

## Comunidades algales bentónicas de algunas fuentes del marjal Oliva-Pego, Comunidad Valenciana, España

Enrique A. Cantoral-Uriza<sup>1,\*</sup> y Marina Aboal Sanjurjo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad multidisciplinaria de docencia e investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, *campus* Juriquilla, Querétaro 76230, México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Algología, Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Espinardo 30100, España.

\* Autor responsable de la correspondencia: eacu@fciencias.unam.mx

Recibido: 9/11/09

Aceptado: 28/4/10

### ABSTRACT

#### Benthic algal communities of some sources of the Oliva-Pego marsh, Valencia, Spain

The Oliva-Pego marsh is an important rice and citrus growing area in the Spanish Levant. The marsh is situated in the area of maximal rainfall of the Autonomous Community of Valencia and has high temperatures year-round. This marsh presents a conductivity gradient that goes from fresh water to brackish in its main inflowing streams, which gives way to a large variety of macro and microalgae, that form characteristic groups in the different conditions. Several of these species show tropical affinity.

The results of two samplings in 1999 are presented, which were carried out in the most contrasting environmental zones –those of minimum and maximum rainfall. In each sampling site (four water bodies: Bullent River, Ullal River close to the Bullent, Bassa Sineu and the Font Sallat) pH, temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, current velocity, depth, and cationic and anionic contents of the water were assessed.

The communities studied were constituted by structural species of Cyanophyceae and Chlorophyceae. Diatoms were the most diverse group, while Cyanophyceae and Chlorophyceae formed the visible elements. As structural elements, the presence of *Homoeothrix juliana* (Meneghini) Kirchner and *Schizothrix fasciculata* (Nägeli) Gomont was to be noted in oligohaline waters and Chaetophorales, *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont, *Calothrix pulvinata* Kützing and Pleurocapsales in slightly brackish waters.

The diatoms *Encygnopsis microcephala* Grunow Krammer, *Cymbella affinis* Kützing and *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot were responsible for their chlorophyll c contribution in two streams (Río Bullent and Ullal), while *Hyalodiscus whitneyi* Ehrenberg, *Nitzschia gracilis* Hantzsch, *Navicella pusilla* (Grunow) Krammer and *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow were responsible in Font Salat, and *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot was responsible in Bassa Sineu. Characteristic communities of the different degrees of water salinity were observed in the different water bodies, composed of species with affinity for those conditions.

The sources in the marsh are fundamental as consistent providers of water, with a constancy in the species within the community, This is why they can be used as equilibrium indicators of the system, in order to understand the combined effects of salinity and water regime on marsh biodiversity. This information is important as an environmental referent for water policies and legislative measures with water quality indicators of the Water Framework Directive (WFD) of the European Community (EC), and offers a precedent for the improvement of ecological quality of both freshwater and marine systems.

**Key words:** Benthic algae, springs, Cyanophyta, diatoms, marsh, Mediterranean, Spain.

### RESUMEN

#### Comunidades algales bentónicas de algunas fuentes del marjal Oliva-Pego, Comunidad Valenciana, España

El marjal Oliva-Pego es una importante zona del Levante Español en el cultivo del arroz y de cítricos. La zona se sitúa en el área de máxima pluviosidad de la Comunidad Valenciana y posee unas temperaturas elevadas durante todo el año. Este humedal presenta un gradiente de salinidad desde aguas dulces a salobres en sus principales afluentes, que provoca la presencia de una alta diversidad de macro y microalgas, que forman grupos característicos en las diferentes condiciones. Varias de estas especies presentan afinidad tropical.

Se presentan los resultados de dos recolectas en 1999 llevados a cabo en los sitios ambientales más contrastantes: de mínima y de máxima pluviosidad. En cada estación de muestreo (cuatro cuerpos de agua: Río Bullent, Ullal cercano al Río Bullent, Bassa Sineu y la Font Salat) se evaluó pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, velocidad de corriente, profundidad y los contenidos catiónicos y aniónicos del agua.

Las comunidades estudiadas estuvieron constituidas por especies estructurales de Cyanophyceae y Chlorophyceae. Las diatomeas fueron el grupo más diverso, mientras que Cyanophyceae y Chlorophyceae formaron los elementos más visibles. Como elementos estructurales cabe resaltar la presencia de *Homoeothrix juliana* (Meneghini) Kirchner y *Schizothrix fasciculata* (Nägeli) Gomont en aguas oligohalinas y *Chaetophorales*, *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont, *Calothrix pulvinata* Kützing y *Pleurocapsales* en aguas ligeramente salobres.

Las diatomeas *Encyonopsis microcephala* Grunow Krammer, *Cymbella affinis* Kützing y *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot fueron las responsables del aporte de clorofila *c* en dos corrientes (Río Bullent y en el Ullal), mientras que para la Font Salat fueron *Hyalodiscus whitneyi* Ehrenberg, *Nitzschia gracilis* Hantzsch, *Navicella pusilla* (Grunow) Krammer y *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow y para la Bassa Sineu fue *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot. Se observaron comunidades características de los diferentes grados de salinidad en las aguas, compuestas por especies afines a dichas condiciones.

Los manantiales en el marjal son fundamentales como proveedores de agua al sistema, con una constancia de las comunidades que las habitan, lo que posibilita considerarlas como indicadores de equilibrio en el sistema, para entender los efectos combinados de la salinidad y el régimen del agua en la biodiversidad del marjal. Esta información es importante como un referente ambiental para las políticas de agua y medidas legislativas con indicadores de calidad del agua de la Directiva Marco del Agua (DMA) de la comunidad Europea (CE), y ofrece un precedente para instaurar la calidad ecológica de sistemas continentales y marinos.

**Palabras clave:** Algas bénticas, manantiales, Cyanophyta, diatomeas, marjal, Mediterráneo, España.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales litorales son sistemas acuáticos que han estado muy amenazados en los últimos años y continúan estándolo debido fundamentalmente a presiones urbanísticas, de desarrollo turístico o de agricultura intensiva. En particular los marjales mediterráneos son considerados hábitats de especial protección dentro del contexto europeo (Unión Europea 2000). La Directiva Marco del Agua reconoce la importancia de las denominadas aguas de transición, en las que se incluyen marismas y marjales, para la preservación de la biodiversidad y recomienda a todos los países europeos la evaluación de su calidad biológica (Directiva Europea 2000/60/EC). Últimamente se han ido acumulando trabajos sobre este tipo de sistemas pero que se han centrado sobre todo en los sistemas leníticos y en el fitoplancton (Moss *et al.*, 2004; Villena & Romo, 2001; Villena & Romo, 2003; Romo & Villena, 2005; Romo *et al.*, 2005), sin embargo en muchos casos son predominantes los sistemas lóticos o sólo se desarrollan pequeñas char-

cas, en las que son las comunidades bentónicas las que marcan no sólo la fisonomía sino que constituyen la base de las cadenas tróficas. Esto hace necesario el estudio de bioindicadores en aguas de transición, para generar el conocimiento y las herramientas que lleven al monitoreo del agua en el marjal. Conocer la biodiversidad algal y la expresión de propiedades emergentes, es un primer paso para ello.

En muchos casos la declaración de alguna medida de protección es insuficiente porque, generalmente se carece de estudios en profundidad sobre la dinámica de las diferentes comunidades vegetales o animales, lo que hace muy difícil o imposible implementar medidas de gestión y control. La Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea ofrece una oportunidad sin precedente para implementar la calidad ecológica de sistemas de agua dulce y sistemas marinos. El manejo puede realizarse bajo el criterio de cuencas hidrográficas, y los sistemas acuáticos necesitan ser rehabilitados y manejados hacia una calidad ecológica con una visión integral considerando las actividades agrícolas, de trans-

porte, urbanísticas, tratamiento de agua, calidad de agua y suelo, políticas en la industria y la manufactura (Moss, 2007).

El Marjal Oliva-Pego se ha dedicado tradicionalmente al cultivo del arroz y de cítricos y presenta un elevado grado de antropización, que hace que sus ciclos estén regidos tanto por la dinámica de los diferentes cultivos como por la de los acuíferos (Viñals *et al.*, 1990). Los diferentes sistemas acuáticos presentan además un gradiente de salinidad desde aguas dulces a salobres (Cantoral-Uriza y Aboal, 2001). Ambos factores contribuyen a la presencia de una alta diversidad de macro y microalgas, que convierten la zona en un área de gran interés en términos de biodiversidad tanto para la Península Ibérica como para el conjunto de los países europeos (Tomás, 1981, 1988; Cantoral-Uriza y Aboal, 2001, 2008).

Los estudios publicados hasta la fecha de la zona se han centrado sobre todo en aspectos descriptivos sobre la geomorfología e hidrología (Viñals *et al.*, 1990, Álvarez-Landete, 1984, Box, 1987), sobre las comunidades de macrófitos acuáticos (Boira, 1988), de macroalgas (Cantoral-Uriza y Aboal, 2001), diatomeas (Cantoral-Uriza y Aboal, 2008) o citas puntuales de especies (Tomàs, 1981). También se pueden encontrar algunas datos florísticos y ecológicos en estudios extensivos de zonas más amplias (Carretero, 1990; Tomàs, 1988). A todos ellos hay que unir muchos estudios faunísticos en particular de aves (Úrios *et al.*, 1991).

Este estudio trata de evaluar la variación temporal y espacial de las comunidades algales bentónicas en el Marjal Oliva-Pego.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Marjal Oliva-Pego constituye la zona húmeda más septentrional de la Provincia de Alicante. Presenta una forma alargada, paralela a la costa con unos 14 km<sup>2</sup> de superficie (Fig. 1). En principio, este Marjal fue una Albufera que con el paso del tiempo, experimentó un progresivo proceso de colmatación. Su alimentación proviene de la abundante escorrentía subterránea de la zona, que es drenada por un sistema de canales y dos esta-



**Figura 1.** Ubicación de los sitios de estudio en el marjal Oliva-Pego. 1-Río Bullent; 2-Ullal; 3-Bassa Sineu; 4-Font Salat. Location of study sites in the Oliva-Pego marsh. 1-Bullent river; 2-Ullal; 3-Bassa Sineu; 4-Font Salat.

ciones de bombeo hacia los ríos Bullent-Vedat y Racons-Regalacho que riegan la albufera (Diputación Provincial de Alicante, 1992).

Contiene en su territorio numerosas surgencias tanto de aguas dulces como salobres. La aportación hídrica posee un doble origen: superficial y subterráneo, esta última, origina dos acuíferos de naturaleza distinta. Por un lado, un acuífero profundo alimentado por las aportaciones cársticas de los relieves calizos que circundan el Marjal y que se encuentra fosilizado por los depósitos margosos que constituyen la base de este espacio (Viñals *et al.*, 1990). Este acuífero, está en carga y las salidas se producen a través de las surgencias situadas al pie de las elevaciones existentes en el área (Aguas, Solinar, Salado, Bassa Sineu). El segundo acuífero, aparece en superficie y es alimentado por los flujos que provienen de los materiales detríticos cuaternarios situados al pie de las elevaciones montañosas y de las aguas que directamente recibe este espacio cuando llueve (Box, 1987). El área esta sometida a dos tipos fundamentales de contaminación, una por prácticas agrícolas y otra por vertidos de las urbanizaciones que circundan el humedal por el sur.

Las precipitaciones en esta zona se producen como lluvias torrenciales con elevados volúmenes de precipitación media anual de 905 mm en Pego Viñals *et al.* (1990). De 900-1000 mm anuales de precipitación media, de septiembre a ma-



Para la revisión microscópica de las comunidades algales se empleó un microscopio OLYMPUS modelo BH2. Para la observación de diatomeas se emplearon las cenizas de las réplicas para pigmentos (clorofilas) usando agua oxigenada y ácido clorhídrico, posteriormente se montaron en resina Naphrax. Se hicieron dos preparaciones por muestra para la evaluación de abundan-

cias. Se evaluó el número de individuos en cada preparación por microtransectos a 600X, el valor obtenido se relacionó a 4 cm<sup>2</sup> de área, y para evaluar la abundancia de las especies estructurales en las comunidades, se empleó un valor cualitativo con una escala de valores (0: ausencia; 1: 1-10%; 2: 11-25%; 3: 26-50%; 4: 51-75%; 5: 76-100%) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Especies estructurales en las comunidades. P-primavera; O-otoño; E-especie estructural. Abundancia de especies estructurales: 0: ausencia; 1: 1-10%; 2: 11-25%; 3: 26-50%; 4: 51-75%; 5: 76-100%. Bacillariophyceae: abundancias por cm<sup>2</sup>. *Structural species in the communities. P-spring; O-autumn; E-structural species; Abundance of structural species: 0: absence; 1: 1-10%; 2: 11-25%; 3: 26-50%; 4: 51-75%; 5: 76-100%. Bacillariophyceae: abundances per cm<sup>2</sup>.*

Sitios	Acrónimo	Río	Bullent	Ullal	Bassa	Sineu	Font	Salat	
Especies		P	O	P	O	P	O	P	O
<b>Cyanophyceae</b>									
<i>Calothrix parietina</i> Thuret	CAPA E			0	1				
<i>Calothrix pulvinata</i> Kützing	CAPU E						2	0	
<i>Homoeothrix crustacea</i> Woronichin	HOCR E	2	0						
<i>Homoeothrix juliana</i> (Meneghini) Kirchner	HOJU E	3	3	1	0				
<i>Homoeothrix violacea</i> (Kützing) Komárek et Kann	HOVI E					3	0		
<i>Phormidium tenue</i> (Meneghini) Gomont	PHTE E							4	0
Pleurocapsales indeterminadas	PLEU E					3	3	1	3
<i>Schizothrix fasciculata</i> (Nägeli) Gomont	SCFA E	4	4	4	4				
<i>Schizothrix</i> sp.	SCHI E							0	4
<b>Chlorophyceae</b>									
Chaetophorales indeterminadas	CHAE E					3	4	0	2
<b>Bacillariophyceae</b>									
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve	ABRE					5	42	2	5
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	AMPE					6	73		
<i>Amphora veneta</i> Kützing	AMVE					0	307		
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	BAPA					0	35		
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	COPE							37	2
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	COPLL	8	46	55	31	10	28		
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	CAFF	28	43	74	97				
<i>Encyonopsis microcephala</i> Grunow in Van Heurck	ENMI	976	1158	500	532				
<i>Navicella pusilla</i> Grunow in A. Schmidt et al.	CPUS							68	0
<i>Tabellaria fasciculata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	TAFAS					9	7		
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	GOCL	9	19	11	53				
<i>Hyalodiscus whitneyi</i> Ehrenberg	HYAL							97	8
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCRY			69	52				
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	NIGR							115	0
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	RHOI					1187	470	11	12



Para la determinación de los principales grupos algales se utilizaron las siguientes obras: Husted (1930, 1959); Geitler (1930-1932); Anagnostidis & Komárek (1985, 1988); Patrick & Reimer (1966, 1975); Starmach (1977); Germain (1981); Sheath & Burkholder (1983); Komárek & Kováčik, 1987; Sheath & Cole (1990); Sheath *et al.* (1993); Sheath *et al.* (1993a); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b); Tomás (1988); Ehrlich (1995); Witkowski *et al.* (2000); Snoeijs & Balashova (1998); Snoeijs (1993); Snoeijs & Vilbaste (1994); Snoeijs & Potapova (1995); Snoeijs & Kaperovicene (1996). Para mostrar las variables ambientales más significativas y para explicar la dinámica del sistema y relaciones de las especies con las variables ambientales, se realizaron análisis de componentes principales (PCA) y de redundancia (RDA) con el programa CANOCO (ter Braak & Smilauer, 2002).

## RESULTADOS

Los sitios de muestreo río Bullent, Ullal y Font Salat, pertenecen al río Bullent-Vedat ubicado al norte del marjal, mientras que Bassa Sineu pertenece al río Racons-Molinell, ubicado en la zona sur del Marjal (Fig. 1). Río Bullent y el Ullal presentan aguas dulces mientras que la Bassa Sineu y la Font Salat poseen aguas salobres. Todas presentaron amplia exposición a la radiación solar, con poca cobertura de vegetación, excepto en Bassa Sineu.

Las variables físicas y químicas del agua permanecieron notablemente constantes en los dos periodos (primavera-otoño). En todos los casos se trata de aguas alcalinas, bastante cálidas, de dulces a oligohalinas (con la excepción de la Font Salat que en primavera era polihalina) y bien oxigenadas. Los cationes predominantes fueron el sodio y el calcio y los aniones predominantes fueron el cloruro y el sulfato. Los niveles de nutrientes fueron moderados: es más importante la presencia de nitrato, mientras que el ortofosfato no se detectó en ninguna de las muestras analizadas. Los niveles de amonio fueron siempre bajos (Tabla 1).

Se identificaron un total de 74 especies en los cuatro puntos de recolecta del Marjal dis-

tribuidas de la siguiente forma, Cyanophyceae 16, Chlorophyceae 1, Charophyceae 2, Ulvophyceae 1, Xanthophyceae 1 y Bacillariophyceae 53. También se observaron 3 Rhodophyceae: *Batrachospermum boryanum* Sirotot, *Polysiphonia subtilissima* Montagne y *Thorea violacea* Bory y 5 Cormófitos: *Ceratophyllum demersum* Linnaeus, *Groenlandia densa* (Linnaeus) Fourn., *Myriophyllum spicatum* Linnaeus, *Potamogeton nodosus* Poiret y *Potamogeton pectinatus* Linnaeus. Se presentan las especies estructurales dominantes y las diatomeas más importantes (Tabla 2).

## Análisis por estación de muestreo

En el río Bullent *Schizothrix fasciculata* desarrollaba colonias pulviniformes muy conspicuas y poco incrustadas acompañada por *Homoeothrix juliana* (Tabla 2). Estas dos especies fueron las principales productoras de biomasa (Tabla 3). Fue notable la elevada proporción de ficobilinas de la comunidad, sobre todo en primavera, debido a la presencia de *H. juliana*. La clorofila c estuvo claramente relacionada con el dominio de *Encyonopsis microcephala*, mostrándose una mayor concentración en otoño relacionada a una mayor abundancia de la especie y de otras diatomeas asociadas como *Cocconeis placentula* var. *lineata* y *Cymbella affinis*.

En el Ullal la comunidad dominante fue similar a la del punto anterior con *Schizothrix fasciculata* como principal componente (Tabla 2). Las ficobilinas y la clorofila a se comportaron también de modo similar (Tabla 3). Las concentraciones de clorofila c se debieron al igual que el río Río Bullent, a la dominancia de *Encyonopsis microcephala* principalmente y una comunidad asociada formada por *Cymbella affinis*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Gomphonema clevei* Fricke y *Navicula cryptotenella*. A pesar de que la composición de la comunidad es notablemente constante en los dos periodos muestreados, se produce una disminución muy importante de la clorofila c en otoño. A diferencia con el punto anterior en el que no se detectó clorofila b, aquí se detectó una concentración mínima de clorofila b, debido a la presencia de pequeñas clorofíceas epífitas.

**Tabla 3.** Concentración de pigmentos y pesos secos de las diferentes comunidades del marjal Oliva-Pego. PBP-ficobilinas totales; PS-peso seco; PSSC-peso seco sin cenizas; n.d. no detectado. Las clorofilas y las ficobilinas están en ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ); PS y PSSC están en ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ). P-primavera; O-otoño.  $N = 3$ ; s-desviación standard. *Pigment concentrations and dry weights of the different communities in the Oliva-Pego marsh. PBP-total phycobilins; PS-dry weigh; PSSC-ash-free dry weigh; n.d. non detected. Chlorophyll and phycobilin expressed in  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ; PS y PSSC are expressed in  $\text{mg}/\text{cm}^2$ . P-Spring; O-autumn.  $N = 3$ ; s-standard deviation.*

Sitios	Río Bullent			Ullal			Bassa Sineu				Font Salat					
	P	s	O	s	P	s	O	s	P	s	O	s	P	s	O	s
Clorofila a	0.530	0.069	0.920	0.119	0.456	0.049	1.157	0.146	0.982	0.110	0.408	0.046	1.042	0.125	0.765	0.093
Clorofila b	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.042	0.049	0.039	0.146	0.467	0.110	0.211	0.046	n.d.	n.d.	0.092	0.093
Clorofila c	0.025	0.069	0.034	0.119	0.159	0.049	0.058	0.146	0.024	0.110	0.002	0.046	0.233	0.125	0.050	0.093
Chl b/Chl a	n.d.		n.d.		0.092		0.034		0.475		0.517		n.d.		0.120	
Chl c/Chl a	0.047		0.036		0.348		0.050		0.024		0.005		0.224		0.065	
PBP	0.008	0.001	0.009	0.001	0.055	0.012	0.009	0.001	0.005	0.001	0.002	0.001	0.017	0.004	0.004	0.001
PS	10.170	0.903	10.960	2.237	57.920	19.551	51.600	1.214	3.200	0.953	3.717	0.617	83.770	10.287	10.675	4.027
PSSC	2.250	0.379	3.430	1.435	20.920	12.801	16.660	0.590	1.060	0.236	1.260	0.158	31.030	1.175	3.491	1.265

Al realizar la relación Chl b/Chl a y Chl c/Chl a, las diatomeas fueron el grupo dominante en Río Bullent y Ullal en ambas épocas, mientras que en Bassa Sineu y Font Salat dominaron los clorófitos representados por Chaetophorales (Tabla 3).

En Río Bullent y el Ullal sobresalieron a parte de las ya mencionadas, un conjunto de diatomeas con afinidades de aguas con elevada conductividad, ambientes oxigenados, que no presentaron una abundancia considerable como: *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Navicula minuscula* Grunow in Van Heurck, *Denticula elegans* Kützing y *Surirella linearis* var. *helvetica* (Brun) Meister.

En Bassa Sineu se presentó una concentración importante de clorofila b (Tabla 3) debida a la presencia de Chaetophorales que formaban películas en los dos periodos. Las Chaetophorales y las Pleurocapsales constituyeron la base de la comunidad todo el año, y a ellas se debieron los elevados valores de clorofila a. Cabe destacar el valor de ficobilinas en primavera (que no se detecto en otoño), debido a la presencia *Homoeothrix violacea* (Kützing) Komárek et Kann en este periodo. La clorofila c estuvo dada principalmente por *Rhoicosphenia abbreviata* que formó prácticamente una población mono-específica en primavera y se asoció en otoño con *Amphora veneta* Kützing (Tabla 2).

En Font Salat los principales elementos estructurales en primavera fueron *Phormidium te-*

*nue* y *Calothrix pulvinata*, mientras que en otoño fueron *Schizothrix* sp., Pleurocapsales y Chaetophorales (Tabla 2). Los valores de clorofila a fueron relativamente elevados en los dos periodos. En otoño se observo el desarrollo de Chaetophorales, que incrementaron la concentración de clorofila b que era indetectable en primavera (Tabla 3). Es importante notar que las comunidades analizadas son de ambientes distintos, por ello su poca similitud. La importante concentración de clorofila c de primavera se debió a *Nitzschia gracilis*, *Navicella pusilla* Grunow y, sobre todo, a *Hyalodiscus whitmey* debido a su gran tamaño.

Algunos taxones: *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Kolbesia amoena* Hustedt, *Achnanthes brevipes* Agardh var. *intermedia* (Kützing) Cleve, *Amphora coffeaeformis* (Agardh) Kützing, *Bacillaria paradoxa* Gmelin, *Diploneis bombus* Ehrenberg, *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, *Melosira moniliformis* var. *octogona* (Grunow) Hustedt, *Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory y *Nitzschia dubia* W. Smith presentaron afinidades salobres y aunque se recolectaron en los dos puntos anteriores, no jugaron un papel importante respecto a su abundancia al interior de las comunidades. *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Encyonopsis microcephala*, *Cymbella affinis* y *Diploneis oblongella* (Naegeli) Cleve-Euler penetraron en aguas algo salobres pero nunca fueron dominantes (Tabla 2).

### Análisis estadístico

Los dos primeros ejes del PCA explicaron el 81.3 % de la varianza. La temperatura del agua, la conductividad y la clorofila c estaban significativa y positivamente correlacionados con el primer eje mientras que el pH estaba positivamente y el nitrato negativamente correlacionados con el segundo eje. Este análisis separa claramente las estaciones de agua dulce de las salinas. Las de agua dulce se caracterizan por su menor pH, temperatura y concentración de nitratos y su mayor oxigenación y velocidad de corriente. Las de agua salina se caracterizan por su temperatura, conductividad, pH y concentración de clorofila c más elevados.

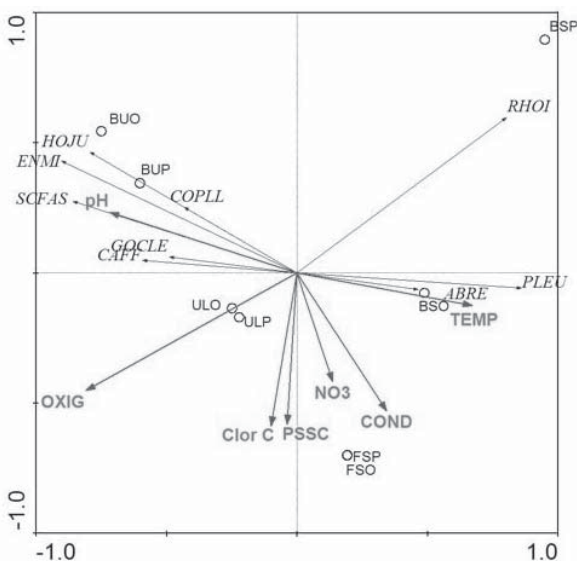
Los dos primeros ejes del análisis de RDA explican el 90 % de la varianza. Este análisis separa los cuatro tipos de ambientes muestreados y muestra la escasa variación estacional de las condiciones y de las comunidades en todos los casos, excepto en la Bassa Sineu (Fig. 2). *Homeothrix juliana*, *Schizothrix fasciculata*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Cymbella affinis*, *Encyone-*

*ma microcephala*, *Gomphonema clevei*, el pH y el oxígeno disuelto están significativa y negativamente correlacionados con el primer eje del análisis mientras que las Pleurocapsales indeterminados, *Achnanthes brevipes* y *Rhoicosphenia abbreviata* lo están positivamente. La conductividad, la concentración de clorofila c, el peso seco sin cenizas y levemente la concentración de nitrato están negativamente correlacionados con el segundo eje, mientras que *Homoeothrix juliana*, *Encyonema microcephala* y *Rhoicosphenia abbreviata* lo están positivamente.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las surgencias tuvieron un ambiente estable, que se reflejó en las comunidades que las habitan, y el río Bullent, que se alimenta fundamentalmente de ellas, también presentó una notable constancia en sus comunidades epilíticas tanto en composición florística como en los datos de biomasa expresados como pigmentos o peso seco. El Ullal tuvo comunidades formadas por *Schizothrix fasciculata*, con una alternancia estacional marcada por la presencia de *Homoeothrix juliana* en primavera, y los consiguientes valores de ficobilinas y una mayor presencia de diatomeas como confirmó la elevada concentración de clorofila c. La disminución de la concentración de pigmentos ficobilínicos de otoño fue paralela a un aumento de la concentración de clorofila a y podría interpretarse como una probable adaptación de la comunidad a una diferente intensidad luminosa o relaciones de competencia Hasegawa *et al.* (2007).

*Schizothrix fasciculata* permaneció en el río Bullent y el Ullal en ambas épocas con una misma abundancia. En esta zona parece una especie característica de las comunidades de nacimientos de agua, y podría ser interesante proponerla como referente de surgencias limpias en la zona del Marjal. Las especies de diatomeas que han sido registradas son típicas de aguas con alta conductividad, aguas circumneutrales, ambientes oxigenados, oligohalobios, condiciones similares a ambas localidades (Patrick & Reimer, 1966; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988) y niveles tróficos de oligo a mesotrófico (Hofmann,



**Figura 2.** RDA de las especies con las variables ambientales del marjal Oliva-Pego. BU-Río Bullent; UL-Ullal; BS-Bassa Sineu; FS-Font Salat; PSSC-peso seco sin cenizas. Nomenclatura de las especies en Tabla 2. P-primavera; O-otoño. *Species' RDA with the environmental variables in the marsh Oliva-Pego.* BU-Bullent river; UL-Ullal; BS-Bassa Sineu; FS-Font Salat; PSSC-ash-free dry weight. *Species names in Table 2.* P-Spring; O-Autumn.



1994; van Dam *et al.*, 1994), por lo que en conjunto pueden proponerse como indicadoras de esas condiciones en el Marjal.

Los dos puntos con aguas salobres poseen diferencias tanto en la calidad fisicoquímica como en las comunidades que las habitan. Bassa Sineu posee un claro predominio de las algas verdes, mientras que en la Font Salat la comunidad estuvo dominada por cianofíceas. En ambos casos, la estacionalidad estuvo marcada por el desarrollo y dominio de diferentes especies de diatomeas. Estas especies, entre otras, han sido citadas en aguas de alta conductividad, de oligo a mesohalobio (Krammer & Lange-Bertalot, 1988, 1991b; Ehrlich, 1995) y son frecuentes en diferentes sistemas de aguas salobres por la zona mediterránea de la Península Ibérica (Aboal *et al.*, 2003).

Pleurocapsales, Quetoforales, *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Amphora pediculus*, *A. veneta*, *Bacillaria paradoxa*, *Tabellaria fasciculata* y *Rhoicosphenia abbreviata* indican condiciones de termicidad, ya que dominaron en la Font Salat en donde la temperatura no descendió por debajo de los veinte grados; pero *Homoethrix juliana*, *Schizothrix fasciculata*, *Cymbella affinis*, *Encyonopsis microcephala*, *Gomphonema clevei* y *Navicula cryptotenella* indican condiciones de aguas bien oxigenadas y de oligo a ligeramente mesotróficas (Hofmann, 1994; van Dam *et al.*, 1994).

Los análisis estadísticos confirman las diferencias en las comunidades de algas de los ambientes seleccionados aunque sólo diferencian claramente los de agua dulce de los de agua salobre. Los primeros se caracterizarían por sus menores temperatura y pH, la menor biomasa, tanto de diatomeas (clorofila c) como total (PSSC) y la menor eutrofización. Sus especies características fueron *Homoethrix juliana*, *Encyonema microcephala*, *Schizothrix fasciculata*, *Gomphonema clevei*, *Cymbella affinis* y *Cocconeis placentula* var. *lineata*. Las aguas salinas del marjal (con la excepción de la Bassa Sineu en primavera) se caracterizan por la mayor biomasa de sus comunidades, su elevada conductividad y temperatura y la dominancia de *Achnanthes brevipes*, *Rhoicosphenia abbreviata* y las pleurocapsales.

Los años de sequía junto con las diferentes actuaciones tendentes a incrementar las zonas de

cultivo provocan un descenso del nivel de agua en el marjal (Cantoral-Uriza y Aboal, 2001). El bajo nivel que alcanzan en ocasiones los acuíferos propicia que se produzcan introgresiones de agua marina (Box, 1987), al encontrarse éstos por debajo del nivel del mar. En general, existe suficiente cantidad de nutrientes para permitir un crecimiento vegetal importante, sobre todo de nitrato ya que el ortofosfato puede quedar retenido en los precipitados de carbonatos y muchas veces permanecen indetectables en aguas muy alcalinas. Por esta razón, y aunque normalmente sólo se cuantifica el ortofosfato, se hace necesario cuantificar el fósforo total ya que muchas algas poseen una elevada actividad fosfatásica (Whitton *et al.*, 2005).

El Marjal Oliva-Pego es un enclave de gran interés por su diversidad, el hecho de que esté alimentado fundamentalmente por surgencias lo ha preservado de la degradación, que lo muestra la constancia relativa de las comunidades epilíticas. Algunas de las especies de diatomeas parecen confirmar las apreciaciones sobre el carácter tropical de la vegetación del entorno (Boira, 1988).

Es una zona muy interesante por poseer una gran diversidad de algas así como varias especies en aguas con altas conductividades y con claras afinidades tropicales como *Kolbesia amoena* Hustedt, *Terpsinoe musica* Ehrenberg, *Hyalodiscus whitneyi*, *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère, *Diploneis oblongella* (Naegele) Cleve-Euler, *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve y *Gomphonema clevei*, que merecen un estudio en profundidad que permita conocer sus requerimientos ecológicos precisos y su distribución biogeográfica. Varias de estas especies se han observado en latitudes tropicales como México (Cantoral-Uriza, 1997). Estas comunidades diatómicas están muchas veces asociadas a macroalgas que poseen una distribución claramente tropical, como *Thorea violacea* o *Compsopogon caeruleus* (Balbis ex C. Agardh) Montagne, aunque ésta última se ha localizado también en otros puntos de la geografía española en el pasado reciente (Tomás, 1981) y en los últimos años (Egidos y Aboal, 2003). La complejidad del sistema con una riqueza de ambientes notable y una elevada diversidad en las comunidades de plantas vasculares acuáticas (Carretero, 1990), hacen

presagiar un aumento considerable del número de especies conocidas en un futuro próximo.

En relación con las asociaciones de diatomeas presentes en los sitios del Marjal, podemos decir que las especies de Río Bullent y Ullal son características de aguas oligotróficas a ligeramente mesotróficas, y las diatomeas para Bassa Sineu y Font Salat, están relacionadas a mayores concentraciones de sales, ligeramente salobres, por lo que resultarán enormemente útiles para evaluar cambios en la calidad ambiental (incremento de nutrientes), en sistemas tan amenazados como los marjales mediterráneos.

La zona del Marjal Oliva-Pego se considera como una zona de Aguas de Transición (Directiva Marco en el sector Agua de la Unión Europea) y es fundamental para su Gestión que se prevenga su deterioro, así como mejorar el estado químico y ecológico de sus aguas superficiales, y proteger y restaurar las aguas subterráneas, con acciones como prevenir su contaminación, garantizar un equilibrio entre su captación y su renovación, con una visión integral de cuenca (Moss, 2007) y una caracterización ambiental fina de las principales macro y microalgas del presente estudio, para emplearlas como referentes de indicadores ambientales. Estas acciones permitirán que el Marjal siga siendo un importante ambiente costero del Levante Español para la región mediterránea.

## AGRADECIMIENTOS

Al apoyo posdoctoral de la Universidad Nacional Autónoma de México; al Departamento de Biología Vegetal (Sección Botánica) de la Universidad de Murcia, por la infraestructura y las facilidades prestadas. Al Ministerio de Ciencia e Innovación y el proyecto CGL2006-09864, gracias al que pudimos obtener todos los datos. Al proyecto AEI-PCI A/20832/08, que posibilitó la integración de información.

## BIBLIOGRAFÍA

ABOAL M., M. ÁLVAREZ-COBELAS, J. CAMBRA & L. ECTOR. 2003. *Floristic list of non*

*marine diatoms (Bacillariophyta) from Iberian Peninsula, Balearic Islands and Canary Islands. Updated taxonomy and bibliography.* Diatom monographs (A. Witkowski (ed.)). Vol. 4. A. R. G. Gantner Verlag K.G. Germany. 639 pp.

ÁLVAREZ-COBELAS, M., C. ROJO & D. G. ANGELER. 2005. Mediterranean limnology: current status, gaps and the future. *Journal of Limnology*, 64: 13-29.

ÁLVAREZ-LANDETE, I. (Coord.) 1984. *El Marjal de Pego*. Ed. Caja Provincial de Ahorros de Alicante. Alicante, España. 286 pp.

ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK. 1985. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 1. Introduction. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement*, 71, *Algological Studies*, (38-39): 291-302.

ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement* 80, *Algological Studies*, (50-53): 327-472.

APHA. 1999. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> ed. Clesceri, L. S., A. E. Greenberg and A. D. Eaton. American Public Health Association. Washington DC. USA. 1220 pp.

BENNETT, A. & L. BOGORAD. 1973. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *The Journal of Cell Biology*, 58: 419-435.

BOIRA, H. 1988. *Flora y vegetación del Marjal de Pego-Oliva*. Ayuntamiento de Oliva. España. 191 pp.

BOX, M. 1987. *Humedales y áreas lacustres de la provincia de Alicante*. Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert. Alicante. España. 290 pp.

CANTORAL-URIZA, E. A. 1997. *Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes lóticos en la cuenca baja de la Huasteca Potosina*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 201 pp.

CANTORAL-URIZA, E. A. & M. ABOAL. 2001. El Marjal de Pego-Oliva: evolución temporal de la flora de macroalgas. *Limnetica*, 20: 159-171.

CANTORAL-URIZA, E. A. & M. ABOAL. 2008. Diatomeas (Bacillariophyceae) del Marjal Oliva-Pego, comunidad Valenciana, España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65: 111-128.

CARRETERO, C. J. L. 1990. Macrófitos acuáticos de la provincia de Alicante. *Medi Natural*, 2: 45-55.

- DAVIES, B. R., J. BIGGS, P. J. WILLIAMS, J. T. LEE & S. THOMPSON. 2008. A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia*, 597: 7-17.
- DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE. 1992. *Mapa del Agua*. Provincia de Alicante. Diputación Provincial de Alicante. Alicante. España.
- EHRlich, A. 1995. *Flora Palaestina. Atlas of the Inland-water diatom flora of Israel*. The Geological Survey of Israel. Fauna and Flora Palaestina Committee. Jerusalem. Israel. 166 pp.
- EGIDOS, A. I. & M. ABOAL. 2003. *Thorea violacea* Bory (Thoreaceae, Rhodophyceae) en fuentes del Marjal de Pego Oliva (Comunidad Valenciana). Nueva cita para la flora española. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 60: 27-32.
- GASCÓN, S., D. BOIX, J. SALA & X. QUINTANA. 2005. Variability of benthic assemblages in relation to the hydrological pattern in Mediterranean salt marsh ponds (Empordà wetlands, NE Iberian Peninsula). *Archiv für Hydrobiologie*, 163: 163-181.
- GASCÓN, S., D. BOIX, J. SALA & X. QUINTANA. 2008. Relation between macroinvertebrate life strategies and habitat traits in Mediterranean salt marsh ponds (Empordà wetlands, NE Iberian Peninsula). *Hydrobiologia*, 597: 71-83.
- GEITLER, L. 1930-1932. Cyanophyceae. In: *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. L. Rabenhorst's (ed.). Akademische Verlagsgesellschaft m. b. h. Leipzig. Germany. 1116 pp.
- GERMAIN, H. 1981. *Flore des diatomées, eaux douces et saumâtres*. Société nouvelle des éditions Boubée. Paris, France. 444 pp.
- HASEGAWA, N., M. HORI & H. MUKAI. 2007. Seasonal shifts in seagrass bed primary producers in a cold-temperate estuary: Dynamics of eelgrass *Zostera marina* and associated epiphytic algae. *Aquatic Botany*, 86: 337-345.
- HOFMANN, G. 1994. *Aufwuchs diatoms in Seen und ihre Eignung als indikatoren der trophie*. Bibliotheca Diatomologica 30. Germany. 241 pp.
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae), In: *Susswasser-Flora Mitteleuropas*. Pascher A. (ed.). Die, Heft 10 Von G. Fischer (ed). Jena. Germany. 467 pp.
- HUSTEDT, F. 1959. Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz Unter Berücksichtigung der Ubringen Länder Europas sowie der Angrenzenden Meeresgebiete, In: *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. 7, (2). L. Rabenhorst's (ed.). Leipzig. Reprint of J. C. 1971. New-York, USA. 845 pp.
- JEFFREY, S. W. & G. F. HUMPHREY. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 167: 191-194.
- JEFFREY, S. W., R. F. C. MANTOURA & S. W. WRIGHT. 1997. *Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods*. UNESCO publishing. Paris. France. 661 pp.
- KOMÁREK, J. & L. KOVÁCIK. 1987. Revision of several species of the genus *Homoeothrix* (Cyanophyta). *Preslia*, 59: 229-242.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. 2/1. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). G. Fischer Verlag, Stuttgart. Germany. 876 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. 2/2. *Bacillariophyceae*. 2. Teil: *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). G. Fischer Verlag, Stuttgart. Germany. 596 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991a. 2/3. *Bacillariophyceae*. 3. Teil: *Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). G. Fischer Verlag, Stuttgart. Germany. 576 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991b. 2/4. *Bacillariophyceae*. 4. Teil: *Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.). G. Fischer Verlag, Stuttgart. Germany. 437 pp.
- MARKER, A. F. H. 1972. The use of acetona and methanol in the estimation of chlorophyll in the presence of phaeophytin. *Freshwater Biology*, 2: 361-385.
- MOSS, B. 2007. Shallow lakes, the water framework directive and life. What should it all be about? *Hydrobiologia*, 584: 381-394.

- MOSS, B., D. STEPHEN, D. M. BALAYLA, E. BÉCARES, S. E. COLLINGS, C. FERNÁNDEZ-ALÁEZ, M. FERNÁNDEZ-ALÁEZ, C. FERRIOL, P. GARCÍA, J. GOMÁ, M. GYLLSTRÖM, L. A. HANSSON, J. HIETALA, T. KAIRESAALO, M. R. MIRACLE, S. ROMO, J. RUEDA, V. RUSSEK, A. STÄHLDLBANCO, M. SVENSSON, K. VAKKILAINEN, M. VALENTÍN, W. J. VAN DE BUND, E. VAN DONK, E. VICENTE & M. J. VILLENA. 2004. Continental-scale patterns of nutrients and fish effects on shallow lakes: synthesis of a pan-European mesocosmos experiment. *Freshwater Biology*, 49: 1633-1649.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1966. *The diatoms of the United States*. Vol. I. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. USA. 688 pp.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1975. *The diatoms of the United States*. Vol. II. Part. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. USA. 213 pp.
- QUINTANA, X. D., F. A. COMÍN & R. MORENO-AMICH. 1998. Nutrient and plankton dynamics in a Mediterranean salt marsh dominated by incidents of flooding: response of the zooplankton community to disturbances. *Journal of Plankton Research*, 20: 2109-2127.
- ROMO, S. & M. J. VILLENA. 2005. Phytoplankton strategies and diversity under different nutrient levels and planktivorous fish densities in a shallow Mediterranean lake. *Journal of Plankton Research*, 27(12): 1273-1286.
- ROMO, S., M. J. VILLENA, M. SAUQUILLO, J. M. SORIA, M. GIMÉNEZ, T. ALFONSO, V. VICENTE & M. R. MIRACLE. 2005. Response of a shallow Mediterranean lake to nutrient diversion: does it follow similar patterns as in northern shallow lakes? *Freshwater Biology*, 50: 1706-1717.
- SERRANO, L., M. D. BURGOS, A. DÍAZ-ESPEJO & J. TOJA. 1999. Phosphorus inputs to wetlands following storm events after drought. *Wetlands*, 9: 318-326.
- SHEATH, R. G. & J. M. BURKHOLDER. 1983. Morphometry of *Batrachospermum* population, intermediate between *B. boryanum* and *B. ectocarpum* (Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 19: 324-331.
- SHEATH, R. G. & K. M. COLE. 1990. *Batrachospermum heterocosticum* sp. nov. and *Polysiphonia subtilissima* (Rhodophyta) from Florida spring-fed streams. *Journal of Phycology*, 26: 563-568.
- SHEATH, R. G., D. KACZMARCZYK & K. M. COLE. 1993. Distribution and systematics of freshwater *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America. *European Journal of Phycology*, 28: 115-121.
- SHEATH, R. G., M. L. VIS & K. M. COLE. 1993a. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. Section Setacea. *Journal of Phycology*, 29: 719-725.
- SNOEIJS, P. (ed.) 1993. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*. Vol. 1. The Baltic Marine Biologists. Publ. N° 16 a. Opulus Press, Uppsala. 129 pp.
- SNOEIJS, P. & N. BALASHOVA (eds). 1998. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*. Vol. 5. The Baltic marine Biologists. Publ. N° 16 e. Opulus Press, Uppsala. 144 pp.
- SNOEIJS, P. & J. KASPEROVICIENE (eds). 1996. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*. Vol. 4. The Baltic marine Biologists. Publ. N° 16 d. Opulus Press, Uppsala. 126 pp.
- SNOEIJS, P. & M. POTAPOVA (eds). 1995. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*. Vol. 3. The Baltic marine Biologists. Publ. N° 16 c. Opulus Press, Uppsala. 126 pp.
- SNOEIJS, P. & S. VILBASTE (eds). 1994. *Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea*. Vol. 2. The Baltic Marine Biologists. Publ. N° 16 b. Opulus Press, Uppsala. 125 pp.
- STARMACH, K. 1977. *Flora Slodkowodna Polski*. Tom. 14. *Phaeophyta. Rhodophyta*. Polska Akademia Nauk. Krakow. 445 pp.
- TER BRAAK, C. J. F. & O. SMILAUER. 2002. *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows Users guide: Software from Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 500 pp.
- TOMÁS, X. 1981. *Thorea ramosissima* en un canal del litoral Valenciano. *Fol. Bot. Misc.*, 2: 71-74.
- TOMÁS, X. 1988. *Diatomeas de las aguas epicontinentales saladas del litoral mediterráneo de la península Ibérica*. Facultad de Biología, División de Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Barcelona. España. 687 pp.
- ÚRIOS, V., J. V. ESCOBAR, R. PARDO & A. GÓMEZ. 1991. *Atlas de las aves nidificantes en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia. España. 428 pp.
- VAN DAM, H., A. MERTENS & J. SINKELDAM. 1994. A coded checklist and ecological indicator



- values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal Aquatic Ecology*, 28(1): 117-133.
- VILLENA, M. J. & S. ROMO. 2001. Fitoplancton de dos lagunas de los humedales de Xeresa y Xeraco (Valencia, España). *Botanica Complutenses*, 25: 179-189.
- VILLENA, M. J. & S. ROMO. 2003. Phytoplankton changes in a shallow Mediterranean lake (Albufera of Valencia, Spain) after sewage diversion. *Hydrobiologia*, 506-509: 281-287.
- VIÑALS, M. J., A. M. CAMARASA & A. SENDRA. 1990. Factores de estabilidad en un humedal costero: el Marjal de Oliva-Pego. I Reunión Nacional de Geomorfología. 385-396. In: Gutiérrez, M., J. L. Peña & M. V. Lozano (eds.). *Actas 1ª Reunión Nacional de Geomorfología*. Tomo I. Instituto de estudio Turolenses.
- WHITTON, B. A., A. M. AL-SHEHRI, N. T. W. ELLWOOD & B. L. TURNER. 2005. Ecological aspects of phosphatase activity in cyanobacteria, eukaryotic algae and bryophytes. In: *Organic Phosphorus in the Environment*. B. L. Turner, E. Frossard and D. S. Balwin (eds.): 205-241. Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford. UK.
- WITKOWSKI, A., H. LANGE-BERTALOT & D. METZELTIN. 2000. Diatom flora of marine coasts I. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. In: *Diversity-Taxonomy-Identification*. Vol. 7. H. Lange-Bertalot (ed). A. R. G. Gantner Verlag K. G. Germany. 925 pp.
- WYMAN, M. & P. FAY. 1986. Underwater light climate and the growth and pigmentation of planktonic blue-green algae (Cyanobacteria). I. The influence of light quantity. *Proceedings Royal Society of London*, B 227: 367-380.