Biological Journal of the Linnean Society*. 78: 235-252.
- NAKAMURA, K. & J. GUERRERO, 2008. *Margaritifera auricularia*, un difícil reto de conservación. *Quercus* 265: 20–25.
- NAKAMURA, K., CUCALA, L., MESTRE, A., MESQUITA-JOANES, F., ELBAILE, E., SALINAS, C., MUÑOZ-YANGUAS, M.A. 2017. Modelling growth in the critically endangered freshwater mussel *Margaritifera auricularia* Spengler, 1793) in the Ebro basin. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-017-3103-9
- NIENHUIS, J.A.J.H. 2003. The rediscovery of Spengler's freshwater pearl mussel *Pseudunio auricularius* (Spengler, 1793) (Bivalvia, Unionoidea, Margaritiferae) in two river systems in France, with an analysis of some factors causing its decline. *Basteria* 67(1-3): 67-86.
- POU-ROVIRA, Q., BOIX, D., CLAVERO, M., FEO, C., SALA, J. & GASCÓN, S. 2006. Estat de conservació de la bavosa de riu (*Salaria fluviatilis*) i les nàiades al Pla de l'Estany. Informe inédit para el Centre d'estudis Comarcals de Banyoles. Girona. 55 pp.
- POU-ROVIRA, Q., CLAVERO, M. & ZAMORA, L. 2007. Estat de conservació de l'espinós (*Gasterosteus aculeatus*) i de la bavosa de riu (*Salaria fluviatilis*) a la plana del Baix Ter. *Papers del Montgrí*, 28: 55-91.
- POU-ROVIRA, Q., ARAUJO, R., BOIX, D., CLAVERO, M., FEO, C., ORDEIX, M. & ZAMORA, L. 2009. Presence of the alien species Chinese pond mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) in the Iberian Peninsula. *Graellsia*, 65(1): 67-70.
- POU-ROVIRA, Q., FEO, C., ARAUJO, R., CAMPOS, M. & BOIX, D. 2010. Estat de conservació de les nàiades al Baix Ter. *Recerca i territori*. 3: 14-96. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis. Torroella de Montgrí.

Proyecto SOS Margaritona
EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN
DEL FRAILE (*SALARIA FLUVIATILIS*)



- POU-ROVIRA, Q., LLOPART, X. y CRUSET, E. 2011. Seguimiento ambiental de las comunidades botánicas y faunísticas y de la calidad del agua del rec de Sentmentat: náyades. Informe inédito para TRAGSA y SEIASA. Sorelló, Girona. 65 pp.
- POU-ROVIRA, Q., CRUSET, E. & LLOPART, X. 2012a. Establiment de nous nuclis de bavosa de riu (*Salaria fluviatilis*) al PNMMBT. Informe inédito para el Parque Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Sorelló, Girona. 42 pp.
- POU-ROVIRA, Q., LLOPART, X. y CRUSET, E. 2012b. Seguimiento de las comunidades faunísticas del rec del molí y sistemas adyacentes asociados: náyades, a Seguimiento ambiental del Rec del Molí de Pals y sistemas adyacentes. Informe inédito para TRAGSA y SEIASA. Sorelló, Girona. 70 pp.
- POU-ROVIRA, Q., CAMPOS, M. Y I. CAMÓS. 2013. Diagnòsis del estado de conservaci3n del Fraile (*Salaria fluviatilis*) en el lago de Banyoles y seguimiento de actuaciones. Informe inédito para la Fund. Biodiversidad. Consorci de l'Estany, Banyoles. 64 pp.
- POU-ROVIRA, Q., PÉREZ, I., GASPAR S., ANGULO A. y MIRANDA, R. 2019. Protocolo de valoraci3n de la idoneidad del h3bitat fluvial para Margaritifera auricularia. Proyecto SOS Margaritona. www.sosmargaritona.org. Associaci3n la Sorellona. 10 pp.
- PRIÉ V., PHILIPPE L. y G. COCHET. 2012. Plan national d'actions en faveur de la Grande mulette *Margaritifera auricularia*. 2012 – 2017. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. France. 94 pp.
- RUBIO, C., MUÑOZ-CAMARILLO, G., SANZ, I., ÁLVAREZ, R., Y A. CALVO. 2016. Estado de conservaci3n de las náyades en el Ebro medio. *Naturaleza Aragonesa*, 33: 53-60.
- SALVADOR, A. (2012). Fraile – *Salaria fluviatilis*. En: *Enciclopedia virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Elvira, B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>
- SIBIC (01/11/2017). *Carta piscícola española*. <http://www.cartapiscicola.es>
- THUILLER W, GEORGES D, ENGLER R, BREINER F. 2016. Package BIOMOD2. Ensemble platform for species distribution modeling [Internet]. :104. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/biomod2/biomod2.pdf>
- VERDÚ, J. R. & GALANTE, E. (EDS.). 2006. Libro Rojo de los Invertebrados de España. Direcci3n General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 411 pp.
- VINYOLES, D. 1993. Biología i ecologia de *Blennius fluviatilis* (Pisces: Blenniidae) al riu Matarranya. Tesis Doctoral. Barcelona. 266 pp.
- VINYOLES D., CÔTÉ I.M., DE SOSTOA A. 2002. Nest orientation patterns in *Salaria fluviatilis*. *Journal of Fish Biology* 61: 405-416.
- VINYOLES, D., DE SOSTOA, A. 2007. Life-history traits of the endangered river blenny *Salaria fluviatilis* (Asso) and their implications for conservation. *Journal of Fish Biology*, 70 (4): 1088-1108.



6.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la colaboración a un nivel u otro de un conjunto muy amplio de técnicos, que han facilitado información de interés, consejos técnicos, así como la obtención administrativa de permisos de captura de fauna, o incluso el acceso a bases de datos de campañas precedentes:

Keiko Nakamura Antonacci
Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental S.L.U. (SARGA)
Departamento de Operaciones – Biodiversidad
Gobierno de Aragón

Ester Gines Llorens
Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente
Sección Biodiversidad
Gobierno de Aragón

Joaquin Guerrero Campo
Sección de Biodiversidad.
Servicio Provincial de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de Zaragoza.
Gobierno de Aragón

Francisco Hernández
Sección de Biodiversidad.
Servicio Provincial de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de Zaragoza.
Gobierno de Aragón

Joseba Carreras de Bergaretxe
Jefe de Servicio de Patrimonio Natural
Diputación Foral de Álava

Victor Salvador Vilariño
Consejería de Fomento y Medio Ambiente
Dirección General del Medio Natural
Servicio de Espacios Naturales, Flora y Fauna
Junta de Castilla y León

Consuelo Temiño Fernandez
Jefe Sección Espacios Naturales, Flora y Fauna
Servicio Territorial de Medio Ambiente
Delegación Territorial de Burgos
Junta de Castilla y León

Jokin Larumbe Arricibita
Servicio de Economía Circular y Agua
Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local · Landa
Gobierno de Navarra · Nafarroako Gobernua

Luis Lopo Carramiñana
Jefe del área de conservación de la Biodiversidad
Consejería de Sostenibilidad y Transición Ecológica
Gobierno de La Rioja

Alfonso Calvo Tomás
Jefe del Servicio de Estudios Medioambientales
Confederación Hidrográfica del Ebro