

***Kyliniella latvica* Skuja (Stylonemataceae, Stylonematophyceae), un rodófito indicador de buena calidad del agua**

María Eugenia García-Fernández^{1,*}, Iara Seguí-Chapuis² y Marina Aboal¹

¹ Laboratorio de Algología. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. E-30100 Murcia. España.

² Departamento de Botánica. Facultad De Ciencias. Campus de Fuentenueva. Universidad De Granada. 18071 Granada. España.

* Corresponding author: marujegf@gmail.com

Received: 29/12/11

Accepted: 2/3/12

ABSTRACT

The Rhodophyta *Kyliniella latvica* Skuja (Stylonemataceae, Stylonematophyceae), a good water quality indicator

Kyliniella latvica Skuja is a wide spread Rhodophyta scarcely reported because of its seasonality. Its presence is always linked to low-nutrient environments, and may be considered a good indicator of oligotrophy. The species has been collected in lakes and streams in America and Europe. This is the first record of the filamentous mature thallus for Spain.

Key words: Stylonematales, Rhodophyta, *Kyliniella*, seasonality, distribution, SE Spain.

RESUMEN

***Kyliniella latvica* Skuja (Stylonemataceae, Stylonematophyceae), un rodófito indicador de buena calidad del agua**

Kyliniella latvica Skuja es un rodófito de amplia distribución pero escasamente citado debido a su carácter estacional. Su presencia siempre está ligada a ambientes bajos en nutrientes, y podría considerarse un buen indicador de oligotrofia. La especie ha sido recolectada en lagos y arroyos de America y Europa. Esta es la primera vez que se cita para España de la parte madura filamentosa.

Palabras clave: Stylonematales, Rhodophyta, *Kyliniella*, estacionalidad, distribución, SE España.

INTRODUCCIÓN

Las algas rojas continentales (Rhodophyta) han sido escasamente estudiadas en la Península Ibérica hasta tiempos recientes. Aparte de los trabajos de Margalef (recogidos por Álvarez-Cobelas, 1984; Ballesteros *et al.*, 1985) se han publicado escasas aportaciones sobre el tema, que incluyen el estudio de áreas más o menos extensas como la cuenca del río Segura (Aboal, 1989a), o zonas del NE y SE de España (Sabater *et al.*, 1989), junto con

nuevas citas para la flora: *Batrachospermum borjanum* Sirodot (Prefasi & Aboal, 1994), *Batrachospermum atrum* (Hudson) Harvey (Aboal *et al.*, 1995), *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch ex West & G. S. West (Ros *et al.*, 1997), *Thorea violacea* Bory de Saint-Vincent (Egidios & Aboal, 2003) o *Batrachospermum arcuatum* Kylin (Marco & Aboal, 2008).

El género *Kyliniella* Skuja es monoespecífico y pertenece al orden Stylonematales que incluye además los géneros *Stylonema* Reinsch, *Ban-*

giopsis F. Schmitz in Engler & Prantl, *Chroodactylon* Hansgirg, *Chroothece* Hansgirg in Witrock & Nordstedt, *Purpureofilum* J. A. West, Zuccarello & J. L. Scott in J. A. West, Zuccarello, J. L. Scott, J. Pickett-Heaps & G. H. Kim, *Rhodosorus* Geitler, *Rhodospora* Geitler, y *Rufusia* D. E. Wujek & P. Timpano (Sheath & Wehr, 2003). En este orden se incluyen los rodófitos unicelulares, filamentosos o pseudofilamentosos, con varios cloroplastos, con o sin pirenoide y reproducción por división celular o monósporas (Yoon *et al.*, 2006). Anteriormente el género *Kyliniella* se incluía dentro del orden Porphyriadales junto con los géneros *Cyanidium*, *Flintiella*, *Porphyridium*, *Chroodactylon*, *Chroothece* y *Rufusia* (Sheath & Wehr, 2003), pero los análisis

moleculares actuales han esclarecido la filogenia de los mayores linajes de las algas rojas continentales y modificado su clasificación.

Kyliniella se caracteriza principalmente por presentar una parte basal discoidal, de donde parten filamentos uniseriados no ramificados que pueden alcanzar varios centímetros, con células que pueden elongarse lateralmente en forma de rizoides, que contienen cloroplastos parietales acintados de color rosáceo (Bourrelly, 1970).

Ha sido citada escasamente en cursos de agua de localidades de Europa y América (Tabla 1), aunque se le atribuye una distribución cosmopolita (Bourrelly, 1970). En este trabajo se aporta una nueva cita de esta especie para la flora algal continental española.

Tabla 1. Comparación de poblaciones de *Kyliniella latvica* del río Alhárabe con la bibliografía. *Comparison of the populations of Kyliniella latvica in Alhárabe river with the literature.*

Poblaciones	Ø Célula (µm)	Long. Célula (µm)	Ø Rizoides (µm)	Long Rizoides (µm)	Ø Filamento (µm)	Ambiente	Características ecológicas	Referencias	
América	New Hampshire (Estados Unidos)	7.4-14.8	4.9-11.1	7.4-9.9	17.3-24.7	12.4-32.1	Arroyo	Poco común en la zona litoral de los ríos, en la región de bosque caducifolio de Norte América	Flint 1953, Vis & Sheath 1993
	Rhode Island (Estados Unidos)	8.0-11.0	5.0-9.0	7.0-10.0	18.0-25.0	24.0	Arroyo		Sheath & Burkholder 1985
	Río San Francisco, Canastra (Brasil)	—	—	—	—	—	Arroyo	Recolectada sólo en invierno en zonas con sustratos poco rocosos y con poca abundancia de especies	Necchi <i>et al.</i> 2003
Europa	Lago Usma (Letonia)	9.0-10.0	14.0-22.0	7.4-9.9	10.0-150.0	10.0-19.1	Laguna	Epífita sobre <i>Chara</i> , <i>Phragmites</i> y <i>Scirpus</i>	Skuja 1926
	Río Alhárabe, Murcia (España)	8.3-29.9	17.4-40.66	8.9-12.5	156.3-170	35.78-50.92	Arroyo	Filamentos primero fijados a las rocas en zonas de corriente y después flotan en aguas remansadas oligotróficas	Este trabajo
	Austria	—	—	—	—	—	Laguna	Aguas alcalinas	Geitler 1954, Bourrelly 1970
	Francia	—	—	—	—	—	Laguna	—	Bourrelly 1970
Suecia	—	—	—	—	—	Laguna	—	Israelson 1938	

MATERIALES Y MÉTODOS

Kyliniella latvica fue recolectada en el río Alhárabe situado en la localidad de Moratalla (NO Murcia) en las coordenadas UTM WH 9130 (Fig. 1). Este río nace a 1440 m de altura y se incorpora al río Segura 50 km más abajo. Se caracteriza por tener un curso breve, un caudal irregular, superficie de 348 875 km² y una pendiente media del 24 % (López-Bermúdez, 1973). Los materiales litológicos predominantes de la cuenca son calizas, dolomías y margas. La vegetación de ribera está dominada por saucedas y helófitos como *Arundo donax* L. y *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. En zonas de aguas remansadas o en las represas proliferan los céspedes monoespecíficos de *Zannichellia palustris* L. o *Potamogeton coloratus* L. (Aboal, 1989b). El clima es mediterráneo subhúmedo con menos de 550 mm de precipitación anual, con picos en otoño y en primavera. La temperatura media anual es de 11.7 °C.

Dentro del contexto de un proyecto extensivo realizado a lo largo de un año para caracterizar los principales factores ambientales que afectan al desarrollo de las comunidades de algas en el río Alhárabe, se recolectaron muestras que se conservaron en frío hasta la llegada al laboratorio. En el campo se midieron algunas variables limnológicas (temperatura, pH, conductividad, velocidad de la corriente y profundidad). Paralelamente se tomaron muestras de agua, se filtraron con filtros de 0.45 µm de tamaño de poro y se analizó su composición química (fósforo total, ortofosfato, NO₃⁻, NO₂⁻ y Si) con los kits de análisis de aguas Merck (Spectroquant).

En el laboratorio se realizó el estudio morfológico y morfométrico del material vegetal con un microscopio óptico dotado de contraste interferencial y cámara digital (OLYMPUS BX50). Parte del material se conservó en seco y se depositó en el Herbario MUB-ALGAS. El estudio morfométrico (realizado en 40 células) se basó en los siguientes parámetros: diámetro y longitud

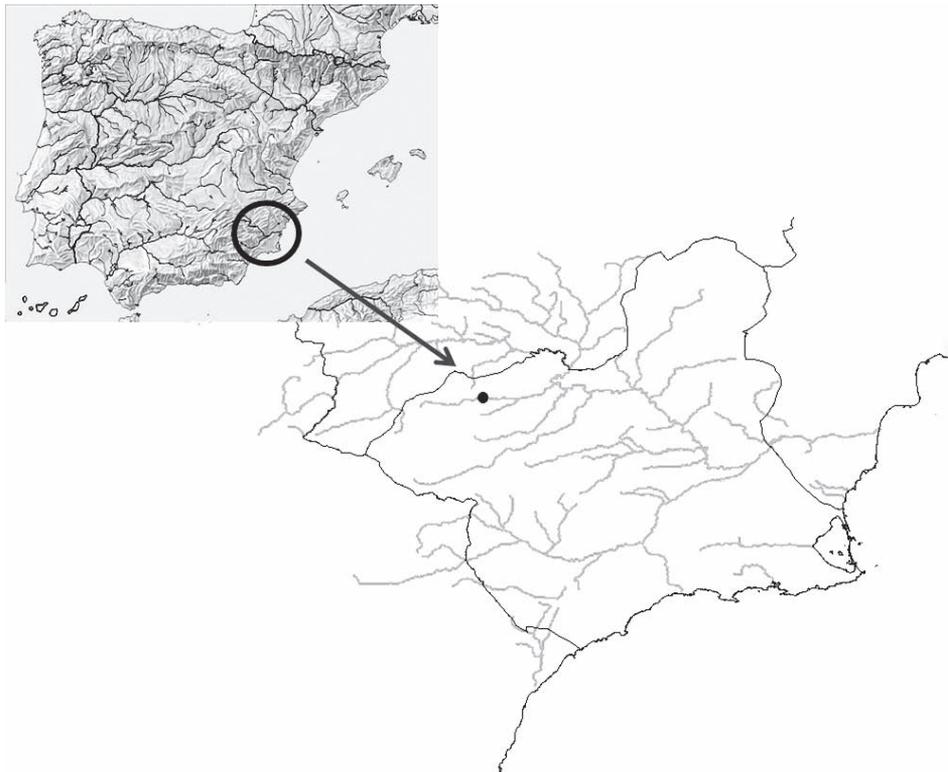


Figura 1. Localización del río Alhárabe (Moratalla, Murcia). Location of the Alhárabe river (Moratalla, Murcia).

celular, diámetro y longitud del rizoide y diámetro del filamento. Además, se valoró la actividad fosfatásica microscópicamente (la producción de las enzimas fosfatasas es una estrategia eficiente para la mineralización del fósforo orgánico disponible en el medio por las algas) con BCIPT/TNBT (5-bromo-4-cloro-3-indoxil fosfato y cloruro de nitro-azul de tetrazolio) (Elwood & Whittton, 2007). Como resultado de la tinción para la actividad fosfomonoesterasa, el BCIPT/TNBT se hidrolizó y se obtuvo un precipitado azulado-purpúreo y por tanto la localización de la enzima. *Kyliniella* fue incubada en 4 ml de solución BCIPT/TNBT a temperatura ambiente (20 °C) durante 15-20 minutos antes de añadir 0.5 M NaOH y lavar con agua desionizada. Las muestras se observaron al microscopio.

RESULTADOS

Kyliniella latvica se desarrolla durante un corto periodo de tiempo a finales del invierno o inicios de la primavera. El pH del agua es básico y la conductividad moderada. La temperatura puede alcanzar valores de hasta 9.4 °C en verano, pero en invierno, aunque no llega a congelarse, puede descender hasta 4.7 °C (Aboal *et al.*, 2005). El caudal es el parámetro que más oscila durante el periodo invierno-primavera. Las concentra-

ciones de nutrientes son escasas, los silicatos y los nitratos son los que aparecen en concentraciones mayores mientras que el ortofosfato y nitratos permanecen en niveles menores (Tabla 2). La especie posee una elevada actividad fosfatasa (BCIPT/TNBT) a lo largo de todo el año que le permite convertir el fósforo orgánico en inorgánico para poder incorporarlo.

Las matitas son de un color pardoamarillento y pueden alcanzar varios centímetros de longitud. A pesar de que aparentemente suelen vivir fijadas a plantas, en el río Alhárabe son más frecuentes sobre rocas y pueden flotar libremente en su madurez y acumularse en los remansos. La parte basal, adherida al sustrato, es discoidal y de ella parte un filamento no ramificado de 35.78-50.92 µm de diámetro o con ramas cortas (Tabla 1). Las células son más o menos discoidales de 8.3-29.9 µm de diámetro, 17.4-40.66 µm de altura, con varios cloroplastos acintados parietales, de color rosado. Poseen una gruesa vaina mucilaginososa en la que abundan bacterias epifitas. Es frecuente observar la formación de rizoideas a partir de las células del filamento (Fig. 2). Las dimensiones del material recolectado en el río Alhárabe son más grandes que las publicadas para las muestras de los ríos americanos (Flint, 1953; Vis & Sheath, 1993; Sheath & Burkholder, 1985; Necchi *et al.*, 2003) y se asemejan a las de la localidad tipo de Letonia (Skuja, 1926).

Tabla 2. Características físico-químicas del agua del río Alhárabe durante el periodo invierno-primavera. *Physical and chemical characteristics of Alhárabe river water during the winter-spring period.*

Características físico-químicas	Media	Mínimo	Máximo
T ^a (°C)	7.03	4.70	9.40
pH	8.35	8.20	8.50
Conductividad (µS/cm)	649	515	785
Caudal (L/s)	39.48	3.90	64.50
Profundidad (cm)	6.95	3.90	8.40
Radiación (PAR) (µE/m ² /s)	38.9	14.26	63.69
Alcalinidad (meq/L)	4.02	3.39	4.40
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2.85	2.85	2.86
NO ₂ ⁻ (µg/L)	8.5	6.03	10.99
Si (mg/L)	2.8	2.42	3.19
Ortofosfato (µg/L)	56.13	41.03	71.23
Fósforo total (µg P/L)	73.84	55.46	92.22

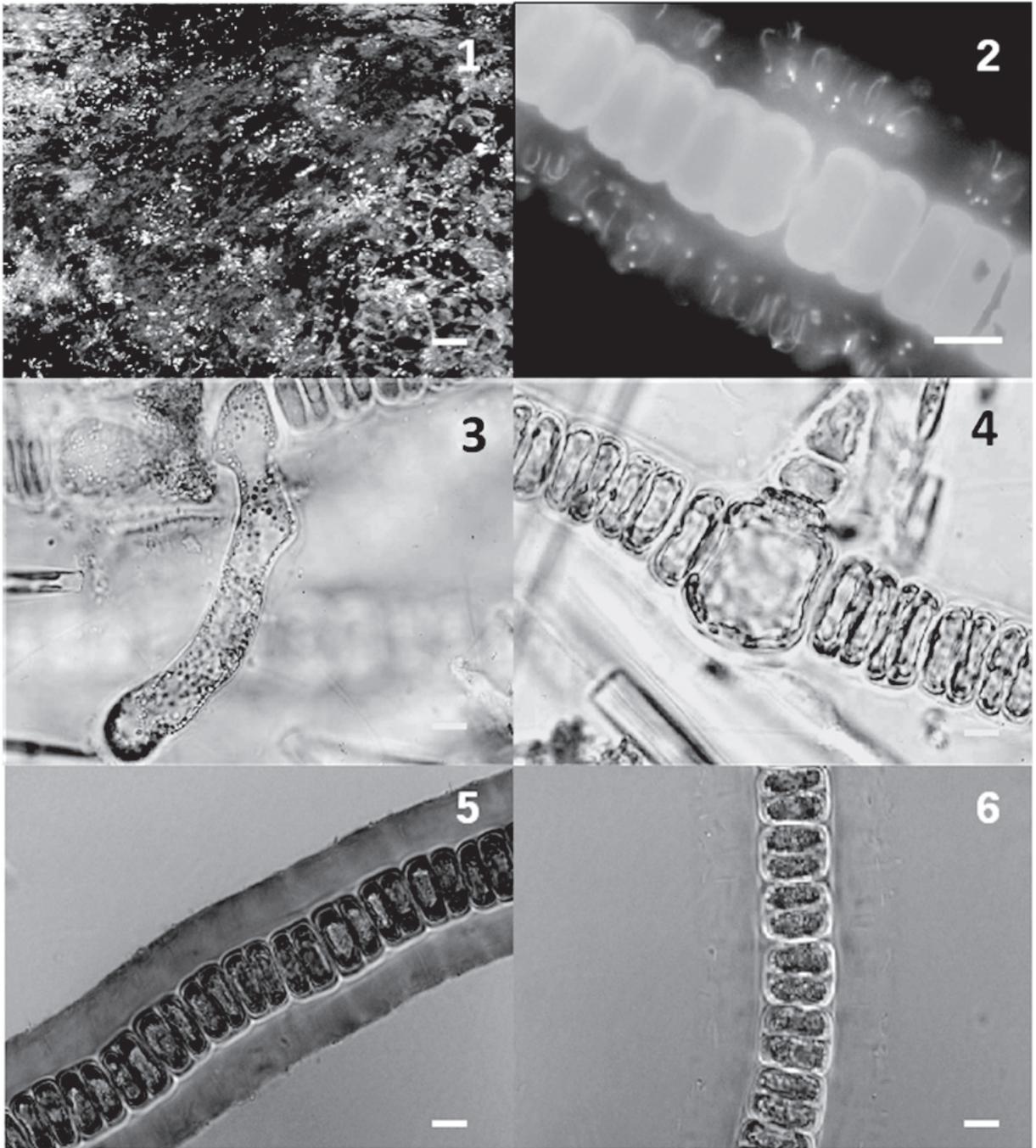


Figura 2. 1. Aspecto general de las poblaciones epilíticas de *Kyliniella latvica* en el río Alhárabe (escala 5 cm). 2. Bacterias epífitas en la vaina mucilaginosa con microscopía de fluorescencia (escala 10 μm). 3. Rizoides laterales (escala 10 μm). 4. Detalle de la formación de una pequeña rama (escala 10 μm). 5. Coloración negra que indica la transformación de fósforo orgánico en inorgánico por las enzimas fosfatasa alcalinas (BCIPT/TNBT) (escala 10 μm). 6. Control de la tinción BC IPT/TNBT, no se aprecia coloración (escala 10 μm). 1. General view of the epilithic populations of *Kyliniella latvica* in Alhárabe river (scale 5 cm). 2. Epiphytic bacteria in the mucilaginous sheath with fluorescence microscopy (scale 10 μm). 3. Lateral rhizoid (scale 10 μm). 4. Small branch formation (scale 10 μm). 5. Black staining due to the transformation of organic phosphorus by alkaline phosphatases (BCIPT/TNBT) (scale 10 μm). 6. BC IPT/TNBT staining control, no colour (scale 10 μm).

DISCUSIÓN

Kyliniella latvica ha sido citada en cursos de agua de Rhode Island y New Hampshire en Estados Unidos (Flint, 1953; Sheath & Burkholder, 1985; Vis & Sheath, 1993), en ríos de Brasil (río San Francisco) (Necchi *et al.*, 2003), en el lago Usma de Letonia (Skuja, 1926), y en lagos de Suecia (Israelson, 1938), Austria y Francia (Geitler, 1954; Bourrelly, 1970). En España Cambra cita la presencia de los estados juveniles sobre *Cladium mariscus* L. en el lago de Basturs (Cambra, 1989; Cambra, 1991). Aunque Bourrelly (1970) le atribuye una distribución cosmopolita sería conveniente realizar un estudio de la especie en profundidad para tratar de dilucidar si se trata de una especie con gran variabilidad morfológica y ecológica o podría tratarse de varios taxones próximos. La distribución de la especie es probablemente mucho más amplia en nuestro país pero su marcada estacionalidad y su corto periodo de desarrollo probablemente dificulten su identificación.

Las especies acompañantes más frecuentes de *Kyliniella* son *Chaetophora incrassata* (Hudson) Hazen, que tiene un desarrollo estacional, y *Rivularia biassolettiana* Meneghini ex Bornet & Flahault que puede observarse todo el año. La sencillez de su identificación y su presencia ligada a la escasez de nutrientes de las cabeceras de ríos calcáreos, parecen aconsejar incluirla en la lista de especies indicadoras de condiciones oligotróficas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comunidad Autónoma de Murcia (PEPLAN 2007-2011) y por la Fundación Séneca de la Región de Murcia (0572/PI/07).

REFERENCIAS

- ABOAL, M. 1989a. Aportación al conocimiento de las algas epicontinentales del SE de España. II. Rodofceas (Rhodophyceae). *Lazaroa*, 11: 115–122.
- ABOAL, M. 1989b. Flora algal del río Benamor (cuenca del Segura, SE de España). *Limnetica*, 5: 1–11.
- ABOAL, M., E. LÓPEZ-JIMÉNEZ & A.D. ASEN-CIO. 1995. *Batrachospermum atrum* (Huds.) Harv. (Batrachospermales, Rodophyceae), novedad para la flora algal epicontinental española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 53(1): 121–123.
- ABOAL, M., M. A. PUIG & A. D. ASEN-CIO. 2005. Production of microcystins in calcareous Mediterranean streams: The Alhárabe, Segura river Basin in S.E. Spain. *Journal of Applied Phycology*, 17(3): 231–243.
- ÁLVAREZ-COBELAS, M. 1984. Catálogo de las algas continentales españolas II: Craspedophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Haptophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Xanthophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, 9: 27–40.
- BALLESTEROS, E., C. F. BOUDOURESQUE, M. P. BOUDOURESQUE, M. BRUGUÉS, J. CATALÁN, F. A. COMÍN, J. CAMBRA, R. M. CROS, M. COMELLES, M. DELGADO, M. HERNÁNDEZ, X. LLIMONA, J. MOLERO, M. A. RIBERA, J. ROMERO, X. TOMÁS & F. TORRELLA. 1985. *Història natural dels Països Catalans: Plantes inferiors, vol. 4*. Enciclopèdia Catalana S. A. Barcelona. 558 pp.
- BOURRELLY, P. 1970. *Les Algues d'eau douce. Les algues bleues et rouges. III*. Ed. Boubée. París. 512 pp.
- CAMBRA, J. 1989. *Estudi sobre les algues epifítiques en sistemes lacustres*. Ph.D. Thesis. University of Barcelona. 546 pp.
- CAMBRA, J. 1991. Contribució a l'estudi de les algues epifítiques dels estanys de Banyoles, Basturs i Estanya. *Orsis*, 6: 27–44.
- EGIDOS, A. I. & M. ABOAL. 2003. *Thorea violacea* (Thoreaceae, Rhodophyceae) en fuentes del Marjal Pego-Oliva, Comunidad Valenciana. Nueva cita para la flora española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 60: 27–32.
- ELWOOD, N. & B. WHITTON. 2007. Importance of organic phosphate hydrolyzed in stalks of the lotic diatom *Didymosphenia geminata* and the possible impact of atmospheric and climatic changes. *Hydrobiologia*, 592: 121–133.
- FLINT, L.H. 1953. *Kyliniella* in America. *Phytomorphology*, 3: 76–80.
- GEITLER, L. 1954. Die Süßwasserbangiaceae *Kyliniella latvica* und ihr obligater bakterieller Bewohner. *Österreichisches Botanisches Zeitschrift.*, 101: 304–314.

- ISRAELSON, G. 1938. *Kyliniella latvica*, in Schweden gefunden nebst neuen Fundorten für ein paar im Süßwasser auftretende Bangioideen. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 5: 20–23.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. J. 1973. *La vega alta del Segura. Clima, hidrología y geomorfología*. Publicaciones del Dpto. De Geografía. Univ. Murcia. 288 pp.
- MARCO, S. & M. ABOAL. 2008. *Batrachospermum arcuatum* (Batrachospermaceae, Floridophyceae) en el Parque Natural del Marjal de Pego-Oliva. Nueva cita para la flora algal de las aguas continentales españolas. *ALGAS. Boletín de la Sociedad Española de Ficología*, 39: 35–37.
- NECCHI-JÚNIOR, O., L. H. Z. BRANCO & C. C. Z. BRANCO. 2003. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the serra da Canastra Nacional Park, Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4): 635–646.
- PREFASI, M. & M. ABOAL. 1994. Estudio del Género *Batrachospermum* Roth: *B. boryanum* Sirod. y *B. moniliforme* Roth en la provincia de Castellón, España. *Acta Botanica Malacitana*, 19: 45–50.
- ROS, M. D., E. LÓPEZ-JIMÉNEZ & M. ABOAL. 1997. Primera cita de *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch ex W. West & G.S. West (Hildenbrandiales, Rhodophyceae), para la flora algal epicontinental española. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 55(2): 458–460.
- SABATER, S., M. ABOAL & J. CAMBRA. 1989. Nuevas observaciones de rodofíceas en aguas epicontinentales del NE y SE de España. *Limnetica*, 5: 93–100.
- SHEATH, R. G. & J. M. BURKHOLDER. 1985. Characteristics of softwater streams in Rhode Island. II. Composition and seasonal dynamics of macroalgal communities. *Hydrobiologia*, 128: 109–118.
- SHEATH, R. G. & J. D. WEHR. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press. San Diego. CA. 918 pp.
- SKUJA, V. H. 1926. Eine neue Süßwasserbangiacee *Kyliniella latvica* n.g., n. sp. *Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis*, 1: 1–5.
- VIS, M. L. & R. G. SHEATH. 1993. Distribution and systematics of *Chroodactylon* and *Kyliniella* (Porphyridiales, Rhodophyta) from North American streams. *Japanese Journal of Phycology*, 41: 237–241.
- YOON, H. S., K. M. MÜLLER, R. G. SHEATH, F. D. OTT & D. BHATTACHARYA. 2006. Defining the major lineages of red algae (Rhodophyta). *Journal of Phycology*, 42: 482–492.