



09



Ictiofauna continental onubense

José Prenda *

Área de Zoología. Departamento de Ciencias Integradas. Facultad de Ciencias Experimentales.
Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. Bulevar de las Artes y las Ciencias, s/n. E-21071-
Huelva. España.

* Corresponding author

Dr. José Prenda

|| jprenda@uhu.es

Tel.: +34 959 21 98 88 || Fax: +34 959 21 94 67







Ictiofauna continental onubense

José Prenda

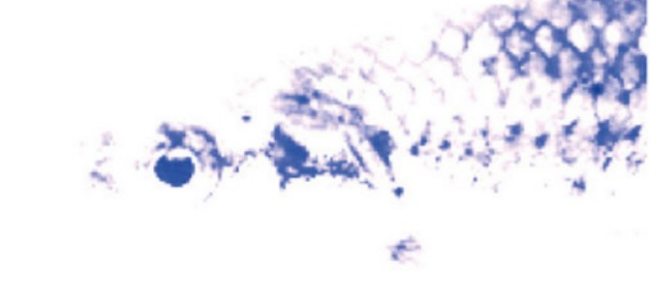
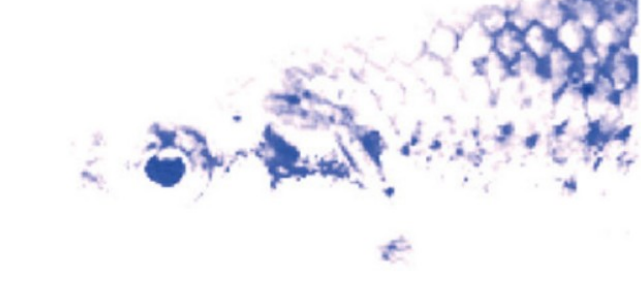
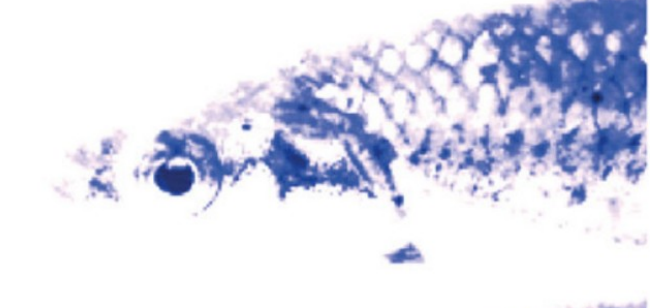
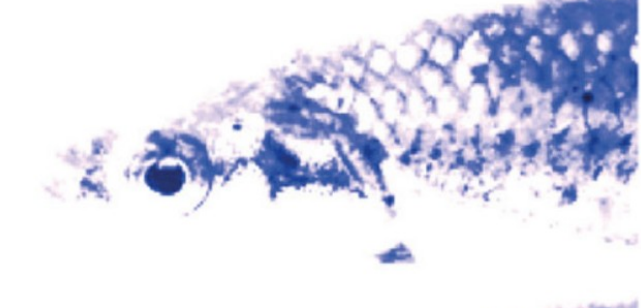
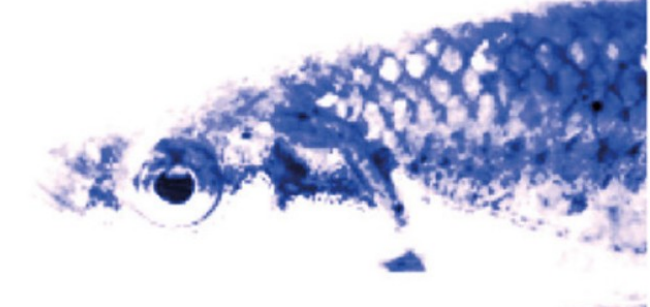
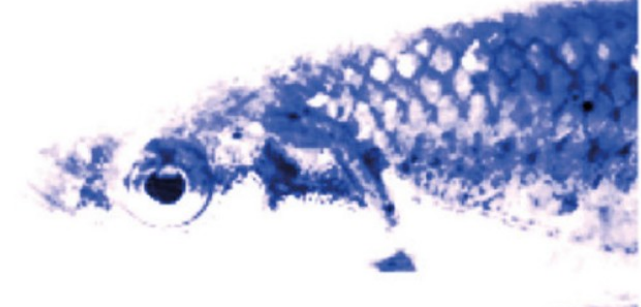
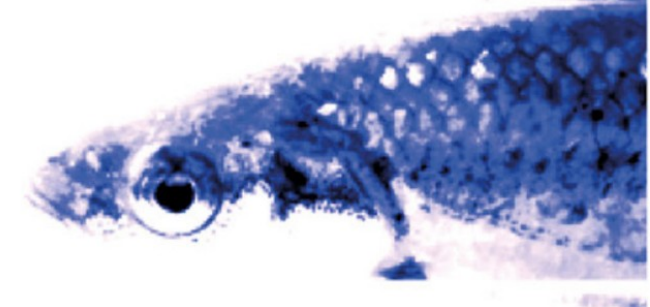
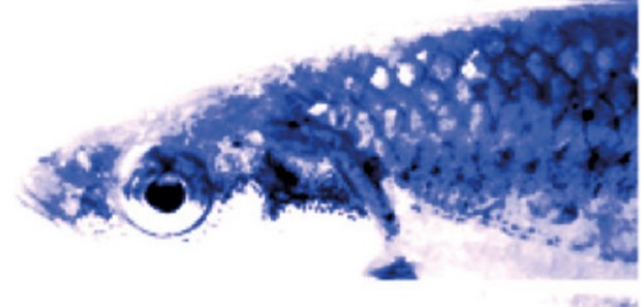
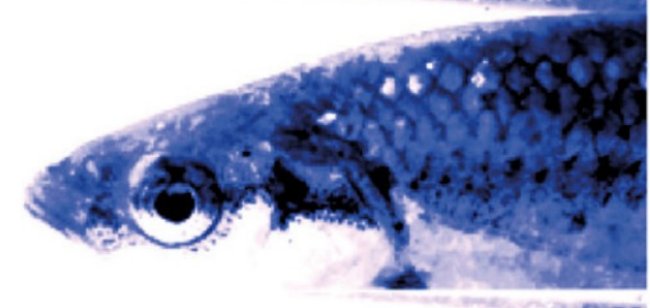
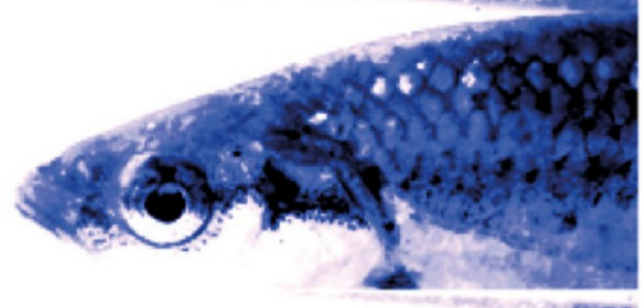
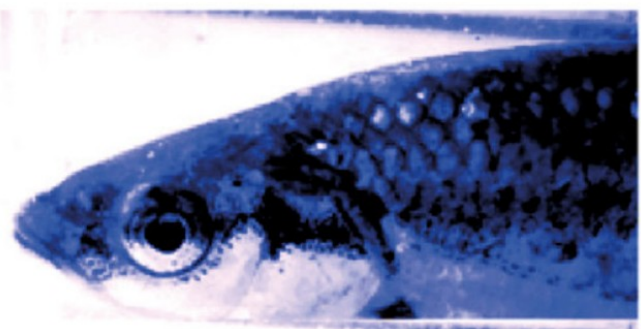


RESUMEN

Los peces continentales son los vertebrados más diversos y los más amenazados. El conocimiento de sus patrones de distribución y de su estatus se hace imprescindible en la medida en que se aceleran los cambios ambientales que los están llevando a la extinción. A principios del S XXI, el grupo de investigación "Biología de las Aguas Epicontinentales (RNM-324)" llevó a cabo diferentes muestreos de peces en la provincia onubense que incluyeron la práctica totalidad de las cuencas que la drenan. Estos trabajos han permitido establecer una línea base cuantitativa de este grupo de vertebrados acuáticos que es lo que se presenta en este capítulo. En total se aporta información sobre 96 localidades continentales, la mayoría fluviales, en las que se han registrado 38 especies de peces, de las que 18 son de distribución primaria, es decir, estrictamente continentales. Esta extraordinaria ictiofauna, en la que destaca sobremanera el jarabugo (*Anaecypris hispanica*) está expuesta a un grave riesgo de extinción, como se puede comprobar a partir de las extinciones locales registradas en este trabajo. De aquí se deduce que se deben redoblar los esfuerzos de protección de los hábitats acuáticos, especialmente en lo concerniente a la disponibilidad de agua, a su calidad y a la penetración de especies exóticas de carácter invasor, cada vez más extendidas por esta provincia.

PALABRAS CLAVE

Biodiversidad acuática, peces continentales, biogeografía, conservación fluvial, Río Guadiana.





[1]

Introducción

Los peces continentales, es decir aquellos que pasan la totalidad o una parte esencial de su vida en aguas no marinas, –en ríos, lagunas o estuarios–, constituyen el grupo de vertebrados más diverso del planeta. A algunos esto les puede sorprender, pero hay descritas más de 15.000 especies –el 25% de todos los vertebrados–, muchas más que de anfibios, reptiles, aves o mamíferos (IUCN, 2015). Y esta enorme variedad de seres habita apenas el 0,3% de todo el agua disponible, que es el que corresponde a las aguas superficiales continentales. Es decir, la densidad de especies ícticas por unidad de volumen de hábitat carece de parangón entre todos los vertebrados. Ello es consecuencia directa del grado de aislamiento al que se hallan sometidos los peces en estos medios insulares y a la presión evolutiva ejercida sobre ellos por unas condiciones ambientales muy heterogéneas, difíciles y variables, especialmente los peces del área mediterránea. Si pensamos en la provincia de Huelva podemos apreciar algunas de estas circunstancias: 1) está drenada por cuatro cuencas principales medianas o grandes (Guadalquivir, Tinto, Odiel y Guadiana) totalmente aisladas unas de otras desde tiempo inmemorial, 2) carece de lagos verdaderos y solo posee algunas lagunas litorales de escasas dimensiones, igualmente aisladas, 3) las condiciones ecológicas son muy diversas, si las comparamos por ejemplo, con las marinas u oceánicas –cada cuenca posee características propias, tanto relativas a la físico-química del agua, como a su estructura. Además, este territorio posee singularidades ecológicas exclusivas, como cuencas con fragmentación interna longitudinal, un fenómeno único a escala planetaria. Lo normal es que en los cursos de agua existan barreras transversales que aíslan subcuencas dentro de una cuenca, bien dependientes de la acción humana (presas y otros obstáculos similares) o independientes de ella (saltos de agua, cascadas, etc.). El río Tinto en sí mismo, sus valores extremos de pH, actúa como una original barrera longitudinal infranqueable que impide el flujo de vida macroscópica acuática entre subcuencas dentro de la misma cuenca (Nieto *et al.*, 2007).

No solo los peces continentales atesoran la mayor biodiversidad entre los vertebrados, también son el grupo más amenazado de extinción (Closs *et al.*, 2015). Por varias razones. Por habitar uno de los medios más frágiles y a la vez más perturbados por la acción humana directa e indirecta: las aguas superficiales interiores (Prenda *et al.*, 2006). Pero también por su elevado grado de endemidad y su distribución restringida en hábitats de escasísimo volumen en comparación con otros grupos animales. Los ríos, hábitat esencial de los peces continentales son, a la vez, vehículo para la evacuación generalizada de los subproductos del descomunal metabolismo de las sociedades humanas y el medio imprescindible para el suministro de agua y energía renovable y limpia a estas mismas sociedades. Sobre ellos recae el doble papel ancestral de víctimas e impulsores de nuestro desarrollo. Por los vertidos de aguas residuales, el enriquecimiento generalizado en nutrientes, las modificaciones de sus cauces y riberas y por su ubicuo represado, el hábitat fluvial ha sido transformado adrede. Con el adrezo igualmente consciente de nuevas especies, peces exóticos que medran vorazmente al amparo de las nativas más sosegadas, a un ritmo mucho mayor del asumible por estos vertebrados acuáticos, que los está llevando aceleradamente a la extinción. También en Huelva. El territorio onubense no es ajeno, ni mucho menos, a este desastre impulsado por la humanidad más excelsa (Prenda *et al.*, 2010).



Por ello es tan importante dejar siempre que sea posible un registro fidedigno de la distribución pretérita de los peces que bien podría incluso ser marco de referencia para cualquier actuación futura, bien motivo de lamentaciones por nuestra desidia.

Pero el interés del territorio onubense para los peces no termina en la excepcional cuenca del Tinto, sino que se extiende a las particularidades del resto de su red de drenaje, única por su heterogeneidad, al menos en un contexto andaluz. Las cuencas serranas, más o menos equitativamente distribuidas entre Guadiana, Guadalquivir y Odiel, poseen elevados valores de conservación y una biodiversidad acuática singular y muy amenazada. El bajo Guadiana, el río frontera, es uno de los tramos bajos de los grandes ejes fluviales ibéricos mejor conservados, sino el mejor. La cuenca del Odiel posee una problemática grave asociada a los drenajes ácidos de minas que está afectando al conjunto de cursos de agua que la conforman, desde su mismo nacimiento. Finalmente, existe una serie de pequeñas cuencas litorales, entre las que destacan la del Carreras y la del Piedras, donde en estos momentos la estrella es una especie al borde la extinción: la anguila.

En este capítulo vamos a ofrecer una visión general de los peces continentales, en sentido amplio, en la provincia de Huelva, sobre su distribución y sobre su estado o valor de conservación con información original recabada entre los años 2000 y 2010, aproximadamente. Esta foto fija de un componente esencial de la biodiversidad acuática pretende resumir parte de la actividad del grupo de investigación de la Universidad de Huelva “Biología de las Aguas Epicontinentales” y también busca marcar una línea base cuantitativa en la que poder apoyarse en futuras investigaciones sobre los peces en esta provincia que sirva para dilucidar sobre su retroceso o sobre su recuperación. Ojalá sobre lo último.

[2]

Peces de Huelva

En los trabajos realizados por el grupo de investigación “Biología de las Aguas Epicontinentales” en la provincia onubense se muestrearon entre los años 2000 y 2012 un total de 98 localidades distribuidas en seis cuencas hidrográficas (Guadiana, Carreras, Odiel, Piedras, Tinto y Guadalquivir) que se corresponden con 54 masas de agua diferentes [TABLA 9-1, FIGURA 9-1]: 41 cursos de agua, ocho caños y esteros, cuatro lagunas y un embalse. En este conjunto de localidades se registraron 38 especies de peces, 29 nativas y nueve exóticas [TABLA 9-2]. De las nativas, solo 10 fueron de distribución primaria, esto es, que completan su ciclo de vida enteramente en aguas continentales y no toleran la salinidad del mar. Serían, por ejemplo, los ciprinidos. Otras ocho fueron nativas de distribución secundaria, es decir, que soportan amplios rangos variación en la concentración salina, lo que les permite la utilización durante una parte de su vida del medio litoral o incluso marino, como son los mugílidos -lisas- o la anguila. Por último, se registraron 11 especies de distribución periférica -especies básicamente marinas, que ocasionalmente pueden penetrar en las aguas continentales- o directamente marinas. Entre las nueve especies foráneas, ocho fueron de distribución primaria y una secundaria [TABLA 9-2].


**TABLA
09-1**

Localidades de la provincia de Huelva en las que se ha llevado a cabo el estudio de su ictiofauna por parte del grupo de investigación de la Universidad de Huelva "Biología de las Aguas Epicontinentales" entre los años 2000 y 2012. Se indican para cada localidad sus coordenadas UTM.

Fecha	cuenca	cod.	masa de agua	Huso	Lat x	Long y
2000/2001	Guadiana-Sierra	GDCh1	río Chanza	29S	657089	4202104
		GDCh3	río Chanza	29S	680932	4204060
		GDCh4	Rivera de Alcalaboza	29S	658650	4198166
		GDCh5	Rivera de Alcalaboza	29S	674757	4196779
		GDM1	río Múrtigas	29S	682301	4222518
		GDM2	río Sillo	29S	688201	4218988
		GDM3	río Sillo	29S	702615	4219399
		GDM4	río Múrtigas	29S	693020	4211680
		GDM5	río Frío	29S	698172	4209258
		GDM6	río Múrtigas	29S	697783	4207113
		GDM7	río Múrtigas	29S	698318	4204042
2003	Odiel	VIL	Rivera del Villar	29S	699921	4173391
		PAL	Rivera de Palanco	29S	702783	4170120
		ESC	Rivera de La Escalada	29S	698303	4184538
		SEU	Rivera de Santa Eulalia	29S	705442	4186968
		ODI	río Odiel	29S	713632	4186401
		TAL	Rivera de Tallisca	29S	686082	4171003
		CHA	Arroyo Chapinero	29S	674228	4167528
		MDO	Arroyo Monte de la Osa	29S	673683	4165675
		OLI	Rivera de Olivargas	29S	692267	4184683
		AL	Rivera de Almonaster	29S	693271	4192226



Fecha	cuenca	cod.	masa de agua	Huso	Lat x	Long y
2000/2001	Tinto	JAR	río Jarrama	29S	718392	4171467
		CAC	Rivera de Cachán	29S	715796	4166994
		GAL	Arroyo Gallego	29S	718339	4166352
		HOR	Rivera del Hornueco	29S	716520	4162661
		MAN	Arroyo Manzano	29S	713919	4162316
		VAL	Rivera de Valverde	29S	705351	4158626
		COR	río Corumbel	29S	730118	4155548
		CAN	Arroyo Candón	29S	700214	4139633
		NIC	Rivera de la Nicoba	29S	688990	4139509
		DRU	Estero de Domingo Rubio	29S	687720	4119769
2004	Guadiana-Bajo	G1	río Guadiana	29S	631556	4154076
		G2	río Guadiana	29S	633343	4152627
		G3	río Guadiana	29S	635047	4150711
		G4	río Guadiana	29S	636527	4145869
		G5	río Guadiana	29S	637668	4140090
		G6	río Guadiana	29S	638441	4135768
		G7	río Guadiana	29S	638730	4128460
		G8	río Guadiana	29S	639937	4126223
		GD1	río Guadiana	29S	640637	4121387
		GD2	río Guadiana	29S	640663	4120974
		GD3	río Guadiana	29S	640806	4120556
		GD4	río Guadiana	29S	640768	4120010
		GD5	río Guadiana	29S	640883	4119166



Fecha	cuenca	cod.	masa de agua	Huso	Lat x	Long y
2004	Guadiana-Bajo	GD6	río Guadiana	29S	640857	4118562
		GD7	río Guadiana	29S	641102	4118104
		GD8	río Guadiana	29S	641164	4117520
		GD9	río Guadiana	29S	641304	4116641
		RGS1	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	640509	4153830
		RGS2	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	644764	4152426
		RGS3	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	640199	4150934
		RGS4	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	638602	4149668
		RGS5	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	641477	4149469
		RGS6	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	639352	4148786
		RGS7	Rivera Grande de Sanlúcar	29S	637089	4147069
		RBL1	Rivera de Barcialonga	29S	640395	4138752
		RGA1	Rivera Grande de Ayamonte	29S	646746	4132571
		RGA2	Rivera Grande de Ayamonte	29S	644467	4131680
RGA3	Rivera Grande de Ayamonte	29S	642175	4129507		
2012	Guadiana-Litoral	1001	Estero de San Bruno	29S	644066	4116256
		1002	Arroyo Pedraza	29S	640589	4124127
		1003	Arroyo Grande	29S	640350	4127967
		1005	río Guadiana	29S	638582	4130098
		1006	Arroyo de Barcia Longa	29S	639734	4138401
		1007	río Guadiana	29S	636513	4142043
		1008	Rivera Grande de la Golondrina	29S	637087	4147116
		1009	Rivera Grande de la Golondrina	29S	640366	4151263
		1010	río Guadiana	29S	633135	4154292



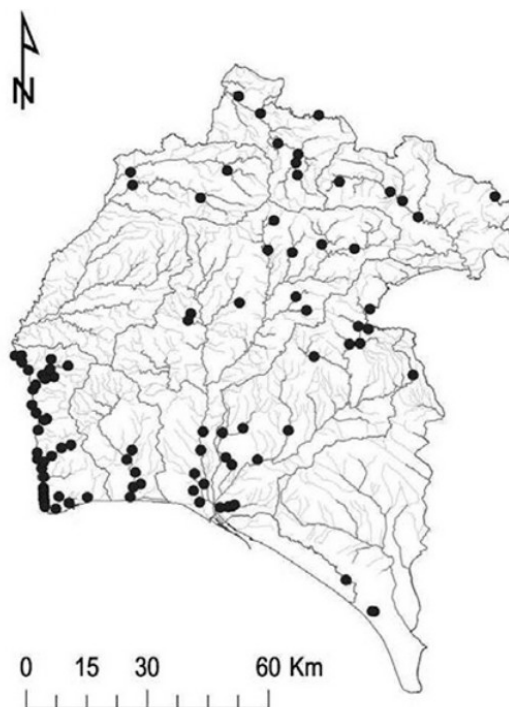
Fecha	cuenca	cod.	masa de agua	Huso	Lat x	Long y
2012	Carreras	2011	río Carreras - Caños del Carreras	29S	647187	4117990
		2012	río Carreras	29S	651661	4119676
		2014	Caños de la Cruz - Carreras	29S	644632	4119360
2012	Piedras	3015	Arroyo del Fraile	29S	662194	4120413
		3016	Estero del Carbón	29S	664588	4123910
		3017	río Piedras	29S	662778	4122933
		3018	Cañada de los Hornos - Caño de la Rivera	29S	663089	4126703
		3019	Arroyo Tariquejo	29S	661937	4132255
		3020	río Piedras	29S	660803	4129742
2012	Odiel-Litoral	4021	Caño de la Bota	29S	679459	4120207
		4022	Odiel - Calatilla de Bacuta	29S	680247	4124891
		4023	Estero de Cajavias	29S	677746	4123006
		4024	río de Aljaraque	29S	677740	4127338
		4025	río Odiel	29S	678916	4133294
		4026	río Odiel	29S	679159	4137998
2012	Tinto-Litoral	5027	Estero Domingo Rubio	29S	686569	4119485
		5028	Arroyo de la Dehesa del Estero	29S	688090	4120065
		5029	río Tinto	29S	684574	4119212
		5030	Rivera de la Nicoba	29S	685177	4131839
		5031	Arroyo del Puerco	29S	683965	4138075
		5032	Rivera de la Nicoba	29S	686806	4130153
		5033	río Tinto	29S	693055	4131807



Fecha	cuenca	cod.	masa de agua	Huso	Lat x	Long y
2007/2008	Guadalquivir	ACE	Laguna del Acebuche	29S	716838	4102944
		LSO	Laguna de Santa Olalla	29S	724329	4095412
		LDU	Laguna Dulce	29S	723822	4095469
		RH1	Rivera de Huelva	29S	708794	4203042
		RH2	Rivera de Huelva	29S	728842	4195380
		RCA	Rivera del Cala	29S	747481	4201805
		EA1	Embalse de Aracena	29S	724691	4199220
		EA2	Embalse de Aracena	29S	721531	4201335

**FIGURA
09-1**

Mapa de distribución de las localidades en las que se llevó a cabo el estudio de los peces en la provincia de Huelva por parte del grupo de investigación de la Universidad de Huelva "Biología de las Aguas Epicontinentales" entre los años 2000 y 2012.





**TABLA
09-2**

Listado de las especies de peces registradas en la provincia de Huelva entre los años 2000 y 2010 por el grupo de investigación de la Universidad de Huelva "Biología de las Aguas Epicontinentales."

Distribución (Dist.): 1) primaria, 2) secundaria, 3) periférica (según Berra, 2001).

NATIVAS

Dist.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CÓD.	
1	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Anaocypris hispanica</i>	jarabugo	AHÍ	
			<i>Iberochondrostoma lemmingii</i>	pardilla	ILE	
			<i>Iberocypris a lburnoides</i>	calandino	SAL	
			<i>Luciobarbus comizo</i>	barbo picón	LCO	
			<i>Luciobarbus microcephalus</i>	barbo cabecicorto	LMI	
			<i>Luciobarbus sclateri</i>	barbo	LSC	
			<i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	boga	PWI	
		<i>Squalius pyrenaicus</i>	cachuelo	SPY		
			Cobitidae	<i>Cobitis paludica</i>	colmilleja	CPA
		Perciformes	Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>	blenio	SFL
Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Petromyzon marinus</i>	lamprea	PMA		
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	anguila	AAN		
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	saboga	AFA		
2	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	lisa	CLA	
			<i>Liza aurata</i>	lisa	LAU	
			<i>Liza ramada</i>	lisa	LRA	
			<i>Mugil cephalus</i>	lisa	MCE	
	Atheriniformes	Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	pejerrey	ABO	
	Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus abaster</i>	aguja de mar	SAB	
	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	boquerón	EEN	
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Halobatrachus didactylus</i>	pez sapo	HDI		
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Hippocampus hippocampus</i>	caballito de mar	HHI		
3	Perciformes	Esparidae	<i>Diplodus sargus</i>	sargo	DSA	
			<i>Diplodus vulgaris</i>	sargo	DVU	
		Gobiidae	<i>Pomatoschistus microps</i>	gobio	PMI	
		Labridae	<i>Symphodus bailloni</i>	bodión	SBA	
		Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	lubina	DLA	
			<i>Dicentrarchus punctatus</i>	baila	DPU	
Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Solea vulgaris</i>	lenguado	SVU		



EXÓTICAS

Dist.	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CÓD.
1	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus</i>	alburno	AAL
			<i>Carassius auratus</i>	carpín	CAU
			<i>Cyprinus carpio</i>	carpa	CCA
	Siluriformes	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	pez gato	AME
	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	gambusia	GHO
	Perciformes	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	pez sol	LGI
			<i>Micropterus salmoides</i>	blacbás	MSA
		Cichlidae	<i>Australoheros facetus</i>	chanchito	AFA
	2	Cyprinodontiformes	Fundulidae	<i>Fundulus heteroclitus</i>	fúndulo

[3]

La cuenca del Guadiana en la sierra

Dos ríos principales pertenecientes a la cuenca del Guadiana, drenan la Sierra de Huelva, el Múrtigas, afluente a su vez del Ardila, y el Chanza. Ambos fueron estudiados mediante pesca eléctrica y redes holandesas, entre los años 2000 y 2010 en 11 localidades excepcionales (De Diego *et al.*, 2010) en las que se registró una ictiofauna igualmente excepcional. Hasta diez especies de peces nativos habitaban estos singulares ríos (TABLA 9-3), primarias las primarias de la provincia, sin incluir ni una sola migradora. También, cuando se realizaron estos estudios se detectaron cuatro especies de peces exóticos invasores [TABLA 9-2], aunque su penetración en aquellas fechas no era aún excesiva, con presencia relativamente escasa en cinco de las 11 localidades muestreadas.

Nueve de las diez especies nativas pertenecieron al orden de los Cipriniformes: ocho ciprínidos y un cobítido [TABLA 9-3]. La especie restante, el blenio de río (*S. fluviatilis*), pertenece a los Perciformes. Dos de las especies exóticas son de amplia distribución global: pez sol (*L. gibbosus*) y gambusia (*G. holbrooki*). La tercera, el chanchito (*A. facetus*) presenta una distribución más restringida, globalmente y en la península ibérica, donde se concentra en la cuenca del Guadiana (Hermoso *et al.*, 2008).

La riqueza de especies por localidad fue extraordinaria: en la cuenca del Chanza se registraron entre 6 y 8 especies y en la del Múrtigas entre 3 y 10 [TABLA 9-3]. Destacaron el tramo final de la riera de Alcalaboza antes de la conjunción con la riera del Aserrador a pocos kilómetros de la unión con la riera del Chanza, y el río Múrtigas, entre Encinasola y Barrancos, con 8 y 10 especies nativas, respectivamente. Estos valores no tienen parangón en un contexto ibérico donde pocas localidades poseen este número de especies, salvo alguna muy conservada de la propia cuenca del Guadiana (Doadrio, 2011). Hay que tener en cuenta que la biodiversidad de peces continentales del ámbito mediterráneo se caracteriza por ser exigua -la limitada superficie de las cuencas, los impactos humanos y la dureza de las condiciones ambientales resultantes del dinamismo del clima, especialmente de la persistente sequía estival que hace que desaparezca la red de drenaje durante buena parte del ciclo anual- impide el asentamiento de más especies, que además



**TABLA
09-3**

Composición de la ictiofauna de los cursos de agua de la Sierra de Huelva pertenecientes a la cuenca del Guadiana, estudiados entre los años 2000 y 2010 (ver Prenda *et al.*, 2011).

Especies	CHANZA				MÚRTIGAS						
	GDCh1	GDCh3	GDCh4	GDCh5	GDM1	GDM2	GDM3	GDM4	GDM5	GDM6	GDM7
NATIVAS											
<i>A. hispanica</i>	X		X	X	X						
<i>L. comizo</i>					X						
<i>L. microcephalus</i>			X		X						
<i>L. sclateri</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>I. lemmingii</i>	X	X	X		X		X	X	X	X	X
<i>P. willkommii</i>	X	X	X		X		X		X	X	
<i>I. alburnoides</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>S. pyrenaicus</i>		X	X		X		X	X	X	X	X
<i>C. paludica</i>	X	X	X		X	X	X	X	X		X
<i>S. fluviatilis</i>					X						
EXÓTICAS											
<i>A. facetus</i>	X		X								
<i>L. gibbosus</i>	X		X		X				X		
<i>G. holbrooki</i>	X		X		X		X				
NATIVAS	6	6	8	1	10	3	6	5	6	5	5
EXÓTICAS	3	0	3	0	2	0	1	0	1	0	0
TOTAL	9	6	11	1	11	3	7	5	7	5	5
% NATIVAS	67	100	73	100	82	100	86	100	86	100	100

presentan un elevado grado de endemidad (Smith y Darwall, 2006). Desde el punto de vista adaptativo, el clima mediterráneo impone numerosas restricciones a los peces, sobre todo a su ecofisiología y a sus estrategias de vida que los convierte en organismos altamente especializados.

En la porción de la sierra correspondiente a la cuenca del Guadiana todas las especies nativas son endémicas del sur o suroeste ibérico, excepto el blenio, que se distribuye por gran parte de la cuenca mediterránea, aunque las poblaciones del Guadiana son las únicas atlánticas de Iberia y, además, genéticamente diferentes del resto (Almada *et al.*, 2009). De las otras especies, las más endémicas son, sin duda, el barbo cabecicorto (*L. microcephalus*) y el jarabugo (*A. hispanica*), ambas exclusivas de la cuenca del Guadiana. En el caso del jarabugo, al margen de sus misteriosas biología y ecología (Lozano-Rey, 1935), se trata de un género monoespecífico, lo que le otorga un gran valor evolutivo y de conservación. Esto, junto con su delicado estatus, regresión continuada y extinción local de muchas de sus poblaciones, hacen que esté catalogado “en peligro de extinción” (Doadrio *et al.*, 2011a). Es la especie estrella, no solo de la sierra, sino de cuantas concurren en territorio onubense e incluso peninsular. Por su carácter monoespecífico se puede decir que es el vertebrado ibérico con más valor de conservación desde el punto de vista evolutivo.



La rivera de Alcalaboza y el jarabugo

En la primavera de 2001 muestreamos los peces en 28 localidades de la cuenca del Guadiana. Durante este muestreo se capturaron jarabugos en cuatro localidades: una en la cuenca del Ardila (Badajoz), dos en la rivera del Chanza y una en la de Alcalaboza. En abril de 2005 se realizó otro muestreo incluyendo esta vez 80 localidades repartidas entre la rivera Grande de Ayamonte (Huelva) y la subcuenca del río Matachel (Badajoz). Durante el mismo se visitaron nuevamente tres de las cuatro localidades prospectadas en 2001 y en dos de ellas (Ardila y Chanza) no se capturó ningún jarabugo, aunque sí que aparecieron nuevamente en Alcalaboza. Este endemismo del Guadiana se comporta como el propio río apareciendo y desapareciendo como por arte de magia.

**TABLA
09-4**

Abundancia del jarabugo (*A. hispanica*) en distintas localidades de la cuenca del Guadiana hasta el año 2005. La población del Alcalaboza (Huelva) era entonces, con diferencia, la más numerosa.

FUENTE: 1) Collares-Pereira *et al.* (1999), 2) Datos propios

Subcuenca	Localidad	Abundancia (ind. 100 m ⁻²)	Fuente	
Xévora	I	1,4	1	
	II	0,8		
	III	1,1		
Caia	I	0,7		
	II	5,6		
Degebe	I	0,3		
	II	1		
	III	0,8		
Ardila	I	0,6		
	II	0,6		
	III	1,2		
	IV	2,1		
Múrtigas	GDM1	1,3		2
Chanza	I	7,4		1
	II	4,4		
	III	1,8		
Chanza	GDCh3	13,1	2	
	C2	1,6		
	GDCh1	0,6		
Alcalaboza	GDCh4 (2001)	164,8		
	GDCh4 (2005)	48,3		
Matachel	Ma1	3,8		
Carreiras	I	29,2	1	
	II	7,6		
	III	10,5		
Vascão	I	3,7		
	II	0,6		
	III	0,4		
Foupana	I	3,1		
Odeleite	II	0,2		
	I	0,3		



La comparación de los valores de abundancia de jarabugos registrada en distintas localidades de la cuenca del Guadiana, a partir de datos propios y de otros autores, puso en evidencia que la población de la rivera de Alcalaboza era con mucha diferencia la que presentaba mayor densidad [TABLA 9-4] de cuantas se poseía información. Los valores de abundancia de la especie en esta localidad superaron los de cualquier población conocida hasta aquel momento.

Además de poseer una población de jarabugos muy saludable, el tramo estudiado de la rivera de Alcalaboza presentó una ictiofauna inusualmente rica en especies nativas, como ya se dijo. Así se da la circunstancia poco común de coexistir en él dos especies de barbos (*L. microcephalus* y *L. sclateri*), y dos parejas de especies que tienden a segregarse espacialmente: calandinos (*I. alburnoides*) vs. cachuelos (*S. pyrenaicus*) y bogas (*P. willkommii*) vs. pardillas (*I. lemmingii*). A todo ello se debe añadir que las especies de peces que acompañaban al jarabugo en este tramo de la rivera están catalogadas como “Vulnerables” en el Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España (Doadrio, 2001), excepto *L. sclateri*.

En el último estudio publicado sobre el jarabugo, a partir de muestreos realizados los años 2009 y 2010, la especie había desaparecido de las cuencas del Chanza, Múrtigas y Ardila (Doadrio *et al.*, 2011b). Esto no implica necesariamente su extinción local dado que en esta especie es reconocida desde muy antiguo su capacidad para aparecer y desaparecer de algunos tramos fluviales sin razón aparente (Lozano-Rey, 1935) como se señaló anteriormente. Pero atendiendo al estado actual de los ecosistemas fluviales, esa misteriosa capacidad del jarabugo de resurgir tras un periodo de ausencia, puede verse comprometida. La porción de sierra que queda dentro de la cuenca del Guadiana, el hábitat potencial del jarabugo en Huelva, está cada vez más afectada por los vertidos de aguas residuales procedentes de la cada vez más pujante industria cárnica del cerdo ibérico, incluyendo la salazón, así como por el resto de las transformaciones que afectan a los espacios rurales en general, incluida la penetración de especies exóticas (Blanco *et al.*, 2009).

[4]

El bajo Guadiana

Los tramos bajos de los ríos concentran la mayor diversidad biológica de las cuencas por donde discurren, así como los efectos negativos del conjunto de impactos que se distribuyen por ellas. A su elevada importancia ecológica se suma la vulnerabilidad derivada de la degradación que acumulan. Dentro de estos tramos fluviales inferiores destacan los estuarios, sumamente relevantes, poco conocidos y de características muy peculiares. Son espacios que se extienden por donde las aguas continentales se mezclan con las marinas y por las tierras aledañas susceptibles de ser cubiertas por las oscilaciones de las mareas y las avenidas. El estuario es un ámbito complejo donde se producen múltiples interacciones ecológicas que afectan no solo al propio río sino a extensos sectores litorales. Una importante característica de los medios estuarinos es su elevada productividad primaria, resultante de la combinación de una baja profundidad, elevada disponibilidad de nutrientes (aportados por el caudal del río), mezcla vertical y elevada penetración de la luz. Es además un espacio con gran incidencia económica en las poblaciones humanas adyacentes y cuyo deterioro puede tener graves repercusiones negativas en las mismas.



A pesar de su singularidad y relevancias ecológica y económica, muchos estuarios se han visto afectados negativamente por diversas actuaciones humanas de variada índole (Ruiz *et al.*, 2014). En el caso particular del estuario del Guadiana, hasta hace poco en excelente estado de conservación, la regulación de caudales aguas arriba, especialmente tras la construcción de las presas de Alqueva (Portugal), del Chanza y del Andévalo, ha tenido importantes consecuencias sobre la dinámica natural del mismo y sobre sus valores de biodiversidad (Chícharo *et al.*, 2006; 2009). Por estas y otras razones, el estuario del Guadiana ha sido comparativamente más estudiado que otros del entorno. Se conoce su hidrología y eco-hidrología, su limnología, el plancton y su dinámica, la malacofauna y los crustáceos, su papel como área de reproducción y engorde de especies marinas, el impacto ejercido por la presa de Alqueva, su grado de contaminación, así como sus peces (Chícharo *et al.*, 2006). En el estuario del Guadiana existen estudios sobre ictiofauna esencialmente marina (Esteves *et al.*, 2000a y b; Chícharo *et al.*, 2002, Sá *et al.*, 2006), pero casi ninguno sobre los peces continentales o propiamente estuarinos, salvo el de Chícharo *et al.* (2006). También hay algún trabajo sobre las comunidades de peces continentales de algunos tributarios de zonas próximas al estuario (Godinho *et al.*, 1997).

En el año 2004 el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y la Universidad de Huelva suscribieron un convenio para el “*Estudio de la ictiofauna, flora acuática y vegetación riparia del estuario del río Guadiana*” que fue asignado a nuestro grupo de investigación. Este estudio nos permitió la caracterización de los peces de este medio tan singular, incluidos sus tributarios por la margen izquierda (Prenda *et al.*, 2005).

Características estructurales y físico-químicas del estuario del Guadiana

Durante el periodo de estudio, llevado a cabo entre julio y diciembre de 2004, en el estuario se identificaron un sector medio, donde se produce la mezcla de las aguas marinas y fluviales y un sector superior o fluvial, de agua dulce. En el primero, de 28 km de longitud, se observó un gradiente de salinidad desde los 55 mS cm⁻¹ del punto más bajo (unos 5 km aguas arriba de la desembocadura) hasta los 0,6 mS cm⁻¹ del comienzo del sector fluvial, que mantuvo este valor de salinidad en todo su recorrido aguas arriba. La anchura del estuario osciló entre 200 m y 400 m en la mayor parte del tramo estudiado, disminuyendo desde los sectores inferiores hacia los superiores, entre los 664 m del punto más bajo hasta los 140 m del punto más alto.

El estuario se comportó entre uno parcialmente mezclado y otro bien mezclado. La zona parcialmente mezclada se correspondió con el sector medio, hacia la zona inferior o marina, y la zona bien mezclada con el sector fluvial o superior. Se observó una pequeña estratificación vertical que afectó a la salinidad, a la concentración de oxígeno disuelto y al pH, responsable de la aparición de una picnoclina/haloclina, normalmente dentro de los cuatro metros superiores de la columna de agua. En las zonas más profundas el perfil estuvo normalmente mezclado. En general, la estratificación se produjo en los 12 últimos km del estuario. Esta estratificación fue disminuyendo desde la zona inferior hasta la superior o fluvial, donde ya no se manifestó.

La conductividad, el oxígeno disuelto y el pH en el sector intermedio del estuario (donde se definen los principales gradientes físico-químicos del área, ya que el estuario fluvial aparecía completamente



mezclado) estuvieron, en general, negativamente correlacionados. El comportamiento de la salinidad en el estuario parecía ser determinante del de los restantes parámetros físico-químicos estudiados, excepto de la temperatura.

Los peces del estuario del Guadiana y sus principales tributarios

El muestreo de la ictiofauna del estuario se llevó a cabo entre los días 25 y 30 de octubre y entre el 8 y el 13 de noviembre de 2004, con trasmallos, nasas holandesas, trampas de rejilla para peces pequeños y medianos y trampas de botella para peces pequeños, tanto en aguas libres como en orillas [PUNTOS G1-G8, TABLA 9-1]. En el tramo final del estuario, próximo a la desembocadura el muestreo se completó con redes de arrastre, del tipo *otter trawls* [PUNTOS GD1-GD9, TABLA 9-1]. Los arrastres se realizaron desde una embarcación de 6 m de eslora, durante un período de 6 h comenzando en la bajamar y finalizando en pleamar.

La rívera Grande de Sanlúcar se muestreó entre los días 26 y 31 de julio de 2004, cuando su caudal era nulo y el cauce estaba reducido a un rosario de pozas aisladas [PUNTOS RSG1-RSG7, TABLA 9-1]. Las riberas de Barcia Longa [RBL1, TABLA 9-1] y Grande de Ayamonte [PUNTOS RGA1-RGA3, TABLA 9-1] se muestrearon entre los días 3 y 7 de diciembre de 2004. En esta época los arroyos llevaban un caudal muy escaso debido a la falta de lluvias. El método de captura en todos estos tributarios fue la pesca eléctrica.

Inventario de especies

Desde el punto de vista ictiológico, la cuenca del Guadiana presenta unas características muy diferentes al resto de las grandes cuencas ibéricas (Doadrio, 2001). En sus aguas dulces faltan poblaciones autóctonas de trucha común (*Salmo trutta*) debido a la casi total ausencia de ríos de montaña. Posee endemismos exclusivos como el jarabugo y el barbo cabecicorto. Contiene especies en peligro de extinción como el blenio de río o el escasísimo (prácticamente extinto) esturión (*Acipenser sturio*). Además, existen todavía especies migradoras como la lamprea marina (*Petromyzon marinus*), el sábalo (*Alosa alosa*), la saboga (*Alosa fallax*) y la anguila (*Anguilla anguilla*), muchas de ellas desaparecidas en la mayor parte de los ríos peninsulares por la construcción de presas (Doadrio, 2001).

En el estuario del Guadiana, en el año 2004, capturamos 4.870 ejemplares de 28 especies de peces, pertenecientes a 18 familias [TABLA 9-5]. Esta estima de la riqueza de especies es conservadora y podría ser algo superior. La familia con mayor número de especies fue la de los ciprínidos (al menos 6 especies), seguida de mugílidos (al menos 2), morónidos (2), centrárquidos (2), singnátidos (2) y espáridos (2). El resto de familias sólo presentó un representante. Destacaron, por su rareza y escasez en otras cuencas ibéricas, varias especies migradoras como la anguila (*A. anguilla*), la saboga (*A. fallax*) y la lamprea marina (*P. marinus*). Las dos primeras están consideradas “Vulnerables” y la lamprea se encuentra “En peligro de extinción” (Doadrio, 2001).

La mayoría de las especies capturadas fueron autóctonas (24 especies, 85,7%) y sólo cuatro fueron alóctonas (14,3%): el chanchito, la gambusia, el blacbás y el pez sol, casi todas ellas capturadas en la Rívera Grande de Sanlúcar, si bien algunos ejemplares de pez sol se capturaron también en Barcia Longa.


**TABLA
09-5**

Listado de las especies de peces capturadas en el Bajo Guadiana en 2004. Se indican los datos de abundancia media (CPUE \pm desviación estándar) para toda la zona de estudio. La pesca combinada hace referencia al empleo simultáneo de trasmallos, nasas holandesas, trampas de rejilla (minnow traps) y trampas de botellas. En Barcia Longa sólo se muestreó una localidad. Las CPUE entre los distintos métodos de captura no son comparables porque a cada una se le aplica un esfuerzo de muestreo distinto. Se indica el lugar de captura. 1: Artes combinadas, 2: Arrastre, 3: pesca eléctrica.

Especies	Guadiana ¹	Guadiana ²	R.G. Sanlúcar ³	Barcia Longa ³	R.G. Ayamonte ³
NATIVAS					
<i>I. lemmingii</i>			2,2 \pm 9,3		
<i>I. alburnoides</i>			0,7 \pm 2,5		6,0 \pm 5,8
<i>L. comizo</i>	13,2 \pm 14,9				
<i>Luciobarbus</i> sp.	6,5 \pm 7,3				
<i>L. sclateri</i>	4,7 \pm 9,1		2,1 \pm 3,7	16,4	4,7 \pm 6,8
<i>P. willkommii</i>	0,4 \pm 0,9		0,01 \pm 0,04		
<i>S. pyrenaicus</i>			1,8 \pm 4,2		
<i>C. paludica</i>			1,4 \pm 1,5		
<i>P. marinus</i>					
<i>A. anguilla</i>	2,1 \pm 3,0		0,4 \pm 0,7	5,5	2,9 \pm 1,1
<i>A. fallax</i>	0,2 \pm 0,4				
<i>C. labrosus</i>	3,2 \pm 5,2				
<i>Liza</i> spp.	5,7 \pm 5,3		0,1 \pm 0,4		
<i>A. boyeri</i>	1,1 \pm 1,7		0,1 \pm 0,2		
<i>E. encrasicolus</i>	0,1 \pm 0,4				
<i>H. didactylus</i>	0,2 \pm 0,4	0,4 \pm 0,6			
<i>H. hippocampus</i>		0,05 \pm 0,14			
<i>S. abaster</i>	0,2 \pm 0,4				
<i>D. sargus</i>	0,2 \pm 0,4	0,1 \pm 0,2			
<i>D. vulgaris</i>		0,3 \pm 0,4			
<i>P. microps</i>	14,2 \pm 22,5				
<i>S. bailloni</i>		0,1 \pm 0,2			
<i>D. labrax</i>	2,2 \pm 2,4	0,2 \pm 0,6			
<i>D. punctatus</i>	0,8 \pm 1,4				
<i>S. vulgaris</i>	0,1 \pm 0,4	0,1 \pm 0,2			
EXÓTICAS					
<i>G. holbrooki</i>			0,3 \pm 0,6		
<i>L. gibbosus</i>			2,1 \pm 3,3	76,4	
<i>M. salmoides</i>			0,7 \pm 1,0		
<i>A. facetus</i>			0,2 \pm 0,4		



Para el conjunto del área de estudio la especie más abundante fue el pez sol, con un 43,5% de las CPUE, seguido del barbo común (15,5%); las capturas de blacbás, aunque no alcanzaron una frecuencia elevada, fueron bastante significativas (331 ejemplares). Estas cifras son realmente alarmantes ya que, como se ha comentado, estas especies impactan de forma muy negativa sobre la ictiofauna nativa ibérica.

En el canal principal del estuario y teniendo en cuenta el empleo de artes combinadas y arrastres, la especie más abundante fue el gobio de arena (*P. microps*) [TABLA 9-5], con el 25,2% de las CPUE. Este es un pequeño pez bentónico capturado principalmente en las trampas de botella. Le siguieron en importancia el barbo picón (*L. comizo*) (23,4% CPUE), especie de gran tamaño, bien representada en la zona del estuario con aguas más dulces y capturada en trasmallos. El barbo común (*L. sclateri*), el robalo (*D. labrax*) y los mugílidos (*Liza* sp. y *Ch. labrosus*), también especies grandes, fueron bastante abundantes y capturadas principalmente en trasmallos. El resto de especies se capturó de forma ocasional [TABLA 9-5].

En el tramo de la desembocadura, muestreado con arrastres desde una embarcación, se obtuvieron muy pocas capturas [TABLA 9-5], a pesar del gran esfuerzo de pesca aplicado. El sapo (*H. didactylus*) y la mojarra (*D. vulgaris*) fueron las especies de las que se obtuvieron un mayor número de ejemplares [TABLA 9-5].

En la rivera Grande Sanlúcar se capturó un total de 13 especies: 6 nativas de distribución primaria, 3 secundarias y 4 exóticas, lo que constituye la mayor riqueza de especies de todos los afluentes muestreados. La especie más abundante fue la pardilla (*I. lemmingii*), que apareció en gran número en pequeñas pozas localizadas en la cabecera de este tributario [TABLA 9-5]. Le siguieron muy de cerca el barbo común, el pez sol y el cachuelo (*S. pyrenaicus*). En la rivera Grande de Ayamonte y en Barcia Longa se capturaron sólo tres especies en cada una de ellas. En ambas riveras se capturaron barbos comunes y anguilas además del pez sol en Barcia Longa y calandino en la rivera Grande de Ayamonte. En todos los casos el número de capturas fue muy bajo [TABLA 9-3].

Distribución longitudinal de la ictiofauna y selección hábitat

El género *Luciobarbus* en el bajo Guadiana

En el bajo Guadiana coexisten dos especies de barbos, el picón y el común. También se localizaron ejemplares con características intermedias y que fueron registrados como *Luciobarbus* sp. Los barbos, en conjunto, estuvieron presentes en la práctica totalidad de las localidades muestreadas faltando tan solo en los puntos más próximos a la desembocadura, donde los altos valores de salinidad limitaban su presencia.

Se observaron claras diferencias en la distribución de los barbos picones y comunes. Los primeros aparecieron únicamente en el cauce principal del río, sólo en las localidades más alejadas de la desembocadura, y nunca en los tributarios. Su mayor abundancia se registró en las localidades situadas más al norte, disminuyendo notablemente a medida que se descendía hacia la desembocadura. El barbo común se encontró en el cauce principal, en la porción central del estuario con un solapamiento casi nulo con el barbo picón, así como en todos los tributarios. Ambas especies sólo coincidieron en una localidad intermedia, donde el picón mostró valores mínimos de abun-



dancia. La distribución de los individuos no asignados a ninguna de las dos especies anteriores, los *Luciobarbus* sp., fue prácticamente idéntica a la del barbo picón. Por lo que es muy probable que estos ejemplares fueran realmente picones con características poco definidas.

I *Los otros ciprínidos*

Del resto de ciprínidos presentes en la zona de estudio tan sólo la boga (*P. willkommii*) se ha capturado en el cauce principal del Guadiana en las dos localidades situadas más al norte y en varias pozas del tramo medio de la Rivera Grande de Sanlúcar. La pardilla sólo se capturó, en gran número, en algunas pozas de la cabecera de este mismo tributario. Tanto el cachuelo, como el calandino fueron muy abundantes en varias pozas de la Rivera Grande de Sanlúcar. También se capturaron varios ejemplares de calandino en la Rivera Grande de Ayamonte.

En conjunto solo los ciprínidos de mayor talla, barbos y bogas ocuparon el cauce principal del río Guadiana. El resto, mucho menores, solo se distribuyó por los tributarios.

I *Los mugílidos*

Dentro de esta familia se identificaron dos géneros, *Liza* y *Chelon*. El primero con dos especies, *L. ramada* y *L. aurata*, aunque la mayoría de los individuos pertenecían a la primera. El segundo género sólo incluyó a *Ch. labrosus*.

En conjunto, los mugílidos se distribuyeron a lo largo de todo el estuario del Guadiana. *Liza* spp. solo faltó en las localidades más próximas a la desembocadura, posiblemente por problemas relacionados con la eficacia del muestreo. Esta especie suele utilizar las zonas del estuario más alejadas de la desembocadura (Almeida, 1996), lo que explica que su abundancia fuera máxima en las localidades situadas más al norte. La distribución de *Ch. labrosus* estuvo más desplazada hacia la desembocadura, alcanzando el máximo de abundancia en la zona central del estuario.

I *La anguila*

La anguila (*A. anguilla*) se capturó tanto en el cauce principal como en los tributarios. No se detectó en el tramo más bajo, pero al ser una especie diadroma que tolera amplios rangos de salinidad, puede considerarse que su distribución incluía todo el estuario. Fue especialmente abundante en algunas pozas de la rívera Grande de Sanlúcar y en la zona media-alta del estuario.

I *Los centrárquidos*

La distribución de los centrárquidos quedó restringida a algunas zonas estrictamente continentales del área de estudio. Tanto el blacbás (*M. salmoides*) como el pez sol (*L. gibbosus*) se capturaron en gran número en varias pozas del tramo medio-bajo de la rívera Grande de Sanlúcar. El pez sol, además, apareció en Barcia Longa y en el propio río, cerca de Sanlúcar de Guadiana durante el muestreo control, aunque con unos valores de abundancia más bajos.

I *La gambusia y el chanchito*

Las alóctonas gambusia y chanchito se distribuyeron por la parte baja de la rívera Grande de Sanlúcar, próxima a su confluencia con el Guadiana.



Distribución batimétrica de los peces

Aparte de su distribución longitudinal, a lo largo del eje de los cauces, en algunas especies se advirtieron preferencias por una posición específica en la columna de agua. Es el caso de los barbos, cuyas capturas fueron estadísticamente el doble en fondo que en superficie. Los mugílidos, en cambio, mostraron una clara preferencia por la superficie y todas las capturas se consiguieron en los trasmallos colocados en la porción superior de la columna de agua.

Los hábitos alimenticios de las especies pueden determinar su distribución. Los barbos suelen alimentarse de macroinvertebrados bentónicos y detritus (Magalhães, 1993), por lo que pasan gran parte de su tiempo en las proximidades del fondo de los ríos. Los mugílidos, por su parte, especialmente *L. ramada*, son eficientes filtradores que basan gran parte de su dieta en la porción planctónica de las comunidades acuáticas (Cardona, 1996), que capturan frecuentemente en la superficie del agua.

Asociaciones de especies y variables ambientales

A partir de diferentes análisis estadísticos se pudieron identificar cinco asociaciones de especies o especies solitarias en algunos casos en función de sus patrones de distribución comunes. Estas asociaciones de especies estuvieron vinculadas en diferente medida a distintas configuraciones del hábitat. Por ejemplo, la asociación formada por *Luciobarbus* sp., *L. comizo*, *Liza* sp. y *A. boyeri* tendía a aparecer en localidades alejadas de la desembocadura del río, con una temperatura del agua relativamente elevada, baja salinidad y cauces estrechos. El resto de asociaciones identificadas aparecían en localidades con características más o menos opuestas a las anteriores. Este análisis, además de identificar las relaciones de las distintas asociaciones de peces con las variables del hábitat, puso de manifiesto la existencia de dos comunidades básicas en el estuario del Guadiana definidas por la salinidad: una comunidad típica del estuario fluvial, formada por especies que suelen aparecer en zonas de bajo contenido salino y alejadas de la desembocadura del río y otra formada por especies típicas de zonas salobres e incluso salinas (Thiel *et al.*, 2003).

B. sclateri no parecía mostrar un patrón definido con respecto a la salinidad. En cambio *B. comizo* y los individuos identificados como *Barbus* sp. sí que presentaron una fuerte relación con este factor; se hicieron más escasos a medida que aumentaba la concentración salina. La respuesta de otras especies fue contraria a la mostrada por los picones. Es el caso del gobio que, aunque se capturó a lo largo de todo el estuario, su abundancia aumentaba significativamente a medida que lo hacía la salinidad del agua.

[5]

La cuenca del Odiel

La cuenca del río Odiel está severamente afectada por la contaminación derivada del drenaje ácido de minas desde tiempo inmemorial, aunque recién este proceso continúa extendiéndose en la medida que aumenta el número de explotaciones de los sulfuros masivos de la faja pirítica Ibérica (Olías



et al., 2004). La cuenca es un mosaico de zonas contaminadas, donde la vida acuática macroscópica es inviable, y zonas libres de contaminación, algunas extraordinariamente bien conservadas, en las que aún es posible registrar fauna y flora acuáticas, incluidos peces (<http://www.life-etad.com/index.php/es/el-rio-odiel>).

En el año 2003 se realizó un estudio para determinar el estado ecológico y el valor de conservación de la porción de cuenca del Odiel libre de contaminación minera. Para ello se estudiaron diez tramos fluviales (Rivera del Villar, Rivera de Palanco, Rivera de La Escalada, Rivera de Santa Eulalia, río Odiel, Rivera de Tallisca, Arroyo Chapinero, Arroyo Monte de la Osa, Rivera de Olivargas y Rivera de Almonaster) [VER TABLA 9-1] en los que se caracterizó el hábitat acuático y el ripario y se muestrearon los peces con pesca eléctrica y nasas holandesas.

La rivera del Villar nace en las cercanías de Zalamea la Real y recorre unos 20 Km antes de unirse al río Odiel. Cuando se hizo este trabajo, poseía un agua de notable calidad hasta recibir en su tramo medio los lixiviados de la mina del Buitrón a través del arroyo Caladeros. Más tarde, esto cambió con nuevos vertidos en su tramo medio. La rivera de La Escalada nace en las cercanías de Almonaster la Real y recorre unos 17 Km hasta desembocar en el río Odiel. Posee aguas de notable calidad hasta que llega a la mina de San Miguel donde sus lixiviados acidifican las aguas de la rivera. La rivera de Santa Eulalia nace en las cercanías de Santa Ana La Real, donde recibe el nombre de rivera de Santa Ana y se une al Odiel después de recorrer unos 18 km, aguas abajo del embalse del Odiel. La localidad situada en la cabecera del propio río Odiel corresponde a la zona que todavía no está contaminada. En este punto el río presenta una calidad del agua muy buena y una ribera bien conservada. El Oraque es el afluente más importante del río Odiel. Su red de drenaje se encuentra muy fragmentada debido a que muchos de sus arroyos bajan contaminados por lixiviados mineros. Las riveras en las que se fijaron los puntos de muestreo (Tallisca, arroyo Chapinero, Arroyo Monte de la Osa) eran de las pocas en las que el agua tenía una calidad aceptable. La cuenca de la rivera de Olivargas (Olivargas y Almonaster) está situada muy próxima a la de la rivera de La Escalada. Posee una longitud aproximada de 26 Km y está regulada, con un embalse en su tramo final que inunda una superficie de 247 ha.

La singular riqueza íctica del Odiel

En total se capturaron 5.255 peces pertenecientes a siete especies [TABLA 9-6], cinco autóctonas: barbo común, pardilla, cachuelo, calandino, colmilleja, y dos exóticas: gambusia y pez sol, ninguna de las dos citadas para la cuenca del Odiel en el Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España (Doadrio, 2001). Ambas poseen carácter invasor, esto es, un elevado potencial de interferir con las comunidades nativas y en último término de propiciar su extinción (Prenda *et al.*, 2006a, 2006b, 2010). La fauna de especies autóctonas hace de la cuenca del río Odiel una de las más ricas del sur Peninsular en cuanto a la relación nº de especies/superficie de la cuenca, hecho que la dota de una singularidad especial que merece ser conservada. Aunque esto empieza a ser difícil.

Y es que en este trabajo no se capturó ni una sola boga, especie que había sido citada con anterioridad en el Odiel (Doadrio, 2001), lo que apunta a su posible extinción en la cuenca. La boga es un ciprínido de mediano tamaño, ambientalmente sensible, que muestra cierta preferencia por tramos



con corriente y aguas moderadamente oxigenadas, por tanto, cualquier modificación del hábitat fluvial podría incidir negativamente sobre ella, acelerando su regresión. Doadrio *et al.* (2011a) aunque señalan a la cabecera del río Odiel como tramo permanente de boga, en muestreos realizados por el grupo del autor durante los años 2009 y 2010 no se capturan en ninguno de los puntos situados en esta cuenca (Doadrio com. pers.), lo que ratifica la delicada situación de esta especie en el Odiel, incluso su posible extinción local.

TABLA 09-6

Ictiofauna de diez tramos fluviales de la cuenca del río Odiel (Huelva) registrada en el año 2003. Se indica la abundancia obtenida con pesca eléctrica y con nasas, expresada como capturas por unidad de esfuerzo (CPUE). ABU: abundancia total (CPUE), CV: coeficiente de variación (%) de las abundancias. Para el código de las localidades, ver Tabla 1.

	CHA	MDO	ODI	AL	ESC	OLI	PAL	SEU	TAL	VIL	N	media	CV (%)
NATIVAS													
<i>L. sclateri</i>	4,3	492,1	352,6	29,5	7	32,5	11,9	392,2	562,3	34,1	10	191,9	119
<i>S. pyrenaicus</i>	-	157,8	-	1-	25,1	88,3	58,8	-	452,1	33	7	82,5	169
<i>I. lemmingii</i>	16,6	7,8	-	-	13,6	-	1,9	-	8,4	91,9	6	14	200
<i>I. alburnoides</i>	-	-	10,2	68,2	-	-	-	149,4	-	-	3	22,8	216
<i>C. paludica</i>	2,5	5,3	-	7,5	-	-	-	-	1	-	4	1,6	165
EXÓTICAS													
<i>L. gibbosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1	6	316
<i>G. holbrooki</i>	-	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,7	316
ABU	28,8	681,1	385,9	158,2	50,3	120,8	79,1	544,4	1068,6	202,7			
CV	182	192	256	153	149	195	210	193	169	151			

En todos los tramos estudiados hubo peces, aunque la abundancia de estos fue muy heterogénea [TABLA 9-6]. La localidad con más capturas fue la rivera de Tallisca y donde menos hubo fue en el arroyo Chapineros, con solo 55 ejemplares. Estos datos, moderadamente bajos, se corresponden con ríos poco productivos, en general de carácter ácido, como los de la cuenca del Odiel.

Desde el punto de vista numérico y de amplitud de distribución, la especie dominante en la cuenca fue el barbo, presente en todas las localidades, seguida de cachuelos (7 localidades), pardillas (6), colmillejas (4) y calandinos (3). Mientras que las exóticas solo se capturaron en una localidad cada una. La asociación de especies observada en el Odiel, en la que tres de ellas poseen estatus de “vulnerable” para Andalucía, se corresponde con la esperable para la zona. Sin embargo, son pocas las áreas del cuadrante suroccidental Ibérico con una ictiofauna tan poco perturbada como la detectada en esta cuenca en el año 2003. Esto la dotaba de un elevado valor de conservación, acentuado entonces por la casi ausencia de especies



exóticas. Los tramos fluviales con una ictiofauna más equilibrada, medida con el coeficiente de variación de la abundancia, fueron los de la rivera La Escalada, la rivera del Villar y la rivera de Almonaster. En el río Odiel, la comunidad, muy pobre, estuvo claramente dominada por el barbo [TABLA 9-6].

En el contexto de las cuencas meridionales ibéricas, el río Odiel destaca claramente por una elevada riqueza de especies filogenéticamente muy próximas. El promedio de especies de estas características presentes en esta cuenca es nítidamente superior al que se observa en ríos mayores, como el Segura, el Júcar o el propio Guadalquivir, este último con una cuenca más de 20 veces más extensa que la del Odiel. Aunque no podemos actualmente determinar qué factores permitieron en el río Odiel la convivencia de estas especies, los resultados obtenidos evidencian que esta cuenca presenta características peculiares en un ámbito regional. Cabe destacar la presencia simultánea en la misma de calandinos y cachuelos, dos especies entre las que se establecen complejas relaciones filogenéticas. El calandino es una especie de origen híbrido que necesita de la presencia de otra especie del género *Squalius* para completar sus complejos ciclos reproductivos, en los que intervienen gametos de las especies acompañantes (en este caso del cachuelo) (Carmona *et al.*, 1997). Los mecanismos implicados en la evolución del calandino no han sido aun completamente descifrados y el estudio de las poblaciones del Odiel ayudaría a una mejor comprensión de la biología de esta especie, única a escala mundial. La presencia del calandino se restringe en España a las grandes cuencas (Guadalquivir, Guadiana, Tajo y Duero) y solo en Portugal ocupa algunas cuencas menores.

En resumen, tanto por su elevada diversidad específica como por la llamativa presencia de especies filogenéticamente próximas en relación con la superficie ocupada, la cuenca del río Odiel es peculiar y destacada en el ámbito ibérico. El interés de conservación de su ictiofauna continental debe considerarse por tanto muy alto.

[6]

Los peces de la Cuenca del Tinto

El río Tinto conocido por los fenicios como Ur-yero, o río de Fuego, debido a su color rojo y aguas extremadamente ácidas drena el cinturón pirítico más grande del mundo. Estos depósitos minerales se han explotado desde hace más de 6000 años. La alteración espontánea de estas masas minerales, junto con la actividad minera, han sido durante mucho tiempo fuente de contaminación para las aguas de este río. En la actualidad, estas aguas presenta un pH extremo y constante, alrededor de 2, desde su nacimiento hasta cerca de la desembocadura en el Odiel y contiene concentraciones mucho más altas de metales pesados disueltos que las que se encuentran en cualquier hábitat acuático continental planetario (Olías y Nieto, 2012). A pesar de ello, este río muestra un inesperado grado de diversidad de procariotas y eucariotas unicelulares (Zettler *et al.*, 2002), aunque es un hábitat hostil para organismos macroscópicos como los peces que se ven obligados a sobrevivir en sus tributarios, actuando el propio río Tinto como una barrera longitudinal insuperable para este tipo de fauna.

La fragmentación longitudinal generada por el río Tinto es única. Da lugar a un conjunto de subcuencas completamente aisladas entre sí, cada una con sus comunidades propias, sin posibilidad de intercambio espontáneo entre ellas. Esto contrasta con la fragmentación típica en cuencas reguladas



por presas, de carácter transversal, que genera secciones no conectadas aguas arriba y aguas abajo del obstáculo. La excepcional barrera generada por el Tinto debe ser determinante no solo de la distribución de los peces, sino de su estado de conservación e incluso de su evolución reciente.

¿Cómo se distribuyen los peces en la cuenca del Tinto?

Aquí se analizará la influencia de esta fragmentación singular sobre el patrón observado en la distribución de los peces en la cuenca y se discutirá el posible vínculo de esta distribución con el origen de la contaminación del Tinto, si secular o reciente, siguiendo una nueva teoría sobre este asunto. Para ello, entre los años 2000 y 2001, utilizando una combinación de pesca eléctrica y redes, se muestrearon los peces en los principales afluentes de este río ácido, cinco en la margen izquierda: Jarrama, Gallego, Hornueco, Tamujoso, Corumbel y Estero de Domingo Rubio, y cinco en la derecha: Cachán, Manzano, Valverde, Candón y Nicoba.

En total se registraron once especies de peces en toda la cuenca [TABLA 9-7], seis nativas (barbo, cachuelo, boga, pardilla, colmilleja y anguila) y cinco exóticas (carpa, carpín, pez sol, blacbás y gambusia). Casi el 50% de las especies fue foráneo.

**TABLA
09-7**

Listado de peces continentales registrados en la cuenca del Río Tinto y afluentes donde fueron localizados. Se incluye la frecuencia de ocurrencia (F.O.) calculada como el porcentaje de afluentes donde una determinada especie ha sido encontrada. Para el código de localidades y sus correspondientes coordenadas UTM, ver Tabla 1.

Especies	JAR	CAC	GAL	HOR	MAN	VAL	COR	CAN	NIC	DRU	F.O.
NATIVAS											
<i>L. sclateri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		90
<i>S. pyrenaicus</i>		X		X	X	X	X	X	X		70
<i>P. willkommii</i>						X	X	X	X		40
<i>I. lemmingii</i>				X	X					X	30
<i>C. paludica</i>							X			X	20
<i>A. anguilla</i>									X	X	20
EXÓTICAS											
<i>C. carpio</i>							X	X	X	X	40
<i>C. auratus</i>										X	10
<i>M. salmoides</i>						X		X	X		40
<i>L. gibbosus</i>							X				10
<i>G. holbrooki</i>							X			X	20



Cada especie nativa mostró una distribución particular en la cuenca. La especie más abundante y a la vez con distribución más amplia fue el barbo que ocupó todos los tributarios, excepto el Estero de Domingo Rubio. El cachuelo presentó una distribución similar pero estuvo ausente de dos cursos de agua de la cabecera (Jarrama y Gallego) y de uno de la porción inferior de la cuenca (Esteros de Domingo Rubio). La colmilleja tuvo una distribución muy restringida, con dos poblaciones distantes, una en el Corumbel (cuenca media) y otra en el Estero de Domingo Rubio (cuenca baja). En el Corumbel se capturaron muy pocas colmillejas, mientras que en el Estero de Domingo Rubio fueron muy abundantes y además fueron un componente relevante de la dieta de la nutria (*Lutra lutra*). La anguila estuvo ausente de la mayor parte de la cuenca y solo se capturó en dos afluentes ubicados en la zona baja de la misma (Nicoba y Domingo Rubio). La boga y la pardilla (antes ambas dentro del género *Chondrostoma*) nunca coexistieron en el mismo tributario. De la pardilla se localizaron tres poblaciones, dos en arroyos ubicados en el tramo alto de la cuenca (riveras del Hornueco y del Manzano) y otra muy alejada de las anteriores, en la zona inferior, en el Estero de Domingo Rubio. Sin embargo, la boga se distribuyó en cuatro afluentes de la cuenca media-baja (Valverde, Corumbel, Candón y Nicoba). Estas especies presentaron una distribución complementaria: la pardilla quedó restringida a las cuencas más pequeñas, mientras que la boga ocupó las más grandes [TABLA 9-7].

¿Por qué esta distribución?

A principios de este siglo, entre los años 2000 y 2001, especies como el barbo y el cachuelo, mostraban una distribución relativamente homogénea a lo largo de la cuenca y ocupaban la mayoría de los afluentes, probablemente por sus limitados requerimientos de hábitat. El barbo es una especie que puede alcanzar grandes tallas y es, además, localmente apreciada por los humanos para su consumo, por lo que su distribución podría estar facilitada por este hecho a través de translocaciones recurrentes para repoblar cuencas depauperadas.

Las elevadas exigencias de hábitat de la colmilleja, por el contrario, podrían ser las responsables de su distribución restringida en la cuenca del Tinto. Esta especie bentónica habitualmente habita fondos con sustrato deposicional fino de tipo arenoso (Clavero *et al.*, 2005), por lo que su distribución se limitó a la rivera del Corumbel y al estero de Domingo Rubio, que fueron los únicos afluentes que presentaron tramos con fondos de estas características.

Otros factores, como las interacciones competitivas, pueden jugar un papel importante en la distribución observada de la boga y la pardilla. Estas especies nunca coexistieron en la misma cuenca, lo que apunta a una posible exclusión entre ellas, tal y como observó Rodríguez-Jiménez (1987) en el río Aljucén (cuenca del Guadiana). Este autor describió un alto solapamiento trófico entre ambas especies lo que apunta a la existencia de una competencia espacial y trófica. En estudios observacionales de laboratorio registramos interacciones agresivas entre ambas especies, desplazando normalmente las pardillas a las bogas, que eran objeto de continuos ataques y mordeduras por parte de las primeras. Al final, tras unos días juntas en acuarios, las bogas sufrían graves descamaciones y posteriores infecciones que les podían producir la muerte (obs. pers.). Estas interacciones competitivas se ha observado que son especialmente intensas en cursos de agua sometidos a altas fluctuaciones ambientales y



sequía estival (Cowx *et al.*, 1984; Matthews, 1988), como los que pertenecen a la cuenca río Tinto. Los resultados de estas interacciones en afluentes aislados, con cuencas reducidas, podrían dar lugar a la extinción local de una de las dos especies, resultando en la distribución complementaria observada. En condiciones de libre flujo de individuos por toda la cuenca, sin la fragmentación longitudinal producida por la contaminación del Tinto, estas extinciones locales podrían revertirse periódicamente por colonización de individuos procedentes de otros tributarios. Una vez que se establece la barrera de las aguas ácidas, asociada a la explotación minera del XIX, se fija en cada subcuenca la distribución que resulta de las interacciones entre las diferentes especies de peces y de los efectos ambientales, sin posibilidad ya de reinstauración espontánea de la comunidad original.

La fragmentación longitudinal de la cuenca del río Tinto ejerce un efecto decisivo sobre los peces migratorios o estuarinos al impedirles colonizar los afluentes ubicados en la cuenca media y alta. Es el caso de la anguila (*A. anguilla*) presente solo en aquellos tributarios que desembocan directamente en el estuario, donde el agua de mar normaliza el pH y diluye la contaminación.

| ¿Por qué hay peces en la cuenca del Tinto?

La distribución observada de los peces en la cuenca del Tinto es compatible con la posibilidad de interconexión entre subcuencas hasta tiempos muy recientes. En caso de haber existido una barrera longitudinal más o menos como la actual desde tiempo inmemorial, como se ha venido sosteniendo por algunos autores (ver referencias en Olías y Nieto, 2012), la ictiofauna de la mayoría de los tributarios debiera haberse extinguido por lo exiguo de la superficie de sus cuencas. En entornos climáticos mediterráneos sometidos a un extraordinario régimen de perturbaciones, entre las que destacan las prolongadas sequías, la probabilidad de que estas cuencas hayan mantenido hábitats acuáticos ininterrumpidamente a largo plazo (por ejemplo, a escala de centenares de años o de milenios), como para permitir la persistencia de la ictiofauna debe ser prácticamente nula (Luterbacher *et al.*, 2006; Esper *et al.*, 2007). Históricamente las aguas del río Tinto han debido poseer unas características físico-químicas al menos relativamente normales. Es decir, valores de concentración de metales y pH, que habrían permitido la vida acuática macroscópica en el conjunto de la cuenca y la interconexión de la ictiofauna entre los tributarios a través de su canal principal. Esta situación pudo cambiar cuando comenzó la actividad minera generalizada a mediados del siglo XIX (Olías y Nieto, 2012) que dio lugar a la aparición de unas condiciones fisicoquímicas similares a las actuales y que han acabado convirtiendo al río en una barrera infranqueable para los peces.

En este escenario se puede esperar una la distribución de las especies de peces a lo largo de la cuenca tal y como la observamos en la actualidad. Cuando comenzó la actividad minera, la ictiofauna se vio forzada a quedar acantonada en los diferentes afluentes libres de contaminación. Y al ser este un evento relativamente reciente, de unos 150 años, no ha habido tiempo para que se den fenómenos climáticos extremos en forma de sequías intensas y duraderas, que hayan propiciado la extinción de la totalidad o de la mayoría de la ictiofauna.

Existe también la posibilidad de reintroducciones por parte de los humanos, translocando peces desde cuencas vecinas (Odiel, Guadalquivir, Piedras, Guadiana, ...) en el caso de que se hubieran producido extinciones locales. Si bien esto afectaría con más probabilidad a especies de interés para el



consumo humano, como el barbo o quizás la boga, pero difícilmente a las especies de pequeña talla y poco o nulo aprecio público, como calandinos, cachuelos, colmillejas o pardillas.

[7]

La anguila y la cohorte de peces que la acompañan en los cursos de agua litorales del occidente onubense

La anguila (*A. anguilla*) está catalogada “en peligro crítico” por la IUCN (Jacoby y Gollock, 2014). Es una especie muy sensible a diferentes perturbaciones antrópicas, especialmente a la contaminación de las aguas y al represado de los ríos, factor responsable de su desaparición de la mayor parte del territorio peninsular. Es también sensible a fenómenos a gran escala como el cambio global. Ambos grupos de factores han llevado a esta singular especie migradora al borde de la extinción. En el año 2013 por encargo de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía llevamos a cabo el estudio de la anguila en la provincia de Huelva, exceptuando el área de Doñana, con el fin de evaluar su estatus. Este estudio nos permitió conocer no solo la situación de esta especie, sino la de toda la cohorte de peces que la acompañan en los tramos fluviales que quedan aguas abajo de cualquier obstáculo que impida el flujo natural de las anguilas. Estos obstáculos eran de dos tipos: 1) presas y obras de regulación en general, barreras infranqueables para los peces y 2) las zonas afectadas por drenaje ácido de minas de las cuencas de los ríos Tinto y Odiel, un medio inhóspito para cualquier forma de vida macroscópica, con valores de pH en torno a 3 o inferiores. Por tanto, este estudio se ocupó esencialmente de los tramos más bajos de los ríos onubenses que drenan parte de su espacio litoral e incluyó al bajo Guadiana y a una serie de cuencas de menor entidad y dimensiones variables, entre las que destacan la del Carreras, la del Piedras, ambas con una superficie inferior a 1.000 km² y las del Odiel y Tinto. Cada uno de estos sistemas fluviales da lugar en sus desembocaduras a marismas y humedales de diferente entidad.

Distribución de la anguila en Huelva

Apenas existe información sistemática rigurosa sobre la distribución de la anguila en la provincia de Huelva. Se ha logrado una reconstrucción aproximada de la distribución a mediados del siglo XIX, a partir de la información registrada en el diccionario de Pascual Madoz (Menor y Prenda, 2004). Para una época más reciente la fuente principal es el Atlas y Libro Rojo de los Peces de España (Doadrio, 2001) aunque para su elaboración se usaron datos de presencia-ausencia recopilados a lo largo de más de 20 años. Por tanto, a los efectos de este trabajo su importancia debe ser secundaria.

La distribución de la anguila en el año 2012 en las cuencas occidentales de Huelva fue muy precaria. Se registró la especie en 15 localidades de un total de 31 (el 48% de las muestreadas) [TABLA 9-8]. Este es un valor muy bajo, inferior al del resto de Andalucía, a pesar de que el hábitat para la anguila en esta franja litoral se puede considerar propicio o muy propicio. Desde el punto de vista de su abundancia, los valores fueron igualmente bajos, si los comparamos con otros estudios [TABLA 9-8].

TABLA
09-8

Frecuencia de aparición de la anguila (*A. anguilla*) en las diferentes cuencas del litoral occidental onubense entre el otoño y el invierno del 2013. Las localidades con anguila (positivas) se dividieron entre las que poseían una abundancia muy escasa y las que son escasas. Ni una sola poseía abundancia media o alta.

Cuenca	muy abundantes	abundantes	escasas (%)	muy escasas (%)	nulas (%)	N
Guadiana	0	0	0 (0)	5 (56)	4 (44)	9
Carreras	0	0	0 (0)	0 (0)	3 (100)	3
Piedras	0	0	1 (17)	3 (50)	2 (33)	6
Odiel	0	0	0 (0)	2 (33)	4 (67)	6
Tinto	0	0	0 (0)	4 (57)	3 (43)	7

La abundancia de la anguila en el área de estudio no superó en ningún caso el nivel de “escasa” [TABLA 9-8]. Llama poderosamente la atención la baja frecuencia de aparición de la especie en las cuencas onubenses, especialmente en las del Carreras y en el bajo Guadiana, donde no se llegó a detectar su presencia. Este es un hecho muy llamativo dada la calidad del hábitat, como se ha referido antes.

La población de anguilas en el occidente onubense

En el conjunto de localidades estudiadas se capturó un total de 140 anguilas que, juntas, pesaron algo más de 8 kg [TABLA 9-9]. Teniendo en cuenta el gran esfuerzo de pesca aplicado (372 nasas y un total de 372 horas de pesca), los resultados fueron extraordinariamente bajos. Estos valores demuestran la situación crítica por la que pasa la especie en esta zona geográfica. Contrastan con estos resultados las referencias de Lozano Rey a la gran abundancia de anguilas en el área de estudio a mediados del siglo pasado (Lozano, 1956).

TABLA
09-9

Tabla 9. **Datos poblacionales de la anguila (*A. anguilla*)** en las diferentes cuencas del litoral occidental onubense en el año 2013. Se indica el número de localidades muestreadas por cuenca, la abundancia media de anguilas, expresada como capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), el número total de individuos capturados (N), la biomasa total (g) y el rango de tallas.

Cuenca	localidades	Abundancia (CPUE \pm EE)	N	Biomasa total (g)	Rango tallas (Lt, mm)
Guadiana	9	0,42 \pm 0,18	44	1.783	137-710
Carreras	3	-	-	-	-
Piedras	6	0,35 \pm 0,26	39	2.979	105-680
Odiel	6	0,22 \pm 0,15	9	832	182-400
Tinto	7	0,68 \pm 0,33	48	2.431	120-582



Cohorte de especies piscícolas acompañantes de la anguila en el occidente onubense

La ictiofauna capturada durante los muestreos de anguila entre las cuencas del Guadiana y del Tinto en 2013 se indica en las Tablas 10, 11, 12 y 13. Un total de 22 especies de peces fueron registradas (1959 individuos, pertenecientes a 9 órdenes y 13 familias), de las cuales 15 (68%) fueron nativas y 7 (32%) exóticas. Destacó la familia de los ciprínidos con 6 especies nativas y 3 exóticas. En cuanto a las características del medio acuático, 13 especies (7 nativas y 6 exóticas) fueron de distribución primaria, es decir, estrictamente continentales y el resto se repartió entre las de distribución secundaria (más o menos tolerantes a los cambios de salinidad del agua) y las marinas propiamente dichas, siendo el sargo el único representante de este grupo.

**TABLA
09-10**

Abundancia relativa (CPUE, capturas en 6 pares de nasas/12 h) de las especies de peces capturadas en las localidades de la cuenca del Guadiana. Se indica entre paréntesis el número total de ejemplares capturados. Para los códigos de las localidades ver la Tabla 1.

	1001	1002	1003	1005	1006	1007	1008	1009	1010
NATIVAS									
<i>A. anguilla</i>	-	-	-	-	1,07 (14)	0,15 (1)	1,12 (13)	0,26 (4)	1,20 (12)
<i>L. sclateri</i>	-	-	-	-	0,61 (8)	-	3,02 (35)	0,77 (12)	0,50 (5)
<i>L. comizo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30 (3)
<i>P. willkommii</i>	-	-	-	-	0,23 (3)	-	1,12 (13)	-	-
<i>S. pyrenaicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,51 (8)	-
<i>I. alburnoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,41 (22)	-
<i>C. paludica</i>	-	-	-	-	0,08 (1)	-	0,09 (1)	0,51 (8)	-
<i>A. boyeri</i>	1,18 (9)	0,68 (8)	1,28 (12)	-	-	-	3,02 (35)	-	0,10 (1)
<i>P. microps</i>	4,08 (31)	20,84 (244)	10,67 (100)	-	-	-	-	-	-
<i>D. labrax</i>	-	-	-	-	-	-	0,09 (1)	-	-
<i>L. ramada</i>	-	0,17 (2)	0,43 (4)	-	-	-	0,69 (8)	-	0,50 (5)
EXÓTICAS									
<i>A. alburnus</i>	-	-	-	-	-	-	0,17 (2)	-	-
<i>C. auratus</i>	-	-	-	-	-	-	6,04 (70)	-	1,50 (15)
<i>C. carpio</i>	-	-	-	-	0,08 (1)	0,15 (1)	-	-	-
<i>L. gibbosus</i>	-	-	-	-	-	0,30 (2)	0,86 (10)	0,90 (14)	1,10 (11)
<i>A. facetus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10 (1)
<i>A. melas</i>	-	-	-	-	0,15 (2)	-	0,60 (7)	-	0,40 (4)



Las especies más ampliamente distribuidas en el área de estudio fueron la anguila (15 localidades), el gobio (15) y el pejerrey (12), situación propia de tramos fluviales bajos cercanos a las desembocaduras. Le siguieron en importancia *L. ramada*, el barbo, la colmilleja y las exóticas pez sol y fúndulo, presentes entre 5 y 8 localidades. El resto de especies (13) ocupó tres o menos localidades.

En la cuenca del Guadiana, la de más riqueza de especies de las cinco estudiadas y la que contó con mayor penetración de exóticas, se capturaron 11 especies nativas y seis exóticas (35%) [TABLA 9-10]. La riqueza media de nativas por localidad fue de 3,3 especies y de 1,4 exóticas. Con este trabajo se registró por primera vez el pez gato en el Guadiana onubense, capturándose un total de 13 individuos distribuidos en el arroyo de Barcia Longa (01006), la ribera Grande de la Golondrina (01008) y el eje principal del Guadiana (01010) [TABLA 9-11].

**TABLA
09-11**

Abundancia relativa (CPUE, capturas en 6 pares de nasas/12 h) de las especies de peces capturadas en las localidades de las cuencas del Carreras y del Piedras. Se indica entre paréntesis el número total de ejemplares capturados. Para los códigos de las localidades ver la Tabla 7, para los de las especies la Tabla 10.

	CARRERAS			PIEDRAS					
	2011	2012	2014	3015	3016	3017	3018	3019	3020
NATIVAS									
<i>A. anguilla</i>	-	-	-	-	0,25 (2)	-	0,09 (1)	0,11 (1)	1,66 (35)
<i>I. lemmingii</i>	-	-	-	-	-	-	-	5,67 (52)	-
<i>C. paludica</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,07 (19)	-
<i>A. boyeri</i>	0,10 (1)	-	0,13 (1)	0,17 (1)	-	0,08 (1)	-	-	-
<i>P. microps</i>	5,81 (56)	0,97 (8)	4,49 (34)	7,33 (44)	2,00 (16)	2,33 (28)	19,56 (229)	-	-
<i>D. labrax</i>	-	-	-	-	0,13 (1)	-	0,09 (1)	-	-
<i>L. ramada</i>	-	-	-	-	-	-	2,31 (27)	-	2,80 (59)
<i>L. aurata</i>	-	-	-	-	-	0,08 (1)	-	-	-
<i>M. cephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09 (2)
EXÓTICAS									
<i>F. heteroclítus</i>	-	-	-	-	-	0,08 (1)	0,51 (6)	-	4,46 (94)
<i>L. gibbosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,04 (22)



La única cuenca libre de especies exóticas fue la del Carreras, aunque también su riqueza fue muy pobre, con solo dos especies (gobio y pejerrey), ninguna de distribución primaria [TABLA 9-11]. La cuenca del Piedras fue la que tuvo una densidad media de capturas más alta, con 8,8 CPUE por localidad, casi todas debidas al gobio. Fue la segunda cuenca, tras la del Carreras, con menor penetración de exóticas (2 especies: fúndulo y pez sol, 18%) [TABLA 9-12].

**TABLA
09-12**

Abundancia relativa (CPUE, capturas en 6 pares de nasas/12 h) de las especies de peces capturadas en las localidades de la cuenca del Odiel. Se indica entre paréntesis el número total de ejemplares capturados. Para los códigos de las localidades, incluidas las coordenadas UTM, ver la Tabla 1.

	4021	4022	4023	4024	4025	4026
NATIVAS						
<i>A. anguilla</i>	-	0,37 (3)	-	0,92 (6)	-	-
<i>L. sclateri</i>	-	-	-	-	-	-
<i>P. willkommii</i>	-	-	-	-	-	-
<i>I. alburnoides</i>	-	-	-	-	-	-
<i>C. paludica</i>	-	-	-	-	-	-
<i>A. boyeri</i>	0,93 (12)	0,12 (1)	3,06 (39)	-	-	-
<i>P. microps</i>	1,85 (24)	0,75 (6)	5,41 (69)	1,23 (8)	-	-
<i>D. labrax</i>	-	0,12 (1)	-	-	-	-
<i>D. sargus</i>	0,08 (1)	-	-	-	-	-
<i>L. ramada</i>	-	-	-	0,15 (1)	-	-
EXÓTICAS						
<i>C. auratus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>C. carpio</i>	-	-	-	-	-	-
<i>F. heteroclitus</i>	-	-	-	0,15 (1)	-	-
<i>L. gibbosus</i>	-	-	-	0,46 (3)	-	-
<i>A. fallax</i>	-	-	-	-	-	-

La cuenca del Odiel fue la que tuvo una menor densidad media de capturas, 2,6 CPUE, aunque la mayoría (el 96%) eran nativas [TABLA 9-12]. La cuenca del Tinto, con una comunidad marcadamente diferente de la del Odiel se caracterizó por una alta proporción de exóticas debido especialmente a la rivera de Nicoba [TABLA 9-13].

TABLA
09-13

Abundancia relativa (CPUE, capturas en 6 pares de nasas/12 h) de las especies de peces capturadas en las localidades de la cuenca del Tinto. Se indica entre paréntesis el número total de ejemplares capturados. Para los códigos de las localidades ver la Tabla 1.

	5027	5028	5029	5030	5031	5032	5033
NATIVAS							
<i>A. anguilla</i>	1,18 (9)	2,14 (24)	-	0,12 (1)	-	1,35 (14)	-
<i>L. sclateri</i>	-	-	-	0,37 (3)	2,64 (21)	0,10 (1)	-
<i>P. willkommii</i>	-	-	-	-	2,39 (19)	-	-
<i>I. alburnoides</i>	-	-	-	-	0,25 (2)	-	-
<i>C. paludica</i>	-	-	-	-	0,88 (7)	-	-
<i>A. boyeri</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. microps</i>	-	-	4,97 (38)	-	-	-	-
<i>D. labrax</i>	0,13 (1)	-	-	-	-	-	-
<i>D. sargus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. ramada</i>	0,53 (4)	-	-	-	-	-	-
EXÓTICAS							
<i>C. auratus</i>	-	0,80 (9)	-	-	-	-	-
<i>C. carpio</i>	-	0,80 (9)	-	-	-	-	-
<i>F. heteroclitus</i>	2,24 (17)	-	-	-	-	9,43 (98)	-
<i>L. gibbosus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. fallax</i>	-	-	-	-	-	0,10 (1)	-

[8]

Peces de Doñana

Los peces de Doñana fueron muestreados por este grupo de investigación en solo dos ocasiones, en 2003 y 2007, ambas en dos lagunas del cordón peridunar (Santa Olalla y Dulce) y en la laguna artificial del Acebuche. En estos muestreos se capturaron cinco especies de peces, tres nativas (anguila, colmilleja y pejerrey) y dos exóticas (carpa y gambusia) [TABLA 9-14]. Aunque los datos de abundancia no son comparables entre los muestreos de 2003 y los de 2007, al incluir éstos últimos más artes,



se pone de manifiesto que se produjeron importantes cambios en la comunidad de peces que habita estos peculiares ecosistemas acuáticos, fundamentales en uno de los santuarios de la conservación en Europa. Toda la ictiofauna registrada en el Acebuche tenía un origen antrópico, siendo las especies capturadas deliberadamente introducidas, excepto, probablemente, la gambusia. En el caso de las lagunas de la Reserva Biológica, en Santa Olalla se llegó a capturar una anguila de gran tamaño. Es muy probable que esta especie migradora, con grandes capacidades dispersivas, en años de elevada pluviometría pueda colonizar esta laguna. No obstante, en el muestreo de 2007 no fue capturada, a pesar del extraordinario esfuerzo de pesca aplicado. Las otras dos especies registradas en este cuerpo de agua, carpa y gambusia son ambas exóticas. Del ciprínido se capturaron grandes ejemplares, alguno de más de 600 mm de longitud total y más de 2600 g de peso. En la laguna Dulce no se capturaron peces en 2003 y solo gambusias en 2007.

**TABLA
09-14**

Densidad de las especies de peces (CPUE) capturadas en tres cuerpos de agua de Doñana, en muestreos realizados en 2003 y 2007.

(1) capturas por unidad de esfuerzo (CPUE: n° individuos/1 par de nasas*12h); (2) CPUE: n° individuos/trasmallo*1 par de nasas*1 par de *minnow traps**1 par de trampas de botella* 12 h.

Especies	ACEBUCHÉ	SANTA OLALLA		DULCE	
	2003 (1)	2003 (1)	2007 (2)	2003 (1)	2007 (2)
NATIVAS					
<i>A. anguilla</i>	-	0,2	-	-	-
<i>C. paludica</i>	19,2	-	-	-	-
<i>A. boyeri</i>	0,2	-	-	-	-
EXÓTICAS					
<i>C. carpio</i>	-	1,8	0,6	-	-
<i>G. holbrooki</i>	6,8	10,7	51,3	-	15,1

En conjunto, se apreció una ictiofauna muy empobrecida, constituida mayoritariamente por especies foráneas que no aportan valor a este espacio emblemático. Antes bien, carpas y gambusias ejercen ambas un fuerte impacto sobre el medio acuático con evidentes repercusiones negativas sobre la biodiversidad que albergan. Las carpas por su efecto bioturbador y su capacidad de movilizar nutrientes y enturbiar las aguas impiden el normal desarrollo de macrófitas enraizadas en el sustrato. Las gambusias, por su parte, son potentes depredadores con capacidad de alterar significativamente las comunidades de invertebrados acuáticos.



[9]

La cuenca del Guadalquivir

En los años 2007 y 2008 se llevaron a cabo sendas campañas de muestreo en varias localidades de la cuenca del Guadalquivir en la provincia de Huelva. En la primera de ellas se estudiaron dos localidades del embalse de Aracena (Rivera de Huelva) y en la segunda tres tramos fluviales, dos en la propia Rivera de Huelva y uno en la Rivera del Cala. En estos muestreos se capturaron seis especies de peces, cinco nativas y una exótica, generando asociaciones ícticas relativamente empobrecidas [TABLA 9-15].

**TABLA
09-15**

Densidad de las especies de peces (CPUE) capturadas en cinco localidades de la cuenca del Guadalquivir, dentro de la provincia de Huelva, en muestreos realizados en 2007 y 2008.

(1) capturas por unidad de esfuerzo (CPUE: nº individuos/1 par de nasas*12h); (2) CPUE: nº individuos/trasmallo*1 par de nasas*1 par de *minnow traps**1 par de trampas de botella* 12 h.

Especies	Rivera de Huelva (1)	Rivera de Huelva (1)	Rivera del Cala (1)	Embalse de Aracena 1 (2)	Embalse de Aracena 2 (2)
NATIVAS					
<i>L. sclateri</i>	225,00	52,50	84,00	5,14	2,58
<i>P. willkommii</i>				3,14	1,68
<i>S. pyrenaicus</i>			7,00		
<i>I. alburnoides</i>	151,81	80,50	119,00		
<i>C. paludica</i>		10,50	42,00		
EXÓTICAS					
<i>M. salmoides</i>					0,26

La especie más ampliamente distribuida fue el barbo, presente en todas las localidades muestreadas, mientras que el cachuelo solo se capturó en la Rivera del Cala. Llama poderosamente la atención la rareza de esta última especie y de la boga, ambas muy comunes en épocas relativamente recientes. También es destacable la poca presencia de exóticas, aunque en este caso se trata del blacbás, una especie con un elevado potencial invasor, capaz de alterar sustancialmente las comunidades nativas, no solo de peces, sino de otros vertebrados e invertebrados acuáticos.



[10]

Estado de conservación de los peces continentales en Huelva

La valoración global de los resultados aquí presentados, desde el punto de vista del estado de conservación de los peces continentales de la provincia de Huelva, ha de ser necesariamente pesimista, a pesar de la gran importancia, lamentablemente podríamos decir que histórica, de esta fauna paciente. Esta provincia sin salmónidos contiene originalmente un conjunto de especies muy rico. Hasta el año 2010, al menos 19 especies nativas de distribución primaria o secundaria (el 31% de las ibéricas) y, por desgracia, 9 especies exóticas (el 33% de las citadas hasta el presente en la península). Aunque si nos atenemos a los resultados aquí presentados y a los obtenidos por otros autores (Doadrio *et al.*, 2011b) el jarabugo, el extraordinario *Anaocypris hispanica*, se habría extinguido de este territorio al no haberse vuelto a capturar en las cuencas en las que llegó a alcanzar los valores de abundancia más altos de cuantos se hubo registrado alguna vez, la del Chanza y la del Múrtigas. Esperemos que este enigmático pececillo haga honor a su condición y vuelva a reaparecer en estos medios serranos tan biodiversos y antaño, tan bien conservados.

En la cuenca del Odiel, con una ictiofauna muy peculiar, es posible que se haya extinguido la boga (*P. willkommii*). Si esto se confirmara sería un drama terrible. Agravado por la condición especial de esta cuenca de medianas dimensiones muy afectada por el drenaje ácido de minas. No sabemos el grado de aislamiento genético de esta especie, ni las peculiaridades evolutivas que pudo haber alcanzado como consecuencia del mismo. En esta cuenca aún están pendientes algunas obras de regulación de gran impacto, así como la ampliación progresiva de la actividad minera que irá, inexorablemente mermando el hábitat acuático útil para los peces y otros seres que aún son incapaces de tolerar el veneno que destilan minas y escombreras.

La penetración de las especies ícticas exóticas, más o menos invasoras, no alcanza el grado de alarma ya registrado en otras áreas, donde van abundando más, incluso mucho más, que cualquier nativa (Ramos-Merchante y Prenda, 2018). Pero este proceso de dimensión planetaria se muestra inexorable y Huelva no podrá ser ajeno a él. Será cuestión de tiempo que las aguas continentales onubenses se vean abocadas a esta plaga propiciada directamente por la mano humana. Véase Doñana, el bastión de la conservación de la biodiversidad infectada de especies exóticas, incluso en sus ecosistemas más básicos y exclusivos, como son las lagunas del cordón peridunar de la Reserva Biológica.

La cuenca del río Tinto, sometida a una fragmentación longitudinal relativamente reciente, original y de consecuencias evolutivas desconocidas sobre los peces, es merecedora de más atención. Se trata de un auténtico laboratorio a escala ecosistémica donde evaluar los efectos del aislamiento sobre vertebrados longevos y fecundos, así como de unas condiciones ambientales muy difíciles para la vida acuática macroscópica que no es capaz de sustraerse a los efectos de la sequía.

Aparte de lo descrito, la combinación de grandes proyectos hidráulicos para proveer de agua a los cada vez más extensos e intensos cultivos agrícolas, con plásticos o sin ellos, de la provincia, junto con el auge reciente de la minería suponen una amenaza indiscutible para la salud de los ecosistemas acuáticos onubenses y para la biodiversidad que albergan. Quien sabe lo que nos depara el futuro. Pero pregunten a D. Luís Lozano Rey, allá donde esté, y si no lean sus trabajos escritos en la primera mitad del siglo XX, igual en ellos está la respuesta.



| [11]

Agradecimientos

Estos trabajos se llevaron a cabo con la participación, como becarios o contratados, de numerosos investigadores y técnicos, algunos miembros del grupo de investigación “Biología de las Aguas Epicontinentales” (RNM 324). Especialmente se agradecen las contribuciones de Miguel Clavero, Francisco Blanco Garrido, Virgilio Hermoso López, Adrián Ramos Merchante, Pedro Sáez Gómez, Antonia Rebollo Vega, Francisco J. Macías Fuentes, Juan Peña Ramos, Ángel L. Martín Ojeda, José Antonio Álvarez Robles, Clara Márquez Ruíz, Jerónimo Valle Rodríguez, Isabel Reyes Bárbara, Florent Prunier, M^a Luisa Hernández Cordero, Manuel Benavent, Begoña Díaz Rueda y Antonio Sánchez Astudillo.

| [12]

Bibliografía

- | Almada, V.C.; Robalo, J.I.; Levy, A.; Freyhof, J.; Bernardi, G.; Doadrio, I. (2009). *Phylogenetic analysis of peri-Mediterranean blennies of the genus Salaria: molecular insights on the colonization of freshwaters*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52: 424-431.
- | Almeida, P.R. (1996). *Estuarine movement patterns of adult thin-lipped grey mullet, Liza ramada (Risso) (Pisces, Mugilidae), observed by ultrasonic tracking*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 202: 137-150.
- | Berra, T.M. (2001). *Freshwater fish distribution*. Academic Press.
- | Blanco, F; Clavero, M.; Prenda, J. (2009). *Jarabugo (Anaecypris hispanica) and freshwater blenny (Salaria fluviatilis): habitat preferences and relationship with exotic fish species in the middle Guadiana basin*. *Limnetica*, 28: 139-148.
- | Cardona, L. (1996). *Microalgae selection by mullets (Mugil cephalus and Liza ramada) in Israeli semi-intensive fishponds*. *Israeli journal of aquaculture-Bamidgeh* 48: 165-173.
- | Carmona, J.A; Sanjur, O.I; Doadrio, I; Machordom, A.; Vrijenhoek, R.C. (1997). *Hybridogenetic reproduction and maternal ancestry of polyploid Iberian fish: the Tropicophoxinellus alburnoides complex*. *Genetics*, 146: 983-993.
- | Chícharo, A; Leitão, T; Range, P; Gutierrez, C; Morales, J; Morais, P.; Chícharo, L. (2009). *Alien species in the Guadiana Estuary (SE-Portugal/SW-Spain): Blackfordia virginica (Cnidaria, Hydrozoa) and Palaemon macrodactylus (Crustacea, Decapoda): potential impacts and mitigation measures*. *Aquatic Invasions*, 4: 501-506.
- | Chícharo, L; Chícharo, M.A; Esteves, E; Andrade, P.; Morais, P. (2002). *Effects of alterations in fresh water supply on the abundance and distribution of Engraulis encrasicolus in the Guadiana Estuary and adjacent coastal areas of south Portugal*. *J. Ecohydrol. Hydrobiol.*, 1: 195-200.
- | Chícharo, M.A; Chícharo, L.; Morais, P. (2006). *Inter-annual differences of ichthyofauna structure of the Guadiana estuary and adjacent coastal area (SE Portugal/SW Spain): Before and after Alqueva dam construction*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 39-51.



- | Clavero, M; Blanco, F.; Prenda, J. (2005). *Fish-habitat relationships and fish conservation in small coastal streams in southern Spain*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 415-426.
- | Closs, G.P; Angermeier, P; Darwall, W.R.T.; Balcombe, S.R. (2015). *Why are freshwater fish so threatened?* En: G. P. Closs, M. Krkosek, y J. D. Olden (Eds.), *Conservation of freshwater fishes* (pp. 37-75). New York, NY: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139627085>
- | Collares-Pereira, M.J; Cowx, I.G; Rodrigues, J.A; Rogado, L.; Moreira da Costa, L. (1999). *The status of *Anaocypris hispanica* in Portugal: Problems of conserving a highly endangered Iberian fish*. *Biological Conservation* 88: 207-212.
- | Cowx, I.G; Young, W.O.; Hellowell, J.M. (1984). *The influence of drought on the fish and invertebrate populations of an upland stream in Wales*. *Freshwater biology*, 14: 165-177.
- | De Diego, T; Martín, M.C; Cabello, D.; Fernández-Palacios, J.M. (2010). *Espacios fluviales sobresalientes de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.
- | Doadrio, I. (Ed.). (2001). *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- | Doadrio, I; Perea, S; Garzon-Heydt, P; González J.L. (2011a). *Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal, MARM, Madrid.
- | Doadrio, I; Perea, S.; Pedraza-Lara, C. (2011b). *El jarabugo (*Anaocypris hispanica*, Steindachner, 1866): situación y estado de conservación*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de Publicaciones.
- | Esper, J; Frank, D.; Büntgen, U.; Verstege, A.; Luterbacher, J.; Xoplaki, E. (2007). *Long-term drought severity variations in Morocco*. *Geophysical Research Letters* 34(17): L17702. [17710.11029/2007gl030844](https://doi.org/10.1029/2007gl030844).
- | Esteves, E; Chicharro, M.A; Pina, T; Coelho, M.L.; Andrade, J.P. (2000a). *Comparison of RNA/DNA ratios obtained with two methods for nucleic acid quantification in gobiid larvae*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 245: 43-55.
- | Esteves, E; Pina, T; Chicharro, M.A.; Andrade, J.P. (2000b). *The distribution of estuarine fish larvae: Nutritional condition and co-occurrence with predators and prey*. *Acta Oecologica*, 21: 161-173.
- | Godinho, F.N; Ferreira, M.T.; Cortes, R.V. (1997). *Composition and spatial organization of fish assemblages in the lower Guadiana basin, South Iberia*. *Ecology of Freshwater Fish*, 6: 134-143.
- | Hermoso, V; Blanco, F.; Prenda, J. (2008). *Spatial distribution of exotic fish species in the Guadiana river basin, with two new records*. *Limnetica*, 27: 189-194.
- | IUCN. (2015). *Freshwater fish diversity*. <http://www.iucnffsg.org/freshwater-fishes/freshwater-fish-diversity/>
- | Jacoby, D.; Gollock, M. (2014). *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e. T60344A45833138. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T60344A45833138.en>. Downloaded on 11 February 2019.
- | Lozano-Rey, L. (1935). *Los peces fluviales de España*. Memorias de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Serie de Ciencias Naturales, 5, 387 pp.
- | Luterbacher, J; Xoplaki, E; Casty, C; Wanner, H; Pauling, A; Küttel, M.; García-Herrera, R. (2006). *Mediterranean climate variability over the last centuries: a review*. *Developments in Earth and environmental Sciences*, 4: 27-148.
- | Magalhães M.F. (1993). *Feeding of an Iberian stream cyprinid assemblage: seasonality of resource use in a highly variable environment*. *Oecologia*, 96:253-260.
- | Matthews, W.J. (1988). *North American prairie streams as systems for ecological study*. *Journal of the North American Benthological Society*, 7: 387-409.



- | Menor, A.; Prenda, J. (2004). *Aproximación a la distribución potencial de la ictiofauna fluvial en condiciones no transformadas, alejadas de la situación actual*. IV Congreso Ibérico de Limnología y XII Congreso de la Asociación Española de Limnología. Oporto (Portugal) 5-9 de julio de 2004. Póster.
- | Nieto, J.M.; Sarmiento, A.M.; Olías, M.; Cánovas, C.R.; Riba, I.; Kalman, J.; Delvalls, T.A. (2007). *Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary*. Environment International, 33: 445-455.
- | Olías, M.; Nieto, J.M.; Sarmiento, A. M.; Cerón, J. C.; Cánovas, C. R. (2004). *Seasonal water quality variations in a river affected by acid mine drainage: the Odiel River (South West Spain)*. Science of the total environment, 333: 267-281.
- | Olías, M.; Nieto, J.M. (2012). *El impacto de la minería en los ríos Tinto y Odiel a lo largo de la historia*. Revista de la Sociedad Geológica de España, 25(3-4), 177-192.
- | Prenda J; Hermoso, V.; Blanco, F. (2010). *Impacto de los peces exóticos en los ríos de la provincia de Huelva*. En: Las Especies Exóticas Invasoras en Andalucía. Situación y Líneas de Acción. Sevilla. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Págs. 249-253.
- | Prenda, J; Blanco, F; Hermoso, V; Clavero, M.; Menor, A. (2006b). *¿Son realmente importantes las especies exóticas en la conservación de los ríos ibéricos? el caso de los peces*. En C. A. Bragança (coord.). V Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas "Cuencas compartidas. Claves para la gestión sostenible del Agua y del Territorio". Área temática 1. Sub-tema 1.1.: 1-8. Edición electrónica. ISBN 989-20-0456-6.
- | Prenda, J; Blanco, F; Macías, F.J; Peña, J; Hermoso, V; Martín, A.L.; Álvarez, J.A. (2005). *Vigilancia y control del medio natural del estuario del Guadiana. Ictiofauna, flora acuática y vegetación riparia del estuario del Guadiana: inventario de especies, distribución y propuesta de bioindicadores*. Informe Técnico para Ministerio de Medio Ambiente. CEDEX, Madrid.
- | Prenda, J; Clavero, M; Blanco, F; Menor, A.; Hermoso, V. (2006a). *Threats to the conservation of biotic integrity in Iberian fluvial ecosystems*. Limnetica, 25: 377-388.
- | Prenda, J; Ramos, A; Peña, J; Blanco, F; Palacios, A.E.; Sáez, P. (2011). *Biodiversidad y estado de conservación de los cursos de agua de la sierra de Huelva*. Actas de las XXVI Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra: 31-54. Diputación Provincial de Huelva. Servicio de Publicaciones.
- | Ramos-Merchante, A.; Prenda, J. (2018). *The ecological and conservation status of the Guadalquivir river basin (S Spain) through the application of a fish-based multimetric index*. Ecological Indicators, 84: 45-59.
- | Rodríguez-Jiménez, A.J. (1987). *Relaciones tróficas de una comunidad íctica durante el estío en el Río Aljucén (Extremadura, España)*. Miscellània Zoològica, 11: 249-256.
- | Ruiz, J; Polo, M.J; Díez-Minguito, M; Navarro, G; Morris, E.P; Huertas, I.E; Caballero, I; Contreras, E.; Losada, M.A. (2014). *The Guadalquivir estuary: A hot spot for environmental and human conflict*. En: Environmental Management and Governance: Advances in Coastal and Marine Resources, Coastal Research Library 8, C.W. Finkl & C. Makowski (eds.), Springer International Publishing Switzerland.
- | Sá, R; Bexiga, C; Veiga, P; Vieira, L.; Erzini, K. (2006). *Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo Antonio Salt Marsh*. Estuarine, coastal and shelf science, 70: 19-26.
- | Smith, K.G.; Darwall, W.R. (Eds.). (2006). *The status and distribution of freshwater fish endemic to the Mediterranean Basin* (Vol. 1). IUCN.
- | Zettler, L.A.A.; Gómez, F; Zettler, E; Keenan, B.G; Amils, R.; Sogin, M.L. (2002). *Microbiology: eukaryotic diversity in Spain's River of Fire*. Nature, 417: 137.



Biología de Huelva

Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores

Rafael Torronteras Santiago
[Ed.]

 DIPUTACIÓN
DE HUELVA

 uhu.es
PUBLICACIONES

 CÁTEDRA
DE LA PROVINCIA



Biología de Huelva

Naturaleza, Biodiversidad,
Bioindicadores y Biomarcadores

DATOS EDICIÓN

PRIMERA EDICIÓN EN FORMATO EBOOK: ENERO 2021

I.S.B.N. (ebook): 978-84-18984-95-2

© Servicio de Publicaciones
Universidad de Huelva

Maquetación y Ebook

© Rafael Torronteras Santiago [Ed.]

Art&maña Publicitaria (artimana.com)

Esta obra se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España



Obra sometida al proceso de evaluación de calidad editorial por el sistema de revisión por pares.

Publicaciones de la Universidad de Huelva es miembro de UNE

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutivo de delito contra la propiedad intelectual.

EL EBOOK LE PERMITE



Citar
el libro



Navegar por
marcadores e
hipervínculos



Realizar notas
y búsquedas
internas



Volver al índice
pulsando el pie de
la página



Comparte
#LibrosUHU



Únete y
comenta



Novedades
a golpe
de clic



Nuestras
publicaciones
en movimiento



Suscríbete
a nuestras
novedades

Índice

00. Prólogo	
Rafael Torronteras Santiago.....	9
01. Las bacterias extremófilas de los ríos ácidos de Huelva	
Francisco Córdoba García.....	17
02. Una microalga del río Tinto que aporta beneficios para la salud	
Francisco J. Navarro Roldán.....	51
03. Síntesis de la flora de la provincia de Huelva	
Adolfo F. Muñoz Rodríguez María Dolores Infante Izquierdo Enrique Sánchez Gullón.....	77
04. Vegetación general de Huelva	
Pablo J. Hidalgo Fernández.....	115
05. Hongos: ecología y biodiversidad en ecosistemas litorales de Huelva	
Francisco Javier Jiménez Nieva Francisco de Asís Sánchez González Cristina Caetano Sánchez.....	145
06. Monitorización del estrés ambiental en el medio acuático mediante la evaluación de biomarcadores inducidos por cadmio en <i>Carassius auratus</i> (Linneo, 1758)	
Yoselin Roa Aravena Antonio L. Canalejo Raya Rafael Torronteras Santiago.....	187
07. Moluscos dulceacuícolas de Huelva	
Juan Carlos Pérez Quintero.....	235
08. Anfibios y reptiles de la provincia de Huelva	
Juan Pablo González de la Vega Juan Carlos Pérez-Quintero.....	259
09. Ictiofauna continental onubense	
José Prenda Marín.....	295
10. Los mamíferos en Huelva	
Javier Calzada Carlos Gutiérrez-Expósito Jacinto Román Juan Quetglas.....	335
11. Ecología del litoral onubense (I): marismas mareales	
Eloy M. Castellanos Verdugo Carlos J. Luque Palomo.....	379
12. Ecología del litoral onubense (II): sistemas dunares	
Carlos J. Luque Palomo Eloy M. Castellanos Verdugo.....	417