

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

María Eugenia García-Fernández<sup>1,\*</sup>, Iara Seguí-Chapuis<sup>2</sup> y Marina Aboal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Algología. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. E-30100 Murcia. España.

<sup>2</sup> 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 boryanum* 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, *Rhodorus* Geitler, *Rhodospira* 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 Porphyriales 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.*

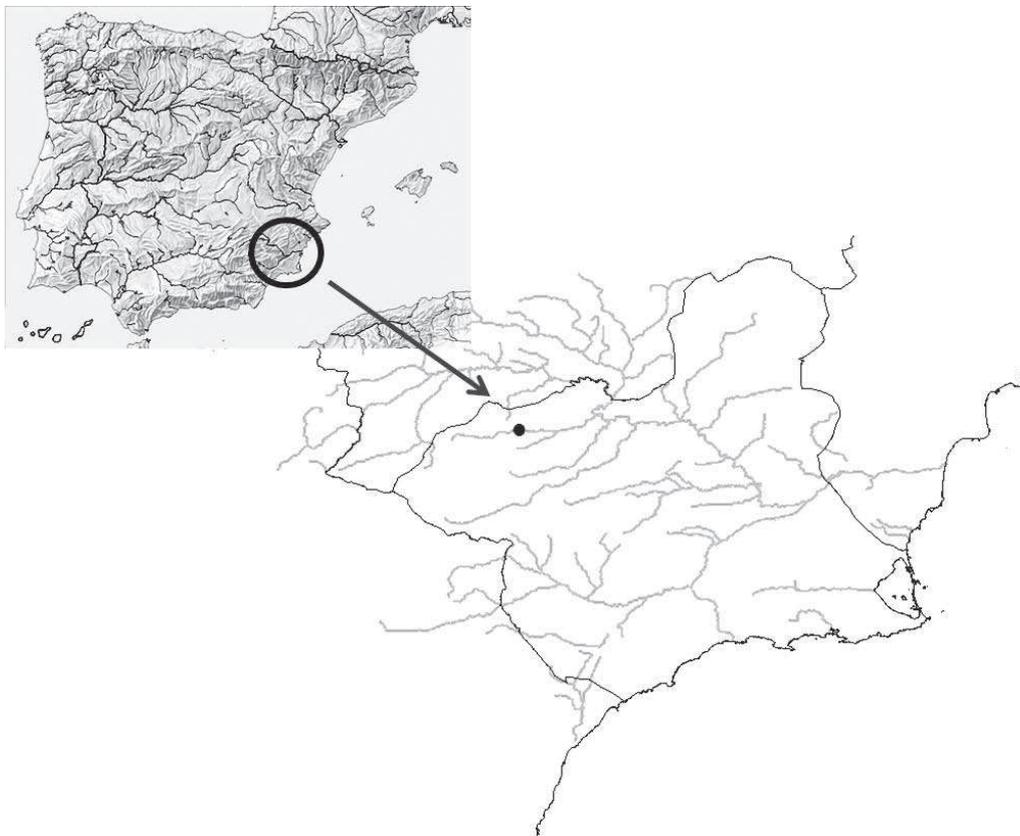
Poblaciones	Ø Célula (µm)	Long. Célula (µm)	Ø Rizoides (µm)	Long Rizoides (µm)	Ø Filamento (µm)	Ambiente	Características ecológicas	Referencias	
América	New Hampshire (Estados Unidos)	7.4-14.8	4.9-11.1	7.4-9.9	17.3-24.7	12.4-32.1	Arroyo	Poco común en la zona litoral de los ríos, en la región de bosque 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 km<sup>2</sup> 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 monospecíficos 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, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 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

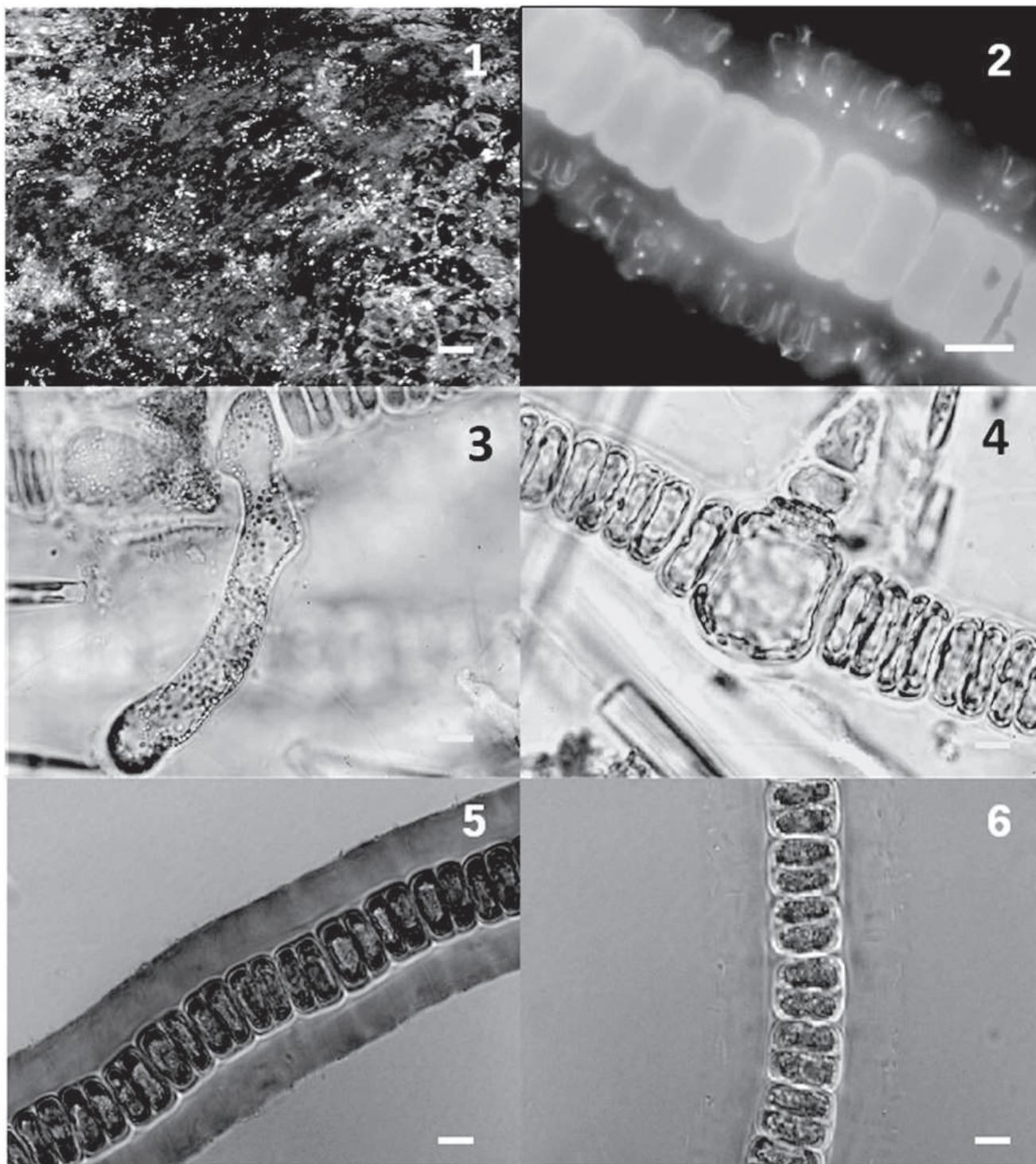
*Kyliniella latvica* se desarrolla durante un corto periodo de tiempo a finales del invierno o inicios de la primavera. El pH del agua es básico y la conductividad moderada. La temperatura puede alcanzar valores de hasta 9.4 °C en verano, pero en invierno, aunque no llega a congelarse, puede descender 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 nitritos 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 substrato, 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 mucilaginosa en la que abundan bacterias epifitas. Es frecuente observar la formación de rizoides 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 <sup>a</sup> (°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 <sup>2</sup> /s)	38.9	14.26	63.69
Alcalinidad (meq/L)	4.02	3.39	4.40
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	2.85	2.85	2.86
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (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 epiliticas de *Kyliniella latvica* en el río Alhárabe (escala 5 cm). 2. Bacterias epifitas en la vaina mucilaginosa con microscopía de fluorescencia (escala 10  $\mu\text{m}$ ). 3. Rizoides laterales (escala 10  $\mu\text{m}$ ). 4. Detalle de la formación de una pequeña rama (escala 10  $\mu\text{m}$ ). 5. Coloración negra que indica la transformación de fósforo orgánico en inorgánico por las enzimas fosfatasa alcalinas (BCIPT/TNBT) (escala 10  $\mu\text{m}$ ). 6. Control de la tinción BC IPT/TNBT, no se aprecia coloración (escala 10  $\mu\text{m}$ ). 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  $\mu\text{m}$ ). 3. Lateral rhizoid (scale 10  $\mu\text{m}$ ). 4. Small branch formation (scale 10  $\mu\text{m}$ ). 5. Black staining due to the transformation of organic to inorganic phosphorus by alkaline phosphatases (BCIPT/TNBT) (scale 10  $\mu\text{m}$ ). 6. BC IPT/TNBT staining control, no colour (scale 10  $\mu\text{m}$ ).

## 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. Rodofíceas (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.

## INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

### Ámbito de publicación de *Limnetica*

*Limnetica* publica artículos originales de investigación sobre la ecología de las aguas continentales. El ámbito de publicación de *Limnetica* incluye la ecología de ríos, lagos, embalses, lagunas costeras, zonas húmedas, biogeoquímica, paleolimnología, desarrollo de metodologías, taxonomía, biogeografía y todos los aspectos de la ecología acuática continental teórica y aplicada como gestión y conservación, evaluación de impactos, ecotoxicología y contaminación. Por este motivo *Limnetica* aceptará para su publicación artículos científicos presentando avances del estado del conocimiento, de desarrollo tecnológico así como los que resulten de aplicaciones prácticas novedosas en las especialidades de interés de la revista.

Se aconseja a los autores incluir sus datos sobre distribución de especies, en una base de datos de público acceso como la "National Global Biodiversity Information Facility (GBIF)" ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)), o en una de las bases incluidas en GBIF, como BioFresh ([www.freshwaterbiodiversity.eu](http://www.freshwaterbiodiversity.eu))

Los manuscritos enviados a *Limnetica* requerirán que los autores confirmen que el trabajo no ha sido publicado o aceptado para su publicación de forma parcial o totalmente, ni se ha enviado para considerar su publicación en ninguna otra revista.

### Presentación de manuscritos

Los autores interesados deberán enviar un manuscrito vía e-mail al Editor de la revista ([imunoz@ub.edu](mailto:imunoz@ub.edu)). La copia en soporte informático estandarizado incluirá un fichero único con el texto, las tablas y las figuras según las presentes normas de publicación. Este fichero estará en un editor de textos compatible con un ordenador tipo PC (preferentemente Word, o programa compatible).

El formato de página será A4 y los textos se presentarán a doble espacio. Los artículos no sobrepasarán las 6 000 palabras en el texto ni 25 hojas impresas (incluidas figuras y tablas) y podrán estar escritos en castellano o en inglés. Excepcionalmente, y previa consulta con el Editor, las largas listas de especies, anexos e información adicional podrán ser publicados en la web de la revista. No se aceptarán aquellos trabajos que no cumplan las presentes instrucciones de publicación.

El Comité Editorial de *Limnetica* decidirá sobre la publicación o no de los trabajos recibidos, e informará de ello a los autores. Los autores recibirán antes de su publicación una copia de las primeras pruebas de imprenta de su trabajo para su corrección. Una vez publicado el trabajo, el autor responsable de la publicación recibirá una copia en formato pdf.

### Estructura del manuscrito

Todas las palabras en MAYÚSCULAS se acentuarán, tanto en el TÍTULO como en los apartados (INTRODUCCIÓN, BIBLIOGRAFÍA, etc.).

La primera página del manuscrito ha de contener los siguientes apartados:

- Título en mayúsculas.
- Relación de autores con indicación del autor responsable a efectos de la correspondencia. Se deberá indicar expresamente la dirección e-mail de dicho autor.
- Dirección postal completa de los autores.
- Título abreviado.

La segunda página incluirá el Resumen en castellano, palabras clave, el Abstract en inglés y keywords. Tanto el Resumen como el Abstract no deberán sobrepasar las 400 palabras y deberán incluir el título del trabajo en el idioma correspondiente.

Las siguientes páginas se ordenarán en apartados que se estructurarán al estilo científico. Los apartados y párrafos del texto comenzarán sin sangrado. Se acentuarán las mayúsculas en todos los casos.

Los apartados se escribirán sin numerar y se escalarán según el siguiente formato:

Apartado primario.- Mayúsculas y en negrita (INTRODUCCIÓN).

Apartado secundario.- Minúsculas y en negrita.

Apartado terciario.- *Itálica*.

Apartado de cuarto nivel.- Letra normal subrayada.

Siguientes niveles.- numéricos (1), (1.1), (1.1.1), etc.

Las Tablas constituyen una de las partes más costosas en tiempo y presupuesto por lo que se ruega se preparen procurando ocupar el mínimo espacio posible. Las tablas pueden tener la anchura de una columna (8 cm) o dos columnas (16 cm) y su longitud no puede exceder de 25 cm. Se incluirán al final del manuscrito y tendrán numeración arábiga. En el texto siempre se citarán de forma completa (p.e. Según se puede ver en la Tabla 6... o, Los datos (Tabla 6) indican que..., etc.) y nunca en forma abreviada –Tab. 6 o tab. 6. Las leyendas de las tablas se presentarán en castellano e inglés y se incluirán en el mismo apartado que el texto de las figuras. No deberán usarse líneas verticales y los encabezamientos de las columnas deberán ser breves. Se prestará particular atención en no publicar tablas que dupliquen información que ya está en forma de figuras.

Las figuras tendrán numeración arábiga con el texto explicativo en el pie. El texto incluirá la versión en castellano y en inglés. Las figuras pueden ir a tres tipos de caja de texto: 8, 12.5 y 16 cm. Los autores procurarán que los originales tengan el tamaño de letra y el grosor de línea necesario para que al reducirse puedan ser interpretables y legibles. No se aceptarán figuras que no cumplan este requisito.

Los pies de figura, junto con los encabezamientos de las tablas, estarán en una página aparte situada inmediatamente después de la bibliografía y antes de las tablas y figuras.

Las citas de las figuras en el texto se harán de forma completa y en minúscula cuando se inserte dentro del texto de un párrafo (p.e. En la figura 1 se indica la situación de los puntos de muestreo). Por el contrario, se citará de forma abreviada y en mayúscula cuando esté entre paréntesis y no relacionada directamente con el texto del párrafo [p.e. Las muestras se han recogido en cinco estaciones distribuidas a lo largo del río (Fig. 1) y con una periodicidad mensual].

Las unidades se expresarán preferiblemente en el Sistema Internacional (SI) con los símbolos en forma abreviada cuando vayan precedidos de una expresión numérica. Cuando se exprese un valor como combinación de dos unidades éstas se indicarán con el signo aritmético correspondiente p.e. m/s, mol/m<sup>3</sup>, pero para más de dos unidades se usarán exponentes, p.e. mgC m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

Las cantidades con decimales se expresarán con un punto (4.36), los miles con cuatro números, sin ninguna separación o símbolo (4392) y para valores iguales o superiores a las decenas de mil se intercalarán blancos separando los miles (13 723 o 132 437). Siempre que sea posible se indicarán los números con notación exponencial decimal con el mínimo posible de decimales (13.7 · 10<sup>3</sup>, 13.2 · 10<sup>4</sup>).

La BIBLIOGRAFÍA se ordenará al final del texto, alfabéticamente y cronológicamente para cada autor, según las pautas siguientes:

#### • Revistas:

RUEDA, F. J., E. MORENO-OSTOS & J. ARMENGOL. 2006. The residence time of river water in reservoirs. *Ecological Modelling*, 191: 260-275.

IBISATE, A., A. OLLERO & J. DÍEZ. 2011. Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats. *Limnetica*, 30 (2): 169-182.

Titles of journals should not be abbreviated.

#### • Libro:

KALFF, J. 2002. *Limnology*. Prentice Hall. NJ. USA.

#### • Capítulo de libro:

SEAR, D. A. 2010. Integrating science and practice from the suitable management of in-channel salmonid habitat. In: *Salmonid Fisheries: Freshwater habitat management*. P.S. Kemp (ed.): 81-119. Wiley-Blackwell, Chichester. UK.

CASTRO, M., J. MARTÍN-VIDE & S. ALONSO. 2005. El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. In: *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático*. J. M. Moreno Rodríguez (ed.): 113-146. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain.

#### • Congresos:

GEORGE, D. G. 2006. Using airborne remote sensing to study the mixing characteristics of lakes and reservoirs. Proceedings of the 10th European Workshop on Physical Processes in Natural Waters. June 26-28, 2006. Granada, Spain: 2001-207.

#### • Informes:

DOLZ, J. & E. VELASCO. 1990. *Análisis cualitativo de la hidrología superficial de las cuencas vertientes a la marisma del Parque Nacional de Doñana* (Informe Técnico). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, Spain.

#### • Tesis y Maestrías:

MORENO-OSTOS, E. 2004. *Spatial dynamics of phytoplankton in El Gergal reservoir (Seville, Spain)*. Ph.D. Thesis. University of Granada, Spain.

THOMPSON, K. L. 2000. *Winter mixing dynamics and deep mixing in Lake Tahoe*. Master's Thesis, University of California, Davis.

En el manuscrito se listarán únicamente los trabajos citados en el texto; en éste, las referencias se harán en minúsculas (Kalff, 2002; Dolz & Velasco, 1991; Rueda *et al.*, 2006). En ningún caso se aceptarán como referencias trabajos no publicados (p.e. en preparación) o aún no aceptados (p.e. enviado). Sí se podrán incluir citas de trabajos aceptados para su publicación (en prensa). Se recuerda la conveniencia de reducir al máximo las referencias bibliográficas de difícil consulta como informes, resúmenes a congresos, etc.

## ÍNDICE

- 187 MARIA-JOSÉ BOAVIDA. It all started with Margalef's paper of 1951
- 193 CARMEN BETANCOURT, ROBERTO SUÁREZ Y FANNY JORGE. Influencia de los procesos naturales y antrópicos sobre la calidad del agua en cuatro embalses cubanos
- 205 MANUEL JESÚS LÓPEZ-RODRÍGUEZ, JULIO MIGUEL LUZÓN-ORTEGA AND JOSÉ MANUEL TIERNO DE FIGUEROA. On the biology of two high mountain populations of stoneflies (Plecoptera, Perlodidae) in the southern Iberian Peninsula
- 213 CONCHA DURÁN, MUNIA LANAÑO, LUIS PÉREZ Y PÉREZ, CARLOS CHICA, ANTONIA ANADÓN Y VINCENT TOUYA. Estimación de los costes de la invasión del mejillón cebra en la cuenca del Ebro (periodo 2005-2009)
- 231 INMACULADA DE VICENTE, RAQUEL LÓPEZ, INMACULADA POZO AND ANDY J. GREEN. Nutrient and sediment dynamics in a Mediterranean shallow lake in southwest Spain
- 251 ENRIQUE MORENO-OSTOS, JOSÉ MARÍA BLANCO, ROBERTO L. PALOMINO-TORRES, JUAN LUCENA, VALERIANO RODRÍGUEZ, D. GLEN GEORGE, CARMELO ESCOT AND JAIME RODRÍGUEZ. The Gulf Stream position influences the functional composition of phytoplankton in El Gergal reservoir (Spain)
- 261 MIGUEL CAÑEDO-ARGÜELLES AND MARIA RIERADEVALL. An assessment of the changes in water chemistry and in the macroinvertebrate community produced during the creation of the new Llobregat river mouth (Barcelona, NE Spain)
- 273 JAVIER SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, MARÍA J. SERVIA, RUFINO VIEIRA, SANDRA BARCA-BRAVO AND FERNANDO COBO. References data on the growth and population parameters of brown trout in siliceous rivers of Galicia (NW Spain)
- 289 ANA ISABEL LÓPEZ-ARCHILLA, M<sup>a</sup> CARMEN COLETO, CARLOS MONTES, IGNACIO PEÑÍN AND M<sup>a</sup> CARMEN GUERRERO. Temporal variation of phytoplankton in two neighbouring Mediterranean shallow lakes in Doñana National Park (Spain)
- 305 NUBIA LEÓN LÓPEZ, CARLOS A. RIVERA RONDÓN, ÁNGELA ZAPATA, JORGE JIMÉNEZ, WILLIAM VILLAMIL, GERARDO ARENAS, CARLOS RINCÓN AND TULIO SÁNCHEZ. Factors controlling phytoplankton in tropical high-mountain drinking-water reservoirs
- 323 D. VERDIELL-CUBEDO, F. J. OLIVA-PATERNA, A. RUIZ-NAVARRO AND M. TORRALVA. The first occurrence of *Cobitis paludica* (de Buen, 1930) in the Segura River Basin (SE Iberian Peninsula)
- 327 PILAR LÓPEZ, JOSEP DOLZ, MARINA ARBAT AND JOAN ARMENGOL. Physical and chemical characterisation of superficial sediment of the Ribarroja Reservoir (River Ebro, NE Spain)
- 341 MARÍA EUGENIA GARCÍA-FERNÁNDEZ, IARA SEGUÍ-CHAPUIS Y MARINA ABOAL. *Kyliniella latvica* Skuja (Stylonemataceae, Stylonematophyceae), un rodófito indicador de buena calidad del agua