

Capítulo



1.

st

tion

ent in the
can West



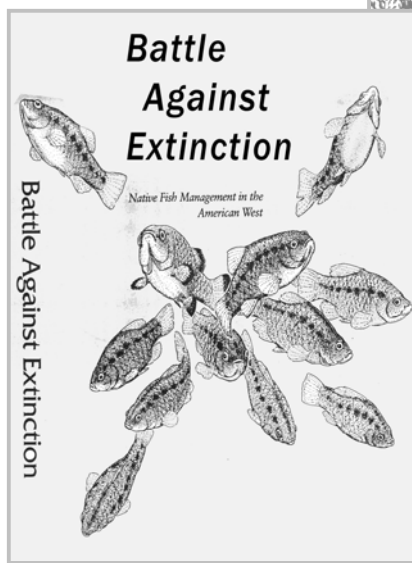
Introducción y Objetivos Principales: *Biología de la Conservación.*

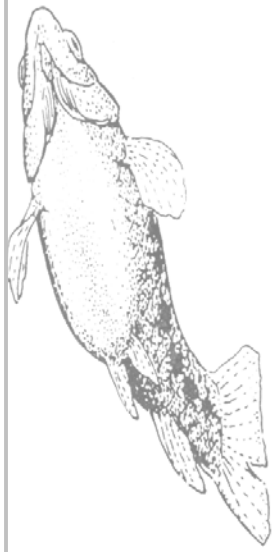
The studies to increase the knowledge of threatened species are, at the present time, much more than scientific challenges: they are a condition for our future.

DAVID ORR, 1999.

We cannot live in purist scientific isolation if we want conservation science to be incorporated into the fabric of human life, so we must better understand the working matrix of conservation. We must also reexamine and perhaps redefine the appropriate contextual boundaries of our field and ask how we can best promote our discipline and integrate our knowledge into a complex and increasingly globalized world.

GARY K. MEFFE, 2001.





ter
noit

solt ni tr
ts9W mac



1. <i>Biología de la Conservación:</i>	
Una disciplina necesaria	3
2. Peces epicontinentales nativos en extinción:	
Los Ciprinodóntidos	5
<i>Ciprinodóntidos en Peligro</i>	6
3. <i>Aphanius iberus</i> en la Región de Murcia:	
Finalidad y Objetivos Principales de la Tesis Doctoral	8
<i>Objetivos Principales</i>	9
<i>Referencias bibliográficas</i>	10

Biología y Conservación de *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846)
en la Región de Murcia

1. *Biología de la Conservación: Una disciplina necesaria.*

El aspecto más impresionante del mundo animal es su *diversidad* y *disparidad* (Gould 1991, Tudge 2001). En animales con reproducción sexual es difícil encontrar dos individuos idénticos; tampoco existen dos poblaciones, dos especies o dos taxones superiores idénticos. El conocimiento sobre la biodiversidad, en la que se incluye la diversidad animal, ha ido creciendo exponencialmente durante los últimos 200 años (May 1988, Erwin 1991, Wilson 1992). No obstante, el reconocimiento de la notable diversidad biológica existente en el planeta está presente desde los inicios del pensamiento científico, remontándose, al menos, al siglo IV aC en el que el filósofo griego Aristóteles desarrolló su *Scala Naturae* (Lindberg 1992).

La pérdida de diversidad biológica, en términos de extinción de especies, es algo inherente a la propia historia de la vida (Gould 1993). Raup (1991) estima que el 99,9% de todas las especies que han existido sobre la tierra están actualmente extintas. Ésta es una cifra impresionante fuera del contexto de tiempo geológico, la vida está presente sobre la tierra, al menos, 3.500 ma (Gould 1991, Sepkoski 1993). De este modo, la tasa de extinción natural puede considerarse bastante baja, aún incluyendo los cinco grandes periodos de extinciones masivas (Gould 1994). No obstante, existen múltiples y variadas evidencias para pensar que, en la actualidad, estamos en el inicio de una nueva fase o periodo de extinción en masa (Delibes de Castro 2002) que podría rivalizar e incluso sobrepasar a cualquiera de los grandes episodios del pasado (Raup 1988). Este nuevo periodo, la *Sexta extinción sensu* Leakey & Lewin (1997), es causado exclusivamente por actividades humanas (Meffe & Carroll 1997, Trombulak et al. 2004).

The worst thing that can happen during the 1980s is not energy depletion, economic collapse, limited nuclear war, or conquest by totalitarian government. As terrible as these catastrophes would be for us, they can be repaired within a few generations. The one process ongoing in the 1980s that will take millions of years to correct is the loss of genetic and species diversity by the destruction of natural habitats. This is the folly that our descendants are least likely to forgive us

Wilson (1985)

Las consecuencias de esta pérdida de diversidad son múltiples y variadas, desde los niveles infraespecíficos hasta los ecosistémicos (Soulé 1986, Hunter 1996, Meffe & Carroll 1997, Primack & Ros 2002, Pullin 2002, Baillie et al. 2004). A modo de resumen, valga el párrafo extraído de *La Diversidad de la Vida* de Wilson (1992), para mostrar algunos de los alcances que provoca la pérdida de especies:

...¿Qué diferencia supone que algunas especies se extingan, que desaparezcan incluso la mitad de todas las especies de la Tierra? Permitaseme que enumere las maneras. Se perderán nuevas fuentes de información científica. Se destruirá una enorme riqueza biológica potencial. Nunca verán la luz medicinas, plantas de cultivo, productos farmacéuticos, madera, fibras, pulpa, vegetación restauradora del suelo, sustitutos del petróleo... En algunos medios está de moda desechar a los pequeños desconocidos, los bichos y las malas hierbas, olvidando que una oscura polilla latinoamericana salvó a los pastos de Australia de ser invadidos por las chumberas, que la vincapervinca rosada proporcionó la curación para la enfermedad de

Hodking y la leucemia linfocítica infantil, que la corteza del tejo del pacífico permite la esperanza de las víctimas del cáncer de ovario y de mama, que una sustancia química de las sanguijuelas disuelve los coágulos de sangre durante las operaciones quirúrgicas, y así sucesivamente a lo largo de una lista que ya es muy larga e ilustre a pesar de lo limitado de la investigación que se le dedica (Wilson 1992: 346).

En definitiva, la protección de la biodiversidad debe considerarse importante por sus valores intrínsecos e instrumentales o económicos, además de por sus valores espirituales o emocionales (Hunter 1996, Trombulak et al. 2004). Estos provechos no deben entenderse como excluyentes, aunque pueden variar en función de la localización geográfica y/o tipo de sociedad, y todos ellos deben ser considerados para alcanzar dicha protección (Meine & Meffe 1996).

La *Biología de la Conservación* puede entenderse como la respuesta de la comunidad científica a la crisis de biodiversidad aludida (Meffe & Carroll 1997, Primack 1998). De acuerdo con Primack & Ros (2002), los objetivos principales de esta *nueva* disciplina científica pueden agruparse en investigar y describir la diversidad biológica, comprender los efectos de las actividades humanas sobre la misma, y desarrollar métodos prácticos multidisciplinares encaminados a su recuperación y conservación. Es decir, la meta de los biólogos de la conservación es la protección de la *diversidad biológica*, el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de los sistemas biológicos (*integridad ecológica*), y la conservación de la persistencia temporal de los mismos (*salud ecológica*) (Callicott et al. 1999, Trombulak et al. 2004).

La biología de poblaciones, la taxonomía, la genética poblacional y la ecología, entre otras, son disciplinas académicas que se encuentran en el origen de la *Biología de la Conservación*, si bien, ésta también incorpora las ideas y conocimientos de otras disciplinas ajenas a la Biología (Pullin 2002). Es decir, muestra un claro carácter multidisciplinar que resulta necesario para dar respuestas a preguntas específicas sobre problemas de gestión reales y actuales (Primack 1998, Sutherland 2000). Surgió por la incapacidad que otras disciplinas aplicadas mostraban en la solución de la pérdida de diversidad y, desde sus inicios, ha sido entendida como una *disciplina de crisis* (*sensu* Soulé 1985), en el sentido de que las actuaciones o decisiones sobre los problemas aludidos se llevan a cabo muchas veces con escasa información y a contratiempo, aunque su necesidad es obligatoria (Primack & Ros 2002). Este calificativo se comprende perfectamente en el caso de la gestión y conservación de especies amenazadas (Morrison 2002), donde en muchas ocasiones la *conservación pasiva* ha conllevado la extinción de muchas de ellas (Machado 1989).

Finalmente, en relación con la magnitud del impacto que la humanidad está provocando, la comprensión, educación y formación en *Biología de la Conservación* debe considerarse como uno de los pilares del civismo y buena ciudadanía en cualquier estado nacional (Orr 1999, Meffe 2001). De este modo, el papel en el desarrollo de esta disciplina de instituciones académicas como las Universidades, ha sido y debe ser máximo (Fleischner 1990, Temple 1997).

2. Peces epicontinentales nativos en extinción: Los Ciprinodóntidos.

Los peces son el grupo más diverso dentro de los vertebrados, no sólo en sus formas o tamaños, sino también en su biología y ecología (Moyle & Cech 1982, Wootton 1998, Hickman et al. 2002). Más de la mitad de los vertebrados vivos son peces [51,1%; 24618 peces *versus* 23550 tetrápodos en Nelson (1994)]. A su vez, este mismo autor estima en 9966 (40,5% de los peces) el número de especies que habitan normalmente las aguas continentales, ambientes que únicamente ocupan el 1% de la superficie terrestre y conforman menos del 0,01% del agua presente en el planeta (Bruton 1995).

La tasa crítica de extinción de especies en la que nos encontramos inmersos, que en su mayoría es consecuencia del deterioro y/o destrucción del hábitat (Hunter 1996, Meffe & Carroll 1997, Primack & Ros 2002, Baillie et al. 2004), se muestra de forma particularmente elevada en lo referente a sistemas acuáticos epicontinentales (Allan & Fecker 1992, Maitland & Crivelli 1996, Gibbs 2000, entre otros). Varias son las razones que demuestran el mayor riesgo de estos ecosistemas frente a la degradación. Éstas se relacionan con las propiedades *per se* del agua, con la interacción *medio acuático - medio terrestre*, y con la proximidad histórica de las poblaciones humanas a los sistemas dulceacuícolas (Moyle & Williams 1990, Angermeier & Schlosser 1995, Leidy & Moyle 1998).

La vulnerabilidad de los sistemas acuáticos se maximiza, si cabe, en áreas geográficas caracterizadas por presentar un clima mediterráneo (Minckley & Deacon 1991, Moyle & Yoshiyama 1994, Moyle 1995, Maitland & Crivelli 1996, Richter et al. 1997, Hobbs & Money 1998, Moyle & Randall 1998). En consecuencia, según Moyle & Leidy (1992) entre el 60 % y el 80 % de los peces nativos de ambientes epicontinentales de estas regiones, estarán extintos o en peligro de desaparición en los próximos 40 años.

Europa y su Región Mediterránea, a pesar de la diversidad y exclusividad de muchas de sus especies de peces autóctonos (Granado-Lorencio 1996, Maitland & Crivelli 1996, Kottelat 1997), ejemplifican el notable riesgo de extinción que muestran estos taxones (Lelek 1987, Elvira 1990 y 1995, Crivelli & Maitland 1995, Kirchofer & Hefti 1996, De Sostoa 2002). Recientemente, la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN), a través de su Programa para la valoración del estatus de la diversidad en sistemas acuáticos (*IUCN Freshwater Biodiversity Assessment Program*; www.iucn.org/themes/ssc/programs/freshwater), ha evaluado el riesgo de extinción de 253 especies de peces dulceacuícolas del área circunmediterránea (Smith & Darwall 2005). Los resultados de esta evaluación, muestran al 56 % de los peces nativos del área mediterránea bajo niveles de amenaza (18 % CR: *En Peligro Crítico*; 18 % EN: *En Peligro*; 20 % VU: *Vulnerable*).

La situación de grave declive de los peces epicontinentales autóctonos en la Península Ibérica viene siendo evidente desde hace unos años (Lelek 1987, Almaça 1995, Elvira 1990, 1995 y 1996). Este aspecto ha sido ampliamente remarcado desde la *Declaración de Peñíscola sobre la Conservación de los Peces Continentales y sus Hábitats* (Castellón, 1994), y el I *Seminario sobre Conservación, Recuperación y Gestión de la Ictiofauna Continental Ibérica* (Sevilla, 1997) (textos de ponencias en Granado-Lorencio 1997), destacando la necesidad de aunar esfuerzos para impedir el declive de sus poblaciones (Elvira 1998, Fernández-Delgado et al. 2000, Elvira & Almodóvar 2001, García-Berthou & Moreno-Amich 2002, entre otros).

En la última edición del *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España* (Doadrio 2002), como último trabajo de síntesis sobre el territorio nacional, se presentan un total de 46 especies de peces epicontinentales autóctonos. En este trabajo, mediante la aplicación de la metodología UICN, el 84,7 % de estas especies muestran un nivel de amenaza superior al *Vulnerable*. A su vez, los dos factores de amenaza que, en dicho trabajo, son destacados como más importantes son la destrucción y deterioro de los hábitats, junto con la introducción de especies foráneas (Almodóvar 2002, Asensio 2002, De Sostoa 2002, Elvira 2002, Fernández-Delgado 2002).

Ciprinodóntidos en Peligro

Los Ciprinodóntidos, entendidos como los miembros de la familia Cyprinodontidae (*sensu* Parenti 1981), conforman un grupo de aproximadamente 110-120 especies (Parenti 1981, Nelson 1994, Leidy & Moyle 1998). Los integrantes de este taxón son similares ecológica y fisiológicamente, estando caracterizados por sus altos rangos de tolerancia (Minckley et al. 1991). La mayoría son especies típicas de ambientes marginales para otros peces (Moyle & Cech 1982, Meffe & Snelson 1989), habitan arroyos, marjales y fuentes aisladas, así como zonas someras de ríos, lagunas y otros sistemas acuáticos de mayor envergadura (Villwock 1970, Minckley & Deacon 1991). Además, son capaces de desarrollar su ciclo vital en arroyos salinos y explotaciones salineras con un pH extremo, elevadas temperaturas y concentraciones de sales tóxicas en muchos de sus microambientes (Williams & Wilde 1981). En general, son característicos de hábitats marcados por sus exigencias ambientales.

El marco evolutivo de muchas de las especies de Ciprinodóntidos (Parenti 1981) se caracteriza por una notable coincidencia geográfica con las zonas de clima mediterráneo. En el contexto de lo aludido con anterioridad, los hábitats típicos del grupo van a estar sometidos a una presión humana elevada, principalmente provocada por su contaminación (abiótica y biótica), desecación y destrucción (Deacon & Deacon 1991, Holden 1991, Maitland & Crivelli 1996, Hobbs & Money 1998, Moyle & Randall 1998, Gibbs 2000). Esto se traduce en una elevada vulnerabilidad de los miembros del grupo que, en función de las especies evaluadas por la UICN hasta el año 1996, Leidy & Moyle (1998) establecen que



un 78,78 % de éstas se encuentra bajo un nivel de amenaza notable (VU, EN o CR) o extintas en estado silvestre. El resultado final es que, en determinadas regiones geográficas, el taxón se ha convertido en un modelo o ejemplo de grupo sobre el que se realiza un esfuerzo importante de gestión y recuperación (Minckley & Deacon 1991).

En sistemas epicontinentales del litoral mediterráneo y atlántico meridional de la Península Ibérica, habitan tres ciprinodóntidos endémicos, *Aphanius iberus* (Valenciennes *in* Cuvier & Valenciennes, 1846), *Aphanius baeticus* Doadrio, Carmona & Fernández-Delgado, 2002 y *Valencia hispanica* Valenciennes *in* Cuvier & Valenciennes, 1846, que son ejemplos indiscutibles de la realidad aquí expuesta (Doadrio 2002, Doadrio et al. 2002, Caiola 2006). En las últimas décadas, sus poblaciones han sufrido tal regresión en la totalidad de su área de ocupación (Mas 1981 y 1986, Elvira 1990, García-Berthou & Moreno-Amich 1992, Planelles 1996, Fernández-Delgado et al. 1997, Moreno-Amich et al. 1999, Torralva et al. 1999, Torralva & Oliva-Paterna 2002), que han sido declaradas con categorías de alto riesgo de extinción a nivel regional, nacional e internacional (Elvira 1995, Fernández-Delgado et al. 2000, Granado-Lorencio 2001, Doadrio 2002).

Normalmente, la actitud de la sociedad frente a la situación de los peces continentales es dual, positiva frente a especies de interés deportivo, en definitiva con importancia comercial, e indiferente frente al resto, un anonimato que se pierde en ocasiones cuando una mortalidad *repentina* descubre su entidad (García-Novo 1997). No obstante, el caso de los Ciprinodóntidos peninsulares resulta algo peculiar. Bien por impulso del colectivo científico y naturalista, bien por un cierto incremento en la concienciación de técnicos y gestores de organismos relacionados con la conservación, los miembros del grupo se encuentran legalmente protegidos desde, prácticamente, el nacimiento de la normativa sobre protección de especies (Hava 2000). Además, de acuerdo con dicha normativa, desde hace más de una década se han realizado estudios y proyectos enfocados a la protección de las especies del grupo presentes en la Península Ibérica (Revisión en Planelles 1999). Sin entrar a valorar la eficacia de éstos, la importancia radica en la velocidad, mucho mayor de lo que probablemente era esperable, de la realización de trabajos encaminados a la recuperación y conservación de estas especies, aspecto que, al menos, disminuye notablemente la carencia de datos existente hace años.

*...Con respecto a los programas de conservación de algunas especies, y concretamente de los ciprinodóntidos endémicos samaruc (*Valencia hispanica*) y fartet (*Aphanius iberus*), se ha constatado un notable avance en las medidas adoptadas para la protección y potenciación de sus poblaciones por parte de las administraciones implicadas. No obstante, resulta evidente la necesidad de perseverar en esta línea, a la vez que se considera conveniente la ampliación del ámbito geográfico de actuación a todas las zonas que constituyen el área de distribución original de estas especies...*

Declaración de Peñíscola sobre la Conservación de los Peces Continentales y sus Hábitats. En Peñíscola, a 5 de Octubre de 1994.

3. *Aphanius iberus* en la Región de Murcia: Finalidad y Objetivos Principales de la Tesis Doctoral.

La gestión sostenible de la biodiversidad en un territorio como la Región de Murcia, vulnerable por su aridez y procesos de desertificación (Esteve et al. 2003), debe ser una prioridad en el diseño y ejecución de políticas ambientales (Calvo et al. 2000).

En la actualidad, entre los Ciprinodóntidos peninsulares, únicamente *Aphanius iberus* está presente en esta Región (Moreno-Amich et al. 1999, Torralva et al. 1999, Doadrio 2002). A pesar del interés que ha suscitado la especie en el colectivo científico, siendo objetivo de varias tesis y publicaciones (García-Berthou & Moreno-Amich 1992 y 1993, Vargas 1993, Fernández-Pedrosa et al. 1995, Doadrio et al. 1996, Fernández-Pedrosa 1997, García-Berthou et al. 1999, Vargas & De Sostoa 1997 y 1999, Perdices et al. 2001, Vila-Gispert & Moreno-Amich 2001, Rincón et al. 2002, Caiola & De Sostoa 2005, Alcaraz & García-Berthou 2006, Caiola 2006, Oliva-Paterna et al. 2006, entre otros), la ausencia de conocimientos sobre la misma en la Región de Murcia era notable hasta el inicio de los estudios inmersos en la presente Tesis Doctoral (Torralva et al. 1999). De este modo, la Región de Murcia necesitaba intensificar la investigación en aspectos básicos sobre la biología, ecología y genética poblacional de la especie, con la idea de obtener las bases interpretativas imprescindibles para su recuperación y conservación.

En el contexto aludido, los objetivos principales de la presente Tesis Doctoral fueron encuadrados en una serie de estudios cuya finalidad ha sido aportar información básica sobre la estructura y funcionamiento de la especie en la Región; indispensable para el establecimiento de criterios científicos para su recuperación. Todo ello bajo los axiomas que la *Biología de la Conservación* establece en la recuperación de especies amenazadas (Meffe & Carroll 1997, Primack 1998, Morrison 2002, Pullin 2002, entre otros).

La finalidad se ha intentado alcanzar con una primera línea de trabajo consistente en la realización de una serie de estudios de análisis sobre la especie en la Región (Parte II: *Biología aplicada a la recuperación de *Aphanius iberus* en Murcia*), que siguen la secuencia genérica esperada de trabajos encaminados al establecimiento de directrices para recuperar una especie amenazada. En ambientes académicos, la realización exclusiva de estos estudios podría tener justificación por sí misma. No obstante, con temáticas inmersas en *Biología de la Conservación*, los académicos deben tener una alta responsabilidad en convertir sus proyectos e investigaciones en aplicables a la mayor brevedad posible (Temple 1997, Meffe 2001); recordemos que ha sido definida como una *disciplina de crisis* (Soulé 1985). De este modo, desde el contexto académico nos planteamos alcanzar el objetivo final del trabajo con unas recomendaciones prácticas y la elaboración de una propuesta de unas líneas de actuación para la recuperación y conservación de la especie en la Región



(Parte III: *Conservación de Aphanius iberus en la Región de Murcia: Recomendaciones académicas y Conclusiones*).

Objetivos Principales

Biología aplicada a la recuperación de *Aphanius iberus* en la Región de Murcia

(1) Búsqueda sistemática de la especie en la totalidad del territorio regional y localización detallada en las áreas geográficas con su presencia. El objeto principal es la determinación de las *Unidades Ecogeográficas* (*sensu* Burel & Baudry 2002) y las *Unidades de Hábitat Potencial* necesarias para la gestión de la especie en su rango de distribución nativo (*sensu* Hendrickson & Brooks 1991).

(2) Determinar la variabilidad genética de las poblaciones localizadas con el objeto principal de establecer las *Unidades Operativas de Conservación* (*sensu* Doadrio et al. 1996), indispensables para la gestión de la diversidad intraespecífica de *Aphanius iberus* en la Región.

(3) Conocer la estructura por edades, los patrones de crecimiento y la estrategia reproductiva que desarrolla la especie en las Salinas de Marchamalo localizadas en el entorno del Mar Menor. Este estudio se pretende realizar con el objeto de obtener criterios que permitan mejorar la gestión enfocada en la especie.

(4) Caracterizar, espacial y temporalmente, los tipos de unidades poblacionales locales que la especie presenta en el Mar Menor y humedales de su entorno. Esta caracterización se afronta desde la dinámica de su abundancia y biomasa, desde la descripción de la comunidad de peces acompañante, y desde el uso y selección de hábitat que realiza la especie. El objeto final es contrastar, de acuerdo con los criterios de Holyoak & Ray (1999), la presencia de una estructura metapoblacional de *Aphanius iberus* en el área de estudio.

(5) Mediante aplicación de criterios UICN a escala regional (UICN 2001 y 2003), establecer el estatus de conservación de *Aphanius iberus* en la Región y estimar el riesgo de extinción relativo de las unidades de manejo diferenciadas para su gestión.

Conservación de *Aphanius iberus* en la Región de Murcia: Recomendaciones académicas y Conclusiones.

(6) Reunir los conocimientos adquiridos y establecer una serie de recomendaciones desde el contexto académico para la elaboración del Plan de Recuperación de *Aphanius iberus* en la Región de Murcia.

(7) Realizar una propuesta de líneas de actuación para evaluar, en primera instancia, y actuar en la gestión de la especie, mientras no se realice su *Plan de Recuperación* como documento técnico-administrativo de la Región de Murcia.

Referencias Bibliográficas

- Alcaraz C & E García-Berthou. 2006. Food of an endangered cyprinodont (*Aphanius iberus*): ontogenic diet shift and prey electivity. *Environmental Biology of Fishes*: Aceptado en prensa.
- Allan JD & AS Fecker. 1992. Biodiversity conservation in running waters. *Bioscience* 43: 32-43.
- Almaça C. 1995. Freshwater fish and their conservation in Portugal. *Biological Conservation* 72: 125-127.
- Almodóvar A. 2002. La Trucha común hacia una nueva Estrategia de Conservación. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Angermeier PL & IJ Schlosser. 1995. Conserving Aquatic Biodiversity: Beyond Species and Populations. *American Fisheries Society Symposium* 17: 402-414.
- Asensio R. 2002. Efectos de la pesca deportiva sobre poblaciones de peces. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Baillie J, C Hylton-Taylor & SN Stuart (Eds). 2004. *2004 IUCN Red List Of Threatened Species. A Global Assessment*. IUCN. Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- Bruton MN. 1995. Have fishes had their chips? The dilemma of threatened fishes. *Environmental Biology of Fishes* 43: 1-27.
- Burel F & J Baudry. 2002. *Ecología del Paisaje*. Mundiprensa (Ed). Barcelona.
- Callicott JB, LB Crowder & K Mumford. 1999. Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology* 13: 22-35.
- Caiola N. 2006. *Towards the Conservation of Iberian Cyprinodontiforms Fishes: Ecological Strategy and Competition with the Introduced Eastern Mosquitofish*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Caiola N & A De Sostoa. 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.
- Calvo JF, MA Esteve & F López-Bermúdez (Coor). 2000. *Biodiversidad*. Instituto del agua y Medio Ambiente. Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia (Ed). Murcia.
- Crivelli AJ & PS Maitland. 1995. Future prospects for the freshwater fish fauna of the north Mediterranean region. *Biological Conservation* 72: 335-337.



- De Sostoa A. 2002.** Las Comunidades de Peces de las Cuencas Mediterráneas: Caracterización y Problemática. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Deacon JE & C Deacon. 1991.** Ash Meadows and the Legacy of the Devils Hole Pupfish. En: *Battle against Extinction. Native Fish Management in the American West*. Minckley WL & JE Deacon (Eds). The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Delibes de Castro M. 2002.** *VIDA. La Naturaleza en Peligro*. Temas de hoy. Madrid.
- Doadrio I (Ed). 2002.** *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Doadrio I, A Perdices & A Machordom. 1996.** Allozymic variation of the endangered killifish *Aphanius iberus* and its application to conservation. *Environmental Biology of Fishes* 45: 259-271.
- Doadrio I, JA Carmona & C Fernández-Delgado. 2002.** Morphometric study of the Iberian *Aphanius* (Actinopterygii, Cyprinodontiformes), with description of a new species. *Folia Zoologica* 51(1): 67-79.
- Elvira B. 1990.** Iberian endemic freshwater fishes and their conservation status in Spain. *Journal of Fish Biology* 37: 231-232.
- Elvira B. 1995.** Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation* 72: 129-136.
- Elvira B. 1996.** Endangered freshwater fish of Spain. En: *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe* (Kirchhofer A & Hefti D, Eds.). Basel: Birkhäuser Verlag, Germany.
- Elvira B. 1998.** Impact of introduced fish on the native freshwater fish fauna of Spain. En: *Stocking and Introduction of Fish*. Cowx IG (Ed). Fishing News Books, Oxford.
- Elvira B. 2002.** Peces exóticos introducidos en España. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Elvira B & A Almodóvar. 2001.** Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. *Journal of Fish Biology* 59 (Supplement A): 323-331.
- Erwin T. 1991.** How many species are there?: Revisited. *Conservation Biology* 5: 330-333.
- Esteve MA, M Ilorís & C Martínez (Eds). 2003.** *Los Recursos Naturales de la Región de Murcia. Un Análisis Interdisciplinar*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia.
- Fernández-Delgado C. 2002.** Estado de Conservación de las Comunidades de Peces del Estuario del Guadalquivir. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Fernández-Delgado C, R Pintos, JA Torres, FJ Sánchez-Polaina, J Prenda, JC Gutiérrez-Estrada, FJ Oliva-Paterna, S Rossomanno & C Arribas. 1997.** Proyectos de Gestión de Ictiofauna continental en Andalucía. En: *Conservación, Recuperación y Gestión de la Ictiofauna Continental Ibérica*. Granado-Lorenzo C (Ed). Publicaciones de la Estación de Ecología Acuática. EMASESA. Sevilla.
- Fernández-Delgado C, P Drake, A Arias & D García. 2000.** *Peces de Doñana y su entorno*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente (Ed). Madrid.
- 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, A González, M Planelles, A Moya & A Latorres. 1995.** Mitochondrial DNA variability in three Mediterranean populations of *Aphanius iberus*. *Biological Conservation* 72: 251-256.
- Fleischner TL. 1990.** Integrating science and passion in conservation education. *Conservation Biology* 4: 452-453.

- García-Berthou E & R Moreno-Amich. 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 & R. Moreno-Amich. 1993.** Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of reproductive cycle. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 50: 1394-1399.
- García-Berthou E & R Moreno-Amich. 2002.** Fish ecology and conservation in Lake Banyoles (Spain): the neglected problem of exotic species. En: *Management and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries*. Cowx IG (Ed). Blackwell Science, Fishing News Books, Oxford.
- García-Berthou E, C Fernández-Delgado, Q Pou, D Boix & R. Moreno-Amich. 1999.** Edad y Crecimiento del Fartet, *Lebias iberica* Valenciennes, 1846: Comparación entre las poblaciones del Ampurdán (Cataluña) y del Río Guadalquivir. En: *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía*. Generalitat Valenciana (Ed). Coord: M. Planelles.
- García-Novo F. 1997.** La Conservación. ¿Será posible conservar nuestra fauna piscícola continental? En: *Conservación, Recuperación y Gestión de la Ictiofauna Continental Ibérica*. Granado-Lorencio C (Ed). Publicaciones de la Estación de Ecología Acuática. EMASESA. Sevilla.
- Gibbs JP. 2000.** Wetland loss and Biodiversity Conservation. *Conservation Biology* 14: 314-317.
- Gould SJ. 1991.** *La vida maravillosa. Burgess Shale y la naturaleza de la historia*. Drakontos, CRÍTICA (Ed). Barcelona.
- Gould SJ (Ed). 1993.** *El libro de la Vida*. Drakontos, CRÍTICA (Ed). Barcelona.
- Gould SJ. 1994.** La evolución de la vida en la tierra. *Investigación y Ciencia*, Diciembre 1994: 55-61.
- Granado-Lorencio C. 1996.** *Ecología de Peces*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Sevilla.
- Granado-Lorencio C (Ed). 1997.** *Conservación, Recuperación y Gestión de la Ictiofauna Continental Ibérica*. Publicaciones de la Estación de Ecología Acuática. EMASESA. Sevilla.
- Granado-Lorencio C. 2001.** Ficha Fartet, *Aphanius iberus*. En: *Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía (Ed). Sevilla.
- Hava E. 2000.** *Protección jurídica de la Fauna y Flora de España*. Editorial Trotta SA. Madrid.
- Hendrickson DA & JE Brooks. 1991.** Transplanting Short-lived Fishes in North American Deserts: Review, Assessment and Recommendations. En: *Battle Against Extinction. Native Fish Management in the American West*. Minckley WL & JE Deacon (Eds). The University of Arizona Press. Arizona.
- Hickman CP, LS Roberts & A Larson. 2002.** *Principios Integrales de Zoología*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. España.
- Hobbs RJ & HA Money. 1998.** Broadening the Extinction Debate: Populations deletion and additions in California and Western Australia. *Conservation Biology* 12: 271-283.
- Holden PB. 1991.** Ghosts of the Green River: Impacts of Green River Poisoning on Management of Native fishes. En: *Battle against Extinction. Native Fish Management in the American West*. Minckley WL & JE Deacon (Eds). The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Holyoak M & C Ray. 1999.** A roadmap for metapopulation research. *Ecology Letters* 2: 273-275.
- Hunter ML. 1996.** *Fundamentals of Conservation Biology*. Blackwell Science. Cambridge, Massachusetts.
- Kirchhofer A & D Hefti (Eds). 1996.** *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe*. Birkhäuser Verlag Basel. Switzerland.



- Kottelat M. 1997.** European freshwater fishes. *Biología* 52 (Suppl. 5):1-271
- Leakey R & R Lewin. 1997.** *La Sexta Extinción. El futuro de la vida y de la humanidad.* Tusquets Editores SA. Barcelona.
- Leidy RA & PB Moyle. 1998.** Conservation Status of the World's Fish Fauna: An Overview. En: *Conservation Biology. For the coming decade.* Fiedler PL & PM Kareiva (Eds). Chapman & Hall, New York.
- Lelek A. 1987.** *The Freshwater Fishes of Europe.* Vol.9. Threatened Fishes of Europe. AULA-Verlag Wiesbaden.
- Lindberg DC. 1992.** *The beginning of the Western Science.* The University of Chicago Press (ED). Chicago.
- Machado A. 1989.** Planes de Recuperación de Especies. *Ecología* 3: 23-41
- Maitland PS & AJ Crivelli. 1996.** *Conservation of freshwater fish. Conservation of Mediterranean Wetlands - number 7.* Tour du Valat, Francia.
- Mas J. 1981.** Notas sobre la situación actual de localidades de ciprinodóntidos y familias afines en el levante de la Península Ibérica. *Boletín de Instituto Español de Oceanografía* 6: 215-221.
- Mas J. 1986.** La ictiofauna continental de la cuenca del río Segura. Evolución histórica y estado actual. *Anales de Biología* 8: 3-17.
- May RM. 1988.** How many species are there on earth? *Science* 241: 1441-1443.
- Meffe GK.** The context of Conservation Biology. *Conservation Biology* 15(4): 815-816.
- Meffe GK & Snelson FF Jr. 1989.** *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae).* Prentice-Hall, Inc. A Division of Simon & Schuster, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Meffe GK & CR Carroll. 1997.** *Principles of Conservation Biology* (2nd Edition). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Meine C & GK Meffe. 1996.** Conservation values, conservation science: a healthy tension. *Conservation Biology* 10: 916-917.
- Minckley WL & JE Deacon (Eds). 1991.** *Battle against Extinction. Native Fish Management in the American West.* The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Minckley WL, GK Meffe & DL Soltz. 1991.** Conservation and Management of Short-lived Fishes: The Cyprinodontoids. En: *Battle against Extinction. Native Fish Management in the American West.* Minckley WL & JE Deacon (Eds). The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Moreno-Amich R, M Planelles, C Fernández-Delgado & E García-Berthou. 1999.** Distribución Geográfica de los ciprinodontiformes en la Península ibérica. En: *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía.* Planelles M (Coord). Generalitat Valenciana. Valencia.
- Morrison ML. 2002.** *Wildlife restoration. Techniques for Habitat Analysis and Animal Monitoring.* Society for Ecological Restoration (SER), Island Press. London.
- Moyle PB & P Cech. 1982.** *Fishes: An introduction to ichthyology.* Prentice-Hall Incorporated (Eds). Englewood Cliffs, New Jersey.
- Moyle PB & JE Williams. 1990.** Biodiversity loss in the temperate zone: decline of native fish fauna of California. *Conservation Biology* 4: 275-284.
- Moyle PB & RM Yoshiyama. 1994.** Protection of aquatic biodiversity in California: A five-tiered approach. *Fisheries* 19: 6-18.
- Moyle PB. 1995.** Conservation of native freshwater fishes in the mediterranean-type climate of California, USA: A review. *Biological Conservation* 72: 271-279.
- Moyle PB & PJ Randall. 1998.** Evaluating the Biotic Integrity of Watershed in the Sierra Nevada, California. *Conservation Biology* 12: 1318-1326.
- Moyle PB & RA Leidy. 1992.** Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidences from fish faunas. En: *Conservation Biology: The Theory and practice of nature conservation, preservation, and management.* Chapman and Hall (Eds.). New York.
- Nelson JS. 1994.** *Fishes of the world.* (2nd Edition). Wiley & Sons (Eds). New York.

- Nevado JC & M Paracuellos. 1999.** El Fartet en Almería. Una estrategia de conservación. En: *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía*. Planelles M (Coord). Generalitat Valenciana. Valencia.
- Oliva-Paterna FJ, M Torralva & C Fernández-Delgado. 2006.** Threatened Fishes of the World: *Aphanius iberus* (Cuvier & Valenciennes, 1846) (Cyprinodontidae). *Environmental Biology of Fishes* 75: 307-309.
- Orr DW. 1999.** Education, Careers, and Calling: The Practice of Conservation Biology. *Conservation Biology* 13(6): 1242-1245.
- Parenti LR. 1981.** A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 168: 341-547.
- Perdices A, JA Carmona, C Fernández-Delgado & I Doadrio. 2001.** Nuclear and mitochondrial data reveal high genetic divergence among Atlantic and Mediterranean populations of the Iberian killifish *Aphanius iberus* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Heredity* 87: 314-324.
- 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.
- Planelles M (Ed). 1999.** *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Primack RB. 1998.** *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer Associates (Ed). Sunderland, Massachusetts.
- Primack RB & J Ros. 2002.** *Introducción a la biología de la Conservación*. Editorial Ariel SA (Ed). Barcelona.
- Pullin AS. 2002.** *Conservation Biology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Raup DM. 1988.** Diversity crisis in the geological past. En: *Biodiversity*. Wilson EO & FM Peter (Eds). National Academy Press, Washington DC.
- Raup DM. 1991.** *Extinctions: Bad genes or bad luck?* Norton WW (Ed). New York.
- Richter BD, DP Braun, MA Mendelson & LL Master. 1997.** Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11: 1081-1093.
- Rincón PA, AM Correas, F Morcillo, P Risueño & J Lobon-Cervia. 2002.** Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps. *Journal of Fish Biology* 61(6): 1560-1585.
- Sepkoski JJ. 1993.** Fundamentos. La Vida en los Océanos. En: *El libro de la Vida*. Gould SJ (Ed). Drakontos, CRÍTICA (Ed). Barcelona.
- Smith KG & WRT Darwall. 2005.** *The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin*. IUCN Freshwater Biodiversity Assessment Programme 2005. Centre for Mediterranean Cooperation. Malaga.
- Soulé ME. 1985.** What is Conservation Biology? *Bioscience* 35: 727-734.
- Soulé ME (Ed). 1986.** *Conservation Biology. The science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Sutherland WJ. 2000.** *The Conservation Handbook. Research, Management and Policy*. Blackwell Science. United Kingdom.
- Temple SA. 1997.** The Role of the University in Conservation Biology. En: *Principles of Conservation Biology* (2nd Edition). Meffe GK & CR Carroll (Eds). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Torralva M & FJ Oliva-Paterna. 2002.** Problemática de los Ciprinodóntidos en el Sureste Peninsular: Criterios y Estrategia de Recuperación. En: *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Doadrio I (Ed). CSIC y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.



- Torralva M, FJ Oliva-Paterna, C Fernández-Delgado & J García. 1999.** Las poblaciones de *Lebias iberica* (Valenciennes, 1846) en la región de Murcia. En: *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía*. Planelles M (Coord). Generalitat Valenciana. Valencia.
- Trombulak SC, KS Omland, JA Robinson, JJ Lusk, TL Fleischner, G Brown & M Domroese. 2004.** Principles of Conservation Biology : Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology* 18: 1180-1190.
- Tudge C. 2001.** *La Variedad de la Vida*. Editorial Crítica, S.A. Barcelona.
- UICN. 2001.** *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- UICN. 2003.** *Directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional: Versión 3.0*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Vargas MJ. 1993.** *Interacción entre Aphanius iberus y Gambusia holbrooki en el Delta del Ebro: sus ciclos biológicos y ecologías tróficas*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Vargas MJ & A De Sostoa. 1997.** Life-history pattern of the iberian toothcarp *Aphanius iberus* (Pisces, Cyprinodontidae) from a mediterranean estuary, the Ebro delta (Spain). *Netherlands Journal of Zoology* 2: 143-160.
- Vargas MJ & A De Sostoa. 1999.** Ecología Trófica del Fartet, *Lebias iberica*, en el Delta del Ebro. En: *Peces Ciprinodóntidos Ibéricos: Fartet y Samaruc. Monografía*. Planelles M (Coord). Generalitat Valenciana. Valencia.
- Vila-Gispert A & R Moreno-Amich. 2001.** Fish condition analysis by a weighted least squares procedure: testing geographical differences of an endangered Iberian cyprinodontid. *Journal of Fish Biology* 58(6): 1658-1666.
- Villwock W. 1970.** Distribution, ecology and relationship of Near East and Mediterranean Cyprinodonts of the Genus *Aphanius*. *Journées Ichthyologie Rome*: 89-92.
- Williams JE & GR Wilde. 1981.** Taxonomic status and mophology of isolated populations of the White River springfish, *Crenichthys baileyi* (Cyprinodontidae). *The Southwestern Naturalist* 25: 485-503.
- Wilson EO. 1985.** The biological diversity crisis. *Bioscience* 35: 700-706.
- Wilson EO. 1992.** *La Diversidad de la Vida. (The Diversity of Life)* Drakontos, CRÍTICA Grijalbo S.A. Barcelona.
- Wootton RJ (Ed). 1998.** *Ecology of Teleost Fishes* (2nd Edition). Chapman & Hall. London.

