

IMPACTO DE LOS PECES Y CANGREJO INTRODUCIDOS EN EL PARQUE NACIONAL DE CABAÑEROS

BENIGNO ELVIRA¹, ANA ALMODÓVAR¹, GRACIELA G. NICOLA²
Y DAVID ALMEIDA¹

RESUMEN

El ecosistema fluvial del Parque Nacional de Cabañeros (cuenca hidrográfica del río Guadiana) alberga una valiosa comunidad de peces endémicos. Para determinar el impacto de varias especies invasoras en este área protegida, se estudió la comunidad acuática de los ríos Estena y Bullaque durante 2005 y 2006. Se capturaron mediante pesca eléctrica nueve especies de peces (seis endemismos ibéricos y tres invasoras) y el introducido cangrejo rojo *Procambarus clarkii*. Los especímenes fueron contados y pesados para estimar densidades y biomásas utilizando la técnica de capturas sucesivas sin reemplazamiento. El impacto de los invasores sobre la red trófica se estudió mediante el análisis del contenido estomacal de pez sol *Lepomis gibbosus* y de excrementos de nutria *Lutra lutra*. La distribución actual de abundancias de la comunidad acuática puso de manifiesto la elevada proporción en densidad y biomasa del cangrejo rojo. La dieta del pez sol estuvo compuesta mayoritariamente de crustáceos planctónicos, ninfas de efemerópteros, y larvas de dípteros y tricópteros, presentando diferencias significativas entre ríos. El pez sol presentó selectividad positiva para larvas de tricópteros y adultos de heterópteros. Las especies invasoras (básicamente cangrejo rojo) supusieron más del 60% de la importancia relativa en la dieta de la nutria. Las presas positivamente seleccionadas por la nutria fueron peces endémicos de los géneros *Iberochondrostoma* y *Pseudochondrostoma* y los introducidos blacbás *Micropterus salmoides* y pez sol. Estos resultados indican que el pez sol puede establecer competencia trófica con las especies de peces autóctonas y que la expansión del cangrejo rojo ha alterado significativamente los hábitos alimentarios de la nutria.

Palabras clave: conservación, Cyprinidae, introducciones, peces de agua dulce, ríos.

SUMMARY

The fluvial ecosystem from Cabañeros National Park (Guadiana River basin) has a valuable endemic fish community. In order to determine the impact of several invasive species in this protected area, we sampled aquatic community in Estena and Bullaque Rivers during 2005 and 2006. Nine species of fishes (six Iberian endemisms and three invasives) and the exotic red swamp crayfish *Procambarus clarkii* were captured by electrofishing. Specimens were counted and weighed, and density and biomass were estimated using removal sampling without replacement method. The impact of aliens on food web was studied by means of the analysis of stomach contents of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* and spraints of otter *Lutra lutra*. The current abundance distribution of aquatic community

¹ Departamento de Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad. Complutense de Madrid, 28040 Madrid. email: belvira@bio.ucm.es

² Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias del Medio Ambiente, Universidad de Castilla-La Mancha, 45071 Toledo.

showed the high proportion in density and biomass of crayfish. The diet of pumpkinseed mostly consisted of planktonic crustaceans, Ephemeroptera nymphs, and Diptera and Trichoptera larvae, presenting significant differences between rivers. Pumpkinseed only presented positive electivity for Trichoptera larvae and Heteroptera adults. Alien species (basically red swamp crayfish) were more than 60% of relative importance in the diet of the otter. Preys positively selected by otter were endemic fishes of genera *Iberochondrostoma* and *Pseudochondrostoma*, as well as the introduced largemouth bass *Micropterus salmoides* and pumpkinseed. These results point that pumpkinseed can establish trophic competition with autochthonous species of fishes and that the spread of red swamp crayfish has significantly disturbed the feeding habits of the otter.

Key words: conservation, Cyprinidae, introductions, freshwater fishes, rivers.

INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas provocadas por el hombre han dado lugar a serias perturbaciones en los ecosistemas nativos de todo el mundo (MONEY & HOBBS 2000). De este modo, las especies exóticas invasoras constituyen, tras la destrucción de hábitat, el segundo factor de riesgo de pérdida de diversidad biológica, sobre todo en aquellos ecosistemas geográfica y evolutivamente aislados. En concreto, los ecosistemas acuáticos son muy vulnerables a estas invasiones (WELCOMME 1992). Para conservar estos ambientes es imprescindible conocer los requerimientos ecológicos de las especies invasoras que determinan su distribución, selección de hábitat, comportamiento reproductivo y alimentación, pudiendo así valorar el impacto potencial sobre el ecosistema y establecer los mecanismos más eficaces de control (TRAXLER & MURPHY 1995; MOYLE & MARCHETTI 1999; MOYLE *et al.* 2003; MARCHETTI *et al.* 2004; RIBEIRO *et al.* en prensa).

En España, los impactos de las especies invasoras sobre los ecosistemas acuáticos están relacionados con la alteración del hábitat (RODRÍGUEZ *et al.* 2005), la depredación (ELVIRA *et al.* 1996; NICOLA *et al.* 1996), la competencia trófica (CAIOLA & DE SOSTOA 2005), la hibridación con especies autóctonas (ELVIRA 1995a, 2001; ALMODÓVAR *et al.* 2001, 2006) y la actuación como vector de enfermedades (DIÉGUEZ-URIBEONDO & SÖDERHÄLL 1993; DIÉGUEZ-URIBEONDO *et al.* 1997). El problema de las invasiones biológicas afecta particularmente a la fauna de peces autóctona, la cual presenta un elevado grado de endemismo

(ELVIRA 1995a, 1995b; ELVIRA & ALMODÓVAR 2001).

Las comunidades de peces de los ríos del Parque Nacional de Cabañeros presentan un alto valor en conservación al estar compuestas por especies autóctonas que son además endemismos ibéricos. Algunas de ellas, como el jarabugo *Anaocypris hispanica* y el barbo cabecicorto *Barbus microcephalus*, prácticamente sólo habitan en la cuenca del Guadiana y están muy amenazadas (DOADRIO 2002).

Los objetivos de este estudio consistieron en: 1) Determinar la distribución y abundancia de las especies de peces autóctonas y alóctonas, además del introducido cangrejo rojo *Procambarus clarkii*, en el Parque Nacional de Cabañeros; 2) Analizar el impacto del pez sol *Lepomis gibbosus* sobre la red trófica mediante el estudio de su dieta; 3) Determinar la importancia de las especies invasoras en la dieta de la nutria *Lutra lutra*. 4) Proponer directrices de gestión y posibles métodos de control de las poblaciones de especies invasoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El Parque Nacional de Cabañeros fue declarado en 1995 y cuenta actualmente con una superficie de 40856 hectáreas. La altitud varía entre 560 y 1448 msnm, y el sustrato está formado principalmente por pizarras y cuarcitas precámbricas y paleozoicas. Este territorio presenta clima mediterráneo, caracterizado por la sequía estival y la concentración de las precipitaciones en invierno.

Existen dos cursos de agua principales, los ríos Estena y Bullaque, afluentes del Guadiana, que recorren Cabañeros a lo largo de 32 y 4 km, respectivamente. El río Bullaque está regulado por la presa de Torre de Abraham, y discurre próximo al límite este del Parque (Fig. 1), donde existen actividades agrícolas y ganaderas. El río Estena presenta unas condiciones más prístinas en su recorrido por el Parque, aunque el embalse de Cíjara, situado unos 25 km aguas abajo, supone un aporte continuo de especies limnófilas de peces exóticos. En conjunto, los tramos muestreados en el Bullaque

tienen mayor carácter léntico que los del Estena, predominantemente lóticos.

Se seleccionaron diferentes puntos de muestreo de acuerdo a las características morfológicas y estructurales, y al grado de alteración del ecosistema fluvial. Para la obtención de datos demográficos de las comunidades de peces se llevaron a cabo muestreos cuantitativos en el tramo medio del río Estena (finca Gargantilla, Navas de Estena) y en el río Bullaque en todo su curso dentro del Parque Nacional de Cabañeros. Desde 2003, la Dirección del Parque está llevan-

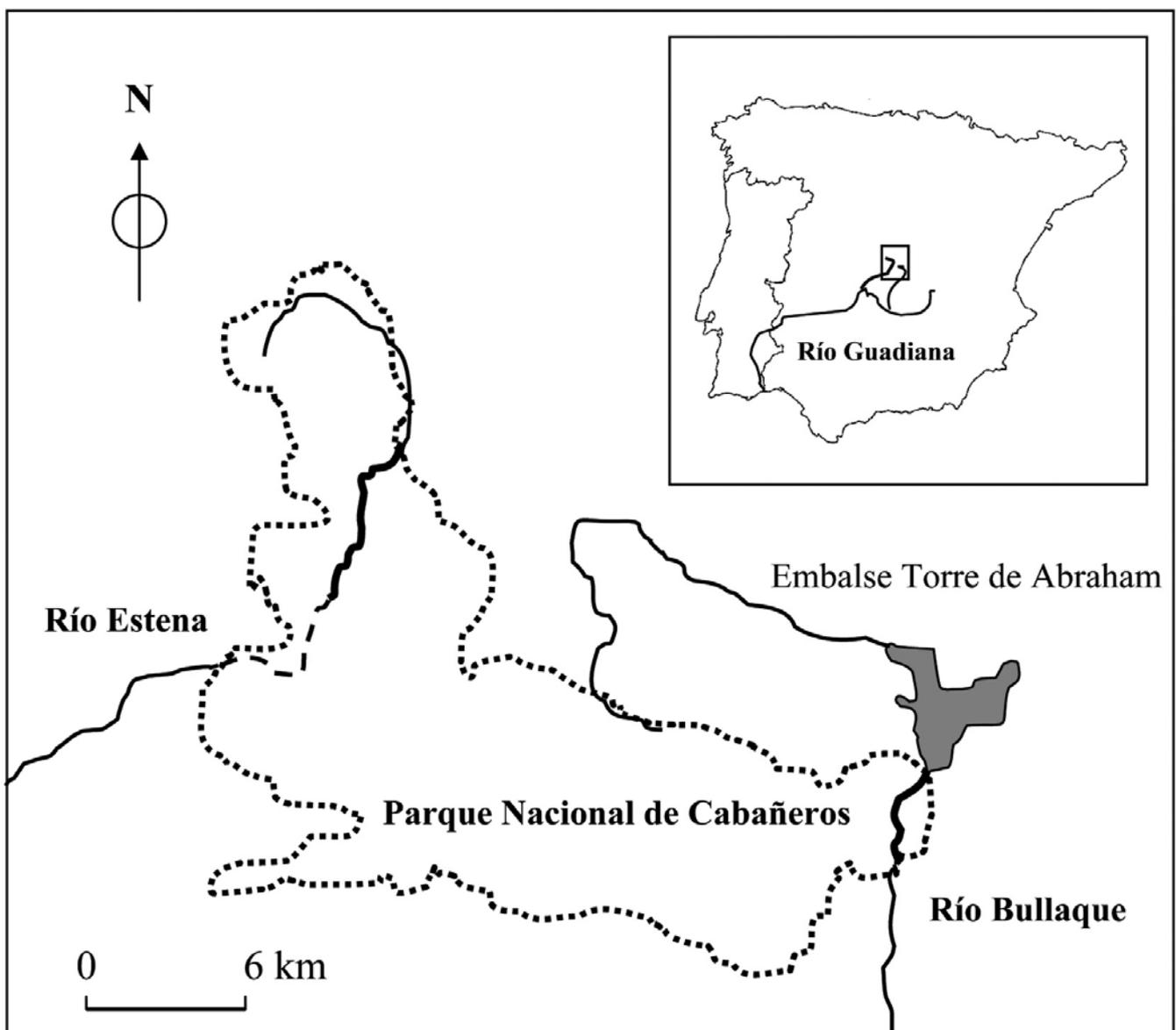


Figura 1. Mapa del área de estudio. La línea de puntos marca el límite del Parque Nacional de Cabañeros. Los tramos de río en negrita fueron muestreados. La línea discontinua en el río Estena corresponde al tramo de descaste de especies invasoras.

Figure 1. Map of the study area. Dotted line marks the boundary of Cabañeros National Park. River sections in bold were sampled. Dashed line in Estena River corresponds to the stretch where invasive species are removed.

do a cabo un control de los peces exóticos en el tramo bajo del río Estena (finca Cabañeros, Horcajo de los Montes), por lo que esta zona no se utilizó para el seguimiento demográfico. Sin embargo, los ejemplares de pez sol capturados en este tramo (junto con los procedentes del Bullaque) se han utilizado para el análisis de la incidencia de las especies exóticas en la cadena trófica mediante el análisis de su dieta.

Comunidades de peces y macroinvertebrados

Durante los años 2005 y 2006 se realizaron muestreos cuantitativos de las comunidades de peces y cangrejo para estimar sus densidades y biomásas en el área de estudio. La técnica de captura fue la pesca eléctrica, trabajando con corriente continua. El tamaño de la población se estimó mediante 2 ó 3 operaciones de pesca sucesivas sin devolución a esfuerzo constante en tramos de 70-100 m de longitud aislados por redes (ZIPPIN 1956). Los cangrejos y los peces fueron identificados, contados, medidos (mm) y pesados (0.1 g). Una vez terminada la toma de datos, los peces se restituyeron vivos a las aguas donde fueron capturados, excepto los ejemplares de especies invasoras, que fueron fijados en formol al 8%.

Con los datos de las capturas sucesivas se estimaron los números y pesos de cada especie empleando los valores de capturabilidad calculados en cada localidad. Estos datos se refirieron a la superficie muestreada para proporcionar una estima de densidad (ind./m²) y biomasa (g/m²).

Para estimar la disponibilidad de macroinvertebrados bentónicos se realizaron muestreos cuantitativos utilizando un cilindro de Neil (250 µm de luz de malla). Las muestras fueron conservadas en formol al 8% hasta su posterior análisis en el laboratorio, donde se identificaron al menor nivel taxonómico posible y se contaron para realizar una estima de la densidad (ind./m²).

Dieta del pez sol

Para los estudios de dieta del pez sol se utilizaron muestras recogidas en primavera y verano debido a que la reducción del caudal, la elevada temperatura y la alta densidad de organismos acuáticos acentúa potencialmente las interacciones bióticas (GODINHO *et al.* 1997).

Los contenidos estomacales de 194 ejemplares de pez sol (125 del río Estena y 69 del río Bullaque) fueron examinados utilizando una lupa binocular. Las presas fueron identificadas al menor nivel taxonómico posible, contadas y pesadas (peso fresco, 0.001 g).

En el cálculo de los distintos parámetros de la dieta se omitieron los estómagos vacíos. Para cada categoría de presa se calcularon la frecuencia de aparición por estómago (Fq %), el número (N° %) y el peso (Peso %). A partir de estos valores se calculó el índice de importancia relativa (RI) para cada categoría de dieta (ELVIRA *et al.* 1996; NICOLA *et al.* 1996).

La diversidad de la dieta se estimó con el índice de Shannon-Weaver (H'). Para evaluar la selección de las principales presas, se calculó el índice de selectividad relativa de Vanderploeg y Scavia (ϵ_i). Los valores de este índice varían entre -1 (máximo rechazo) y +1 (máxima selección positiva); mientras que 0 supone una selección neutra.

Dieta de la nutria

Para el estudio de la dieta de la nutria se recogieron excrementos en el río Bullaque. Se analizaron 26 excrementos (o grupos fecales) en el laboratorio, donde fueron lavados durante 24 horas en cubetas individuales y secados para, posteriormente, separar e identificar las presas consumidas utilizando una lupa binocular. Las presas después de identificadas se secaron a 60° C en una estufa durante 24 horas para su posterior pesado (peso seco, 0.001 g).

Para cada categoría de presa se calcularon los parámetros e índices ya indicados para la dieta del pez sol.

Análisis de datos

Para comparar el índice de importancia relativa de las presas del pez sol entre ríos se utilizó un test de contingencia (χ^2), y para analizar la diversidad entre ríos se empleó un análisis de la varianza (ANOVA). Los requisitos de normalidad de las distribuciones y de homogeneidad de las varianzas fueron verificados mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA 6.1 para Windows. El nivel de significación se estableció en $\alpha=0.05$.

Especie	Origen	Río Estena		Río Bullaque	
		Densidad (ind./m ²)	Biomasa (g/m ²)	Densidad (ind./m ²)	Biomasa (g/m ²)
<i>Anaocypris hispanica</i>	E	0.007±0.0044	0.005±0.0023		
<i>Barbus microcephalus</i>	E	0.095±0.0650	0.179±0.1158		
<i>Iberochondrostoma lemmingii</i>	E	0.014±0.0114	0.023±0.0206	0.035±0.0097	0.067±0.0480
<i>Squalius alburnoides</i>	E	0.307±0.1623	0.614±0.4219	0.229±0.1508	0.453±0.3248
<i>Squalius pyrenaicus</i>	E	0.072±0.0368	0.403±0.2757	0.012±0.0065	0.031±0.0144
<i>Cobitis paludica</i>	E	0.133±0.0602	0.231±0.0983	0.110±0.0744	0.356±0.1617
<i>Gambusia holbrooki</i>	I			0.328±0.3231	0.107±0.0851
<i>Lepomis gibbosus</i>	I			0.120±0.0493	0.546±0.3444
<i>Micropterus salmoides</i>	I			0.030±0.0138	0.016±0.0012
<i>Procambarus clarkii</i>	I	3.447±2.3759	17.994±12.3082	1.259±1.3615	7.948±7.0003

Tabla 1. Densidad y biomasa (media ± desviación típica) de las especies de peces y cangrejo de los ríos Estena y Bullaque en el Parque Nacional de Cabañeros durante el periodo 2005-2006. E: Endemismo ibérico; I: Introducido.

Table 1. Density and biomass (mean ± standard deviation) of fishes and crayfish species from Estena and Bullaque Rivers in Cabañeros National Park during 2005-2006. E: Iberian endemism; I: Introduced.

RESULTADOS

Comunidades de peces y macroinvertebrados

En los tramos seleccionados de los ríos Estena y Bullaque se encontraron nueve especies de peces (Tabla 1), seis de ellas endémicas: el jaraugo *Anaocypris hispanica*, el barbo cabecicorto *Barbus microcephalus*, la pardilla *Iberochondrostoma lemmingii*, el calandino *Squalius alburnoides* y el cacho *Squalius pyrenaicus* de la familia Cyprinidae, y la colmilleja *Cobitis paludica* de la familia Cobitidae. Las otras tres especies de peces han sido introducidas probablemente en embalses cercanos a Cabañeros y desde allí se han dispersado ampliamente: la gambusia *Gambusia holbrooki* de la familia Poeciliidae, y el pez sol *Lepomis gibbosus* y el blacbás *Micropterus salmoides* de la familia Centrarchidae.

La comunidad de peces del río Estena en las localidades muestreadas (tramo medio) estuvo compuesta por las seis especies de peces de fauna autóctona antes mencionadas. Entre ellas, el calandino es dominante tanto en términos de densidad como de biomasa (Tabla 1). Además, otra especie introducida, el cangrejo rojo *Procambarus clarkii*, está ampliamente distribuida y alcanza valores proporcionalmente muy altos de densidad y biomasa (Tabla 1).

La comunidad de peces encontrada en el río Bullaque estuvo formada por cuatro especies autóctonas, además de tres especies de peces invasoras, y de cangrejo rojo. El calandino fue la

especie autóctona dominante en términos de densidad y biomasa (Tabla 1). Entre los peces introducidos, la especie más abundante en densidad fue la gambusia, pero la que presentó el mayor valor medio de biomasa fue el pez sol. Finalmente, el cangrejo rojo fue también muy abundante, presentando valores muy altos de densidad y biomasa (Tabla 1).

En promedio y para ambos ríos, las especies de peces invasoras suponen el 58.4% de la densidad y el 46.0% de la biomasa del total de peces; sin contar con el cangrejo rojo.

Dieta del pez sol

La dieta del pez sol fue agrupada en 15 categorías de alimento (Tabla 2). Las larvas de dípteros (mayoritariamente quironómidos y simúlidos) fueron el tipo de presa más común, seguidas por las ninfas de efemerópteros (categoría en la que se incluye la mayor parte de ninfas indeterminadas) y las larvas de tricópteros. La frecuencia numérica de las larvas de dípteros fue la más elevada, seguida por la categoría de cladóceros y copépodos y después por las ninfas de efemerópteros y plecópteros, representando las restantes categorías de presas menos del 10%. Las larvas de dípteros también fueron las primeras en términos de peso, seguidas por los efemerópteros y plecópteros, las gambusias y otros invertebrados como oligoquetos y moluscos.

El índice de importancia relativa de las presas dependió del río al que perteneciese la muestra ($\chi^2=36.76$, g.l.=6, $P<0.001$) (Fig. 2). Los crustáceos planctónicos (cladóceros y copépodos) y las

Categoría	Fq (%)	Nº (%)	Peso (%)	RI
Algas y restos vegetales	21.08		2.78	
Crustacea				
Cladocera+Copepoda	19.28	35.83	0.72	13.16
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	3.01	0.14	2.98	1.45
Insecta				
Odonata (ninfas)	4.21	0.18	1.39	1.36
Ephemeroptera (ninfas)	41.57	8.03	14.06	15.00
Plecoptera (ninfas)	2.41	0.08	0.14	0.62
Ninfas indet.*	18.67	8.86	10.69	9.01
Heteroptera (adultos)	12.05	0.50	1.47	3.31
Otros adultos	4.21	0.16	2.09	1.52
Diptera (larvas)	75.90	41.02	46.32	38.47
Trichoptera (larvas)	22.29	3.54	3.07	6.81
Otras larvas	3.62	0.12	3.42	1.68
Otros invertebrados	10.24	0.49	4.34	3.55
Peces				
Huevos de peces	4.22	0.84	0.12	1.22
<i>Gambusia holbrooki</i>	5.42	0.19	6.41	2.83

Tabla 2. Análisis de la dieta del pez sol *Lepomis gibbosus* en los ríos Estena y Bullaque durante el periodo 2005-2006. *=Ephemeroptera+Plecoptera.

Table 2. Diet analysis of the pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in the Estena and Bullaque Rivers during 2005-2006. *=Ephemeroptera+Plecoptera.

ninfas de insectos fueron de gran importancia para los peces sol del río Bullaque; mientras que las larvas de insectos fueron dominantes en el río Estena, así como los insectos adultos, otros invertebrados y los huevos de peces. La introducida gambusia solo apareció en la dieta de los peces del río Estena.

El índice de diversidad alcanzó valores significativamente superiores en el río Bullaque

($H' = 0.98 \pm 0.076$) en comparación con el río Estena ($H' = 0.51 \pm 0.056$) ($F_{1,163} = 23.68, P < 0.001$). Para analizar la selectividad se asignaron ocho categorías de presas bentónicas en la dieta del pez sol y se comparó la aparición en la dieta (uso) frente a la abundancia en los muestreos de macroinvertebrados bentónicos (disponibilidad) (Fig. 3). En conjunto, el pez sol mostró una selección positiva para las larvas de tricópteros,

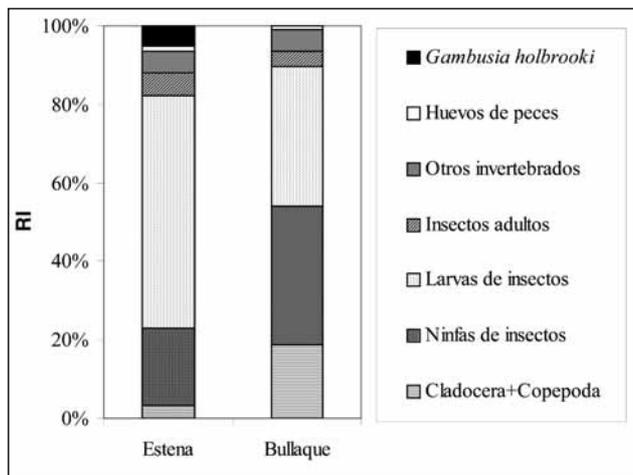


Figura 2. Índice de Importancia Relativa (RI) de la dieta del pez sol *Lepomis gibbosus* en los ríos Estena y Bullaque.

Figure 2. Relative Importance Index (RI) of diet of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Estena and Bullaque Rivers.

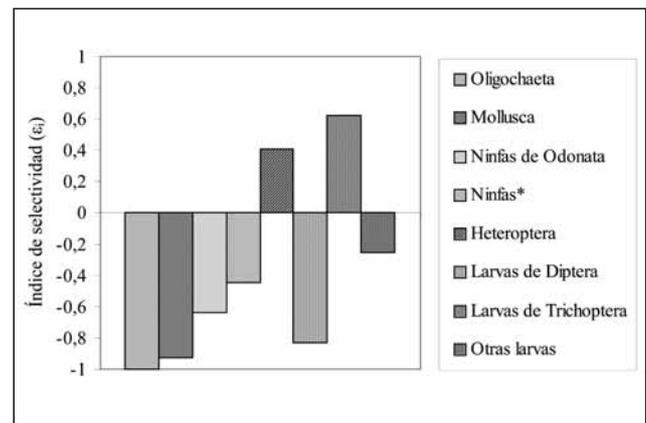


Figura 3. Índice de selectividad (ϵ_i) de presas bentónicas en la dieta del pez sol *Lepomis gibbosus* en los ríos Estena y Bullaque. *=Ephemeroptera+Plecoptera.

Figure 3. Electivity index (ϵ_i) of benthic preys in the diet of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Estena and Bullaque Rivers. *=Ephemeroptera+Plecoptera.

Categoría	Fq (%)	Nº (%)	Peso (%)	RI
Frutos	73.08		1.17	
Mollusca Pulmonata	7.69	1.28	0.25	1.91
Aranea	3.85	1.28	<0.01	1.06
Crustacea				
<i>Procambarus clarkii</i>	100	57.69	89.06	51.04
Insecta				
Odonata Anisoptera (ninfas)	19.23	7.69	0.21	5.61
Orthoptera (adultos)	3.85	0.64	0.04	0.94
Coleoptera (adultos)	26.92	5.13	0.29	6.69
Vertebrata				
Peces				
<i>Barbus</i>	7.69	1.28	0.04	1.86
<i>Pseudochondrostoma+Iberochondrostoma</i>	19.23	3.21	0.02	4.65
<i>Squalius+Anaecypris</i>	50.00	11.54	1.03	12.94
<i>Micropterus salmoides</i>	11.54	1.92	5.48	3.92
<i>Lepomis gibbosus</i>	11.54	3.21	2.30	3.53
<i>Gambusia holbrooki</i>	11.54	2.56	0.01	2.92
Anfibios Anura	3.85	0.64	0.01	0.93
Reptiles				
Lacertidae	3.85	1.28	0.01	1.06
Ophidia	3.85	0.64	0.07	0.94

Tabla 3. Análisis de la dieta de la nutria *Lutra lutra* en el río Bullaque durante el periodo 2005-2006.

Table 3. Diet analysis of the otter *Lutra lutra* in the Bullaque River during 2005-2006.

seguidas de heterópteros adultos. Las restantes categorías fueron rechazadas, presentando índices muy bajos para los oligoquetos, moluscos y larvas de dípteros.

Dieta de la nutria

La dieta de la nutria se agrupó en 16 categorías de alimento (Tabla 3). El cangrejo rojo apareció en todos los excrementos recolectados. Los frutos fueron la siguiente categoría más frecuente en aparición en los excrementos. Otras categorías importantes en frecuencia de aparición fueron vertebrados como las categorías de peces *Squalius+Anaecypris* y *Pseudochondrostoma+Iberochondrostoma*. Entre los insectos destacaron las ninfas de anisópteros y coleópteros terrestres. Cerca del 60% de la frecuencia numérica correspondió al cangrejo rojo, seguido de peces de los géneros *Squalius+Anaecypris*, las ninfas de anisópteros y los coleópteros terrestres. Con casi el 90% de la frecuencia en peso, el cangrejo rojo volvió a ser la categoría más importante, y sólo algunas categorías de peces y los frutos superaron el 1%. En conjunto, las especies invasoras (en orden de importancia, cangrejo rojo, blacbás, pez sol y gambusia) supusieron más del 60% del índice de importancia relativa en la alimentación de la nutria.

Se asignaron siete categorías de presas de peces y cangrejo en la dieta de la nutria para comparar la relación entre su uso y su disponibilidad (Fig. 4). Las únicas categorías seleccionadas positivamente en orden de importancia fueron los peces endémicos *Pseudochondrostoma+Iberochondrostoma* y los peces introducidos blacbás y pez sol. A pesar de su importancia en la dieta, el cangrejo rojo presentó tal abundancia proporcional en el medio que fue la segunda categoría de presa con menor índice de selectividad tras la gambusia.

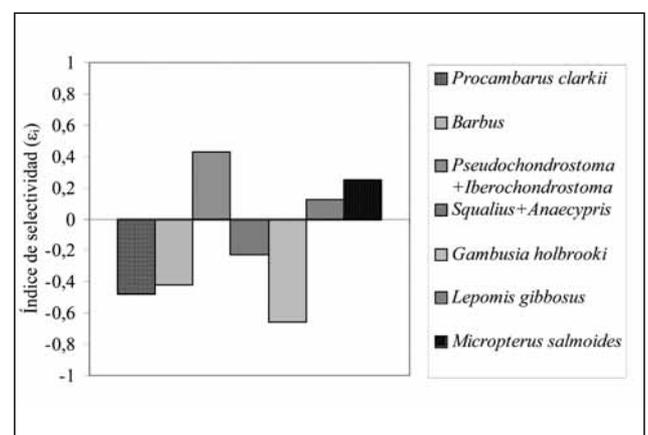


Figura 4. Índice de selectividad (ε_i) de las principales presas en la dieta de la nutria *Lutra lutra* en el río Bullaque.

Figure 4. Electivity index (ε_i) of the main preys in the diet of otter *Lutra lutra* in Bullaque River.

DISCUSIÓN

Comunidades de peces y macroinvertebrados

La comunidad de peces del Parque Nacional de Cabañeros está formada por un máximo de 14 especies (DOADRIO 1997, 2002; ELVIRA 2002), ocho de las cuales son endémicas: el jarabugo *Anaocypris hispanica*, el barbo cabecicorto *Barbus microcephalus*, el barbo comiza *Barbus comizo*, la pardilla *Iberochondrostoma lemmingii*, la boga del Guadiana *Pseudochondrostoma willkommii*, el calandino *Squalius alburnoides* y el cacho *Squalius pyrenaicus* de la familia Cyprinidae, y la colmilleja *Cobitis paludica* de la familia Cobitidae. Además, han sido citadas seis especies exóticas: el alburno *Alburnus alburnus*, el pez rojo *Carassius auratus*, la carpa *Cyprinus carpio*, el lucio *Esox lucius*, la gambusia *Gambusia holbrooki*, el pez sol *Lepomis gibbosus* y el blacbás *Micropterus salmoides*.

Los parámetros de densidad y biomasa de peces autóctonos fueron similares en los tramos muestreados de ambos ríos. El tramo bajo del río Estena (finca Cabañeros, Horcajo de los Montes) está gravemente alterado por el remonte desde el embalse de Cíjara de especies de peces invasoras como el alburno, el lucio, el pez sol y el blacbás. El control periódico que se realiza de estas especies parece estar limitando su expansión hacia los tramos medio y alto (I. Doadrio, com. pers.). Por ello, el tramo medio del río Estena se encuentra en mejor estado de conservación al no haber aparecido en los muestreos ninguna especie de pez alóctona. En cambio, el río Bullaque presenta una grave alteración debida a la presencia aguas arriba del embalse de Torre de Abraham, no sólo por el cambio de su dinámica fluvial, sino también por la aparición de especies de peces invasoras que suelen ser introducidas en estos ambientes artificiales.

El cangrejo rojo es una especie que en su área de distribución original habita ambientes de carácter léntico, donde se alimenta de invertebrados bentónicos, detritos y, preferentemente, de materia vegetal (SOUTY-GROSSET *et al.*

2006). Existen pocos trabajos que aborden estudios cuantitativos de poblaciones de cangrejos de río empleando pesca eléctrica, siendo éste un método que, adaptado a las características de estas especies, representa una herramienta de gran eficacia. En un estudio realizado en arroyos de montaña de la cuenca del Tajo con el cangrejo de pinzas blancas *Austropomatoebius pallipes* (ALONSO 2001), los parámetros de abundancia presentaron rangos de densidad entre 0.66 y 18.95 ind./m² y de biomasa entre 2.92 y 129.36 g/m². Estos parámetros fueron inferiores para el cangrejo rojo introducido en Cabañeros, que presentó rangos de densidad entre 0.02 y 6.45 ind./m², y de biomasa entre 0.25 y 32.91 g/m². En cualquier caso, la densidad y la biomasa de cangrejo rojo son muy elevadas en el área de estudio en Cabañeros, y más concretamente en el río Estena. Entre los riesgos que implica la dispersión de esta especie invasora para la fauna nativa de Cabañeros destacan la pérdida de calidad del hábitat (ANGELER *et al.* 2001; RODRÍGUEZ *et al.* 2005) y la alteración de la cadena trófica por el establecimiento de relaciones de competencia y depredación (GEIGER *et al.* 2005; CRUZ *et al.* 2006).

Dieta del pez sol

La dieta del pez sol en Cabañeros mostró diferencias respecto a la de su área de distribución nativa (MITTELBAACH *et al.* 1992; OSENBURG *et al.* 1992; KIEFFER & COLGAN 1993), y a otros estudios realizados en la península Ibérica, donde los detritos, el camarón de río *Atyaephyra desmaresti*, los moluscos u otras presas cobran gran importancia (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ 1989; ZAPATA & GRANADO-LORENCIO 1993; GODINHO *et al.* 1997; GODINHO & FERREIRA 1998; GARCÍA-BERTHOU & MORENO-AMICH 2000; BLANCO *et al.* 2003). Esto puede ser debido a que dichos estudios se realizaron en ambientes lénticos como lagos y lagunas naturales, y aguas embalsadas artificiales; mientras que en Cabañeros la dieta del pez sol se ha analizado en cursos fluviales.

El pez sol está adaptado para alimentarse en el fondo (KIEFFER & COLGAN 1993), por lo que las larvas y ninfas de insectos, fundamen-

talmente bentónicas, son probablemente más vulnerables a la depredación que los organismos nadadores más activos. En Cabañeros, este último tipo de presas correspondió a los heterópteros adultos (notonéctidos y coríxidos) y a la gambusia. En el río Estena, la menor importancia en la dieta de los cladóceros y copépodos (crustáceos limnófilos) pudo ser debida al carácter más lótico de los tramos muestreados frente a los más lénticos del río Bullaque.

La menor diversidad en la dieta detectada en el río Estena también puede ser debida al carácter mayormente lótico del tramo muestreado, por lo que la peor adaptación del pez sol a estos ambientes le impide optimizar el uso de todos los recursos tróficos disponibles (JENNINGS *et al.* 1999).

La selección positiva de las larvas de tricópteros y los adultos de heterópteros sugiere la importancia de estas presas como recurso alimentario para el pez sol. La variación en el índice de selectividad para cada categoría debe estar relacionada con los costes de búsqueda, persecución y captura (GRIFFITHS 1980) que presente cada tipo presa.

Estos resultados indican que el principal impacto potencial sobre la red trófica estaría relacionado con una reducción de la abundancia y disponibilidad de macroinvertebrados bentónicos, y consecuentemente con el establecimiento de competencia trófica con ciprínidos endémicos como el calandino (GOMES-FERREIRA *et al.* 2005) y otras especies de peces autóctonas (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ 1987; COELHO *et al.* 1997). Además, uno de los hallazgos más notable fue que las categorías de alimento correspondientes a la gambusia y a los huevos de peces tuvieron cierta importancia para el pez sol. Ese hecho podría implicar depredación sobre huevos, alevines y juveniles de especies de peces nativas (GODINHO *et al.* 1997; GARCÍA-BERTHOU & MORENO-AMICH 2000).

Dieta de la nutria

En la década de 1970, en un entorno cercano al actual Parque de Cabañeros, la nutria se alimentaba fundamentalmente de peces autóctonos, además de una notable proporción de anfibios y reptiles (CUESTA 1994). Actualmente, la presa más importante es el cangrejo rojo y la propor-

ción de peces invasores también ha aumentado considerablemente. Otro dato destacable es la pérdida de importancia de otros vertebrados (anfibios y reptiles) en su alimentación. En consecuencia, la dieta de la nutria ha cambiado radicalmente en la zona de Montes de Toledo en estos últimos 30 años (Fig. 5).

Atendiendo a los resultados del presente trabajo, es evidente que el cangrejo rojo, desde que fuera introducido en España en 1973, ha alterado el comportamiento alimentario de la nutria, especie eminentemente piscívora en ecosistemas poco intervenidos (DELIBES 1990; CLAVERO *et al.* 2003; MORALES *et al.* 2004). Es probable que el cangrejo rojo suponga un recurso trófico de escaso valor energético (ELVIRA *et al.* 1996; RUIBEJA 1996), pero su actual abundancia y facilidad de captura por parte de la nutria en comparación con otras presas (peces, anfibios y reptiles) compensa ese déficit nutritivo y hace que tenga tanta importancia en su dieta. También es notable el uso que hace de recursos estacionales de origen vegetal como los frutos. Globalmente, se puede considerar que la nutria ha atenuado significativamente su comportamiento predatorio sobre los vertebrados en el área de estudio.

Directrices de gestión

La ictiofauna del Parque Nacional de Cabañeros es muy valiosa desde el punto de vista de su conservación, por lo que necesita ser protegida del impacto negativo de las especies invasoras. Por ello, se hace necesario preservar o restaurar las condiciones de hábitat lótico que permiten el desarrollo de las especies de peces nativas y dificultan la colonización de las introducidas (CRIVELLI 1995; ELVIRA 1997). A esto habría que unir medidas efectivas de control sobre las poblaciones alóctonas ya establecidas y actualmente en expansión.

Como principales directrices de gestión se proponen las siguientes: 1) Continuación de las campañas de control de las especies de peces exóticos en el tramo bajo del río Estena. 2) Inicio de campañas de control de las especies de peces exóticos en el río Bullaque en todo su recorrido por el Parque Nacional de Cabañeros. 3) Investigación pormenorizada y

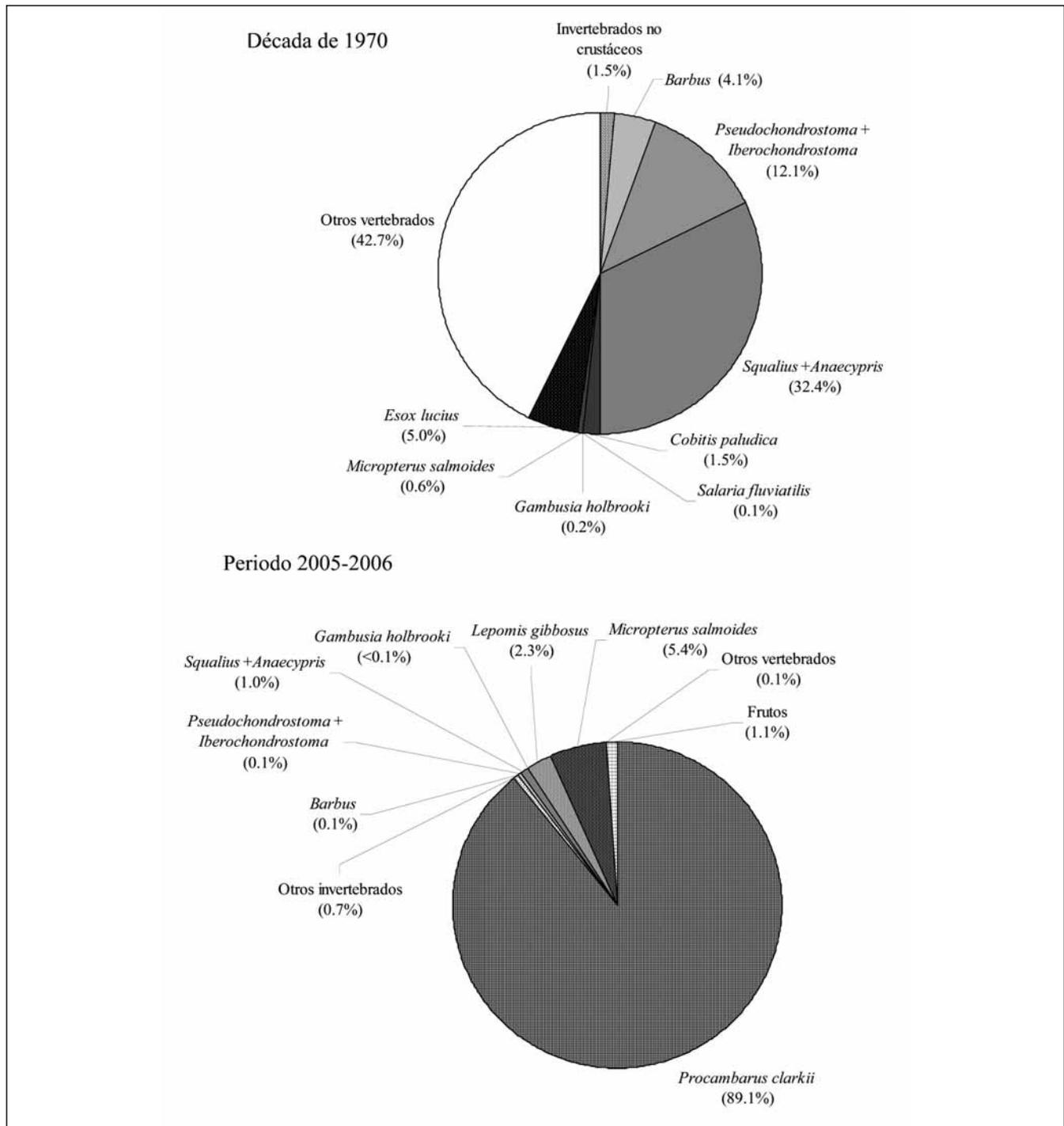


Figura 5. Proporciones (en biomasa) de distintas categorías de alimento en la dieta de la nutria *Lutra lutra* en el periodo 2005-2006 y en la década de 1970 (Cuesta 1994).

Figure 5. Proportions (in biomass) of different categories of food in the diet of otter *Lutra lutra* during 2005-2006 and in the 1970's (Cuesta 1994).

seguimiento del posible solapamiento de la dieta del pez sol y del calandino y otras especies nativas afines. 4) Análisis y seguimiento de la incidencia del cangrejo rojo en otras especies de interés prioritario para el Parque,

particularmente como parte de la dieta de la nutria. 5) Estudios demográficos de la nutria con relación a la abundancia de las distintas especies de peces y de cangrejo rojo. 6) En caso de demostrarse su conveniencia, se podría con-

siderar el inicio de campañas de control de las poblaciones de cangrejo rojo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido subvencionada por el Organismo Autónomo Parques Nacionales del

Ministerio de Medio Ambiente mediante el proyecto 104A/2002. David Almeida disfrutó de una beca predoctoral (FPI 2004-2008) concedida por la Universidad Complutense de Madrid. Agradecemos al Dr. Ignacio Doadrio del Museo Nacional de Ciencias Naturales por haber facilitado información de sus resultados no publicados y por haber suministrado especímenes de pez sol del río Estena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMODÓVAR, A., SUÁREZ, J., NICOLA, G.G. & NUEVO, M. 2001. Genetic introgression between wild and stocked brown trout in the Douro River Basin, Spain. *Journal of Fish Biology* 59 (supp. A): 68-74.
- ALMODÓVAR, A., NICOLA, G.G., ELVIRA, B. & GARCÍA-MARÍN, J.L. 2006. Introgression variability among Iberian brown trout Evolutionary Significant Units: the influence of local management and environmental features. *Freshwater Biology* 51(6): 1175-1187.
- ALONSO, F. 2001. Efficiency of electrofishing as a sampling method for freshwater crayfish populations in small creeks. *Limnetica* 20(1): 59-72.
- ANGELER, D.G., SÁNCHEZ-CARRILLO, S., GARCÍA, G. & ÁLVAREZ-COBELAS, M. 2001. The influence of *Procambarus clarkii* (Cambaridae, Decapoda) on water quality and sediment characteristics in a Spanish floodplain wetland. *Hydrobiologia* 464(1-3): 89-98.
- BLANCO, S., ROMO, S., VILLENA, M.J. & MARTÍNEZ, S. 2003. Fish communities and food web interactions in some shallow Mediterranean lakes. *Hydrobiologia* 506-509: 473-480.
- CAIOLA, N. & DE SOSTOA, A. 2005. Possible reasons for the decline of two native toothcarps in the Iberian Peninsula: evidence of competition with the introduced Eastern mosquitofish. *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 358-363.
- CLAVERO, M., PRENDA, J. & DELIBES, M. 2003. Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography* 30(5): 761-769.
- COELHO, M.M., MARTINS, M.J., COLLARES-PEREIRA, M.J. & PIRES, A.M. 1997. Diet and feeding relationships of two Iberian cyprinids. *Fisheries Management and Ecology* 4: 83-91.
- CRIVELLI, A.J. 1995. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biological Conservation* 72: 311-319.
- CRUZ, M.J., REBELO, R & CRESPO, E.G. 2006. Effects of an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, on the distribution of south-western Iberian amphibians in their breeding habitats. *Ecography* 29: 329-338.
- CUESTA, M. 1994. Bioecología de los mustélidos en los Montes de Toledo. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 354 pp.
- DELIBES, M. (ed.) 1990. La nutria (*Lutra lutra*) en España. Serie Técnica, ICONA. Madrid. 198 pp.
- DIÉGUEZ-URIBEONDO, J. & SÖDERHÄLL, K. 1993. *Procambarus clarkii* Girard as a vector for the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci* Schikora. *Aquaculture and Fisheries Management* 24: 761-765.
- DIÉGUEZ-URIBEONDO, J. TEMIÑO, C. & MÚZQUIZ, J.L. 1997. The crayfish plague fungus (*Aphanomyces astaci*) in Spain. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 347: 753-763.
- DOADRIO, I. 1997. Ictiofauna. En: V.G. Canseco (ed.) Parque Nacional de Cabañeros. pp. 156-176. Ecohábitat. Talavera de la Reina.
- DOADRIO, I. (ed.) 2002. Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, MNCN. Madrid. 374 pp.
- ELVIRA, B. 1995a. Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation* 72: 129-136.

- ELVIRA, B. 1995b. Native and exotic freshwater fishes in Spanish river basins. *Freshwater Biology* 33: 103-108.
- ELVIRA, B. 1997. Impact of introduced fish on the native freshwater fish fauna of Spain. En: I.G. Cowx (ed.) *Stocking and introductions of fish*. pp. 186-190. Fishing News Books. Oxford.
- ELVIRA, B. 2001. Peces exóticos introducidos en España. En: I. Doadrio (ed.) *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. pp. 267-272. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- ELVIRA, B. 2002. El agua y la diversidad animal. *Ambienta (Parques Nacionales)* 11: 14-18.
- ELVIRA, B. & ALMODÓVAR, A. 2001. Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. *Journal of Fish Biology* 59 (Suppl. A): 323-331.
- ELVIRA, B., NICOLA, G.G. & ALMODÓVAR, A. 1996. Pike and red swamp crayfish: a new case on predator-prey relationship between aliens in central Spain. *Journal of Fish Biology* 48: 437-446.
- GARCÍA-BERTHOU, E. & MORENO-AMICH, R. 2000. Food of introduced pumpkinseed sunfish: ontogenetic diet shift and seasonal variation. *Journal of Fish Biology* 57: 29-40.
- GEIGER, W., ALCORLO, P., BALTANÁS, A. & MONTES, C. 2005. Impact of an introduced Crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasions* 7: 49-73.
- GODINHO, F.N. & FERREIRA, M.T. 1998. Spatial variation in diet composition of pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, from a Portuguese stream. *Folia Zoologica* 47(3): 205-213.
- GODINHO, F.N., FERREIRA, M.T. & CORTES, R.V. 1997. The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, along an Iberian river basin. *Environmental Biology of Fishes* 50: 105-115.
- GOMES-FERREIRA, A., RIBEIRO, F., MOREIRA DA COSTA, L., COWX, I.G. & COLLARES-PEREIRA, M.J. 2005. Variability in diet and foraging behaviour between sexes and ploidy forms of the hybridogenetic *Squalius alburnoides* complex (Cyprinidae) in the Guadiana River basin, Portugal. *Journal of Fish Biology* 66: 454-467.
- GRIFFITHS, D. 1980. Foraging costs and relative prey size. *American Naturalist* 116(5): 743-752.
- JENNINGS, M.J., BOZEK, M.A., HATZENBELER, G.R., EMMONS, E.E. & STAGGS, M.D. 1999. Cumulative effects of incremental shoreline habitat modification on fish assemblages in North temperate lakes. *North American Journal of Fisheries Management* 19: 18-27.
- KIEFFER, J.D. & COLGAN, P.W. 1993. Foraging flexibility in pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*): influence of habitat structure and prey type. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 1699-1705.
- MARCHETTI, M.P., MOYLE, P.B. & LEVINE, R. 2004. Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fishes across invasion stages in California. *Freshwater Biology* 49: 646-661.
- MITTELBACH, G.G., OSENBURG, G.W. & WAINWRIGHT, P.C. 1992. Variation in resource abundance affects diet and feeding morphology in the pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*). *Oecologia* 90: 8-13.
- MOONEY, H.A. & HOBBS, R.J. (eds.) 2000. *Invasive Species in a Changing World*. Island Press. Washington. 457 pp.
- MORALES, J.J., LIZANA, M. & ACERA, F. 2004. Ecología trófica de la nutria paleártica *Lutra lutra* en el río Francia (cuenca del Tajo, Salamanca). *Galemys* 16(2): 57-77.
- MOYLE, P.B. & MARCHETTI, M.P. 1999. Applications of Indices of Biotic Integrity to California Streams and Watersheds. En: T.P. Simon (ed.) *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish Communities*. pp. 367-379. CRC Press. Boca Raton.
- MOYLE, P.B., CRAIN, P.K., WHITENER, K. & MOUNT, J.F. 2003. Alien fishes in natural streams: fish distribution, assemblage structure, and conservation in the Cosumnes River, California, U.S.A. *Environmental Biology of Fishes* 68: 143-162.

- NICOLA, G.G., ALMODÓVAR, A. & ELVIRA, B. 1996. The diet of introduced largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in the Natural Park of the Ruidera Lakes, central Spain. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 43: 179-184.
- OSENBERG, C.W., MITTELBACH, G.G. & WAINWRIGHT, P.C. 1992. Two-stage life histories in fish: the interaction between juvenile competition and adult performance. *Ecology* 73: 255-267.
- RIBEIRO, F., ELVIRA, B., COLLARES-PEREIRA, M.J. & MOYLE, P.B. (en prensa). Life-history traits of non-native fishes in Iberian watersheds across several invasion stages: a first approach. *Biological Invasions*.
- RODRÍGUEZ, C.F., BÉCARES, E., FERNÁNDEZ-ALÁEZ, M. & FERNÁNDEZ-ALÁEZ, C. 2005. Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasions* 7: 75-85.
- RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, A.J. 1987. Relaciones tróficas de una comunidad íctica, durante el estío en el Río Aljucén (Extremadura, España). *Miscel.lània Zoològica* 11: 249-256.
- RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, A.J. 1989. Hábitos alimenticios de *Micropterus salmoides* (Pisces: Centrarchidae), *Lepomis gibbosus* (Pisces: Centrarchidae) y *Gambusia affinis* (Pisces: Poeciliidae) en las orillas del embalse de Proserpina (Extremadura, España). *Limnetica* 5: 13-20.
- RUIBEJA, P. 1996. An análisis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology* 33: 1156-1170.
- SOUTY-GROSSET, C., HOLDICH, D.M., NOËL, P.Y., REYNOLDS, J.D. & HAFFNER, P. (eds.) 2006. Atlas of Crayfish in Europe. Publications Scientifiques du MNHN. Paris. 188 pp.
- TRAXLER, S.L. & MURPHY, B. 1995. Experimental trophic ecology of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*, and blue tilapia, *Oreochromis aureus*. *Environmental Biology of Fishes* 42: 201-211.
- WELCOMME, R.L. 1992. A history of international introductions of inland aquatic species. *ICES Marine Science Symposium* 197: 3-14.
- ZAPATA, S.C. & GRANADO-LORENCIO, C. 1993. Age, growth and feeding of the exotic species *Lepomis gibbosus* in a spanish cooling reservoir. *Archiv für Hydrobiologie (Suppl.)* 90: 561-573.
- ZIPPIN, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal population. *Biometrics* 12: 163-189.

