


## La comunidad de ostrácodos en humedales del sudeste de la Península Ibérica

Juan Diego Gilbert<sup>1,2</sup> , Fernando Ortega<sup>1</sup>, Raquel Jiménez-Melero<sup>1,2</sup> , Ángel Baltanás<sup>3</sup>   
y Francisco Guerrero<sup>1,2,\*</sup> 

<sup>1</sup> Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén, Campus de Las Lagunillas, s/n. E-23071 Jaén, España.

<sup>2</sup> Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Tierra, Energía y Medio Ambiente. Universidad de Jaén, Campus de Las Lagunillas, s/n. E-23071 Jaén, España.

<sup>3</sup> Departamento de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin, 2. E-28049 Madrid, España.

\* Corresponding author: fguerre@ujaen.es

Received: 10/05/22

Accepted: 12/12/22

### RESUMEN

#### La comunidad de ostrácodos en humedales del sudeste de la Península Ibérica

Se muestran los primeros datos sobre la comunidad de ostrácodos en los humedales del sudeste de España (provincias de Jaén y Córdoba). Se han estudiado un total de 21 humedales, habiéndose registrado la presencia de 12 especies de ostrácodos, pertenecientes a 8 géneros diferentes. Los valores de singularidad muestran la importancia de los humedales temporales y salinos para esta comunidad biótica. Esta aportación pone en valor la necesidad de incrementar el conocimiento que se tiene sobre la distribución y ecología de las especies de ostrácodos en la Península Ibérica.

**Palabras clave:** Andalucía, Bioindicadores, Humedales mediterráneos, Ostrácodos, Península Ibérica

### ABSTRACT

#### *The community of ostracods in wetlands of the southeast of the Iberian Peninsula*

*The first data on the ostracod community in wetlands of the southeastern Spain (Jaén and Córdoba provinces) are shown. A total of 21 wetlands have been studied and 12 species of ostracods have been observed, which belong to 8 different genera. The singularity values show the importance of temporary and saline wetlands for this biotic community. This contribution highlights the need to increase knowledge about the ecology and distribution of ostracod species in the Iberian Peninsula.*

**Key words:** *Andalusia, Bioindicators, Iberian Peninsula, Mediterranean wetlands, Ostracods*

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

## INTRODUCCIÓN

Los ostrácodos (Crustacea, Ostracoda) son microcrustáceos muy comunes en los ecosistemas acuáticos (incluyendo los ambientes continentales y marinos; los dulces y salinos; los epigeos e hipogeos; etc.). A pesar de que su capacidad como bioindicadores de la calidad de las aguas ha sido ampliamente demostrada (Mezquita *et al.*, 2001; Klkylglu, 2004; Frenzel & Boomer, 2005; Ruiz *et al.*, 2013; Barut *et al.*, 2015; Parameswari *et al.*, 2020); su utilización como tales ha quedado fuera de los criterios adoptados por la Directiva Marco del Agua (DMA; Directiva 2000/60/CE) para la evaluación de los ecosistemas acuáticos continentales. Entre los condicionantes que han podido determinar esta circunstancia cabe imaginar el desigual —y en ocasiones escaso— nivel de conocimientos que existe sobre este grupo de organismos a lo largo del territorio de la Unión Europea (Pieri *et al.*, 2009), tanto en lo que concierne a su taxonomía como a su distribución geográfica y ecología.

En la Península Ibérica este conocimiento es bastante dispar, existiendo regiones donde los estudios han sido más numerosos, como es el caso de la comunidad castellano-manchega (Margalef, 1947; Armengol *et al.*, 1975; Baltanás *et al.*, 1990; Mezquita *et al.*, 1996) o la comunidad valenciana (Rueda-Sevilla *et al.*, 2006; Poquet *et al.*, 2008; Mezquita *et al.*, 2011; Escriv *et al.*, 2014; Rosati *et al.*, 2017), mientras que en otras regiones, como Andalucía, este conocimiento es más limitado (Baltanás *et al.*, 1990), habiendo quedado en muchos casos restringido a áreas muy concretas (Ruiz *et al.*, 1997, 1998, 2000). Atendiendo a esta realidad, el objetivo de este trabajo es en primer lugar reducir ese déficit de información aportando datos sobre la fauna de ostrácodos presentes en un conjunto de humedales localizados en el sudeste de la Península Ibérica; y en segundo lugar tratar de establecer una ordenación de estos humedales en función de la comunidad de ostrácodos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### rea de estudio

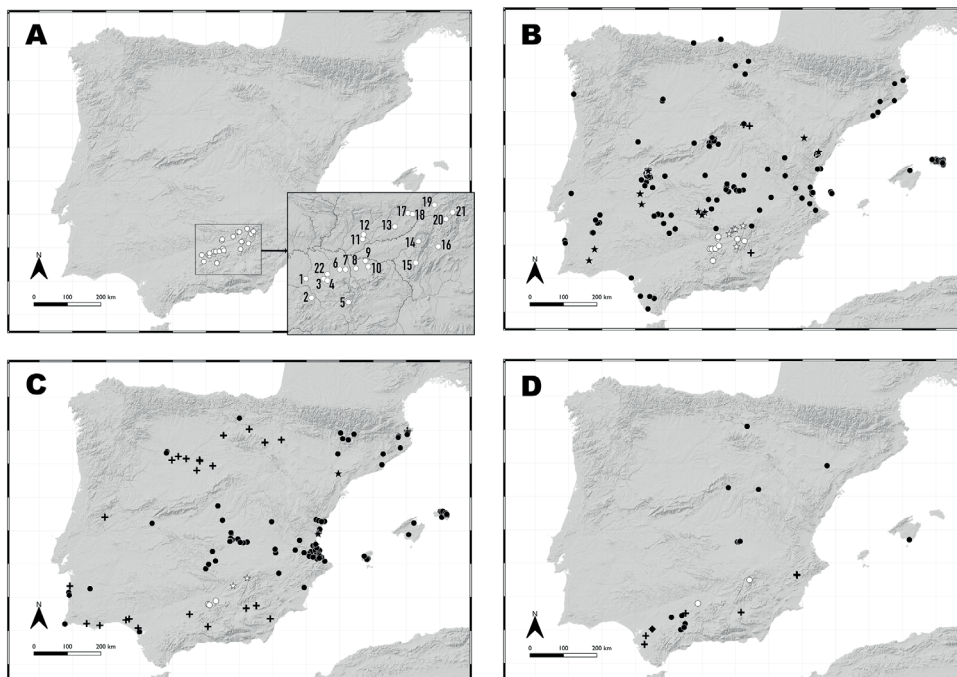
El rea de estudio se localiza al nordeste de Andalucía, englobando la provincia de Jaén y la par-

te más oriental de la provincia de Córdoba (Fig. 1A). En esta comarca se localizan un conjunto de humedales, la mayoría de ellos de carácter estacional, que han sido inventariados (Ortega *et al.*, 2003) y donde se han estudiado las comunidades vegetales (Ortega *et al.*, 2001; Ortega & Guerrero, 2003, 2007; Ortega *et al.*, 2007), zooplanctónica de copépodos y branquiópodos (Gilbert *et al.*, 2015), anfibios (García-Muñoz *et al.*, 2010) y reptiles (de Castro-Expósito *et al.*, 2021). Para este estudio se han seleccionado un total de 21 humedales (Fig. 1A), caracterizados por una amplia variedad de tamaño, profundidad, altitud, sustrato geológico, hidroperíodo y salinidad (Tabla 1).

### Toma de muestras

Las muestras de la comunidad zooplanctónica (muestreo cualitativo, presencia-ausencia de taxones) fueron recolectadas estacionalmente con una red de plancton de 63  $\mu\text{m}$  y fijadas *in situ* con formol al 4 % c.f. entre los años 1998 y 2001, y posteriormente en el ciclo anual 2009-2010. En todos los casos se tomó una muestra integrada de dos transectos longitudinales —uno desde la orilla hacia la zona de aguas abiertas y otro siguiendo el contorno de las orillas—, lo cual permitía evaluar la heterogeneidad espacial y temporal de la comunidad zooplanctónica (Gilbert *et al.*, 2015). Una vez en el laboratorio los ejemplares fueron separados bajo lupa binocular e identificados a nivel de género o especie, siguiendo para ello claves específicas (Meisch, 2000).

Los humedales se agruparon en tipologías atendiendo a los criterios propuestos por Boix *et al.* (2005) en función de la salinidad y temporalidad. De esta manera se han establecido tres categorías (Tabla 1): (i) humedales temporales dulces-subsalinos-hiposalinos (TDSH); (ii) humedales permanentes dulces-subsalinos-hiposalinos (PDSH) y (iii) humedales temporales mesosalinos-hipersalinos (TMH). Los valores de salinidad se han establecido siguiendo la clasificación de Hammer (1986): (i) dulce (< 0.5 g/l); (ii) subsalino (0.5-3 g/l); (iii) hiposalino (3-20 g/l); mesosalino (20-50 g/l); hipersalino (> 50 g/l). Esta agrupación genera un muestreo poco equilibrado entre tipologías debido al desigual número de humedales en cada una de ellas.



**Figura 1.** Mapas de localización de los humedales objeto de estudio (A). Distribución de las citas bibliográficas registradas de *Eucypris virens* (B), *Ilyocypris gibba* (C) y *Eucypris mareotica* (D) en la Península Ibérica. En cada figura se diferencia entre (i) poblaciones actuales partenogénicas en otros humedales de la Península Ibérica (•); (ii) poblaciones actuales singámicas (\*); (iii) poblaciones fósiles del periodo Mioceno a Holoceno (+); y (iv) poblaciones localizadas en este estudio (o). *Location maps of the studied wetlands (A). Distribution of recorded records of Eucypris virens (B), Ilyocypris gibba (C) and Eucypris mareotica (D) in the Iberian peninsula. Parthenogenetic (female-only) and syngamic (with male) populations are marked with different symbols. In each figure, a difference is made between (i) current parthenogenetic populations in other wetlands of the Iberian Peninsula (•); (ii) current syngamic populations (\*); (iii) fossil populations from the Miocene to Holocene (+); and (iv) populations located in this study (o).*

## Análisis de los datos

Para describir los patrones de diversidad en estos tres grupos de humedales se han estimado los valores de riqueza específica y singularidad (Boix et al., 2008):

$$S = \left(\frac{e}{E}\right) \cdot 100$$

donde  $S$  es el índice de singularidad de cada tipología de humedales;  $e$  es el número de especies encontrado en cada una de esas tipologías y no en el resto de tipologías, y  $E$  es la riqueza específica de cada tipología.

En relación con la riqueza específica para cada una de estas tres tipologías de humedales,

es importante reconocer la dificultad inherente de obtener el inventario completo de las especies presentes, sobre todo en invertebrados (Hortal et al., 2006). Para valorar los resultados obtenidos, y con ayuda del software EstimateS 8.2.0., se ha procedido a ajustar curvas de acumulación de especies frente al número de muestras recolectadas (Moreno & Halfpeter, 2001). Posteriormente se ha evaluado la calidad del muestreo utilizando la ecuación de Clench ( $S_n$ ) que permite modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo realizado y la riqueza específica obtenida (Moreno & Halfpeter, 2000; Hortal et al., 2006):

$$S_n = \frac{a \cdot n}{(1 + b \cdot n)}$$

siendo  $a$  la tasa de incremento de nuevas especies al principio del inventario;  $b$  es un parámetro relacionado con la forma de la curva, y  $n$  es el esfuerzo de muestreo. Los datos fueron ajustados por medio del estimador no lineal de Hooke-Jeeves con el software Statistica 7.0. Los parámetros de la ecuación de Clench nos permiten obtener información sobre (i) la fiabilidad de nuestros inventarios ( $R_i$ ); (ii) la tasa de fauna registrada ( $R_f$ ); (iii) el esfuerzo de muestreo necesario para identificar a todas las especies presentes en el área de muestreo ( $n_q$ ) y (iv) el número teórico de especies presentes en cada tipología de humedales ( $N_{ts}$ ):

$$R_i = \frac{a}{(1 + b \cdot n)^2}$$

$$R_f = \frac{S_{obs}}{a/b}$$

$$n_q = \frac{q}{[b \cdot (1 - q)]}$$

$$N_{ts} = \frac{a}{b}$$

siendo  $S_{obs}$  la riqueza observada de especies y  $q$  el porcentaje de especies que se pretende registrar (en nuestro caso el 90 %). Tal y como indican Hortal & Lobo (2002), valores de  $R_i$  inferiores a 0.1 indican que el inventario está cerca de ser completo.

Finalmente se ha procedido a realizar un escalamiento multidimensional no métrico o NMDS, de sus siglas en inglés (McCune & Grace, 2002) con los datos de presencia-ausencia de los distintos taxones de la comunidad de ostrácodos. La matriz de distancia fue estimada con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis. Para la comparación de las matrices, un total de 999 permutaciones de Monte

**Tabla 1.** Características limnológicas de los humedales estudiados. Sustrato Geológico: materiales sedimentarios (Se); materiales calizos-dolomíticos (Ca); materiales silíceos (Si). Hidroperiodo: humedal permanente (P); humedal temporal con ciclo anual largo (> 5 meses – TCL); humedal temporal con ciclo anual corto (< 5 meses – TCC). Tipologías: humedal temporal dulce-subsalino-hiposalino (TDSH); humedal permanente dulce-subsalino-hiposalino (PDSH); humedal temporal mesosalino-hipersalino (TMH). *Limnological characteristics of the wetlands studied. Geologic materials: sedimentary materials (Se); limestone-dolomitic materials (Ca); siliceous materials (Si). Hydroperiod: permanent ponds (P); temporary ponds with large annual cycle (> 5 months – TCL); temporary ponds with short annual cycle (< 5 months – TCC). Typologies: temporary fresh-subsaline-hyposaline ponds (TDSH); PDSH: permanent fresh-subsaline-hyposaline pond (PDSH); temporary mesosaline-hypersaline pond (TMH).*

Humedal	Coordenadas (Latitud/Longitud)	Altitud (m)	Área Máxima (ha)	Profundidad máxima (cm)	Conductividad (mS/cm)	Sustrato Geológico	Hidroperiodo	Tipología	
1	Rincón del Muerto	37°45'4.8"N / 4°16'57.8"O	265	4.20	166	17.5-74.2	Se	TCL	TMH
2	Conde	37°34'18.6"N / 4°12'42.1"O	412	46	120	37.69	Se	TCL	TMH
3	Hituelo	37°45'12.5"N / 4°4'1.5"O	476	3.80	179	0.48-0.56	Se	TCL	TDSH
4	Rumpisaco	37°44'9.1"N / 4°1'17.1"O	538	4.00	33	0.31-1.24	Se	TCL	TDSH
5	Nava de la Zarzuela	37°32'0.8"N / 3°46'2.9"O	1254	0.20	30	0.47	Ca	TCC	TDSH
6	Garcéz	37°50'42.7"N / 3°52'30.6"O	441	7.90	355	0.37-3.20	Se	P	PDSH
7	Prados del Moral	37°50'44.5"N / 3°48'25.1"O	389	4.80	120	0.92-3.54	Se	TCC	TDSH
8	Cirueña	37°51'19.7"N / 3°40'55.4"O	465	3.80	20	2.30	Se	TCC	TDSH
9	Chica	37°55'41.5"N / 3°34'8.2"O	370	5.80	80	0.60-2.80	Se	TCL	TDSH
10	Argamasilla	37°52'27.4"N / 3°32'3.9"O	484	4.80	220	2.66-3.67	Se	TCL	TDSH
11	El Ardal	38°8'7.1"N / 3°36'17.2"O	400	0.50	28	0.31-1.55	Si	TCC	TDSH
12	Fernandina	38°10'37.9"N / 3°35'34.9"O	482	0.21	15	0.08	Si	TCC	TDSH
13	Santisteban	38°15'13.8"N / 3°13'1.8"O	637	3.00	90	0.34-0.47	Se	TCC	TDSH
14	La Muela	38°6'52.5"N / 2°55'49.2"O	1324	5.40	35	0.19	Ca	TCC	TDSH
15	La Iruela	37°54'38.4"N / 2°57'47.9"O	1515	0.15	28	0.16	Ca	TCC	TDSH
16	Cañada de la Cruz	38°3'51.7"N / 2°41'31.9"O	1582	3.10	32	0.14	Ca	TCC	TDSH
17	Perales	38°22'48.7"N / 3°3'26.1"O	757	5.20	105	0.08-0.24	Si	TCL	TDSH
18	Pedernoso	38°22'16.3"N / 3°0'0.0"O	724	1.40	110	0.28-1.55	Si	TCL	TDSH
19	Castillo	38°27'39.6"N / 2°44'10.9"O	780	0.60	147	0.37-1.40	Se	TCL	TDSH
20	Orcera	38°19'31.6"N / 2°35'58.5"O	1270	0.50	172	0.68	Ca	TCL	TDSH
21	Siles	38°23'17.6"N / 2°31'8.7"O	1280	1.30	234	0.11	Si	P	PDSH
22	Casillas	37°47'56.2"N / 4°1'20.2"O	442	2.70	258	0.60 <sup>1</sup>	Se	TCL	TDSH

<sup>1</sup> Dato extraído de Parra & Espinoza-Villalobos (2020)

Carlo fueron realizadas. El éxito de la ordenación fue medido por un coeficiente de estrés (Clarke et al., 2014). Este método indirecto de ordenación es adecuado para examinar patrones de ordenación de humedales por especies (Dodson et al., 2009) y con matrices en las que hay una cantidad considerable de ceros (> 50 % - McCune et al., 2002). Debido a que el NMDS es relativamente insensible a la distorsión que producen especies comunes y/o raras, todas las especies fueron incluidas en el análisis. El análisis se llevó a cabo utilizando la función `metaMDS` del paquete estadístico vegan (software R versión 4.2.1). Además, se utilizó la función *envfit* que nos permite incluir las variables ambientales (Tabla 1) y nos proporciona un valor de r<sup>2</sup> que explica la asociación obtenida entre lagunas y especies.

**RESULTADOS**

La Tabla 2 muestra los datos de presencia-ausencia de las diferentes especies de ostrácodos registradas en los humedales objeto de estudio. A los datos observados se ha añadido un humedal (laguna de Casillas) y una especie (*Cypridopsis vidua* – Parra & Espinoza-Villalobos, 2020), úni-

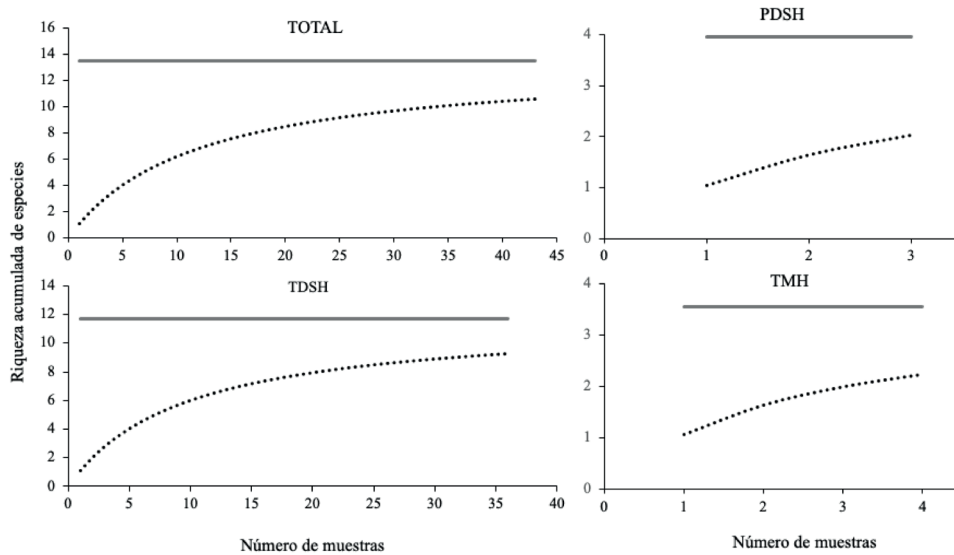
co registro junto a la cita de Baltanás et al. (1990), encontrado en la literatura sobre humedales del área de estudio para este grupo de organismos. Con esta incorporación, se han registrado 13 taxones de ostrácodos, pertenecientes a 8 géneros, con una riqueza específica por laguna que oscila entre 1 y 4 especies. Las figuras 1B, 1C y 1D muestran la distribución geográfica en la Península Ibérica de las especies más abundantes encontradas en el área de estudio (*E. virens*, *I. gibba* y *E. mareotica*, respectivamente), diferenciando entre poblaciones partenogenéticas (sólo ejemplares hembra) y singámicas (con machos).

La Tabla 3 y la figura 2 muestran las curvas de acumulación de especies tanto en el conjunto total de lagunas como en su clasificación por tipologías, estando en todos los casos el porcentaje de fauna recolectada por debajo del 80 %. Los valores de singularidad de estas diferentes tipologías de humedales (Fig. 3) indican que los humedales dulces-subsalinos temporales, la categoría más representada en el área de estudio (n = 18), son los que presentan una mayor singularidad de ostrácodos, con un valor superior al 80 %; junto con los humedales temporales meso-hipersalinos, que mostraron un valor superior al 65 %.

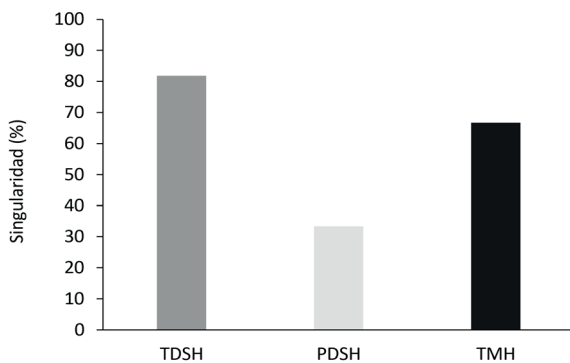
**Tabla 2.** Datos de presencia-ausencia de las diferentes especies de ostrácodos encontradas en los humedales estudiados. Humedales: (1) Rincón del Muerto; (2) Conde o Salobral; (3) Hituelo; (4) Rumpisaco; (5) Nava de la Zarzuela; (6) Garciez; (7) Prados del Moral; (8) Cirueña; (9) Chica; (10) Argamasilla; (11) El Ardal; (12) Fernandina; (13) Santisteban; (14) La Muela; (15) La Iruela; (16) Cañada de la Cruz; (17) Perales; (18) Pedernoso; (19) Castillo; (20) Orcera; (21) Siles; (22) Casillas (datos bibliográficos). *Presence-absence data of the different species of ostracods found in the studied ponds. Ponds: (1) Rincón del Muerto; (2) Conde or Salobral; (3) Hituelo; (4) Rumpisaco; (5) Nava de la Zarzuela; (6) Garciez; (7) Prados del Moral; (8) Cirueña; (9) Chica; (10) Argamasilla; (11) El Ardal; (12) Fernandina; (13) Santisteban; (14) La Muela; (15) La Iruela; (16) Cañada de la Cruz; (17) Perales; (18) Pedernoso; (19) Castillo; (20) Orcera; (21) Siles; (22) Casillas (bibliographic data).*

Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	
<i>Cypris bispinosa</i> Lucas, 1849	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Cypridopsis vidua</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Cypridopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Eucypris mareotica</i> (Fischer, 1855)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	
<i>Eucypris virens</i> (Jurine, 1820)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+♂	+	+♂	+	+♂	+♂	+♂	-	-	-	14	
<i>Herpetocypris chevreauxi</i> (Sars, 1896)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	2	
<i>Heterocypris</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	3	
<i>Heterocypris incongruens</i> (Ramdohr, 1808)	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
<i>Heterocypris barbara</i> (Gauth. & Brehm, 1928)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Ilyocypris gibba</i> (Ramdohr, 1808)	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+♂	-	-	-	-	-	+	+	-	-	5	
<i>Plesiocypridopsis newtoni</i> (Br. & Robert., 1870)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Potamocypris</i> sp.	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	4	
<i>Tonnacypris lutaria</i> (Koch, 1838)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	2	
Número de muestras (n)	3	1	2	4	1	2	2	1	2	3	2	1	3	1	1	1	5	3	3	1	1	-		
Riqueza específica (S)	2	1	2	3	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	4	1	1	1	





**Figura 2.** Curvas de acumulación de especies observada (línea discontinua) y valor del número total de especies teórico obtenido de la ecuación de Clench (línea continua). *Species accumulation curves observed (dashed line) and value of the total number of theoretical species obtained from the Clench equation (continuous line).*



**Figura 3.** Valores de singularidad obtenidos para cada una de las tres tipologías de humedales establecidos en el área de estudio. *Singularity values obtained for each of the three types of wetlands established in the study area.*

Los resultados obtenidos del análisis NMDS revelan que una ordenación de dos dimensiones, con un coeficiente de estrés de 0.008, es una excelente configuración para la interpretación del gráfico (Kruskal, 1964). La figura 4 muestra el diagrama de ordenación de los dos primeros ejes del análisis NMDS con las especies de ostrácodos y humedales. La figura 4A muestra una

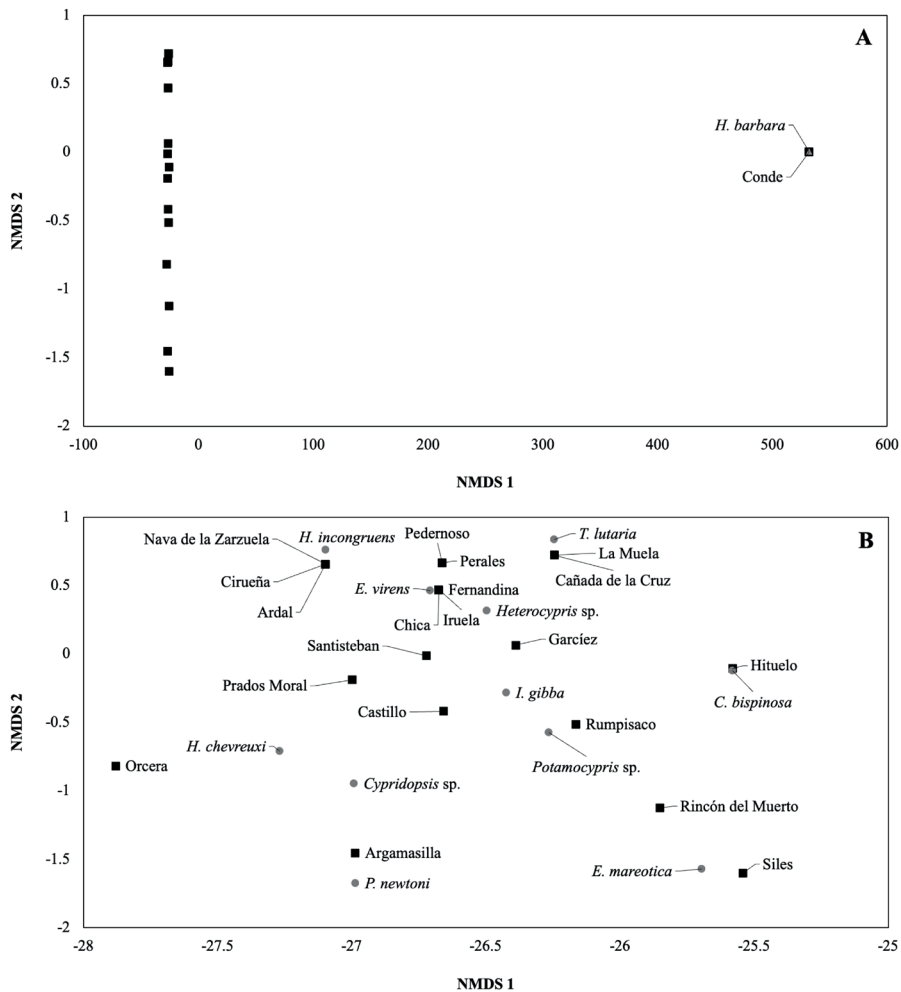
primera separación entre la laguna del Conde y el resto de humedales, por ser el único humedal con una única especie no compartida con el resto. La figura 4B es una ampliación en detalle de los resultados mostrados en la mitad derecha de la figura anterior, que nos permite observar con más claridad diversas agrupaciones de humedales en base a las especies compartidas. La Tabla 4 presenta los resultados obtenidos tras aplicar la función *envfit*, mostrando que las asociaciones observadas en el NMDS se correlacionan con el hidroperiodo y la profundidad ( $p < 0.001$ ), así como con la conductividad y el sustrato geológico sobre el que se asientan los humedales objeto de estudio ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los ostrácodos son un elemento importante de la meiofauna en numerosos ecosistemas acuáticos (Löffler & Danielopol, 1978; Martens *et al.*, 2008), habiendo sido utilizados como indicadores ecológicos (Rosenfeld & Ortal, 1982). Sin embargo, es sorprendente el escaso conocimiento de los mismos cuando se comparan con otros crustáceos (Mezquita *et al.*, 2001). Los resultados mostrados

**Tabla 3.** Resultados obtenidos la ecuación de Clench para valorar la calidad del muestreo para el total y las diferentes tipologías de humedales estudiados. *Results obtained from the Clench equation to assess the quality of the sampling for the total and the different types of studied ponds.*

	Tipologías			
	TDSH	PDSH	TMH	Total
Riqueza acumulada de especies	9.28	2.02	2.24	11.45
R <sup>2</sup> modelo de Clench	0.9986	0.9935	0.9941	0.9994
Fiabilidad del inventario	0.0538	0.3303	0.2007	0.0529
Tasa de fauna registrada (%)	78.72	50.69	63.61	78.60
Muestras recolectadas	36	3	4	43
Esfuerzo de muestreo necesario para determinar el 90% de las especies	85	26	21	106
Número total de especies teóricas	11.72	3.97	3.55	13.50



**Figura 4.** Ordenación obtenida con el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de las especies (círculos grises) y humedales (cuadrados negros). La figura B es una ampliación de la mitad izquierda de la figura A. *Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) ordination of the species (grey circles) and ponds (black squares). Figure B is an enlargement of the left half of figure A.*

en este trabajo suponen una ampliación al conocimiento de los ostrácodos en la Península Ibérica, y más concretamente en Andalucía, donde estos estudios son muy exiguos.

De los humedales aquí analizados, la laguna de Castillo fue la que presentó mayor riqueza específica de ostrácodos. En el mismo sentido, estudios previos han mostrado que esta laguna es uno de los humedales del Alto Guadalquivir con mayor riqueza de copépodos y branquiópodos (Gilbert *et al.*, 2015), seguramente porque es un ecosistema con una elevada heterogeneidad ambiental (García-Muñoz *et al.*, 2010).

El taxón con mayor presencia en el área de estudio fue *E. virens*, localizado en 14 de los humedales estudiados (Fig. 1B). Se trata de una especie típica de humedales temporales o semipermanentes (Shön *et al.*, 2000), con amplia distribución geográfica (Meisch, 2000; Marrone *et al.*, 2020). *I. gibba*, otra especie ampliamente distribuida, es la siguiente más representada en este estudio, con presencia en 5 humedales (Fig. 1C). Cabe destacar que en ambas especies se han detectado la existencia de varias poblaciones con machos (i.e. singámicas) (véase Tabla 2); en las lagunas de Castillo y Santisteban, donde coinciden ambas especies, y en las lagunas de Perales, La Iruela y Pedernoso donde solo está presente *E. virens*. La presencia de estas poblaciones singámicas podría estar relacionada con cortos e impredecibles hidroperiodos, así como con elevadas heterogeneidades ambientales (Schmit *et al.*, 2013). En el caso de *E. virens* y de *I. gibba*, la aparición de poblaciones singámicas en la zona de estudio se corresponde con el patrón denominado ‘partenogénesis geográfica’ (Vandel, 1928), característico

de diversas especies de ostrácodos en las que la mayor parte de las poblaciones se reproducen vía partenogénesis, estando las poblaciones de reproducción sexual restringidas a unas pocas localidades, generalmente del ámbito circum-mediterráneo (Horne *et al.*, 1998; Horne & Martens 1999). Los resultados de poblaciones singámicas de *E. virens* en la Península Ibérica son perfectamente conocidos, representando los resultados aportados en este trabajo las primeras citas para el sudeste de la Península Ibérica, Andalucía y la cuenca de río Guadalquivir (Fig. 1B). En el caso de *Ilyocypris gibba*, se conocen poblaciones singámicas en el Norte de África, Turquía, Corfú (Grecia), Bulgaria, Macedonia, Hungría y España (Meisch, 2000). Sin embargo, resulta relevante destacar que este estudio amplía significativamente —en número y en rango geográfico— el número de localidades con poblaciones singámicas conocidas en la Península Ibérica que hasta el momento era de sólo dos (véase Fig. 1C).

Por su parte, *Cypris bispinosa*, *Cypridopsis vidua*, *Heterocypris barbara* y *Plesiocypridopsis newtoni* fueron las especies con menor representación, habiendo sido encontradas en un único humedal cada una de ellas. Es importante hacer notar que algunos ejemplares solo pudieron ser identificados a nivel de género, a consecuencia del método de conservación (formol 4 % c.f.) que produce la descalcificación de las valvas. De este modo, el deterioro de parte del material ha impedido la identificación precisa de algunos ejemplares, aspecto que podría suponer una subestimación en el caso de que los ejemplares de *Heterocypris* sp., *Potamocypris* sp. o *Cypridopsis* sp. pertenecieran a más de una especie. En sentido opuesto, tam-

**Tabla 4.** Resultados obtenidos con la función *envfit*. Results obtained with the *envfit* function.

VARIABLES AMBIENTALES	NMDS1	NMDS2	r <sup>2</sup>	p
Hidroperiodo	0.0053884	-0.99999	0.3782	0.007**
Conductividad	-0.0016739	-1	0.48	0.03*
Sustrato geológico	-0.0042742	-0.99999	0.3986	0.006**
Área	-0.0016971	-1	0.2127	0.112
Altitud	0.0046575	0.99999	0.2177	0.076
Profundidad	0.0029449	-1	0.4001	0.008**

\*\* $p < 0.01$ ; \* $p < 0.05$



bién podría dar lugar a una sobrestimación, si los ejemplares se correspondieran con alguna de las especies ya identificadas. Así, por ejemplo, todos los individuos de *Cypridopsis* sp. pudieran ser *C. vidua*, algo bastante plausible dado que esta especie es muy típica de humedales temporales (Mezquita et al., 2005; Poquet et al., 2008), y que según nuestros datos parece estar asociada a humedales con cierta salinidad (subsalinos).

Del resto de especies encontradas es importante destacar la presencia de *E. mareotica*, especie paleártica con un amplio rango de distribución que abarca desde la Península Ibérica y el Norte de África en el occidente, hasta el altiplano tibetano en Asia Central. Dentro de Europa, ha sido ampliamente citada en España (Baltanás, 1992; Reed, 1996; Roca & Juliá, 1997; Roca et al., 2000) (Fig. 1D), pero también se conoce en Grecia (Klie, 1941; Fuhrmann, 2012; Rasouli et al., 2016), Bulgaria (Klie, 1937), Ucrania y Georgia (Bronstein, 1947), la zona europea de Turquía (Altınsoğlu, 2001) y, en forma de restos fósiles procedentes de sedimentos holocenos, del hoy desecado Salziger See (literalmente, 'Lago Salado') en el estado de Sajonia-Anhalt, Alemania (Fuhrmann, 2012). Aun cuando se trata de una especie característica de ambientes meso-hipersalinos, se ha comprobado experimentalmente su tolerancia a un amplio rango de salinidades (Santamaría et al., 1992; Mezquita et al., 2001; Anufrieva et al., 2018). Esta circunstancia, que también ha sido observada en algunas comunidades de insectos acuáticos (Arribas et al., 2019), explica que en el presente estudio se haya detectado su presencia en dos humedales de contrastada naturaleza: Rincón del Muerto (humedal meso-hipersalino); y Siles (humedal dulce) (Tabla 2).

Los resultados de las curvas de acumulación de especies, tanto en el conjunto total de lagunas como en su clasificación por tipologías (Fig. 2), indican que sería necesario ampliar el esfuerzo de muestreo 2.5 veces para poder recolectar el 90 % de las especies presentes en el área de estudio, estando en todos los casos el porcentaje de fauna recolectada por debajo del 80 %, por lo que la fiabilidad del inventario nunca alcanza el valor de 0.1 establecido como óptimo por Hortal & Lobo (2002). Estos resultados se acercan menos al óptimo en las tipologías PDSH y TMH, aquellas con

menor representación en la zona de estudio y con un menor número de muestras recolectadas. Esta deficiencia podría haberse solucionado con un mayor esfuerzo de muestreo, por ejemplo mensual en lugar de estacional, en estos humedales. Sin embargo, es importante resaltar que para los humedales mesosalinos-hipersalinos (TMH), el número de especies de ostrácodos presentes es limitado, con reducidos cambios en su riqueza (Baltanás et al., 1990); algo que también ocurre en otros grupos de crustáceos (Por, 1980; Gilbert et al., 2015). En este sentido, los datos obtenidos por Baltanás et al. (1990) en la laguna del Conde, mostraron la misma especie aquí localizada (*H. barbara*), cuestión que da fiabilidad a nuestros resultados.

Otro motivo que reforzaría la necesidad de ampliar el muestreo, deriva del método de recolección, óptimo para el estudio de la comunidad planctónica (Gilbert et al., 2015), pero no el idóneo para capturar el meiobentos (Danielopol et al., 2002). Sin embargo, en sistemas acuáticos someros, la mayoría de los incluidos en este estudio, la diferencia entre plancton y bentos queda muy difuminada por lo que la comunidad meiobentónica ha podido ser recolectada con esta metodología. A pesar de estas limitaciones, la información compilada en este trabajo es una valiosa aportación al conocimiento de la comunidad de ostrácodos en las distintas tipologías de humedales presentes en el área de estudio.

Los valores de singularidad obtenidos en este trabajo (Fig. 3) señalan la mayor importancia de los humedales temporales dulces-subsalinos, y los meso-hipersalinos. Estudios previos han mostrado similares resultados para la comunidad zooplancónica (copépodos y branquiópodos – Gilbert et al., 2015). Sin embargo, es digno mencionar que, aunque nuestros resultados han mostrado una mayor singularidad de los humedales temporales dulces-subsalinos, resultados bibliográficos obtenidos en otros grupos faunísticos han mostrado que, en un contexto global, los ecosistemas salinos presentan una elevada singularidad (Sánchez-Fernández et al., 2008). Todos estos resultados remarcan la importancia de este tipo de estudios en los humedales temporales, los cuales actúan como enclaves estratégicos para la conservación de la biodiversidad (Parra et al., 2021).

Los resultados obtenidos del NMDS (Fig. 4)

indican una ordenación de los humedales atendiendo a las especies de ostrácodos presentes en los mismos. La función *envfit* señala que las variables ambientales que explican esta ordenación son el hidroperiodo, la profundidad, la conductividad y el sustrato geológico. Así, por ejemplo, las lagunas con mayor temporalidad y menor profundidad (La Muela y Cañada de la Cruz) aparecen agrupadas gracias a la presencia en ellas de la especie *Tonnacypris lutaria*. Del mismo modo, ocurre en la agrupación entre las lagunas de la Nava de Zarzuela, Ardal y Cirueña, en este caso con la presencia de *Heterocypris incongruens*. Por otro lado, la agrupación de las lagunas Perales y Pedernoso, ambas con la presencia de *Heterocypris* sp., parece atender a la geología del terreno, una y otra sobre rañas (sustratos silíceos). Finalmente, y aunque no se observa de forma tan evidentemente en el análisis, la conductividad (salinidad) también sería una variable importante para la ausencia y/o presencia de determinados taxones. Este es el caso de la especie más representada en el área de estudio, *E. virens*, que no aparece en las lagunas con mayor salinidad (Rincón del Muerto y Salobral). Del mismo modo, las especies del género *Cypridopsis* parecen seleccionar humedales de carácter eminentemente subsalino (lagunas de Prados del Moral y Argamasilla). La falta de una mayor claridad en la ordenación obtenida, podría ser consecuencia tanto de la amplia distribución geográfica de la mayor parte de las especies encontradas, como de la elevada amplitud/tolerancia ecológica que presentan los ostrácodos a diversas variables ambientales, tales como la salinidad (Baltanás *et al.*, 1990; Baltanás, 1992), el hidroperiodo y su facultad de producir huevos de resistencia (McLay, 1978; Wissinger, 1999; Mesch, 2000; Aguilar-Alberola & Mesquita-Joanes, 2011), el nivel trófico (Danielopol *et al.*, 1993), la temperatura (Wang *et al.*, 2021) o el sustrato geológico (Benzie, 1989; Casado-Martínez *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2021).

Los resultados obtenidos confirman que el hidroperiodo, la profundidad, la conductividad y el sustrato geológico determinan en gran medida la presencia de ostrácodos en los humedales del Alto Guadalquivir. Además, es importante resaltar que los datos aportados suponen la primera información sobre la comunidad de ostrácodos en los

humedales de estudio (nordeste de Andalucía), que se incluyen en su mayor parte en lo que se ha denominado como complejo “Lagunas del Alto Guadalquivir” (Ortega *et al.*, 2004), un conjunto palustre donde esta comunidad era totalmente desconocida. Los datos aportados suponen también una ampliación al conocimiento de la fauna de ostrácodos en Andalucía y en la Península Ibérica en general; quedando claramente manifestada la necesidad de seguir profundizando en este tipo de estudios, una asignatura pendiente en muchos ecosistemas acuáticos y humedales de nuestro país.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Junta de Andalucía los permisos concedidos para la recolección de las muestras de zooplancton en los humedales objeto de estudio. Los autores también desean agradecer los comentarios realizados por el editor Máximo Florín y por dos revisores que han ayudado a mejorar sustancialmente el manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Alberola, J. A., & Mesquita-Joanes, F. (2011). Population dynamics and tolerance to desiccation in a crustacean ostracod adapted to life in small ephemeral water bodies. *Limnologia*, 41, 348-355. DOI: 10.1016/j.limno.2011.03.003
- Altınsaçlı, S. (2001). The ostracoda (Crustacea) fauna of lakes Erikli, Hamam, Mert, Pedina and Saka (Igneada, Kirklareli, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 25, 343-355.
- Anufrieva, E. V., Vdodovich, I. V., & Shadrin, N. V. (2018). First data on predation of *Eucypris mareotica* (Crustacea, Ostracoda) in hypersaline waters. *Food Webs*, 16, e00090. DOI: 10.1016/j.fooweb.2018.e00090
- Armengol, J., Estrada, M., Guiset, A., Margalef, R., Planas, D., Toja, J., & Vallespinós, F. (1975). Observaciones limnológicas en las lagunas de La Mancha. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 4, 11-27.
- Arribas, P., Gutiérrez-Cánovas, C., Botella-Cruz, M., Cañedo-Arguelles, M., Carbonell, A. J., Millán, A., Pallarés, S., Velasco, J. & Sánchez-Fernández, D. (2019). Insect com-

- munities in saline waters consist of realized but not fundamental niche specialists. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 374, 20180008. DOI: 10.1098/rstb.2018.0008
- Baltanás, A., Montes, C., & Martino, P. (1990). Distribution patterns of ostracods in Iberian saline lakes. Influence of ecological factors. *Hydrobiologia*, 197, 207-220. DOI: 10.1007/BF00026951
- Baltanás, A. (1992). A contribution to the knowledge of the cypridid ostracode fauna (Crustacea, Ostracoda, Cyprididae) on the Iberian Peninsula, and a comparison with adjacent areas. *Archiv für Hydrobiologie/Suppl.*, 90, 419-452.
- Barut, I. F., Nazik, A., Balkis, N., Aksu, A., & Erşan, M. S. (2015). Ostracoda as bioindicators of anthropogenic impact in salt lakes, salt pans, and a lagoon: A case study from the Gulf of Saros coast (NE Aegean Sea), Turkey. *Revue de Micropaléontologie*, 147, 1-9. DOI: 10.1016/j.revmic.2015.10.001
- Benzie, J. A. H. (1989). The distribution and habitat preference of ostracods (Crustacea: Ostracoda) in a coastal sand-dune lake, Loch of Strathbeg, north-east Scotland. *Freshwater Biology*, 22, 309-321. DOI: 10.1111/j.1365-2427.1989.tb01104.x
- Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Badosa, A., Brucet, S., López-Flores, ... Quintana, X. D. (2008). Patterns of composition and species richness of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in Mediterranean water bodies. *Hydrobiologia*, 597, 53-69. DOI: 10.1007/978-90-481-9088-1\_6
- Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Martínoy, M., Gifre, J., & Quintana, X. D. (2005). A new index of water quality assessment in Mediterranean wetlands based on crustaceans and insect assemblages: the case of Catalunya (NE Iberian Peninsula). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Conservation*, 15, 635-651. DOI: 10.1002/aqc.750
- Bronshtein, Z. S. (1947). *Freshwater Ostracoda. Fauna of the USSR. Crustaceans. Vol. II, No. 1.* Academy of Sciences of the USSR Publications. Moscow, Russia.
- Casado-Martínez, M. C., Burga-Pérez, K. F., Bebon, R., Féraud, J-F., Vermeirssen, E. L. M., & Werner, I. (2016). The sediment-contact test using the ostracod *Heterocypris incongruens*: Effect of fine sediments and determination of toxicity thresholds. *Chemosphere*, 151, 220-224. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.01.126
- Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield P. J., & Warwick R. M. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.* PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK.
- Danielopol, D. L., Handl, M., & Yin, Y. (1993). Benthic ostracods in the prealpine deep Lake Mondsee. Notes on their origin and distribution. K. G. McKenzie & J. P. Jones (eds.): In: *Ostracoda in the Earth and Life Science.* (pp. 465-479). Balkema, Rotterdam.
- Danielopol, D. L., Ito, E., Wansard, G., Kamiya, T., Cronin, T., & Baltanás, A. (2002). Techniques for collection and study of Ostracoda. J. A. Holmes & A. R. Chivas (eds.): In: *The Ostracoda, applications in Quaternary research.* (pp. 65-98). American Geophysical Union. Geophysical Monograph, 131.
- de Castro-Expósito, A., García-Muñoz, E., & Guerrero, F. (2021). Reptile diversity in a Mediterranean wetlands landscape (Alto Guadalquivir region, southeastern Spain): are they affected by human impacts? *Acta Herpetologica*, 16, 27-36. DOI: 10.36253/a\_h-9970
- Dodson, S. I., Newman, A. L., Will-Wolf, S., Alexander, M. L., Woodford, M., & Van Egeren, S. (2009). The relationships between zooplankton community structure and lake characteristics in temperate lakes (Northern Wisconsin, USA). *Journal of Plankton Research*, 31, 93-100. DOI: 10.1093/plankt/fbn095
- Escrivà, A., Rueda, J., Armengol, X., & Mesquita-Joanes, F. (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. DOI: 10.1051/kmae/2013091
- Frenzel, P., & Boomer, I. (2005). The use of ostracods from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 225, 68-92. DOI: 10.1016/j.palaeo.2004.02.051

- Fuhrmann, R. (2012). *Atlas quartärer und rezenter Ostrakoden Mitteldeutschlands*. Altenburger Naturwissenschaftlicher Forschungen.
- García-Muñoz, E., Gilbert, J. D., Parra, G., & Guerrero, F. (2010). Wetlands classification for amphibian conservation in Mediterranean landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 19, 901-911. DOI: 10.1007/s10531-009-9747-7
- Gilbert, J. D., de Vicente, I., Ortega, F., Jiménez-Melero, R., Parra, G., & Guerrero, F. (2015). A comprehensive evaluation of the crustacean assemblages in southern Iberian Mediterranean wetlands. *Journal of Limnology*, 74, 169-181. DOI: 10.4081/jlimnol.2014.993
- Hammer, U. T. (1986). *Saline Lake Ecosystems of the World*. Monographiae Biologica Volume 59. Springer. Berlin, Germany.
- Hortal, J., & Lobo, J. M. (2002). Una metodología para predecir la distribución especial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16, 151-178.
- Hortal, J., Paulo, A., Borges, V., & Gaspar, C. (2006). Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75, 274-287. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2006.01048.x
- Horne, D. J., Baltanás, A., & Paris, G. (1998). Geographical distribution of reproductive modes in living non-marine ostracods. K. Martens (ed.): In: *Sex and Parthenogenesis. Evolutionary Ecology of Reproductive Modes in Non-Marine Ostracods*. (pp. 77-99). Backhuys, Leiden. Países Bajos.
- Horne, D. J., & Martens, K. (1999). Geographical parthenogenesis in European non-marine ostracods: post-glacial invasion or Holocene stability? *Hydrobiologia*, 391, 1-7. DOI: 10.1023/A:1003508210166
- Karanovic, I., & Lee, W. (2013). On the ostracod genus *Ilyocypris*, with description of one new species from Korea and the first report of males of *I. bradyi* (Crustacea: Ostracoda: Podocopiida). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 126, 39-71. DOI: 10.2988/0006-324X-126.1.39
- Klie, W. (1937). Ostracoden und Harpacticoiden aus brackigen Gewässern an der bulgarischen Küste des Schwarzen Meeres. *Mitteilungen aus den Königlichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 10, 1-42.
- Klie, W. (1941). Susswasserostracoden aus Südosteuropa. *Zoologischer Anzeiger*, 133, 233-244.
- Kruskal, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29, 1-27. DOI: 10.1007/BF02289565
- Külköylüoğlu, O. (2004). On the usage of ostracods (Crustacea) as bioindicator species in different aquatic habitats in the Bolu region, Turkey. *Ecological Indicators*, 4, 139-147.
- Li, X., Zhai, D., Wang, Q., Wen, R., & Ji, M. (2021). Depth distribution of ostracods in a large fresh-water lake on the Qinghai-Tibet Plateau and its ecological and palaeolimnological significance. *Ecological Indicators*, 129, 108019. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.108019
- Löffler, H., & Danielopol, D. L. (1978). Ostracoda. J. Illies (ed.): In: *Limnofauna Europaea*. (pp. 196-208). Fischer, Stuttgart, Alemania.
- Margalef, R. (1947). Estudios sobre la vida en las aguas continentales de la región endorreica manchega. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, 4, 5-51.
- Marrone, F., Ortega, F., Mesquita-Joanes, F., & Guerrero, F. (2020). On the occurrence of *Metadiaptomus chevreuxi* (Calanoida, Diaptomidae, Paradiaptominae) in the Iberian Peninsula, with notes on the ecology and distribution of its European populations. *Water*, 12, 1989. DOI: 10.3390/w12071989
- Martens, K., Schön, I., Meisch, C., & Horne, D. J. (2008). Global diversity of ostracods (Ostracoda, Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 185-193. DOI: 10.1007/s10750-007-9245-4
- McCune, B., & Grace, J. B. (2002). *Analysis of ecological communities*. MJM Software Design. Oregon, United States of America.
- McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L. (2002). *Analysis of Ecological Communities*. MJM Software Design. Oregon, United States of America.
- McLay, C. L. (1978). Comparative observations on the ecology of four species of ostracods living in a temporary freshwater puddle. *Canadian Journal of Zoology*, 56, 663-675. DOI: 10.1139/z78-094
- Meisch, C. (2000). *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. Spektrum Akad-



- emischer Verlag GmbH, Heidelberg. Berlin. Alemania.
- Mezquita, F., Sanz-Brau, A., & Miracle, M. R. (1996). New data on freshwater ostracod assemblages (Crustacea, Ostracoda) from Cuenca (Central Spain). *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, 97, 239-247.
- Mezquita, F., Griffiths, H. I., Domínguez, M. I., & Lozano-Quilis, M. A. (2001). Ostracoda (Crustacea) as ecological indicators; a case study from Iberian Mediterranean brooks. *Archiv für Hydrobiologie*, 150, 545-560. DOI: 10.1127/archiv-hydrobiol/150/2001/545
- Mezquita, F., Roca, J., Reed, J., & Wansard, G. (2005). Quantifying Species–Environment Relationships in non-marine Ostracoda for ecological and palaeoecological studies: Examples using Iberian data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 225, 93-117. DOI: 10.1016/j.palaeo.2004.02.052
- Mezquita, F., Aguilar-Alberola, J. A., Carbonell, E., Escrivà, A., Rueda, J., Schmit, O., & Zamora, L. (2011). Introducció als ostracodes (Crustacea: Ostracoda) castellonencs. M. Tirado, & J. Castany (eds.): In: *Actes del I congrés sobre fauna de Castelló*. (pp. 37-46). Ajuntament de Castelló, Castelló, España.
- Moreno, C. E., & Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37, 149-158. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x
- Moreno, C. E., & Halffter, G. (2001). On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38, 487-490. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2001.00590.x
- Ortega, F., Castro, M. C., Parra, G., Conradi, M., & Guerrero, F. (2001). Vegetación de las lagunas endorreicas del Alto Guadalquivir. El complejo lagunar de Martos. E. Cano, A. García-Fuentes, J. A. Torres-Cordero, & C. Salazar (eds.): In: *Valoración y Gestión de Espacios Naturales. Actas de las XVII Jornadas de Fitosociología*. (pp. 229-240). Universidad de Jaén, Jaén, España.
- Ortega, F., Parra, G., & Guerrero, F. (2003). Los humedales del Alto Guadalquivir: inventario, tipologías y estado de conservación. M. Paracuellos (ed.): In: *Ecología, manejo y conservación de los humedales. Actas de la XIII Aula de Ecología*. (pp. 113-123). Instituto de Estudios Almerienses, Almería, España.
- Ortega, F., & Guerrero, F. (2003). Vegetación de las lagunas y humedales del Alto Guadalquivir. El complejo lagunar de Alcaudete-Valenzuela. J. M<sup>a</sup>. Pérez (ed.): In: *Memoriam al Prof. Dr. Isidoro Ruiz Martínez*. (pp. 101-116). Universidad de Jaén, Jaén, España.
- Ortega, F., Parra, G., & Guerrero, F. (2004). Las lagunas del Alto Guadalquivir: propuestas para su protección y conservación. J. Cachón (ed.): In: *Congreso de restauración de ríos y humedales*. (pp. 131-142). Ministerio de Fomento-Ministerio de medio Ambiente-CEDEX, Madrid, España.
- Ortega, F., & Guerrero, F. (2007). Vegetación de los humedales del Alto Guadalquivir: lagunas asociadas materiales sedimentarios y olitostromas. *Acta Granatense*, 6, 15-29.
- Ortega, F., Salazar, C., & Guerrero, F. (2007). Vegetación de los humedales del Alto Guadalquivir: las lagunas de origen kárstico y lagunas sobre rañas del noreste de la provincia de Jaén. *Acta Granatense*, 6, 1-14.
- Parameswari, E., Davamani, V., Kalaiarasi, R., Ilakiya, T., & Arulmani, S. (2020). Utilization of Ostracods (Crustacea) as Bioindicator for Environmental Pollutants. *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry*, 21, 73-93. 10.9734/irjpac/2020/v21i730182
- Parra, G., & Espinoza-Villalobos, D. S. (2020). Effects of CO<sub>2</sub>-driven acidification on the ostracod *Cypridopsis vidua*: what are its likely environmental consequences? *Toxicological and Environmental Chemistry*, 102, 284-301. DOI: 10.1080/02772248.2020.1779723
- Parra, G., Guerrero, F., Armengol, J., Brendonck, L., Brucet, S., Finlayson, M., ... Zohary, T. (2021). The future of temporary wetlands in drylands under the global change. *Inland Waters*, 11, 445-456. DOI: 10.1080/20442041.2021.1936865
- Pieri, V., Martens, K., Stoch, F., & Rossetti, G. (2009). Distribution and ecology of non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from Friuli Venezia Giulia (NE Italy). *Journal of Limnology*, 68, 1-15. DOI: 10.4081/jlimnol.2009.1

- Poquet, J. M., Mezquita, F., Rueda, J., & Miracle, M. R. (2008). Loss of Ostracoda biodiversity in western Mediterranean wetlands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 280-296. DOI: 10.1002/aqc.831
- Por, F. D. (1980). A classification of hypersaline waters, based on trophic criteria. *Marine Ecology*, 1, 121-131. DOI: 10.1111/j.1439-0485.1980.tb00214.x
- Rasouli, H., Scharf, B., Meisch, C., & Aygen, C. (2016). An updated checklist of the Recent non-marine Ostracoda (Crustacea) of Iran, with a redescription of *Eucypris mareotica* (Fischer, 1855). *Zootaxa*, 4154, 273-292. DOI: 10.11646/zootaxa.4154.3.3
- Reed, J. M. (1996). The potential of diatoms, ostracods and other indicators for Holocene palaeoclimate research in southern Spanish salt lakes. *Limnetica*, 12, 25-39.
- Roca, J. R., & Julià, R. (1997). Late-glacial and Holocene lacustrine evolution based on ostracode assemblages in southeastern Spain. *Geobios (Lyon)*, 30, 823-830. DOI: 10.1016/S0016-6995(97)80183-0
- Roca, J. R., Mezquita, F., Rueda, J., Camacho, A., & Miracle, M. R. (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, 311-319. DOI: 10.1071/MF99103
- Rosenfeld, A., & Ortal, R. (1982). Ostracodes as indicators of water pollution in Nahal Harod, northern Israel. R. F. Maddocks (ed.): In: *Applications of Ostracoda*. (pp. 229-237). University of Houston, Houston, United States of America.
- Rossetti, G., Bartoli, M., & Martens, K. (2004). Limnological characteristics and recent ostracods (Crustacea, Ostracoda) of freshwater wetlands in the Parco Oglia Sud (Northern Italy). *International Journal of Limnology*, 40, 329-341. DOI: 10.1051/limn/2004030
- Rosati, M., Rossetti, G., Cantonati, M., Pieri, V., Roca, J. R., & Mesquita-Joanes, F. (2017). Are aquatic assemblages from small water bodies more stochastic in dryer climates? An analysis of ostracods spring metacommunities. *Hydrobiologia*, 793, 199-212. DOI: 10.1007/s10750-016-2938-9
- Rueda-Sevilla, J., Aguilar-Alberola, J. A., & Mezquita, F. (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, 9-29.
- Ruiz, F., Abad, M., Bodergat, A. M., Carbonel, P., Rodríguez-Lázaro, J., González-Regalado, M. L., ... Prenda, J. (2013). Freshwater ostracods as environmental tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 1115-1128. DOI: 10.1007/s13762-013-0249-5
- Ruiz, F., González-Regalado, M. L., Baceta, J. I., & Muñoz, J. M. (2000). Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from low- and high-polluted southwestern Spanish estuaries: a multivariate approach. *Marine Micropaleontology*, 40, 345-376. DOI: 10.1016/S0377-8398(00)00048-7
- Ruiz, F., González-Regalado, M. L., & Muñoz, J. M. (1997). Multivariate analysis applied to total and living fauna: seasonal ecology of recent benthic ostracoda off the North Cádiz Gulf (SW Spain). *Marine Micropaleontology*, 31, 183-203. DOI: 10.1016/S0377-8398(96)00060-6
- Ruiz, F., González-Regalado, M. L., & Muñoz, J. M. (1998). Análisis de poblaciones en ostrácodos: el género *Urocythereis* en medios actuales y neógenos del SW de España. *Geobios*, 31, 61-74.
- Sánchez-Fernández, D., Bilton, D. T., Abellán, P., Ribera, I., Velasco, J., & Millán, A. (2008). Are the endemic water beetles of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands effectively protected? *Biological Conservation*, 141, 1612-1627. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.04.005
- Santamaría, L., Balsa, J., Bidondo, B., & Baltanás, A. (1992). Salinity tolerance of three ostracode species (Crustacea: Ostracoda) of Iberian saline lakes. *Hydrobiologia*, 246, 89-98. DOI: 10.1007/BF00014696
- Schmit, O., Adolfsson, S., Vandekerckhove, J., Rueda, J., Bode, S. N. S., Rossetti, G., ... Mesquita-Joanes, F. (2013). The distribution of sexual reproduction of the geographic parthenogen *Eucypris virens* (Crustacea: Ostracoda) matches environmental gradients in a tempo-



- rary lake. *Canadian Journal of Zoology*, 91, 660-671. DOI: 10.1139/cjz-2012-0236
- Schön, I., Gandolf, A., Di Masso, E., Rossi, V., Griffiths, H. I., Martens, K., & Butlin, R. K. (2000). Persistence of asexuality through mixed reproduction in *Eucypris virens* (Crustacea, Ostracoda). *Heridity*, 84, 161-169. DOI: 10.1046/j.1365-2540.2000.00647.x
- Vandel, A. (1928). La parthénogenèse géographique: contribution à l'étude biologique et cytologique de la parthénogènese naturelle. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique*, 62, 164-281.
- Wang, C., Kuang, X., Wang, H., Guo, G., & Song, G. (2021). Ostracods as a proxy for paleoclimatic change: An essential role of bioculture experiment taking *Limnocythere inopinata* (Crustacea: Ostracoda) as an example. *Ecological Indicators*, 121, 10700. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107000
- Wissinger, S. A. (1999). Ecology of wetland invertebrates, synthesis and applications for conservation and management. D. P. Batzer, R. Rader, & Wissinger, S. A. (eds): In: *Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management*. (pp. 1043-1086). John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, Estados Unidos.