



## CLASE OSTRACODA

# Orden Podocopida

Ángel Baltanás<sup>1</sup> & Francesc Mesquita-Joanes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dep. Ecología (Fac. Ciencias), Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin, 2, 28049 Madrid (España). angel.baltanas@uam.es

<sup>2</sup> Inst. "Cavanilles" de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia, Av. Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot (España). mezquita@uv.es

## 1. Breve definición del grupo y principales caracteres diagnósticos

Según el criterio más extendido actualmente, y que aquí seguiremos, se considera a los ostrácodos como una clase (Cl. Ostracoda) del Subphylum Crustacea, perteneciente al Phylum Arthropoda. No obstante, existen autores que defienden su pertenencia, como subclase, a la clase Maxillopoda (que incluiría también a branquiuros, tantulocáridos, copépodos y cirrípedos, entre otros). Más allá de esta circunstancia, los ostrácodos pueden describirse como crustáceos de tamaño mediano a pequeño (desde los 0,2 a los 5 mm; con casos excepcionales que alcanzan los 3 cm), que poseen un ojo naupliar medial, con la segmentación corporal severamente reducida, entre cinco y ocho pares de apéndices y, como elemento más significativo, la presencia de un caparazón bivalvo. Aunque el caparazón contiene en sí mismo rasgos diagnósticos (tamaño, forma, ornamentación...) que ayudan a la correcta asignación taxonómica de los ostrácodos, su presencia—que obstaculiza la observación *in vivo* de muchos detalles diagnósticos del animal— y el pequeño tamaño de estos organismos obligan con frecuencia a la disección de los ejemplares para su identificación, especialmente para la identificación a nivel específico.

El grupo, que posee el mejor registro fósil de todos los artrópodos, incluye la subclase Myodocopa (con los órdenes Myodocopida y Halocyprida) y la subclase Podocopa (con los órdenes Platycopida, Podocopida y Palaeocopida). El orden Podocopida incluye todas las especies de ostrácodos propias de ambientes acuáticos continentales (=aguas dulces y saladas de interior), además de otras muchas especies de ambientes salobres o plenamente marinos. Y aunque en este trabajo el énfasis corresponde a la ostracofauna continental, también se incluye información específica sobre la diversidad de algunos grupos que habitan nuestros estuarios y nuestra plataforma costera.

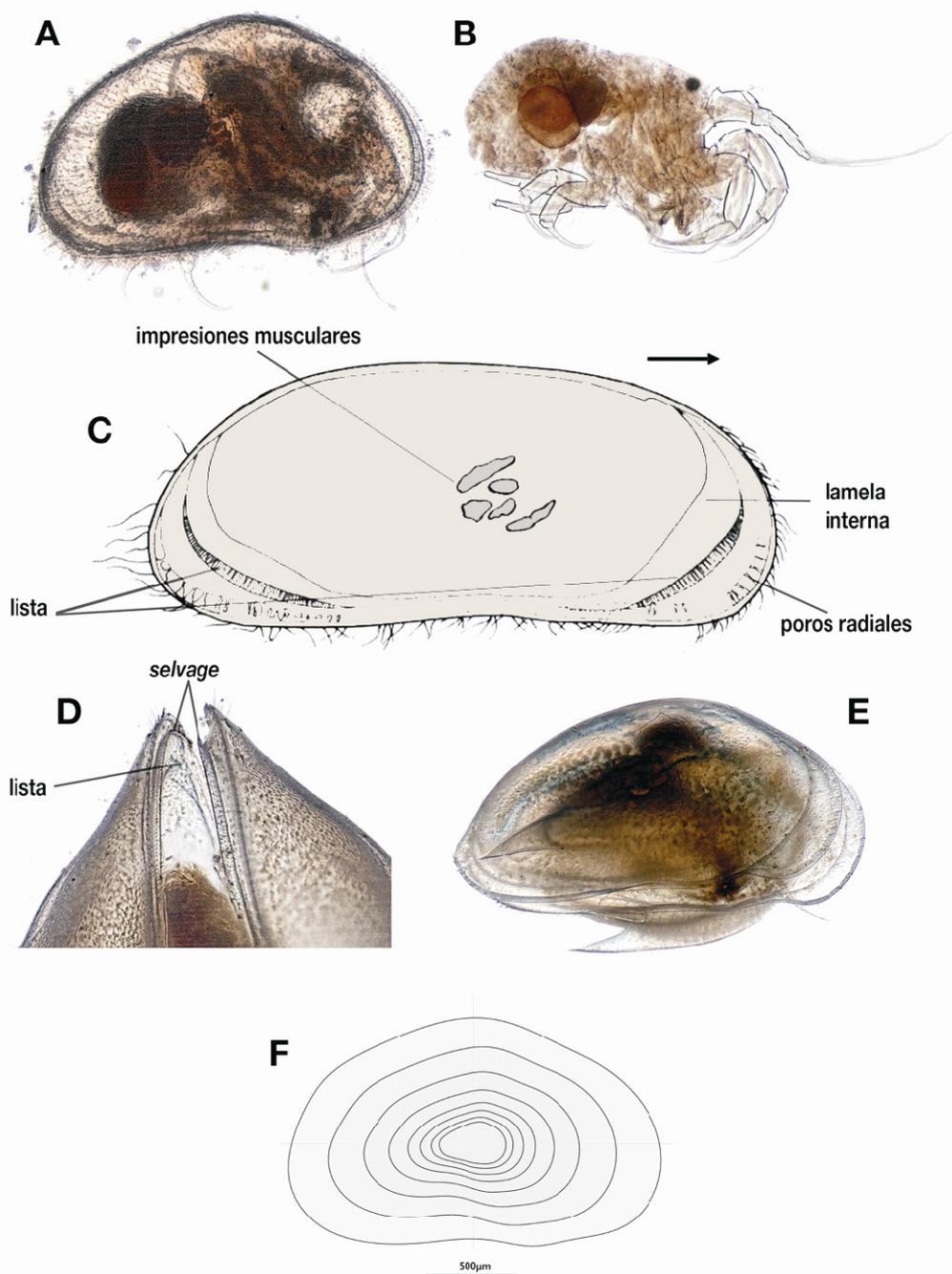
### 1.1. Morfología (los términos en **negrita** se representan en la figura adjunta)

El elemento más característico de la morfología de los ostrácodos es su **caparazón bivalvo** que actúa como elemento de protección dentro del cual se encuentran el cuerpo del animal y sus apéndices. Cada valva está formada por dos láminas denominadas lamela externa y **lamela interna**, y se articulan en la región dorsal mediante una charnela cuya estructura tiene carácter diagnóstico. El caparazón se cierra gracias a la presencia de músculos aductores centrales que dejan unas características impresiones en las valvas. La lamela interna desarrolla en la región marginal un pliegue de dimensiones variables que recibe el nombre de '**selvage**', así como refuerzos de diversa importancia (**listas**, septos, etc.) que hacen más eficaz el cierre del caparazón. La superficie del caparazón puede ser lisa o presentar ornamentación que, a su vez, es muy variable (desde sutiles hoyuelos a protuberancias notables) y está atravesada por numerosos canales (poros normales) por los que emergen sedas quimiosensoriales y táctiles conectadas a terminaciones nerviosas de la epidermis subyacente.

La segmentación del cuerpo del ostrácodo es apenas perceptible no existiendo diferenciación clara entre cefalón, tórax y abdomen. En los Podocopida existen ocho pares de apéndices, cuatro cefálicos y cuatro torácico-abdominales, además de los apéndices copuladores:

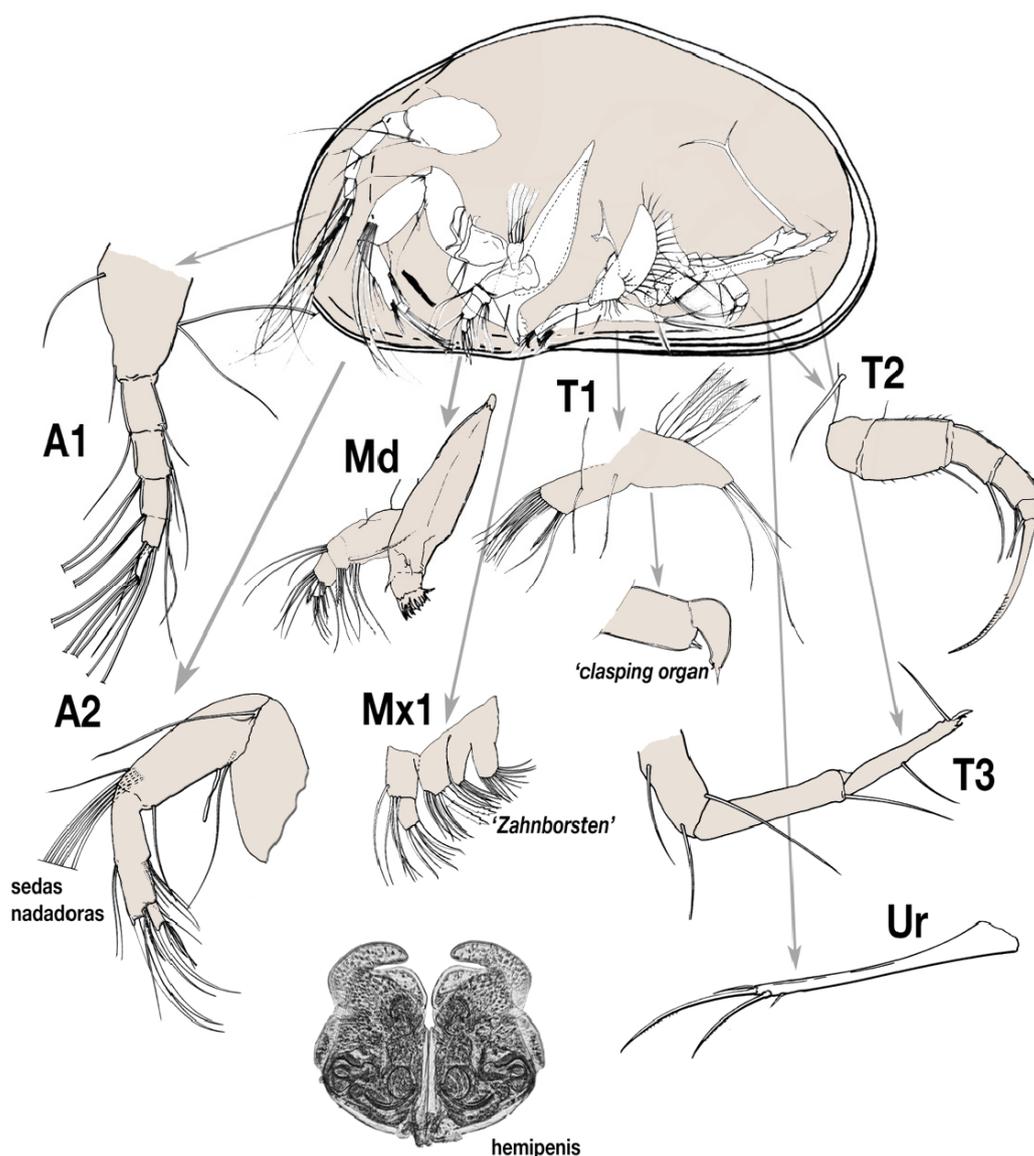
- Anténula (o primera antena, **A1**): apéndices simples formados por artejos articulados equipados con sedas y con funciones sensoriales y locomotoras.

- Antena (o segunda antena, **A2**): estructuras con función locomotora. En los Cypridocopina es frecuente la presencia de seis largas sedas en el primer artejo del endopodio que, por su función de ayuda en la locomoción, se denominan '**sedas nadadoras**' (estas sedas están muy reducidas en las especies endobentónicas, de ambientes lóticos o con poca capacidad de natación).



**Figura 1.** Aspecto de un ostrácodo Cyprididae característico con su cuerpo protegido por un caparazón bivalvo (A). Desprovisto del caparazón (B), se puede observar la presencia de apéndices articulados en un cuerpo en el que apenas son visibles los signos de segmentación. Una vista interna de la valva de un cyprídido (C), así como imágenes (D y E) del caparazón de *Cypris bispinosa* (el ostrácodo más grande de nuestra península; longitud ~3mm) permiten observar algunos de los rasgos morfológico característicos de las mismas. Por último, se muestran los contornos de los últimos ocho estadios (de un total de nueve) de las fases de crecimiento de un podocópido de nuestras aguas continentales.

- Mandíbula (**Md**): pieza robusta con funciones de masticación con un palpo mandibular con una placa vibrátil asociado a ella.
- Maxílula (**Mx1**): apéndice auxiliar en la manipulación del alimento, consta de un palpo con dos artejos y de tres lóbulos masticatorios (enditos). En la superfamilia Cypridoidea (sO. Podocopina), que incluye la mayor parte de las especies no-marinas, pueden aparecer en el tercer endito unas sedas reforzadas ('**Zahnborsten**') en número de dos o seis con valor taxonómico.
- Primer Toracópodo (**T1**): en los Cytherocopina se presenta como una auténtica pata marchadora, mientras que en Darwinulocopina y Cypridocopina es un elemento al servicio del aparato bucal. En los machos de este último grupo el endopodio está modificado en un órgano prensil ('**clasp ing organ**') que se emplea para retener a la hembra durante la cópula.



**Figura 2.** Se ilustran los ocho pares de apéndices característicos de la morfología de los ostrácodos Podocopida Cypridoidea que constituye el grupo mayoritario de estos crustáceos en nuestras aguas continentales. Se incluye una imagen del órgano copulador de los machos formado por dos hemipenes enfrentados (ver texto, 1.1, para más información).

- Segundo Toracópodo (**T2**): aparece como pata marchadora.
  - Tercer Toracópodo (**T3**): en Darwinulocopina y Cytherocopina es un apéndice marchador, pero en Cypridocopina está reorientado hacia la región dorsal y modificado para desempeñar funciones de limpieza del interior de las valvas.
  - Ramas uropodales (**Ur**): apéndice no segmentado que está ausente o muy reducido en los Darwinulocopina, reducido en los Cytherocopina, y variable entre los Cypridocopina (desde bien desarrollada con dos garras o uñas terminales y sedas anejas a severamente reducidas).
- Órgano copulador masculino: compuesto por dos **hemipenes** dispuestos simétricamente. Cada hemipene consta de un *peniferum* —conjunto de tejidos (escudo lateral, escudo medial) que envuelven las estructuras internas—; un espermiducto —conducho que conduce el esperma hacia el exterior a través de una complicada estructura denominada laberinto—; y la *bursa copulatrix*, una pieza con forma de cuenco y rodeada de estructuras esclerotizadas de formas diversas que es proyectada dentro de la vagina de la hembra durante la cópula. En algunos Podocopida (suborden Bairdiocopina) los machos producen complicados espermátóforos que son depositados en el *receptaculum* de la hembra. En el suborden Sigilliocopina y la superfamilia Cypridoidea (del suborden Cypridocopina) los machos presentan una estructura característica, el órgano de Zenker, con el que bombean los espermatozoides durante la cópula. Es precisamente en los Cypridocopina donde encontramos espermatozoides 'gigantes' que se encuentran entre los más grandes del reino animal.

## 1.2. Historia natural

Los ostrácodos del orden Podocopida tienen un modo de vida fundamentalmente bentónico o intersticial. Aunque muchos tienen cierta capacidad natatoria, no se alejan demasiado del sustrato ni suelen encontrarse en muestras del plancton. Excepción notable la constituyen las especies de la subfamilia Notodromadinae que desarrollan una vida 'hiponeustónica', esto es, viven suspendidos en la cara inferior de la fina capa que define la interfase agua-aire gracias a la peculiar estructura de su caparazón. Además, se conocen unas pocas especies con capacidad de vida anfibia o semi-terrestre, pero siempre con humedad abundante. Aunque aquí nos centraremos en las especies de las aguas epicontinentales, podemos encontrar podocópidos en casi todo tipo de ambientes acuáticos, desde las grandes fosas marinas a los riachuelos y charcas temporales de las altas montañas; desde cuevas profundas a humedales costeros; en lagos hipersalinos o en fuentes termales...

Entre los podocópidos encontramos especies de reproducción estrictamente sexual o asexual (por partenogénesis), existiendo también especies que combinan ambos modos de forma que en algunas de sus poblaciones hay reproducción sexual y en otras sólo encontramos hembras partenogénicas. Los huevos tienen una apariencia similar ya sean resultado de fecundación como de partenogénesis, esféricos y de un tamaño alrededor de los 100-200 µm. Tras la maduración del embrión en el interior del huevo, eclosiona un ostrácodo juvenil con aspecto similar al adulto pero poco diferenciado, con sólo unos pocos apéndices bien desarrollados. Este sufrirá una serie de mudas (habitualmente entre siete y ocho) a través de las cuales irá adquiriendo nuevos apéndices hasta llegar al último estadio, el adulto, que ya no mudará más (el crecimiento es determinado). Cada hembra puede poner hasta un máximo de unas decenas a unos pocos centenares de huevos a lo largo de su vida en diferentes puestas, pero en número muy variable dependiendo principalmente de la especie considerada. En algunas especies las hembras incuban los huevos en el interior de las valvas hasta que eclosionan o incluso hasta que los juveniles realizan alguna muda, pero la mayoría de especies de agua dulce ponen los huevos pegados al sustrato. El ciclo de vida completo suele durar desde unos pocos meses a uno o dos años, siendo muy variable según la especie y las condiciones ambientales, de manera que la mayor temperatura acelera el crecimiento notablemente.

El tipo de alimentación de los podocópidos se considera generalmente como detritívoro. Pero pueden alimentarse tanto de material vegetal como animal, vivo o muerto, de forma que a veces actúan como herbívoros, otras como carroñeros e incluso raramente como depredadores, y estas variaciones pueden darse para una misma especie o individuo.

En las aguas continentales muchos podocópidos se han adaptado a resistir los periodos de escasez de agua. Algunos cierran fuertemente su caparazón y esperan en el fango a que su hábitat vuelva a tener agua suficiente, pero esto sólo suele servir para unos pocos días o semanas como mucho. La estrategia más efectiva utilizada en ambientes acuáticos temporales consiste en producir huevos de resistencia, los cuales pueden aguantar meses o incluso años en estado latente hasta que haya agua disponible de nuevo. Estos huevos pueden ser también muy tolerantes al estrés ambiental en general, ya sea por temperaturas bajas o altas, falta de oxígeno, productos tóxicos o rayos UV, por lo que les permiten viajar en el espacio y el tiempo a nuevos territorios y mejores épocas venideras. Así, se sabe que muchos ostrácodos podocópidos pueden ser transportados a grandes distancias gracias a estos huevos, denominados diapáusicos, que pueden quedar en el fango que se pega a patas y plumas de aves migratorias, o incluso a las botas o neumáticos de los humanos. También toleran el paso a través del tracto digestivo de las aves acuáticas, las cuales pueden depositar las heces en lagunas alejadas varios kilómetros de donde fueron ingeridos inadvertidamente y así facilitar la formación de nuevas poblaciones de ostrácodos colonizados.

Las especies que viven en aguas temporales son depredadas principalmente por otros invertebrados, tales como larvas de odonatos y de coleópteros. Las que viven en ambientes permanentes pueden además sufrir una intensa depredación por los peces. Algunas especies poseen coloración críptica y detectan a sus posibles depredadores por el olor (quimiotactismo), teniendo comportamientos de evitación, escondiéndose entre las plantas o el sedimento. Los podocópidos también presentan simbioses (algunos parasitándolos), ya sean procariotas, protozoos o invertebrados no artrópodos (por ejemplo acantocéfalos, nemátodos, céstodos). Cabe también destacar que una familia de podocópidos, los Entocytheridae, está compuesta por especies de ostrácodos exclusivamente ectosimbiontes de otros crustáceos, principalmente cangrejos de río.

El origen de los Podocopida se remonta a los mares del Ordovícico (hace casi 500 millones de años), y es a partir del Carbonífero (hace unos 350 millones de años) cuando se reconocen claramente especies de aguas continentales. Se encuentran por tanto, junto a otros órdenes de ostrácodos, entre los grupos de artrópodos actuales con el registro fósil más antiguo. Entre sus récords, también cuentan con los aparatos copuladores y los espermatozoides fósiles más antiguos conocidos (425 y 16 millones de años respectivamente).

## 1.3. Distribución

Podemos encontrar individuos vivos de Ostracoda Podocopida prácticamente en cualquier parte del mundo donde haya agua líquida. Se encuentran en todos los océanos y profundidades; en charcas de deshielo en el permafrost de Siberia o en los cenotes de Yucatán; entre la hojarasca de los suelos húmedos del Amazonas o en el agua que se acumula en las bromelias de los trópicos; en los lagos antiguos del Rift africano o en los caudalosos ríos eurasiáticos... En la Península Ibérica, Baleares y Macaronesia los encontramos también en todo tipo de ambientes acuáticos, ya sean fuentes o abrevaderos, ríos y lagos de

alta montaña, charcas temporales y lagunas someras salinas, lagos cársticos, pantanos o humedales costeros, praderas de *Posidonia* o fondos marinos profundos, así como en el medio intersticial y subterráneo.

#### 1.4. Interés científico y aplicado

No cabe duda que uno de los usos científicos más conocidos de los Podocopida es el de su aplicación al estudio de las condiciones ambientales en el pasado. Ello se debe por una parte a su ubicuidad en todo tipo de ambientes acuáticos, pero también a la gran diversidad de especies adaptadas a diferentes condiciones ecológicas y a sus valvas de carbonato cálcico que fosilizan con facilidad y que permiten la identificación específica. Además, los elementos traza y los isótopos estables de sus valvas también pueden ser analizados químicamente ofreciendo información adicional del medio en que vivieron. Así, junto a otros microfósiles tales como foraminíferos, polen o diatomeas, los restos de ostrácodos podocópidos presentes en sedimentos de océanos y lagos se utilizan habitualmente para entender los cambios climáticos acaecidos en el pasado. Tanto en la Península como en Baleares se han utilizado sus restos en el sedimento de distintos lagos para reconstruir ambientes pasados.

Los ostrácodos también han sido reiteradamente propuestos para su uso como 'organismos modelo' en el ámbito de la biología evolutiva. Su elevada diversidad taxonómica, pequeño tamaño, facilidad para el cultivo, abundante registro fósil y peculiaridades reproductivas (partenogénesis, poliploidía, espermatozoides gigantes...) ofrecen numerosas oportunidades para el contraste de variadas hipótesis evolutivas.

La biogeografía de los ostrácodos podocópidos de la Península Ibérica resulta muy interesante, por presentar una elevada riqueza con elementos tanto de origen eurosiberiano como mediterráneo o africano. Además, es de las zonas europeas más ricas en poblaciones sexuales de especies con partenogénesis geográfica, lo cual resulta sumamente interesante para el estudio de cuestiones evolutivas relacionadas con la reproducción sexual y asexual en animales.

#### 1.5. Especies en situación de riesgo o peligro

Lamentablemente (véase el punto 4), el nivel de información disponible para la gran mayoría de las especies conocidas de ostrácodos epicontinentales ibéricos y macaronésicos dista mucho de aproximarse a los estándares sugeridos por la IUCN para la asignación de niveles de amenaza. Es más, esta circunstancia no es exclusiva de nuestro ámbito biogeográfico sino que afecta a la ostracofauna a escala global por lo que es frecuente recurrir a un criterio alternativo para identificar aquellas especies de ostrácodos cuyas condiciones de supervivencia están potencialmente amenazadas. Este criterio alternativo no es sino el que se refiere a la condición del hábitat en que viven tales especies. Así, se considera amenazada a *Metacypris maracaoensis* (un podocópido de la superfamilia Cytheroidea) que vive en los depósitos de agua que se acumulan entre la brácteas de bromelias epífitas en Florida (EE. UU.) porque su hábitat, las bromelias, están en peligro debido a la presencia de un gorgojo invasor (Coleoptera: Dryophthoridae).

En el ámbito geográfico al que se refiere este proyecto sólo una especie de ostrácodo, *Candelacypris aragonica* (Brehm & Margalef), ha sido incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Orden del MAM 2734/2002), dentro de la categoría "sensible a la alteración de su hábitat". En efecto, se trata de una especie de la familia Cyprididae que está vinculada a lagos someros de fuerte contenido salino en el entorno de la comarca de los Monegros (Zaragoza) (Brehm & Margalef, 1948; Baltanás, 2001) y la Mancha Húmeda (Roca *et al.*, 2000).

Al margen de esta especie singular no hay endemismos conocidos en la ostracofauna epicontinental de la Península Ibérica o de Macaronesia. Bien es cierto que resulta difícil afirmar si este patrón es un reflejo fiel de la realidad o sólo la consecuencia de un bajo nivel de prospección. No obstante, podemos concluir que, en este entorno regional, muchas especies de ostrácodos son susceptibles de enfrentar serios problemas para su supervivencia a largo plazo ya que o bien sólo habitan unos pocos lugares, o viven en ambientes acuáticos en franca regresión —como son muchos de nuestros humedales y cuerpos de agua de pequeño volumen— o lo hacen en aguas sujetas a degradación por efectos contaminantes.

#### 1.6. Especies exóticas invasoras

Las especies exóticas invasoras (EEI) se consideran habitualmente aquellas que, habiendo sido introducidas en un área gracias a las actividades humanas, llegan a tener impacto negativo sobre las especies o ecosistemas del área invadida. Por ello, aunque sí se ha reconocido la presencia de especies exóticas de Podocopida en la Península Ibérica, no se ha comprobado que éstas puedan tener efectos negativos sobre otros organismos. Entre las especies exóticas de vida libre más extendidas en la Península, destacan algunas de las familias Candonidae y Cyprididae de origen asiático, australiano o africano (por ejemplo *Fabaeformiscandona subacuta*, *Candonocypris novaezelandiae*...), sobre todo en embalses y arrozales. Pero algunas de las especies exóticas con distribución más amplia pertenecen a la familia Entocytheridae (*Ankylocythere sinuosa* es la especie exótica más común), constituida por ectosimbiontes obligados de cangrejos de río, presentes por tanto en casi toda el área colonizada por cangrejos exóticos de origen norteamericano.

### 1.7. Principales caracteres diagnósticos para la separación de Familias

- Tamaño del caparazón.
- Superficie de las valvas (lisa / fosulada y con pliegues verticales).
- Charnela dorsal (adonta / compleja).
- Impresiones musculares (verticales/en roseta/ tipo huella).
- Manchas oculares (separadas/fusionadas).
- Número de garras en el segmento terminal de A2.
- Enditos en Mx1 (3/1).
- *Zhanborsten* en Mx1 (6/2).
- Garra terminal de los apéndices marchadores (T1-T2-T3) (corta/larga).
- Morfología del primer toracópodo (T1) (marchador/manipulador).
- Morfología del tercer toracópodo (T3) (marchador/limpiador).
- Ramas uropodales (bien desarrolladas/reducidas/ausentes).
- Órgano de Zenker (presente/ausente).

## 2. Sistemática interna

La clase **Ostracoda** (Phylum Crustacea) incluye dos subclases, **Myodocopa** y **Podocopa**. A esta última, más concretamente al orden **Podocopida**, pertenecen todos los ostrácodos que habitan los ambientes acuáticos epicontinentales y un buen número de las especies de ambientes costeros y estuarinos. En los Podocopida hay cinco subórdenes [m-marinos /c-continentales]: **Bairdiocopina** (m), **Cytherocopina** (m/c), **Darwinulocopina** (c), **Cypridocopina** (m/c) y **Sigilliocopina** (m). Aunque todas las especies del suborden Darwinulocopina viven en sistemas acuáticos continentales, se trata de un grupo con una diversidad muy reducida, siendo las especies de la superfamilia Cypridoidea (suborden Cypridocopina) el grupo dominante en estos ambientes.

**Tabla I. Subórdenes, familias y riqueza de especies de ostrácodos en la Península Ibérica, Baleares y Macaronesia** [\*-familias con especies en ambientes continentales].

Suborden	Familia	nº Sp.
<b>Cytherocopina</b>	Bythocytheridae	9
	Cuneocytheridae	1
	Cushmanideidae	4
	Cytherettidae	2
	Cytherideidae*	2
	Cytheromatidae	1
	Cytheruridae	60
	Entocytheridae*	2
	Eucytheridae	5
	Hemicytheridae	14
	Krithidae	4
	Leptocytheridae*	27
	Limnocytheridae*	6
	Loxoconchidae*	25
	Microcytheridae	3
	Neocytherideididae	6
	Paracytherideidae	3
	Paradoxostomatidae	29
	Thaerocytheridae	2
	Trachyleberididae	33
Xestoleberididae*	10	
Terrestricytheridae*	1	
<b>Bairdiocopina</b>	Bairdiidae	8
	Bythocyprididae	1
<b>Cypridocopina</b>	Candonidae*	35
	Cyprididae*	68
	Ilyocyprididae*	10
	Notodromadidae*	2
	Pontocyprididae	8
<b>Darwinulocopina</b>	Darwinulidae*	4

FUENTES DE LOS DATOS: www.gbif.org; Aranki (1987); Baltanás *et al.* (1996); Ruiz *et al.* (2000); Pascual *et al.* (2002); Schornikov & Keyser (2004); Mezquita (2005); Mezquita *et al.* (2005); Rueda *et al.* (2005); Zamora *et al.* (2005); Rueda Sevilla *et al.* (2006); Poquet *et al.* (2008); Escrivà *et al.* (2009); Martins *et al.* (2010); Poquet & Mesquita-Joanes (2011); Cabral & Loureiro (2013); Martínez-García *et al.* (2013); Meireles *et al.* (2014)

### 3. Diversidad de Podocopida ibero baleares y macaronésicos

Se conocen alrededor de 8.000 especies descritas de ostrácodos actuales (en su mayoría del Orden Podocopida), aunque se estima que podría haber más de 20.000. De las especies actuales conocidas, unas 2000 viven en las aguas continentales y el resto son marinas. En el área considerada (Península Ibérica, Baleares y Macaronesia) conocemos alrededor de 260 especies de Podocopida en aguas marinas y salobres, y unas 130 en aguas continentales. Sin embargo, cabe destacar que los estudios sobre el grupo son todavía escasos, y casi en cada nuevo trabajo que se lleva a cabo se encuentran nuevas citas. En el Suborden Cytherocopina, el más rico en familias y de preferencias mayoritariamente marinas, la familia más diversa es Cytheruridae, con 60 especies citadas en nuestras aguas. En las aguas dulces, dominadas por los Cypridocopina, destaca la familia Cyprididae con 68 especies citadas en el área considerada.

Si comparamos la riqueza de especies continentales con áreas similares de nuestro entorno, se observa una riqueza similar, a pesar de que el esfuerzo de investigación en algunos países ha sido mayor históricamente. La riqueza de especies marinas es más difícil de comparar, no sólo por la ausencia de límites claros sino también por la escasez de trabajos en nuestras aguas. En las aguas continentales se sigue el patrón mundial de mayor diversidad en los Cyprididae y Candonidae, aunque los Entocytheridae están poco representados en general en el Paleártico. Los Cytherideidae y Limnocytheridae, que sí son diversos en el Paleártico, presentan poca diversidad en nuestra fauna porque muchas de sus especies son endemismos de lagos antiguos como el Baikal o el Ohrid. No se conocen procesos notables de endemismos en los ambientes acuáticos de las islas incluidas en esta revisión. Así, las especies de Podocopida de las aguas dulces de las Baleares, Canarias, Azores o Madeira también las encontramos habitualmente en el continente, aunque probablemente un análisis molecular detallado podría revelar particularidades debidas al aislamiento.

**Tabla II. Riqueza de especies de las familias de Podocopida de aguas continentales en varias zonas geográficas comparadas con la diversidad conjunta para la Península Ibérica, Baleares e islas macaronésicas** (Meisch *et al.*, 1989; Martens *et al.*, 2008; Baltanás & Danielopol, 2013; Mestre *et al.*, 2014; Pieri *et al.*, 2015; este trabajo). **IBER+MAC:** Ibero baleares y macaronésica.

Familia	Mundial	Paleártico	IBER+MAC	Italia	Francia
Cyprididae	1091	262	68	77	50
Candonidae	621	357	33	50	39
Entocytheridae	220	7	2	1	4
Limnocytheridae	144	34	6	5	6
Cytherideidae	93	60	1	2	2
Ilyocyprididae	41	27	10	9	6
Notodromadidae	37	5	2	2	3
Darwinulidae	29	6	4	3	1
Leptocytheridae	21	19	1	–	1
Cytheruridae	20	4	–	–	–
Xestoleberidae	6	3	1	1	1
Loxoconchidae	4	4	1	3	1
Terrestricytheridae	4	4	1	–	–
Hemicytheridae	1	1	–	1	–
<b>Totales</b>	<b>2332</b>	<b>793</b>	<b>130</b>	<b>154</b>	<b>114</b>

### 4. Estado actual de conocimiento del grupo

El estudio de los Podocopida actuales (y del Holoceno) a escala global aun dista mucho de ser satisfactorio. A modo de ejemplo baste mencionar que el 40% de la ostracofauna epicontinental australiana (superfamilia Cypridoidea) ha sido descrita en los últimos 15 años, y que el 63% y 55% de las especies de esa superfamilia descritas en África y Sudamérica, respectivamente, han sido encontradas en una sola ocasión, la de su descubrimiento. En lo que a las aguas de España y Portugal concierne, y a pesar de haber recibido su estudio un empuje notable en las últimas décadas, aun existen enormes lagunas en el conocimiento de nuestra fauna de ostrácodos. Gran parte del territorio peninsular sigue inexplorado, sobre todo en lo referente a pequeños cuerpos de agua (charcas temporales, fuentes, riachuelos), y lo mismo sucede con los ambientes marinos litorales y profundos. Prácticamente en cada nuevo estudio que se publica se encuentran nuevas citas. En esta línea destaca el encuentro reiterado de especies exóticas que van observándose principalmente en arrozales, por lo que se espera un notable aumento de la xenodiversidad de Podocopida en los próximos años, debido en gran medida a estas especies. La riqueza de especies marinas en el mundo es mucho mayor que las de ambientes continentales, así que también esperaríamos que si se va ampliando el número de estudios del bentos marino que tengan en cuenta la identificación de ostrácodos se vaya asimismo aumentando considerablemente el número de especies de Podocopida encontradas en nuestras aguas. También es posible que se puedan encontrar nuevas especies endémicas en ambientes particulares, sobre todo en las aguas subterráneas y quizás también en las lagunas esteparias, en las que ya se cuenta con un endemismo. En la actualidad el conocimiento de la fauna cavernícola e intersticial de ostrácodos en la Península es muy reducido.

Cabe destacar que los ostrácodos podocópidos probablemente escondan una diversidad mucho mayor que la que venimos observando con los métodos morfológicos tradicionales, ya que se ha descubierto en algunos casos una enorme diversidad escondida en lo que se conocen como especies crípticas. Así, como ocurre con la especie morfológica *Eucypris virens* en la que los métodos moleculares han permitido descubrir más de 40 especies crípticas, otras especies comunes en la Península Ibérica o las islas cercanas, también podrían estar realmente constituidas por complejos de varias especies filogenéticamente diferenciadas. Cabría pues investigar si estos patrones se cumplen en otros casos.

Aquí nos hemos referido a las especies actuales o las que se han encontrado en registros sedimentarios relativamente jóvenes, pertenecientes al Holoceno, donde se encuentran prácticamente las mismas especies que en la actualidad. De hecho se utiliza el conocimiento de la ecología de las especies actuales para interpretar los cambios ambientales en el pasado gracias a los estudios de registros paleoecológicos, los cuales han ido *in crescendo* en las últimas décadas y nos permiten interpretar mejor la evolución de los ecosistemas de la Península y las islas. Pero además, no hay que olvidar que existen restos fósiles de ostrácodos en la Península desde el Paleozoico, pasando por el Mesozoico y hasta el Pleistoceno, donde los investigadores en micropaleontología han descubierto numerosas especies y han investigado su ecología y sus líneas evolutivas (véase por ejemplo Sánchez de Posada & Fohrer, 2001; Sánchez de Posada *et al.*, 2009; Gómez & Arias, 2010).

## 5. Principales fuentes de información disponibles

Para iniciarse en el estudio de los ostrácodos se puede empezar utilizando el texto en español de Baltanás (2004), que ofrece una introducción general a su morfología, claves de determinación de los principales grupos taxonómicos y métodos para su estudio. La determinación a nivel de especie requiere de textos especializados en inglés. Recomendamos por su calidad y profusión de figuras el libro de Meisch (2000) para especies de agua dulce, aunque se restringe a la fauna centroeuropea. Recientemente se ha publicado una revisión de la fauna de ostrácodos de agua dulce del mundo (Karanovic, 2012) que, aunque presenta claves y listas de especies y su distribución que resultan de gran utilidad, adolece de falta de figuras para la mayoría de ellas. En el caso de los Podocopida marinos, podemos destacar el libro de Athersuch *et al.* (1989) para la fauna británica, aunque de nuevo muchas especies que puedan encontrarse en el Mediterráneo o la Macaronesia quedan fuera de esta monografía. En ese caso se deberá utilizar también trabajos como Müller (1894), Bonaduce *et al.* (1976) o Cabral & Loureiro (2013), entre otros.

En la actualidad, el único catálogo para los Podocopida de aguas continentales de la Península, Baleares y Canarias es el de Baltanás *et al.* (1996), aunque desde entonces han aparecido numerosas publicaciones con un aumento notable del número de especies. Así, podemos también consultar, entre otros, los trabajos de Mezquita (2005), Mezquita *et al.* (2005), Martins *et al.* (2010), Escrivà *et al.* (2014) o Valls *et al.* (2014) para la Península, y Baltanás & García-Avilés (1993), Meisch & Broodbakker (1993) y Malmqvist *et al.* (1997) para las islas macaronésicas. En el caso de las especies marinas no hay un catálogo englobador de todas estas áreas, aunque destaca de manera notable la revisión para Portugal de Cabral & Loureiro (2013) y para Azores el trabajo de Meireles *et al.* (2014). En España destacan los numerosos trabajos de los equipos de la Universidad de Huelva (por ejemplo Ruiz *et al.*, 2000) y la Universidad del País Vasco (por ejemplo Pascual *et al.*, 2002).

A nivel global para aguas continentales, además del trabajo de Karanovic (2012) antes citado, existe una lista de especies de ostrácodos con su área biogeográfica de distribución realizada por Martens y Savatentalint (2011). Para especies marinas se puede consultar online la base de datos de ostrácodos del *World Register of Marine Species* (WoRMS) (Brandão *et al.*, 2014), que incluye además sinonimias, referencias de autores, así como localizaciones georreferenciadas de numerosas citas. De manera similar, aunque sin detalle en la distribución puntual, encontramos el recurso online de *Fauna Europaea* (Horne, 2013) para los taxones de aguas continentales en Europa, o el recurso de *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; [www.gbif.org](http://www.gbif.org)) para especies en todo el mundo y todo tipo de ambientes, aunque en este caso depende mucho de las bases de datos georreferenciadas que se hayan incluido. Un recurso esencial lo constituye también la base de datos de ostrácodos (marinos y no-marinos) *Kempf Database Ostracoda* (KDO) publicada en varios volúmenes y con otros tantos en preparación (por ejemplo Kempf, 1980; ver Anexo I).

## 6. Referencias

- ARANKI, J. F. 1987. Marine lower Pliocene Ostracoda of southern Spain with notes on the Recent fauna. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, **13**: 1-94.
- ATHERSUCH, J., D. J. HORNE & J. E. WHITTAKER 1989. Marine and brackish water ostracods, *Synopses of the British Fauna (New Series)* No. 43, 343 pp., E. J. Brill, Leiden.
- BALTANÁS, A. & J. GARCÍA-AVILÉS 1993. New records of freshwater Ostracoda (Crustacea) from the Canary Islands. *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, **94**: 219-232.
- BALTANÁS, A. 2001. *Candelacypris* n. gen. (Crustacea, Ostracoda): a new genus from Iberian saline lakes, with a redescription of *Eucypris aragonica* Brehm & Margalef, 1948. *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, **101**: 183-192.
- BALTANÁS, A. 2004. Ostrácodos. En: Barrientos JA (ed.), *Curso Práctico de Entomología*, 2a edn. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, pp 285-301.

- BALTANÁS, A., B. BEROIZ & A. LÓPEZ 1996. *Lista faunística y bibliográfica de los ostrácodos no-marinos (Crustacea, Ostracoda) de la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias*. Listas de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica, 12. AEL, Madrid. 71 pp.
- BALTANÁS, A. & D. L. DANIELOPOL 2013. Body-size distribution and biogeographical patterns in non-marine ostracods (Crustacea: Ostracoda). *Biological Journal of the Linnean Society*, **109**(2): 409-423.
- BONADUCE, G., G. CIAMPO & M. MASOLI 1976. *Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea*. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli **40**, 1-154.
- BRANDÃO, S. N., M. V. ANGEL, I. KARANOVIC, A. PARKER, V. PERRIER, B. SAMES & M. YASUHARA 2014. *World Ostracoda Database*. Accesible (2014) en: <http://www.marinespecies.org/ostracoda>
- BREHM, V. & R. MARGALEF 1948. *Eucypris aragonica* nov. sp., nuevo ostrácodo de una laguna salada de Los Monegros. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, **5**: 5-9.
- CABRAL, M.C. & I.M. LOUREIRO 2013. Overview of Recent and Holocene ostracods (Crustacea) from brackish and marine environments of Portugal. *Journal of Micropalaeontology*, **32**: 135-159.
- ESCRIVÀ, A., J. ARMENGOL & F. MEZQUITA 2009. Estudio comparativo de la limnología de dos lagunas de montaña de Teruel, con especial referencia al zooplancton y los ostrácodos. *Teruel*, **92**(1): 165-192
- ESCRIVÀ, A., J. RUEDA, X. ARMENGOL & F. MESQUITA-JOANES 2014. Artificial dam lakes as suitable habitats for exotic invertebrates: Ostracoda ecology and distribution in reservoirs of the Eastern Iberian Peninsula. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **412**: 09
- GÓMEZ, J.J. & C. ARIAS 2010. Rapid warming and ostracods mass extinction at the Lower Toarcian (Jurassic) of central Spain. *Marine Micropaleontology*, **54**: 119-135.
- HOLMES, J.A. & A. CHIVAS (eds.) 2002. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. Washington: American Geophysical Union.
- HORNE, D. J. 2013. Fauna Europaea: Ostracoda, Podocopida. In: Boxshall, G. & de Jong, Y.S.D.M., *Fauna Europaea: Crustacea*. Fauna Europaea version 2.6. Accesible (2014) en: <http://www.faunaeur.org>
- HORNE, D. J., J. A. HOLMES, J. RODRIGUEZ-LAZARO & F. VIEHBERG (eds.) 2012. Ostracoda as proxies for Quaternary climate change. *Developments in Quaternary Sciences*, **17**, 373 pp. Elsevier.
- KARANOVIC, I. 2012. *Recent freshwater ostracods of the World. Crustacea, Ostracoda, Podocopida*. Springer, Berlin Heidelberg, 608 pp
- KEMPF, E. 1980. *Index and Bibliography of non-marine ostracods*. Index A. Geologisches Institut, Universität Köln, 35: 188 pp
- MALMQVIST, B., C. MEISCH & A. N. NILSSON 1997. Distribution patterns of freshwater Ostracoda (Crustacea) in the Canary Islands with regards to habitat use and biogeography. *Hydrobiologia*, **347**(1): 159-170.
- MARTENS, K. & S. SAVATENALINTON 2011. A subjective checklist of the Recent, free-living, non-marine Ostracoda (Crustacea). *Zootaxa*, **2855**: 1-79.
- MARTENS, K., I. SCHÖN, C. MEISCH & D. J. HORNE 2008. Global biodiversity of non-marine Ostracoda (Crustacea). *Hydrobiologia*, **595**: 185-193.
- MARTÍNEZ-GARCÍA, B., A. PASCUAL, J. RODRÍGUEZ-LÁZARO, M. MARTÍN-RUBIO & J. ROFES 2013. The Ostracoda (Crustacea) of the Tina Menor estuary (Cantabria, Southern Bay of Biscay): distribution and ecology. *Journal of Sea Research*, **83**: 111-122.
- MARTINS, M.J.F., T. NAMIOTKO, M. C. CABRAL, F. FATELA & M. J. BOAVIDA 2010. Contribution to the knowledge of the freshwater Ostracoda fauna in continental Portugal, with an updated checklist of Recent and Quaternary species. *Journal of Limnology*, **69**: 160-173.
- MEIRELES, R. P., D. KEYSER & S. P. ÁVILA 2014. The Holocene to Recent ostracods of the Azores archipelago (NE Atlantic): systematics and biogeography. *Marine Micropaleontology*, **112**: 13-26.
- MEISCH, C. 2000. *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH- Heidelberg, Berlin, 522 pp.
- MEISCH, C. & N. W. BROODBAKKER, 1993. *Freshwater ostracoda (Crustacea) collected by Prof. J. H. Stock on the Canary and Cape Verde Islands. With an annotated checklist of the freshwater Ostracoda of the Azores, Madeira, the Canary, the Selvagens and Cape Verde Islands*. Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, **19**, 1-67
- MEISCH, C., K. WOUTERS & K. MARTENS 1989. *Liste annotée des Ostracodes actuels non-marins trouvés en France*. Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, Band 15.
- MESTRE, A., J.S. MONRÓS & F. MESQUITA-JOANES 2014. A review of the Entocytheridae (Ostracoda) of the world: updated bibliographic and species checklists and global georeferenced database, with insights into host specificity and latitudinal patterns of species richness. *Crustaceana*, **87**(8-9): 923-951.
- MEZQUITA, F. 2005. *Ostracoda (Crustacea) no marins dels Països Catalans. Una aproximació ecològica i biogeogràfica, amb especial referència a les Illes Balears i el País Valencià*. Informe no publicado, Institut d'Estudis Catalans.
- MEZQUITA, F., J. R. ROCA, J. M. REED & G. WANSARD 2005. Quantifying species-environment relationships in non-marine Ostracoda: Examples using Iberian data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **225**: 93-117.
- MÜLLER, G. W. 1894. Die Ostracoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. *Fauna und Flora Golf von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte herausgegeben von der zoologischen Station zu Neapel*, **21**: 1-404.
- PARK, L.E. & A.J. SMITH (eds.) 2003. *Bridging the gap: Trends in the ostracode biological and geological sciences*, The Paleontological Society Papers, 9.
- PASCUAL, A., J. RODRÍGUEZ LÁZARO, O. WEBER & J.M. JOUANNEAU 2002. Late Holocene pollution in the Gernika estuary (southern Bay of Biscay) evidenced by the study of Foraminifera and Ostracoda. *Hydrobiologia*, **475/476**: 477- 491.

- PIERI, V., K. MARTENS, C. MEISCH & G. ROSSETTI 2015. An annotated checklist of the Recent non-marine ostracods (Ostracoda: Crustacea) from Italy. *Zootaxa*, **3919**(2): 271-305.
- POQUET, J. M. & F. MESQUITA-JOANES 2011. Combined effects of local environment and continental biogeography on the distribution of Ostracoda. *Freshwater Biology*, **56**: 448-469.
- POQUET, J. M., F. MEZQUITA, J. RUEDA & M. R. MIRACLE 2008. Loss of Ostracoda biodiversity in Western Mediterranean wetlands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **18**: 280-296.
- ROCA, J. R., F. MEZQUITA, J. RUEDA, A. CAMACHO & M. R. MIRACLE 2000. Endorheic versus karstic lakes: patterns of ostracod distributions and lake typology in a Mediterranean landscape (Castilla - La Mancha, Spain). *Marine and Freshwater Research*, **51**(4): 311-319.
- RUEDA, J., F. MEZQUITA, C. LÓPEZ, L. ZAMORA & R. HERNÁNDEZ 2005. El río Cabriel y sus tributarios (Albacete): evaluación de la calidad biológica, mediante el estudio de sus invertebrados y su bosque de ribera, entre los embalses de Contreras (Cuenca) y Embarcaderos (Valencia). *Sabuco*, **5**: 23-87.
- RUEDA SEVILLA, J., J. A. AGUILAR-ALBEROLA & F. MEZQUITA 2006. Contribución al conocimiento de los crustáceos (Arthropoda, Crustacea) de las Malladas de la Devesa del Parque Natural de la Albufera (Valencia). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **30**(1-2): 9-29.
- RUIZ, F., M.L. GONZÁLEZ-REGALADO, J.I. BACETA & J.M. MUÑOZ, 2000. Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from low- and high-polluted southwestern Spanish estuaries: a multivariate approach. *Marine Micropaleontology*, **40**, 345-376.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.C. & B. FOHRER 2001. Kirkbyoid ostracodes (Upper Carboniferous) from the Cantabrian Mountains (Spain) and Carnic Alps (Austria and Italy). *Journal of Paleontology*, **75**: 972-984.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.C., J. RODRÍGUEZ-LÁZARO & R. GOZALO 2009. Ostracoda. En: Martínez Chacón, M.L. & Rivas, P. (Eds.), *Paleontología de Invertebrados*. Universidad de Oviedo, Oviedo: 161-191.
- SCHORNIKOV, E.I. & D. KEYSER 2004. The morphology and classification of Paradoxostomatinae (Ostracoda) from the nearshore zone of Madeira and the Canary Islands. *Revista Española de Micropaleontología*, **36**: 57-81.
- SMITH, A. J. & D. L. DELORME 2010. Ostracoda. In: Thorp, J.H. & Covich, A.P. (Eds), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Ch. 19. Elsevier, Amsterdam, 725-771.
- VALLS, L., J. RUEDA & F. MESQUITA-JOANES 2014. Rice fields as facilitators of freshwater invasions in protected wetlands: the case of Ostracoda (Crustacea) in the Albufera Natural Park (E Spain). *Zoological Studies*, **53**: 68.
- ZAMORA, L., F. MEZQUITA & J. RUEDA 2005. *Biodiversitat i ecologia dels invertebrats aquàtics continentals de la Marina Alta i el seu valor com a indicadors de la qualitat de les aigües de la comarca*. Instituto Alicantino de Cultura "Juan Gil-Albert", Diputación de Alicante. 92 pp.

---

### Anexo I. Asociaciones y recursos ostracodológicos

---

The International Research Group on Ostracoda  
<http://www.irgo.uni-koeln.de>

Kempf Database Ostracoda  
<http://ostracoda-on.tripod.com>

Ostracod Research at the Lake Biwa Museum, by Robin Smith  
<http://www.lbm.go.jp/smith/about.html>

NANODE: North American Non-Marine Ostracode Database Project  
<http://www.personal.kent.edu/~alisonjs/nanode/index.htm>

Wikispecies Podocopida  
<http://species.wikimedia.org/w/index.php?title=Podocopida&oldid=1930985>