

**Fartet – *Aphanius iberus*  
(Valenciennes in Cuvier y Valenciennes, 1846)**

**Ana Ruiz Navarro y Francisco José Oliva Paterna**  
Departamento de Zoología y Antropología Física  
Universidad de Murcia

Versión: 13-11-2017

Versiones anteriores: 9-02-2009; 9-03-2012



(C) C. González Revelles

## Sinónimos

*Cyprinodon iberus* Valenciennes in Cuvier y Valenciennes, 1846; *Lebias ibericus* – Steindachner, 1865 (Eschmeyer y Fricke, 2008).

## Descripción

Pez pequeño con el cuerpo corto, deprimido en la cabeza y comprimido en el resto. La longitud de la cabeza está contenida unas tres veces en la longitud total sin la caudal. La altura del cuerpo es en las hembras igual a la longitud de la cabeza; en los machos es menor. Longitud preorbitaria igual o algo menor que el diámetro del ojo.

Aberturas nasales posteriores poco aparentes en forma de ojal. Las anteriores están en el borde rostral y tienen forma de poro.

Todas las aletas presentan una forma redondeada en su borde distal y están conformadas por radios segmentados. Las aletas dorsal y anal son casi opuestas, el primer radio de la anal corresponde, aproximadamente, al quinto de la dorsal. Ambas aletas se sitúan en la mitad posterior del cuerpo, si bien la dorsal está más cerca del extremo posterior del mismo; las aletas pelvianas están situadas en posición abdominal.

Boca pequeña, protráctil y abierta hacia arriba (súpera) con labios carnosos. Ojos grandes.

Las escamas cicloideas que cubren todo su cuerpo, relativamente grandes, pueden presentarse incluso sobre la cabeza, con excepción de las mejillas y la mandíbula inferior. Éstas se caracterizan por presentar unos denticulos robustos en el borde de los círculos, con crestas orientadas ventralmente y densamente situados, si se comparan con las escamas de otras especies del mismo género.

La línea lateral no está muy marcada y es visible únicamente por un orificio que ocupa el centro de cada escama. Presentan 20 a 27 escamas en la línea longitudinal media.

Ambas mandíbulas están provistas de dientes, muy juntos entre sí y situados en una sola hilera. Dientes frontales tricúspides, con la punta central de mayor tamaño; en la comisura bucal los dientes son monocúspides y simétricos. También aparecen dientes sobre los huesos faríngeos con una fisonomía diferente.

Las láminas branquiales son amplias, están provistas de branquispinas cortas y gruesas pero sin formar un filtro branquial. Esófago corto y estómago relativamente voluminoso, que aparece como una mera dilatación de un tubo digestivo recto. No se ha observado la presencia de ciegos pilóricos. Presentan una membrana peritoneal de color negro y un hígado voluminoso con el lóbulo izquierdo más desarrollado. La vejiga natatoria, bien desarrollada, carece de conducto neumático, y en el corazón resalta el gran volumen de la porción ventricular con el bulbo aórtico más pequeño (Steindachner, 1865; Lozano Rey, 1935; Lozano Cabo, 1958, 1960, 1979; Ferrito et al., 2003).

Coloración: ver dimorfismo sexual.

Relación talla-peso: ver Vargas y De Sostoa (1997), Andreu-Soler et al. (2006a) y Verdiell-Cubedo et al. (2006).

## Dimorfismo sexual

Machos y hembras difieren en la talla, proporciones y coloración.

Los machos son más estilizados y de menor tamaño que las hembras. Los machos miden hasta 45 mm de longitud total y las hembras hasta 60 mm de longitud total.

Las diferencias más notables se muestran en la coloración. Los machos presentan una base parduzca en la zona dorsal, mientras que la zona ventral es plateada. Sobre los flancos se distribuyen puntos y líneas transversales plateadas y azuladas que aumentan en intensidad hacia la zona posterior; en total presentan de 15 a 20 de estas líneas que no siempre alcanzan los perfiles dorsal y ventral del cuerpo. En el periodo de cortejo la coloración se intensifica y aparecen manchas amarillentas sobre los flancos y la zona ventral con una mayor o menor

extensión según los individuos. La aleta caudal también posee de 3 a 5 líneas verticales negruzcas. A su vez, la aleta caudal de los machos es de mayor tamaño que en las hembras. El resto de aletas pueden estar ornamentadas con líneas y puntos azulados dispuestos longitudinalmente y alternando con manchas blancas.

Las hembras presentan una coloración más críptica que los machos, con el dorso parduzco y la zona ventral plateada. En lugar de las listas plateadas, en los flancos presentan unas manchas redondeadas de color pardo oscuro que se disponen, normalmente, en líneas longitudinales, más continuas en la región caudal. En ocasiones, las hembras jóvenes presentan las manchas de la parte anterior del cuerpo dilatadas en sentido transversal. Las aletas dorsal, caudal y anal pueden presentar series transversales de manchas similares a las de los machos, pero menos numerosas y mucho menos marcadas (Steindachner, 1865; Lozano Rey, 1935; Lozano Cabo, 1960, 1979; De Sostoa, 1983; Doadrio et al., 2002).

Para una misma talla, las hembras presentan un mayor número de radios de la aleta caudal que los machos, mayor longitud preventral y mayor longitud de las bases de las aletas ventrales y pectorales (García-Berthou et al., 1989).

### Variación geográfica

El fartet presenta variación geográfica tanto morfológica como genética:

La poblaciones de Villena (Alicante) y Adra (Almería) difieren del resto de poblaciones en la longitud de la aleta dorsal y la longitud del pedúnculo caudal (Doadrio et al., 2002).

Hay variación en el número de radios de la aleta dorsal, caudal y ventrales entre las poblaciones de la Tancada (delta del Ebro), Gola de Migjorn (delta del Ebro), la Rovina (Empordà) y Fra Ramon (Empordà) (García-Berthou et al., 1989).

La longitud estándar máxima observada en las marismas del Ampurdán es de 34 mm en machos y 42 mm en hembras (García-Berthou y Moreno-Amich, 1992). En el delta del Ebro alcanza una talla máxima de 38 mm en machos y 45 mm en hembras (Vargas y De Sostoa, 1997). Los tamaños máximos registrados se han encontrado en las Salinas de Marchamalo (Murcia) con machos de 45 mm y hembras de hasta 60 mm (Oliva-Paterna et al., 2009).

Las poblaciones de Cataluña y de la Comunidad Valenciana muestran estructuración geográfica debida a la variabilidad genética (García-Marín et al., 1990; Fernández-Pedrosa et al., 1995). Se ha encontrado una elevada divergencia genética entre la población de Villena y el resto de poblaciones (Fernández-Pedrosa et al., 1995; Perdices et al., 2001).

La diversidad de haplotipos y de nucleótidos muestra una leve estructura geográfica, en la que la diferenciación del ADN mitocondrial podría ser explicada por el aislamiento de la población de la laguna de Villena. Un modelo de aislamiento por distancia podría explicar la estructura genética nuclear de las poblaciones, lo que sugiere que ha tenido lugar amplia fragmentación de hábitat en la costa mediterránea de la península Ibérica durante los últimos cientos de años. En las poblaciones del mar Menor, la fragmentación de hábitat ha producido reducción de la migración e incremento de la deriva genética (González et al., 2017)<sup>1</sup>.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 13-11-2017

### Hábitat

El fartet muestra predilección por cuerpos de agua estancados o de curso lento, de elevada dureza, ligera alcalinidad, fondos blandos y abundante vegetación sumergida (Vargas Pera, 1993).

Se encuentra tanto en medios acuáticos permanentes y con escasas fluctuaciones como en medios que tienen ciclos de desecación estival y periodos de inundación que los interconectan con otras zonas del humedal (Moreno-Amich et al., 1999b).

Especie euriterma, que puede vivir con temperaturas del agua de hasta 32,8°C (Lozano-Cabo, 1960). La eurihalinidad es una de las características más notorias de la especie (Mas Hernández, 1981; García-Berthou y Moreno-Amich, 1999; Oltra y Todolí, 2000), llegando a habitar todo el rango de aguas desde las completamente dulces hasta las hipersalinas (García-

Berthou y Moreno-Amich, 1999). Lozano-Cabo (1960) cita al fartet en salinidades de 57,1 ‰. Hay poblaciones en estanques salineros con salinidades promedio de 70-80 g/l (Oliva-Paterna, 2006; Oliva-Paterna y Torralva, 2008). Además, presenta una gran capacidad de adaptación a los cambios bruscos de salinidad; ejemplares capturados en aguas de 50-60‰ de salinidad toleran el cambio brusco a aguas completamente dulces (Oliva-Paterna, 2006). Según Sanz-Brau (1985) la salinidad media letal de la especie es del 143‰.

En las salinas de Marchamalo el fartet era más abundante en sitios con menor conductividad del agua y mayor cobertura del macrófito sumergido *Ruppia cirrhosa*. Durante el invierno, periodo de baja densidad, los juveniles seleccionaron positivamente sitios con sustrato más heterogéneo (Verdiell-Cubedo et al., 2014)<sup>2</sup>.

Se encuentra en lagunas litorales y marjales con acequias y canales de riego, salinas y ríos de salinidad elevada. También se encuentra en cabeceras de pequeños arroyos próximos al litoral que no muestran salinidades elevadas (Río Chícamo y Río Adra) (Oliva-Paterna, 2006).

En el extremo sur de su área, la mayor parte de sus poblaciones se concentran en canales de regadío, mientras que los hábitats naturales albergan escasas poblaciones (Casas et al., 2011)<sup>1</sup>.

Otro tipo de hábitat, de carácter endorreico, está formado por los canales de la antigua laguna de Villena (Figura 1) (Doadrio et al., 1992).



**Figura 1.** Hábitats característicos de las poblaciones de fartet. (A) Delta del Ebro, (B) Canales de Villena, (C) Salinas de Marchamalo, (D) Marina del Mar Menor, (E) Albufera de Adra. (C) A-D: (C) Grupo de Conservación de Vertebrados Acuáticos de la Universidad de Murcia. E: (C) C. Fernández Delgado

Gracias a la capacidad de vivir en ambientes muy dispares, sobrevive al efecto gradual de la destrucción de sus hábitats mediante la ocupación de masas de aguas artificiales, como canales, acequias y evaporadores de las salinas (De Sostoa et al., 1990; Doadrio, 2002). La importancia de los humedales con salinas en explotación para la especie ha sido puesta de manifiesto en diversos trabajos (Moreno-Amich et al., 1999a; Torralva y Oliva-Paterna, 2002; Oliva-Paterna y Torralva, 2008).

La segregación del fartet a hábitats conformados por comunidades de peces con escaso número de especies ha sido puesta de manifiesto para poblaciones de las Marismas del Ampurdán (Moreno-Amich et al., 1999b y 2000; Alcaraz et al., 2008a) y del Mar Menor (Oliva-Paterna y Torralva, 2008). En estos ambientes es presumible que las posibilidades de

interacciones competitivas relacionadas con el solapamiento trófico o con la búsqueda de refugio sean mínimas.

### **Abundancia**

Se ha estimado la densidad en un humedal salino del mar Menor durante el verano en 86-131 individuos por m<sup>-2</sup> (Oliva-Paterna et al., 2009).

La abundancia varía entre tipos de hábitats dentro de una misma laguna. En un estudio realizado en la laguna de Fra Ramon (Baix Empordà) se ha observado la mayor densidad de adultos en zonas de *Salicornia patula* inundadas (0,41 individuos/l) y la menor en zonas abiertas (Alcaraz et al., 2008a).

En el entorno del Mar Menor, se ha observado cómo la densidad relativa de la especie es significativamente mayor en humedales con salinas en explotación (Oliva-Paterna, 2006).

Un estudio realizado en las salinas de Marchamalo ha puesto de manifiesto que la abundancia de *A. iberus* presentaba variación estacional, siendo mayor en verano y menor en invierno (Verdiell-Cubedo et al., 2014)<sup>2</sup>. La abundancia estuvo relacionada con la vegetación acuática y la cercanía a motas salineras. Durante el periodo cálido y de reclutamiento la abundancia relativa estuvo determinada por el volumen de vegetación, profundidad de la lámina de agua y distancia a la orilla. Durante el periodo frío y de no reclutamiento la abundancia estuvo relacionada con el recubrimiento vegetal (Moreno-Valcárcel et al., 2012)<sup>2</sup>.

La abundancia puede variar entre años. Las densidades observadas en muestreos realizados en 2010 fueron menores que en 2009 (Doadrio et al., 2011)<sup>2</sup>.

### **Estatus de conservación**

Categoría global IUCN (2006): En Peligro EN A2ce. Se justifica porque se estima que ha sufrido un declive poblacional de por lo menos el 50% en los últimos diez años debido a la contaminación y a la introducción de peces alóctonos. El área de ocupación es menor de 500 km<sup>2</sup>, está fragmentada y en declive debido a la contaminación y a la destrucción de hábitat. La especie está en continuo declive con subpoblaciones que están desapareciendo (Crivelli, 2006; Oliva-Paterna et al., 2006a).

Categoría para España IUCN (2002): En Peligro EN B1+2bcd (En Peligro). EW (Extinta en la Naturaleza) para la población interior que se localizaba en el entorno de Villena (Doadrio, 2002, 2011)<sup>2</sup>.

A escala internacional, se encuentra como “Especie de Fauna Protegida” en el Anexo III del Convenio de Berna (1988). La Directiva 92/43/CEE, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, incluye a *A. iberus* en su Anexo II, donde se encuentran “Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación”.

Además, la especie se encuentra incluida en el Anexo I, “Especies y subespecies catalogadas en peligro de extinción”, del Real Decreto 439/1990 por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, y también inmersa en el Anexo II, “Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de protección”, del R.D. 1997/1995 por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

A nivel regional, el fartet aparece catalogado como “En Peligro de Extinción” en las respectivas normas y leyes autonómicas que regulan los correspondientes catálogos regionales de especies amenazadas.

## Factores de amenaza

El factor de amenaza más importante es la destrucción total o parcial de hábitats y/o su alteración, que se produce fundamentalmente por la alteración de cauces fluviales, la extracción de caudales, la desecación de humedales litorales, la sobreexplotación de acuíferos y la contaminación de las aguas continentales (Elvira, 1995; García-Berthou y Moreno-Amich, 1991; Planelles, 1996; Moreno-Amich et al., 1999a y b; Torralva Forero et al., 1999; Doadrio, 2002; Oliva-Paterna et al., 2002; Torralva y Oliva-Paterna, 2003; Oliva-Paterna, 2006; Oliva-Paterna y Torralva-Forero, 2008).

La urbanización del mar Menor degrada la estructura de hábitat produciendo pérdida de complejidad y zonas de refugio (Verdiell-Cubedo et al., 2012)<sup>2</sup>.

El diclorvos es un pesticida tóxico para *A. iberus* (Varo et al., 2008)<sup>1</sup>.

Otro factor de amenaza a esta especie es la introducción de especies exóticas, que bien actúan directamente como competidoras o indirectamente provocando una disminución en la disponibilidad de hábitat para la especie. Estas especies exóticas son fundamentalmente el pez sol (*Lepomis gibbosus*), la perca americana (*Micropterus salmoides*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*), el fúndulo (*Fundulus heteroclitus*), la carpa (*Cyprinus carpio*) y el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) (Doadrio, 2002; Torralva y Oliva-Paterna, 2003). Estudios sobre la interacción de *Aphanius iberus* con *Gambusia holbrooki* muestran el efecto negativo de ésta sobre el fartet (Rincón et al., 2002; Caiola y De Sostoa, 2005).

La introducción de otras especies del mismo género como *Aphanius fasciatus* puede plantear problemas de competencia e hibridación (Doadrio, 2002).

Otro factor de amenaza es la mortandad como consecuencia de la captura en trampas para angulas y su descarte posterior (Gisbert y López, 2008).

## Medidas de conservación

Se han propuesto las siguientes medidas de conservación:

-Investigación aplicada a la especie (Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

-Restauración, rehabilitación y manejo de hábitats (Nevado y Paracuellos, 1999; Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

Con el objetivo de favorecer la conservación de *A. iberus*, se ha creado experimentalmente en una zona de Sant Antoni (delta del Ebro) un gradiente de conectividad hidrológica entre masas de agua, obteniéndose sitios aislados, semiaislados y sitios conectados a zonas salobres y marinas. Sin embargo, la abundancia de *A. iberus* disminuyó después de las obras de restauración tanto en los sitios aislados como en los sitios semiaislados (Prado et al., 2017)<sup>2</sup>.

La provisión experimental de refugios en hábitats degradados puede ser una herramienta para proteger las poblaciones de *A. iberus* de la interacción con especies invasoras como *Gambusia holbrooki* (Magellan y García-Berthou, 2016)<sup>2</sup>. Los individuos de medio tamaño de *Gambusia holbrooki* muestran comportamiento agresivo hacia los individuos de pequeño y medio tamaño de *A. iberus*. La reintroducción de *A. iberus* mediante individuos de talla grande puede incrementar la supervivencia (Magellan y García-Berthou, 2016)<sup>2</sup>.

-Regulación hídrica de humedales. Evitar la modificación del régimen hídrico de los humedales para devolver a las lagunas costeras su carácter salobre y controlar la eutrofización (Moreno-Amich et al., 1999b).

La gestión hidrológica de salinas que lleve a la eliminación de incrementos drásticos y rápidos en la salinidad de las balsas puede favorecer la dinámica poblacional del fartet (Moreno-Valcárcel et al., 2012)<sup>2</sup>.

-Programa de cría en cautividad (Risueño et al., 1999; Nevado y Paracuellos, 1999; Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

-Programa de reintroducción (Risueño et al., 1999; Nevado y Paracuellos, 1999; Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

-Conservación de la diversidad genética (García-Marín y Pla Zanuy, 1999; Torralva y Oliva-Paterna, 2002). Las reintroducciones efectuadas sin control pueden afectar a la estructura genética de las poblaciones (García-Berthou y Moreno-Amich, 1999). Doadrio et al. (1996) definieron desde un punto de vista genético cuatro OCU (Unidades operacionales de conservación): Cataluña, Levante, Murcia y Villena. Araguas et al. (2007) han redefinido una lista de OCU más amplia: con ocho OCU: tres en Cataluña, tres en la Comunidad Valenciana, una en Murcia y otra en Almería. Oliva-Paterna (2006) define tres OCU en Murcia: Río Chícamo, salinas de Marchamalo y Mar Menor.

-Programas de divulgación y concienciación (Nevado y Paracuellos, 1999; Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

-Actuaciones de coordinación y cooperación entre administraciones y ONG (Torralva y Oliva-Paterna, 2002).

-Actuaciones para implantar poblaciones de la especie en humedales con salinas en explotación y otros sistemas salobres (Oliva-Paterna y Torralva-Forero, 2008).

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 12-03-2012; 2. Alfredo Salvador. 13-11-2017

### **Distribución geográfica**

Endemismo de la Península Ibérica, distribuido en pequeñas poblaciones aisladas desde las marismas del Alto Ampurdán (Girona) hasta la albufera de Adra (Almería). Con la excepción de algunas poblaciones del interior de la provincia de Alicante y Murcia, la especie se localiza principalmente en sistemas acuáticos de la zona costera o próximos a ella (Fig. 1) (Lozano Rey, 1935; Vidal-Celma, 1963; Berthou y Moreno-Amich, 1991; Paracuellos y Nevado, 1994; Torralva et al., 2001; Moreno-Amich et al., 1999a; Doadrio, 2002; Jiménez y Lacomba, 2002; Andreu-Soler et al., 2006b; Oliva-Paterna y Torralva, 2008).

El fartet ha sido citado en las siguientes localidades (ordenadas de norte a sur) (Moreno-Amich et al., 1999a): Aiguamolls de l'Alt Empordà, Aiguamolls de Baix Empordà, Delta del Llobregat (extinguida), Embalse de Can Borrell (posiblemente introducida), Riera de la Pineda (Vilaseca), Estany Podrit (Montroig-Miami) (posiblemente introducida), Torrent del Pi (L'Ametlla de Mar) (posiblemente introducida), Lagunas costeras del delta del Ebro, Peñíscola, Prat de Cabanes-Torreblanca, Grao de Castellón, Almenara, Puzol-Sagunto, Barranc del Carraixet, Náquera, Albuixec, Playa de la Malvarrosa, Cauce nuevo del Turia (Valencia), Albufera de Valencia, Lago artificial (Devesa del Saler), Tavernes de la Valldigna, Polinyà del Xúquer, Pego-Oliva, Gandía, Denia-Jávea, El Fondó d'Elx, Hondo de Amorós, Salinas de Santa Pola, Salinas del Pinet, Salinas, Villena, Albatera, Salinas de Guardamar, Huerta de Murcia (extinguida), Río Chícamo (Miñano et al., 1998), Oliva-Paterna y Torralva-Forero, 2008), Mar Menor, Salinas de San Pedro de Pinatar, Salinas de Marchamalo, Salinas del Rasall (extinguida), Salinas abandonadas de Punta Galera, Salinas abandonadas de Lo Pollo, Marina de la playa de la Hita, Marina del Carmolí, Albufera Nueva de Adra y Río Adra.

En varios de los trabajos recientes se destaca la regresión que, en las últimas décadas, han sufrido las poblaciones de esta especie (Moreno-Amich et al., 1999a; Doadrio, 2002; Oliva-Paterna et al., 2006a; entre otros), si bien, ya en los años sesenta se hizo patente (Vidal-Celma, 1963). Sin embargo, la imprecisión que se puede encontrar en muchos de estos trabajos es grande, por lo que determinar con exactitud la magnitud de la regresión que ha sufrido es una tarea complicada. No obstante, teniendo en cuenta la distribución actual y conociendo las características del hábitat que ocupa, se sospecha que el área de distribución nativa debió ser considerablemente más amplia (Fernández-Pedrosa, 1997).

### **Ecología trófica**

Los estudios realizados sobre dieta en el Delta del Ebro (Vargas Pera, 1993; Vargas y De Sostoa, 1999) y en las marismas del Bajo Ampurdán (Alcaraz y García-Berthou, 2007) indican una dieta omnívora, basada en crustáceos, poliquetos, larvas de insectos, detrito y algas. Las presas más importantes son los copépodos harpacticídeos, seguidos de los anfípodos aóridos (Tablas 1 y 2) (Vargas y De Sostoa 1999; Alcaraz y García-Berthou, 2007).

**Tabla 1.** Dieta de *Aphanius iberus* en el delta del Ebro, basada en el análisis de los contenidos gastrointestinales de 501 ejemplares. A: adultos; L: larvas. Según Vargas Pera (1993).

Presas	Nº total presas	% Presencia	% N
Harpacticidae	2.267	36	58
Aoridae	605	35	15
Chironomidae (A)	256	11	7
Chironomidae (L)	186	18	5
Cypridae	148	11	4
Corophidae	79	11	4
Cyclopidae	77	5	2
Otros crustáceos	78	5	2
Neridae	64	11	1,5
Gammaridae	64	9	1,5
Daphnidae	33	1	1
Mysidae	20	3	0,5
Insectos (L)	10	1	0,2
Pseudodiaptomidae	9	1	0,2
Himenópteros	6	1	0,1

**Tabla 2.** Dieta de *Aphanius iberus* en la laguna de Fra Ramon (Baix Empordà), basada en el análisis de los contenidos gastrointestinales de 62 ejemplares. Según Alcaraz y García-Berthou (2007).

Presas	Nº total presas (%)	Biomasa (%)	Frecuencia
Detritus		24,69	67,74
Plantas		0,17	17,75
<i>Brachionus plicatilis</i>	0,21	0,02	12,9
<i>Testudinella clypeata</i>	0,01	0	1,61
<i>Nereis diversicolor</i>	0,2	1,46	24,19
Ácaros	0,01	0,15	1,61
Ostracoda	0,37	0,05	32,26
<i>Mesochra lilljeborgi</i>	61,24	5,11	93,55
<i>Mesochra rapines</i>	0,04	0,01	4,84
<i>Tisbe longicornis</i>	15,2	4,63	82,26
<i>Canuella perplexa</i>	0,27	0,47	8,06
<i>Copepoda nauplii</i>	5,84	0,05	91,94
<i>Gammarus aequicauda</i>	0,02	3,59	3,23
<i>Protracheoniscus occidentalis</i>	0,18	39,13	11,29
Chironomidae	0,48	14,34	41,94
Stratiomyidae	0,05	0,35	3,23
Rhagionidae	0,02	2,11	3,23
Ephydriidae	0,03	0,18	4,84
Hymenoptera	0,02	1,14	3,23
Huevos de Invertebrados	15,68	2,32	46,77

El fartet selecciona algunos tipos de presas en función de su disponibilidad y del tamaño del pez. Los fartet de pequeña talla muestran preferencia por los copépodos harpacticídeos mientras que los de mayor talla seleccionan presas de mayor talla como isópodos, larvas de dípteros o poliquetos. También muestran selección positiva de presas terrestres o semiacuáticas (Alcaraz y García-Berthou, 2007).



La dieta del fartet varía con los cambios de hábitat relacionados con la talla (Alcaraz y García-Berthou, 2007). Los individuos juveniles obtienen su alimento en la columna de agua, seleccionando presas planctónicas. Sin embargo, los ejemplares más grandes, debido a un cambio en los usos del hábitat, muestran una selección por organismos bentónicos y de mayor tamaño (Alcaraz y García-Berthou, 2007).

La dieta muestra una disminución gradual de su amplitud y cambios abruptos de las presas elegidas a lo largo de la ontogenia (Ramos-Jiliberto et al., 2011)<sup>1</sup>.

Experimentos realizados en mesocosmos muestran que la presencia de *A. iberus* coincide con un declive en la abundancia de invertebrados grandes de la columna de agua y un incremento de la abundancia de plancton de tamaño medio (Compte et al., 2011)<sup>1</sup>.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 12-03-2012

## Biología de la reproducción

En general, al igual que el resto de especies del género *Aphanius*, el fartet presenta un esfuerzo reproductor notable y prolongado que se traduce en una elevada demanda energética durante un largo período de tiempo y una reducción de la supervivencia post-reproductiva de los individuos.

En términos generales, la especie presenta una dinámica caracterizada por un incremento en la condición de sus individuos previo al periodo de reproducción con los valores máximos de condición al inicio de éste (Vila-Gispert y Moreno-Amich, 2001; Ruiz-Navarro et al., 2008; Oliva-Paterna et al., 2009). La pérdida de condición estival es consecuencia del elevado coste energético que conlleva el prolongado esfuerzo reproductor. Además, también se ha visto cómo cambios drásticos en condiciones del hábitat tienen efectos negativos sobre la condición de los individuos (Ruiz-Navarro et al., 2008; Oliva-Paterna et al., 2009).

Tanto machos como hembras presentan gónadas con una elevada plasticidad morfológica, de manera que el desarrollo de las gónadas de ambos lados no es simétrico y, en el caso de las hembras, el ovario izquierdo puede quedar muy reducido. Los machos presentan testículos laminares y alargados, mientras que las hembras presentan ovarios más globosos, según el momento del ciclo reproductor (García-Alonso et al., 2008).

Las hembras desarrollan un mayor esfuerzo reproductor que los machos, y en este sentido en las hembras el peso de la gónada llega a alcanzar el 20% del peso total del pez, mientras que en los machos alcanza como máximo el 4,2% (Vargas, 1993; Vargas y De Sostoa, 1997; Oliva-Paterna et al., 2009).

El periodo reproductor del fartet es largo, abarcando al menos cuatro meses (mayo-agosto), aunque éste puede ser más amplio (abril-septiembre) según las poblaciones y la climatología anual (Vargas y De Sostoa, 1997; Oliva-Paterna et al., 2009). La falta de rigidez temporal y la larga extensión en el periodo reproductor parece claramente una estrategia de adaptación a ambientes fluctuantes (García-Berthou y Moreno-Amich, 1999).

Las hembras realizan la puesta de forma seriada a medida que los huevos van madurando (Vargas y De Sostoa, 1997), depositándolos fundamentalmente sobre la vegetación. Los machos se colocan al lado de las hembras, empujándolas contra la vegetación, momento en el cual éstas liberan de 2 a 5 huevos que son fecundados. Según De Sostoa (1983), en el delta del Ebro la fecundidad se correlaciona linealmente con el peso de la hembra ( $n= 50$  hembras) y la fecundidad máxima es de 483 huevos. El diámetro de los huevos no supera los 1,5 mm antes de su puesta (Vargas y De Sostoa, 1997). Desde la puesta hasta la eclosión de los huevos puede transcurrir un tiempo que oscila entre 10 y 18 días según la temperatura del agua.

En los pocos individuos que sobreviven más de un año se han definido tres fases del ciclo gonadal: quiescencia (octubre-enero), maduración (febrero-abril) y reproducción (mayo-septiembre) (Vargas y De Sostoa, 1997; Oliva-Paterna et al., 2009). Sin embargo, este ciclo es más complejo de analizar en los individuos que nacen al inicio de la época reproductora y son capaces de reproducirse a los 2-3 meses de vida, sucumbiendo en su mayoría antes del invierno (García-Berthou y Moreno-Amich, 1992, 1999). De este modo se producen dos episodios reproductivos poblacionales en el mismo periodo. El primero tiene su máximo en

mayo-junio, y en él realizan la puesta los individuos que nacieron el año anterior y que en su mayoría mueren tras el gran esfuerzo realizado. Y el segundo, que normalmente es de menor importancia que el primero, muestra su máximo en agosto-septiembre, y en él se reproducen principalmente los individuos nacidos en los primeros meses del mismo periodo reproductor (Vargas y De Sostoa, 1997; Oliva-Paterna, 2006). Dentro de cada fase, se reproducen antes los individuos de mayor edad, aunque no existe una sincronía en el desove de la población (Vargas y De Sostoa, 1997).

La generación parental es más fecunda que la de sus hijos, aunque éstos poseen un tamaño ovular mayor, lo cual según Bagenal (1978) supondrá una mayor supervivencia posterior de la larva.

### Estructura y dinámica de poblaciones

Una reducida longevidad, junto con un rápido crecimiento, son parámetros descriptores de la estrategia de vida de especies de ambientes inestables como el fartet en los que la mortalidad adulta es alta, variable e impredecible (Vila-Gispert y Moreno-Amich, 2003).

La dinámica de las poblaciones del fartet está caracterizada por (1) periodos de explosión demográfica en primavera e inicio del verano, caracterizada por aumento drásticos en el número de individuos producto del primer episodio reproductor y colonización de nuevos ambientes, junto con (2) disminución drástica en la abundancia producto de mortalidades estocásticas con la desecación estival y del alto esfuerzo reproductor realizado por los individuos más longevos de la población.

Se trata de una especie poco longeva cuyas poblaciones presentan una estructura por edades máxima de tres grupos (0+, 1+ y 2+). Son escasos los individuos que logran sobrevivir un primer invierno (clase 1+), y muy escasos los que sobreviven el segundo (clase 2+). De esta forma, la clase dominante en las poblaciones es la 0+ (individuos que en el momento de la captura no han conformado un primer anillo de crecimiento, es decir, no han superado su primer invierno de vida), cuyos individuos constituyen más del 75% (Tabla 3) (García-Berthou y Moreno-Amich, 1992, 1993; Vargas y De Sostoa, 1997; García-Berthou et al., 1999; Oliva-Paterna, 2006; Oliva-Paterna y Torralva-Forero, 2008; Oliva-Paterna et al., en prensa).

**Tabla 3.** Frecuencias relativas de clases de edad en poblaciones de fartet. Tamaño de muestra entre paréntesis.

Localidad	Sexo	0+	1+	2+	Referencia
Marchamalo	machos	77,51 % (2037)	21,54 % (566)	0,95 % (25)	Oliva-Paterna y Torralva-Forero (2008)
Marchamalo	hembras	83,61 % (1092)	14,55 % (190)	1,84 % (24)	Oliva-Paterna y Torralva-Forero (2008)
Delta del Ebro	machos	93 % (2201)	7 % (166)	0	Vargas y De Sostoa (1997)
Delta del Ebro	hembras	82 % (1710)	18 % (375)	0	Vargas y De Sostoa (1997)
Alt Empordà	machos	74,32 % (136)	15,85 % (29)	9,83 % (18)	García-Berthou y Moreno-Amich (1992)
Alt Empordà	hembras	87,98 % (205)	12,02 % (28)	0	García-Berthou y Moreno-Amich (1992)

El fartet presenta una estacionalidad muy marcada en el crecimiento, ya que se aprecia un máximo desde mayo a septiembre y una paralización del mismo desde noviembre a febrero (Vargas y De Sostoa, 1997; Oliva-Paterna, 2006). Pero además, existe una notable diferenciación sexual en el crecimiento. Las hembras no sólo poseen un periodo de crecimiento mayor, sino que su tasa de incremento es muy superior (más de un 50%) a la de los machos. Todo ello hace que alcancen tallas máximas muy superiores a éstos.

En las salinas de Marchamalo se ha observado que la proporción de hembras varía entre sitios, registrándose valores de 4,04:1, 1,44:1 y 1,35:1 (Verdiell-Cubedo et al., 2014)<sup>1</sup>.

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 13-11-2017

## Interacciones entre especies

Los Ciprinodóntidos en general son muy sensibles a la competencia, y la introducción de especies exóticas parece haber sido una de las razones principales del declive o extinción local de poblaciones nativas de fartet. Entre estas especies competidoras destacan el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*), el pez sol (*Lepomis gibbosus*), la perca americana (*Micropterus salmoides*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*) y el fúndulo (*Fundulus heteroclitus*) (Gutiérrez-Estrada et al., 1998; Oliva-Paterna et al., 2006a).

Las gambusias pueden tener impacto negativo sobre especies de peces similares en talla y hábitat (Pyke, 2008). Se considera a la gambusia como una de las principales causas de la reducción de las poblaciones de fartet en la Península Ibérica (Doadrio, 2002; Oliva-Paterna et al., 2006a). En estudios experimentales de interacción con *Valencia hispanica* y *Gambusia holbrooki*, *Aphanius iberus* mostró niveles intermedios de voracidad y saciedad (Caiola y De Sostoa, 2005), y los individuos jóvenes de la especie mostraron decrementos en la tasa de alimentación en presencia de ejemplares de *Gambusia holbrooki* (Rincón et al., 2002; Caiola y De Sostoa, 2005). Caiola y De Sostoa (2005) proponen que la competencia no agresiva por el alimento es el principal mecanismo de interacción entre los adultos de ambas especies, y observaron que la gambusia presentaba mayor eficiencia en la alimentación que el fartet cuando los recursos eran escasos.

La dieta en primavera es similar entre *G. holbrooki* y *A. iberus*, aunque las gambusias tenían más alimento en su estómago y había menos estómagos vacíos de esta especie, lo que sugiere una mayor habilidad competitiva. Además, la composición de la dieta de ambas especies varió entre sitios que diferían en niveles de salinidad y de abundancia relativa de las dos especies. En sitios con menor nivel de salinidad y dominancia de gambusia, el fartet se alimentó más en el fondo y disminuyó su intensidad de alimentación y la diversidad de su dieta (Ruiz-Navarro et al., 2013)<sup>1</sup>.

No obstante, las interacciones que la gambusia produce sobre los ciprinodóntidos en general y sobre el fartet en particular parecen estar moduladas por la salinidad (Alcaraz et al., 2008b), la temperatura del agua, la condición reproductora, la talla relativa de los individuos y las preferencias específicas de hábitat (Rincón et al., 2002).

*Gambusia holbrooki* es más agresiva que el fartet y puede desplazarlo por competición por interferencia, especialmente a temperaturas más altas. Sin embargo, *G. holbrooki* reduce sus tasas de captura de alimento a bajas temperaturas (Carmona-Catot et al., 2013)<sup>1</sup>.

La presencia de *A. iberus* en comunidades reducidas dominadas por omnívoros produce un efecto trófico en cascada basado en el tamaño. Además, tiene un efecto positivo aunque débil sobre la biomasa de macrófitos, probablemente por disminución de la abundancia de pequeño fitoplancton (Compte et al., 2012)<sup>1</sup>. La depredación por *A. iberus* afecta a las comunidades de invertebrados acuáticos, observándose que el tamaño y la biomasa de los invertebrados varía de acuerdo con los cambios registrados a lo largo del año en la estructura de tallas del fartet. Así, cuando la estructura de tallas del fartet está dominada por jóvenes del año, predominan invertebrados de mayor tamaño (Gascón et al., 2013)<sup>1</sup>.

## Depredadores

Entre los depredadores del fartet se conoce la anguila (*Anguilla anguilla*) (Gandolfi Hornyold, 1917).

Rincón et al. (2002) observaron en sus experimentos depredación de individuos pequeños de fartet por parte de la gambusia, así como ataques a otros individuos de fartet. Además comprobaron la reducción de casi un 70% del número de nuevos individuos nacidos de fartet y la disminución de las tallas de sus individuos juveniles ante la presencia de gambusia.

## Parásitos y patógenos

Respecto a la incidencia parasitaria, cuatro son los taxones aislados (de individuos en cautividad) que utilizan a la especie como hospedadora: un hongo (*Saprolegnia parasitica*), dos especies de protozoos ciliados (*Ichthyophthirius multifiliis* y *Trichodina sp.*) y un crustáceo copépodo (*Lernaea cyprinacea*) (Campos et al., 1999a). Estas especies son parásitos de ciclo directo que no necesitan de hospedadores intermediarios para dar lugar a los individuos infestantes. A su vez, las enfermedades que estas especies provocan son (en el mismo orden que las especies): Saprolegniosis (enfermedad algodonosa); Ichthyophthiriosis (punto blanco); Trichodinosis (opacidad de la piel) y Lerneosis. La diagnosis, profilaxis y tratamiento enfocado a ejemplares en cautividad, queda expuesto con detalle en Campos et al. (1999b).

Cabe mencionar que ha sido contrastada en la especie una alta mortalidad en laboratorio provocada por infección bacteriana de *Vibrio parahaemolyticus* (Alcaide et al., 1999), y que también se han observado lesiones en tubérculos internos provocadas por infecciones de *Mycobacterium* (Gómez, 2001).

Otras contribuciones: 1. Alfredo Salvador. 13-11-2017

## Actividad

No hay datos.

## Movimientos

El fartet es una especie sedentaria que no realiza migraciones en su corto periodo de vida (De Sostoa et al., 1990). Puede realizar desplazamientos a medias distancias durante el periodo de dispersión (periodo de reclutamiento). La conexión entre poblaciones locales ha sido constatada en la laguna del Mar Menor y su perímetro aproximado de 45 Km (Oliva-Paterna, 2006).

## Dominio vital

No hay datos.

## Patrón social y comportamiento

Los machos sólo son territoriales y protegen la puesta durante el periodo de celo; el resto del tiempo son peces sociables y activos que se agrupan en cardúmenes, mayoritariamente en el caso de las hembras. En el comienzo de una lucha entre machos se pueden observar amenazas por parte de los dos contendientes con desplazamientos rápidos de uno hacia el otro, desplegando las aletas e intensificando el color del cuerpo. Si esto no concluye con la retirada de uno de ellos, se sitúan lateralmente y se dan coletazos mutuos, para después comenzar a hacer círculos cerrados tratando de morderse. La lucha finaliza cuando uno de los contendientes abandona la zona. Los combates no son cruentos y no se ha observado nunca herida alguna (Martínez y Cortés, 1993).

## Bibliografía

Alcaide, E., Amaro, C., Todolí, R., Oltra, R. (1999). Isolation and characterization of *Vibrio parahaemolyticus* causing infection in Iberian toothcarp *Aphanius iberus*. *Diseases in Aquatic Organisms*, 35 (1): 77-80.

Alcaraz, C., Bisazza, A., García-Berthou, E. (2008b). Salinity mediates the competitive interactions between invasive mosquitofish and an endangered fish. *Oecologia*, 155: 205–213.

Alcaraz, C., García-Berthou, E. (2007). Food of an endangered cyprinodont (*Aphanius iberus*): ontogenetic diet shift and prey electivity. *Environmental Biology of Fishes*, 78: 193-207.

Alcaraz, C., Pou-Rovira, Q., García-Berthou, E. (2008a). Used of a flooded salt marsh habitat by an endangered cyprinodontid fish (*Aphanius iberus*). *Hydrobiologia*, 600: 177-185.

Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M. (2006a). A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin ( SE Iberian Peninsula ). *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4): 295-296.

Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., Verdiell-Cubedo, D., Egea-Serrano, A., Ruiz-Navarro, A., Torralva, M. (2006b). Peces continentales de la Región de Murcia (SE Península Ibérica): inventario y distribución. *Zoologica Baetica*, 17: 11-31.

Araguas, R. M., Roldán, M. I., García-Marín, J. L., Pla, C. (2007). Management of gene diversity in the endemic killifish *Aphanius iberus*: revising Operational Conservation Units. *Ecology of Freshwater Fish*, 16 (2): 257-266.

Bagenal, T. (Ed.). (1978). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Scientific Publications, London.

Berthou, E., Moreno-Amich, R. (1991). New records of *Aphanius iberus* (Pisces: Cyprinodontidae) and review of the geographical distribution of cyprinodontiform fishes in Catalonia (NE - Spain ). *Scientia Gerundensis*, 17: 69-76.

Caiola, N., De Sostoa, A. (2005). Possible reasons for the decline of two native toothcarps in the Iberian Peninsula: evidence of competition with the introduced Eastern mosquitofish. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 358–363.

Campos, A., Risueño, P., Planelles, M. (1999a). Agentes patógenos parasitarios del Samaruc (*Valencia hispanica*) y del Fartet (*Lebias iberica*) en instalaciones de cría en cautividad. Pp. 315-324. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Campos, A., Risueño, P., Planelles, M. (1999b). Efectos patógenos producidos por parásitos en *Valencia hispanica* y *Lebias iberica* (Pisces: Cyprinodontidae) durante su cría en cautividad. Pp. 325-334. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Carmona-Catot, G., Magellan, K., García-Berthou, E. (2013). Temperature-Specific Competition between Invasive Mosquitofish and an Endangered Cyprinodontid Fish. *Plos One*, 8 (1): e54734.

Casas, J. J., Sánchez-Oliver, J. S., Sanz, A., Furne, M., Trenzado, C., Juan, M., Paracuellos, M., Suarez, M. D., Fuentes, F., Gallego, I., Gil, C., Ramos-Miras, J. J. (2011). The paradox of the conservation of an endangered fish species in a Mediterranean region under agricultural intensification. *Biological Conservation*, 144 (1): 253-262.

Compte, J., Gascón, S., Quintana, X. D., Boix, D. (2011). Fish effects on benthos and plankton in a Mediterranean salt marsh. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 409 (1-2): 259-266.

Compte, J., Gascón, S., Quintana, X. D., Boix, D. (2012). The effects of small fish presence on a species-poor community dominated by omnivores: Example of a size-based trophic cascade. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 418: 1-11.

Crivelli, A. J. (2006). *Aphanius iberus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

De Sostoa, A. (1983). *Las comunidades de peces del delta del Ebro*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 622 pp.

De Sostoa, A., Allué, R., Bas, C., Camarasa, J.M., Casals, F., Casaponsa, J., Del Castillo, M., Doadrio, I., Fernández, J.V., Franquesa, R., Lloris, D., Lobón-Cerviá, J., Matallanas, J., Muñoz, R., De Sostoa, F. J., Vinyoles, D. (1990). *Historia Natural dels Països Catalans*. Vol. 11. Peixos. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

- Doadrio, I. (Ed.). (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- Doadrio, I., Carmona, J. A., Fernández-Delgado, C. (2002). Morphometric study of the Iberian *Aphanius* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes), with description of a new species. *Folia Zoologica*, 51(1): 67-79.
- Doadrio, I., Machordom, A., Perdices, A. (1992). *Caracterización poblacional y conservación de la ictiofauna en peligro de extinción*. Convenio ICONA/CSIC 1991-1992.
- Doadrio, I., Perdices, A., Machordom, A. (1996). Allozymic variation of the endangered killfish *Aphanius iberus* and its application to conservation. *Environmental Biology of Fishes*, 45: 259-271.
- Doadrio, I., Perea, S., Garzón-Heydt, P., González, J. L. (2011). *Ictiofauna Continental Española. Bases para su seguimiento*. Dirección General Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 610 pp.
- Elvira, B. (1995). Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation*, 72: 129-136.
- Eschmeyer, W. N., Fricke, R. (Eds.) (2008). *Catalog of Fishes electronic version* (updated 18 Dec. 2008). <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>
- Fernández-Pedrosa, V. (1997). *Estudio de la variabilidad genética del Fartet, Aphanius iberus (Val. 1846), y del Samaruc, Valencia hispanica (Val. 1846), en poblaciones de la Comunidad Valenciana*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- Fernández-Pedrosa, V., González, A., Planelles, M., Moya, A., Latorre, A. (1995). Mitochondrial DNA variability in three Mediterranean populations of *Aphanius iberus*. *Biological Conservation*, 72 (2): 251-256.
- Ferrito, V., Corsaro, M., Tigano, C. (2003). Scale surface morphology in *Lebias*, Goldfuss, 1820 (Teleostei: Cyprinodontidae). *Journal of Natural History*, 37: 1529-1534.
- Gandolfi Hornyold, A. (1917). Algunas observaciones sobre la alimentación de la anguila en Valencia, Santander, Lisboa y Aveiro. *Anales del Instituto General y Técnico de Valencia*, 2 (6): 1-6.
- García-Alonso, J., Ruiz-Navarro, A., Chaves-Pozo, E., Torralva, M., García-Ayala A. (2008). Gonad plasticity and gametogenesis in the endangered Spanish toothcarp *Aphanius iberus* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Tissue and Cell*, 41 (3): 206-213.
- García-Berthou, E., Fernández-Delgado, C., Pou, Q., Boix, D., Moreno-Amich, R. (1999). Edad y crecimiento del fartet *Lebias iberica* Valenciennes, 1846: Comparación entre las poblaciones del Ampurdán (Cataluña) y del río Guadalquivir (Andalucía). Pp. 235-251. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.
- García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (1991). New records of *Aphanius iberus* (Pisces: Cyprinodontidae) and review of geographical distribution of cyprinodontiform fishes in Catalonia (NE-Spain). *Scientia Gerundensis*, 17: 69-76.
- García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (1992). Age and growth of an Iberian cyprinodont, *Aphanius iberus* (Cuv. & Val.) in its most northerly population. *Journal of Fish Biology*, 40: 929-937.
- García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (1993). Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of the reproductive cycle. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 (7): 1394-1399.
- García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (1999). Ecología y Conservación del Fartet (*Lebias iberica*) en las Marismas del Ampurdán (Cataluña). Pp. 151-161. En: Planelles-Gomis, M.

(Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

García-Berthou, E., Moreno-Amich, R., García-Marín, J. L., Vila, A., Plá, C. (1989). Caractérisation biométrique et génétique de *Aphanius iberus* (Pisces, Cyprinodontidae) en Catalogne. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 114 (3): 158-159.

García-Marín, J. L., Pla Zanuy, C. (1999). Conservación de la diversidad genética en el fartet. Pp. 169-187. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

García-Marín, J. L., Vila, A., Pla, C. (1990). Genetic variation in the Iberian toothcarp *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes). *Journal of Fish Biology*, 37 (Suppl. A): 233-234.

Gascón, S., Llopart, X., Ruiz-Navarro, A., Compte, J., Verdiell-Cubedo, D., Boix, D., Oliva-Paterna, F. J., Quintana, X. D., Torralva, M. (2013). The effects of *Aphanius iberus* predation on an aquatic community: diel changes and the role of vegetation. *Fundamental and Applied Limnology*, 182 (1): 75-87.

Gisbert, E., López, M. A. (2008). Impact of glass eel fishery on by-catch fish species: a quantitative assessment. *Hydrobiologia*, 602: 87-98.

Gómez, S. (2001). Tubercular Lesions in two Spanish Cyprinodontid fishes. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3 (4): 321-324.

González, E. G., Cunha, C., Ghanavi, H. R., Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M., Doadrio, I. (2017). Phylogeography and population genetic analyses in the Iberian toothcarp (*Aphanius iberus* Valenciennes, 1846) at different time scales. *The Journal of Heredity*, DOI: 10.1093/jhered/esx076

Gutiérrez-Estrada, J. C., Prenda, J., Oliva-Paterna, F. J., Fernández-Delgado, C. (1998). Distribution and habitat preferences of the introduced mummichog *Fundulus heteroclitus* (Linnaeus) in the South-Western Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46: 827-835.

Jiménez, J., Lacomba, I. (2002). *Peces continentales, anfibios y reptiles de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana, Valencia.

Lozano Cabo, F. (1958). Contribución al conocimiento del "fartet" (*Aphanius iberus* C. & V.). *Rev. Acad. Cienc.*, 52: 585-607.

Lozano Cabo, F. (1960). Apport a la connaissance du "fartet" (*Aphanius iberus* C. et V.). *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 15 (3): 129-136.

Lozano Cabo, F. (1979). *Ictiología del Mar Menor (Murcia)*. Los Fisóstomos. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia.

Lozano Rey, L. (1935). *Los peces fluviales de España*. Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid. 390 pp.

Magellan, K., García-Berthou, E. (2015). Influences of size and sex on invasive species aggression and native species vulnerability: a case for modern regression techniques. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25 (3): 537-549.

Magellan, K., García-Berthou, E. (2016). Experimental evidence for the use of artificial refugia to mitigate the impacts of invasive *Gambusia holbrooki* on an endangered fish. *Biological Invasions*, 18 (3): 873-882.

Martínez, E., Cortés, E. (1993). A fondo: *Aphanius iberus*. *Acqua*, 3: 5-10.

Mas Hernández, J. (1981). Notas sobre la situación actual de localidades de ciprinodóntidos y familias afines en el levante de la Península Ibérica. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6: 215-221.

Miñano, P. A., Oliva-Paterna, F. J., García-Mellado, A., Andreu, A., Cardozo, V., Fernández-Delgado, C., García Alonso, J., Torralva, M. M. (1998). Distribución y estado de conservación del Fartet, "*Aphanius iberus*" (Valenciennes, 1846), en la Región de Murcia (S.E. de la Península Ibérica). Establecimiento de "Grupos Poblacionales Operativos". *Anales de Biología*, 23: 63-84.

Moreno-Amich, R., Planelles-Gomis, M., Fernández-Delgado, C., García-Berthou, E. (1999a). Distribución geográfica de los ciprinodontiformes en la Península Ibérica. Pp. 33-57. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Moreno-Amich, R., Pou, Q., Quintana, X., García-Berthou, E. (1999b). Efecto de la regulación hídrica en la conservación del fartet (*Lebias iberica*) en Aiguamolls de l'Empordà: Importancia de los refugios de población. Pp. 115-131. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Moreno-Amich, R., Pou, Q., Quintana, X., García-Berthou, E. (2000). Ecología y Conservación del Fartet (*Lebias iberica* = *Aphanius iberus*) en las Marismas del Ampurdán (Cataluña): Efecto de la regulación hídrica e importancia de los refugios de población. X Congreso de la AEL y II Ibérico de Limnología. Junio de 2000. Valencia.

Moreno-Valcárcel, R., Torralva, M., Verdiell-Cubedo, D., Ruiz-Navarro, A., Oliva-Paterna, F. J. (2012). Dinámica poblacional y relaciones con el hábitat de *Aphanius iberus* (Valenciennes 1846) en un humedal con salinas en explotación. *Anales de Biología*, 34: 91-104.

Nevado, J. C., Paracuellos, M. (1999). El fartet en Almería. Una estrategia de conservación. Pp. 163-168. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Oliva-Paterna, F. J. (2006). *Biología y Conservación de Aphanius iberus (Valenciennes, 1846) en la Región de Murcia*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.

Oliva-Paterna, F. J., Andreu, A., Miñano, P. A., García-Rodríguez, J., Torralva, M. (2002). Unidades de Conservación del fartet, *Aphanius iberus*, en la Región de Murcia: Amenazas y aplicación regional de categorías UICN. *Dugastella*, 3: 29-35.

Oliva-Paterna, F. J., Ruiz-Navarro, A., Torralva, M., Fernández-Delgado, C. (2009). Biology of the endangered cyprinodontid *Aphanius iberus* in a saline wetland (SE Iberian Peninsula). *Italian Journal of Zoology*, 76 (3): 316-329.

Oliva-Paterna, F. J., Torralva-Forero, M. (2008). *El fartet en la Región de Murcia: biología y conservación*. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio. Murcia.

Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M., Fernández-Delgado, C. (2006a). Threatened Fishes of the World: *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes, 1846) (Cyprinodontidae). *Environmental Biology of Fishes*, 75: 307-309.

Oltra, R., Todolí, R. (2000). Reproduction of the endangered killifish *Aphanius iberus* at different salinities. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 113-115.

Paracuellos, M., Nevado, J. C. (1994). Localización del fartet, *Aphanius iberus*, en la cuenca del río Adra (Almería, sudeste ibérico). *Doñana, Acta Vertebrata*, 21 (2): 199-204.

Perdices, A., Carmona, J. A., Fernández-Delgado, C., Doadrio, I. (2001). Nuclear and mitochondrial data reveal high genetic divergence among Atlantic and Mediterranean populations of the Iberian killifish *Aphanius iberus* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Heredity*, 87 (3): 314-324.

Prado, P., Alcaraz, C., Jornet, L., Caiola, N., Ibáñez, C. (2017). Effects of enhanced hydrological connectivity on Mediterranean salt marsh fish assemblages with emphasis on the endangered Spanish toothcarp (*Aphanius iberus*). *PeerJ*, 5: e3009.



- Pyke, G. H. (2008). Plague Minnow or Mosquito Fish? A Review of the Biology and Impacts of Introduced *Gambusia* species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 39: 171-191.
- Planelles, M. (1996). The last populations of samaruc *Valencia hispanica*, Valenciennes , 1846: distribution, status and recovery efforts. *Publicaciones Específicas del Instituto Español de Oceanografía* 21: 263-268.
- Ramos-Jiliberto, R., Valdovinos, F. S., Arias, J., Alcaraz, C., García-Berthou, E. (2011). A network-based approach to the analysis of ontogenetic diet shifts: An example with an endangered, small-sized. *Ecological Complexity*, 8 (1): 123-129.
- Rincón, P. A., Correas, A. M., Morcillo, F., Risueño, P., Lobón-Cerviá, J. (2002). Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps. *Journal of Fish Biology*, 61: 1560-1585.
- Risueño, P., Velázquez, J., Hernández, J. (1999). Programa de cría en cautividad del fartet *Lebias iberica* (Valenciennes, 1846). Pp. 309-314. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.
- Ruiz-Navarro, A., Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M. (2008). Somatic condition of *Aphanius iberus* ( Valenciennes , 1846) in Marchamalo wetland (Mar Menor; SE Spain ): Effects of management. *Anales de Biología*, 29: 53-59.
- Ruiz-Navarro, A., Torralva, M., Oliva-Paterna, F. J. (2013). Trophic overlap between cohabiting populations of invasive mosquitofish and an endangered toothcarp at changing salinity conditions. *Aquatic Biology*, 19 (1): 1-11.
- Sanz-Brau, A. (1985). Límites de hiperhalinidad de los ciprinodóntidos ibéricos. *Doñana, Acta Vertebrata*, 12 (1): 166-170.
- Steindachner, F. (1865). Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise. I. Zur Fischfauna des Albufera-Sees bei Valencia in Spanien. *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 52 (1. Abth.): 483-491.
- Torralva, M., Oliva-Paterna, F. J. (2002). Problemática de los Ciprinodóntidos en el Sureste Peninsular: Criterios y Estrategia de Recuperación. Pp. 313-320. En: Doadrio I. (Ed.). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. CSIC y Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Torralva, M., Oliva-Paterna, F. J. (2003). El recurso íctico de las aguas continentales de la Región de Murcia. 152-158. En: Esteve M. A., Llorens M., Martínez C. (Eds.). *Los Recursos Naturales de la Región de Murcia. Un análisis interdisciplinar*. Universidad de Murcia, Murcia.
- Torralva, M., Oliva-Paterna, F. J., Andreu, A., García-Mellado, A., Miñano, P. A., Cardozo, V., García-Alonso, J., Fernández-Delgado, C. (2001). Distribución y estado de conservación del fartet, *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846), en la región de Murcia (S.E. de la Península Ibérica ). Establecimiento de Grupos Poblacionales Operativos. *Anales de Biología*, 23: 63-83.
- Torralva Forero, M. M., Oliva-Paterna, F. J., Fernández-Delgado, C., García-Rodríguez, J. (1999). Las poblaciones de *Lebias iberica* (Valenciennes, 1846) en la región de Murcia. Pp. 225-233. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.
- Vargas Pera, M. J. (1993). *Interacción entre Aphanius iberus y Gambusia holbrooki en el Delta del Ebro: sus ciclos biológicos y ecologías tróficas*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- Vargas, M. J., De Sostoa, A. (1997). Life-history pattern of the Iberian toothcarp *Aphanius iberus* (Pisces, Cyprinodontidae) from a Mediterranean estuary, the Ebro Delta ( Spain ). *Netherlands Journal of Zoology*, 47 (2): 143-160.

Vargas, M. J., De Sostoa, A. (1999). Ecología trófica del Fartet, *Lebias ibera*, en el Delta del Ebro. Pp. 133-161. En: Planelles-Gomis, M. (Coord.). *Monografía sobre los peces Ciprinodóntidos Ibéricos Fartet y Samaruc*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana, Valencia.

Varo, I., Amat, F., Navarro, J. C. (2008). Acute toxicity of dichlorvos to *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes, 1846) and its anti-cholinesterase effects on this species. *Aquatic Toxicology*, 88 (1): 53-61.

Verdiell-Cubedo, D., Oliva-Paterna, F. J., Torralva, M. (2006). Length-weight relationships for 22 fish species of the Mar Menor coastal lagoon (western Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4): 293-294.

Verdiell-Cubedo, D., Ruiz-Navarro, A., Torralva, M., Moreno-Valcarcel, R., Oliva-Paterna, F. J. (2014). Habitat use of an endangered cyprinodontid fish in a saline wetland of the Iberian Peninsula (SW Mediterranean Sea). *Mediterranean Marine Science*, 15 (1): 27-36.

Verdiell-Cubedo, D., Torralva, M., Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J. (2012). Effects of Shoreline Urban Modification on Habitat Structure and Fish Community in Littoral Areas of a Mediterranean Coastal Lagoon (Mar Menor, Spain). *Wetlands*, 32 (4): 631-641.

Vidal-Celma, A. (1963). Localidades de Ciprinodóntidos ibéricos. *Miscelanea Zoologica*, 5: 143-146.

Vila-Gispert, A., Moreno-Amich, R. (2001). Fish condition analysis by a weighted least squares procedure: testing geographical differences of an endangered Iberian cyprinodontid. *Journal of Fish Biology*, 58: 1658-1666.

Vila-Gispert, A., Moreno-Amich, R. (2003). Life-history strategies of native and introduced fish species from a Mediterranean lake. *Animal Biology*, 53 (1): 47-57.