

# ALQUIBLA

Boletín Informativo de la Asociación Ibérica de Limnología  
Año 2006. Nº 43-44



---

## Sumario

<b>Resultado IV Premio Investigación en Limnología</b>	3
<b>Información AEL</b>	4
<b>XIII Congreso AEL</b>	8
<b>Valoración económica de análisis diatomológicos</b>	9
<b>Trabajos de Investigación</b>	16
<b>Nuevas Publicaciones de interés</b>	29

**ALQUIBLA** se publica dos veces al año por la Asociación Ibérica de Limnología, para mantener informados a sus miembros y otros colectivos en relación con el agua y sus múltiples facetas, tanto teóricas como aplicadas. Está disponible en formato PDF en la página web de la asociación en <http://www.aelimno.org>

Toda la correspondencia relacionada con este boletín, peticiones de intercambios, números atrasados, así como contribuciones al mismo deben enviarse al Vocal encargado de Publicaciones de la Asociación, por correo electrónico o bien ordinario:

C/ Porche, 2 – 1º. 46920 - Mislata (Valencia)

Teléfono: 649 836 836. E-mail: [juan.soria@uv.es](mailto:juan.soria@uv.es)

**Edita:** ASOCIACION IBÉRICA DE LIMNOLOGIA

ISSN: 1134-5535. Depósito Legal: M-44149-1988

**Directiva de la Asociación Ibérica de Limnología:**

*Presidencia:* Sergi Sabater (Univ. Girona)

*Vicepresidencia:* Manuel S. Graça (Univ. Coimbra)

*Tesorería:* Eugenio Rico (Univ. Autónoma Madrid)

*Secretaría:* Arturo Elósegui (Univ. País Vasco)

*Vocales:* Joan Armengol (Univ. Barcelona)

Julia Toja (Univ. Sevilla)

Juan Miguel Soria (Univ. Valencia)

Antonio Camacho (Univ. Valencia)

Nuria Bonada (Univ. Barcelona)

Desde esta líneas que nos unen, desear a todos los Socios de la AIL y simpatizantes que siguen nuestra publicación una Feliz Navidad y que el próximo año 2007 colme nuestros deseos.

Felices Fiestas

Happy Christmas

## Resultado del Cuarto Premio de Investigación en Limnología

Tanscurrido el periodo indicado en las bases para la recepción de los trabajos, las Tesis presentadas fueron las siguientes:

Nombre	Universidad	Tesis	Director
Alvaro Chicote Díaz	Universidad Autónoma de Madrid	Limnología y ecología microbiana de un lago kárstico evaporítico: el lago Arreo (norte de España)	Mari Carmen Guerrero, Eugenio Rico, Antonio Camacho
Ana Isabel Negro Domínguez	Universidad de Salamanca	Ecología del fitoplancton de lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera y de la Cordillera Cantábrica.	José Manuel Gómez Gutiérrez, Caridad de Hoyos Alonso
Andres Mellado Díaz	Universidad de Murcia	Ecología de las comunidades de macroinvertebrados de la cuenca del río Segura (SE de España). Factores ambientales, variabilidad espaciotemporal, taxones indicadores, patrones de diversidad, rasgos biológico-ecológicos y aplicaciones para la evaluación biológica.	María Luisa Suárez Alonso, María Rosario Vidal Abarca
Arturo Sousa Martín	Universidad de Sevilla	Evolución de la vegetación higrofítica y de los humedales continentales asociados al litoral Onubense Oriental.	Pablo García Murillo, Fernando Sancho Royo
Enrique Moreno Ostos	Universidad de Granada	Dinámica espacial del fitoplancton en el embalse de El Gergal (Sevilla).	Luis Cruz Pizarro, Ana Basanta Alves, Glen George
Inmaculada de Vicente Álvarez-Manzaneda	Universidad de Granada	Intercambio de nutrientes en la interfase agua-sedimento de dos lagunas costeras de elevado nivel trófico: La Albufera de Adra (Almería).	Luis Cruz Pizarro, Laura Serrano Martín
Jesús Ortiz Durá	Universitat de Girona	Response of the benthic macroinvertebrate community to a pont source in La Tordera stream (Catalonia, NE Spain)	María Angels Puig Garcia
José Barquín Ortiz	Massey University (Palmerston North, Nueva Zelanda)	Spatial Patterns of Invertebrate Communities in Spring and Runoff-fed Streams	Russell Death
Lluís Zamora Hernández	Universitat de Girona	Distribució espacial i ús de l'hàbitat de la comunitat de peixos de l'estany de Banyoles	Ramón Moreno Amich
Marc Ventura Oller	Universitat de Barcelona	Crustacen zooplankton dynamics in lake Redon: a stoichiometric, biochemical and isotopic approach	Jordi Catalan Aguila
María Arróniz Crespo	Universidad de la Rioja	Efectos de la radiación ultravioleta-B sobre briófitos acuáticos de ríos de montaña	Encarnación Nuñez Cebollera, Javier Martínez Abaigar
Maria João Feio	Universidade de Coimbra (Portugal)	Macroinvertebrates in the Mondego River basin bioassessment	Manuel Graça ?
Marta Isabel Sánchez Ordoñez	E.B. Doñana. Universidad de Huelva.	Relaciones ecológicas entre limícolas e invertebrados en las salinas de las marismas del Odiel.	Andy J. Green, Eloy M. Castellanos Verdugo
Maruxa Alvarez Jiménez	Universidad de Vigo	Ecología de los ríos temporales de la isla de Mallorca.	Isabel Pardo Gamundi
Miguel Clavero Pineda	Universidad de Huelva	Ecología y conservación de la nutria y los peces continentales en pequeños arroyos del Campo de Gibraltar	José Prenda Marín, Miguel Delibes de Castro
Rocío López Flores	Universitat de Girona	Phytoplankton dynamics in permanent and temporary waters of Empordà saltmarshes (NE Spain)	Xavier Quintana Pou
Teresa Buchaca Estany	Universitat de Barcelona	Pigments indicators: estudi del senyal en estany dels Pirineus i de la seva aplicació en paleolimnologia.	Jordi Catalan Aguila

El jurado, reunido en Madrid, en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, acordó conceder el premio del bienio 2004-2005 a la Tesis presentada por Arturo Sousa Martín, de la Universidad de Sevilla. Nuestra más sincera felicitación.

Acta de la Asamblea General Ordinaria de la Asociación Española de Limnología celebrada en Barcelona el 06 de julio de 2006.

A las 19:00 horas, en segunda convocatoria por no haber suficientes asistentes en la primera, se celebra la Asamblea Ordinaria, presidida por el Presidente de la Asociación, Sergi Sabater Cortés, con el siguiente

**ORDEN DEL DIA:**

1. Discusión y, en su caso, aprobación de la memoria de actividades de la Junta Directiva, previo informe de la Presidencia.
2. Discusión y, en su caso, aprobación de las cuentas generales de ingresos y gastos de 2004 y 2005, previo informe del Tesorero.
3. Aprobación de la actualización de las cuotas de socios ordinarios, socios estudiantes y socios corporativos.
4. Entrega del IV Premio de Investigación en Limnología al ganador del mismo.
5. Elección de tres interventores para aprobar el Acta de la Asamblea General Ordinaria.
6. Ruegos y preguntas

Sobre el primer punto, la Presidencia expone a la Asamblea que en la actualidad hay 389 socios inscritos, aunque son 374 los que están al corriente del pago de las cuotas. En el bienio ha habido un crecimiento neto de 60 socios. También se han incorporado a la Junta Directiva tres vocales dedicados a las tareas de programación de cursos y relaciones con la Administración, que son Arturo Elósegi, Antonio Camacho y Nuria Bonada.

De entre las actividades realizadas en el bienio por la AEL o en las cuales ha participado se citan las siguientes:

- Cursos de formación sobre ecosistemas fluviales con la colaboración de la Estación Hidrobiológica de la USC Encoro do Con, con el Dr. Fernando Cobo.
- Congreso Ecohidráulicos en Zaragoza, con el Dr. Francisco Comín.
- Participación en la SEFS, de la cual se celebrará dentro de unos días el V Congreso en Italia
- Participación en el comité internacional IGBP
- Congreso conjunto con la AEET en memoria de Ramón Margalef en Barcelona en noviembre de 2005.
- Creación de base de datos sobre cursos de doctorado y masters en las distintas universidades españolas sobre Limnología.
- Curso “mid-congress” en el marco del XIII Congreso de la asociación.
- Volumen especial XXV años de la asociación y compilación de Limnetica en PDF en un CD que se irá actualizando regularmente.
- Futuro curso impartido por Sven Jorgensen sobre modelos ecológicos, a celebrar probablemente en noviembre en Valencia.
- Futuro curso de iniciación a la Limnología a impartir el 2007 en Valencia.
- Estudio de la posibilidad de otorgar una “Garantía de Calidad Profesional” para especialistas socios de AEL en las material que dominan.
- Participación en el Ministerio de Medio Ambiente en la implementación de la Directiva Hábitats y elaboración de los materiales que sean solicitados. Se invitará a los socios a participar según las especialidades de cada uno y posteriormente se nombrará una comisión revisora de los trabajos previos a la entrega (este tema es coordinado por el Dr. Camacho).

A continuación informa el editor, Dr. Armengol, sobre la marcha de Limnetica y el esfuerzo de ponerla al día y elaborar el volumen especial XXV. Indica la necesidad de que se inicien ya los trámites para la inclusión en el SCI con la colaboración de todos los socios cuando escriban sus publicaciones. Se ha nombrado a los Drs.

Pozo y Soria encargados de los trámites y trabajos necesarios para ello. Se enviarán instrucciones a los socios con los pasos detallados a seguir para proceder de forma adecuada. Informa que el volumen 25 (3-4) ya está en preparación, y se espera esté terminado a fin de año, con unos 20 artículos. Ya se recogen colaboraciones para los volúmenes siguientes, y se enviará una invitación a todos los participantes en el congreso para que remitan sus manuscritos si lo desean.

Continúa la Dra. Bonada indicando que se creará un comité de estudiantes y jóvenes doctores con el fin de promover y proponer acciones y actividades dentro de la Asociación.

El Presidente también informa que los próximos congresos se tiene previsto se celebren en 2008 en la Universidad de Huelva, en 2010 en Portugal (en Lisboa o en Azores) y en 2012 en la Universidad de Alcalá. Por último somete a la Asamblea la aprobación de la memoria de actividades presentada, que es aprobada por asentimiento.

Sobre el segundo punto, informa el Tesorero, Dr. Rico, sobre el balance de cuentas de los años 2004 y 2005, destacando especialmente la marcha de las finanzas la necesidad de obtener financiación para Limnetica, para no comprometer la posibilidad de otras actividades. Se presentan los gastos previstos para 2006, así como una previsión general en dinero actualizado de los gastos e ingresos de un “año tipo”, señalando la conveniencia de que se consiga que al menos un volumen de Limnetica sea financiado por la organización de cada congreso de la asociación. Intervienen los presentes en la Asamblea para señalar algunas acciones posibles, como incrementar también el número de socios, generar otros ingresos con otras actividades como cursos y demás, etc. La presidencia somete a la asamblea la aprobación de las cuentas que son aprobadas por asentimiento.

Sobre el tercer punto, el Presidente propone también, al hilo de lo expuesto por el Tesorero, un incremento moderado de las cuotas de socios, dejando sin variación las de los socios estudiantes en 20 euros, subiendo cinco euros las de los socios ordinarios hasta 50 euros y subiendo a 120 euros las de los socios corporativos y las bibliotecas. La propuesta es aprobada por asentimiento de los presentes.

Sobre el cuarto punto, se informa de que el ganador del IV Premio de investigación en Limnología ha sido otorgado a Arturo Sousa por su Tesis Doctoral sobre los humedales del manto eólico litoral onubense, cuya presentación realizó en la sesión plenaria de la mañana del jueves.

Sobre el quinto punto, se procede a elegir por unanimidad a Isabel Muñoz, Luis Lassaletta y Maria Rieradevall como interventores para la aprobación de esta Acta.

En el apartado de ruegos y preguntas, toma la palabra el Dr. Camacho para presentar la nueva base de datos de recursos docentes sobre ecología que estará disponible en breves fechas para todos los interesados en la página web de la asociación.

El Dr. Quesada anuncia que en noviembre de 2007 se celebrará en Madrid un congreso sobre Cianotoxinas. Se acuerda que se distribuirá su información en cuanto esté disponible.

Y sin más temas que tratar, se levanta la sesión siendo las 20:00 horas, de lo cual como Secretario levanto Acta.

Firmado:  
Juan Miguel Soria  
Secretario

Visto Bueno:  
Sergi Sabater  
Presidente

Intervienen el Acta para su aprobación y conformidad de lo tratado:  
Firmas de Isabel Muñoz, Luis Lassaletta y María Rieradevall



Acta de la Asamblea Extraordinaria de la Asociación Española de Limnología celebrada en Barcelona el 06 de julio de 2006.

A las 20:00 horas, en segunda convocatoria por no haber suficientes asistentes en la primera, se celebra la Asamblea, presidida por el Presidente de la Asociación, Sergi Sabater Cortés, con el siguiente

ORDEN DEL DIA:

1. Renovación de los cargos de Presidencia y Tesorero de la Junta Directiva.
2. Elección de los cargos de Vicepresidencia y Secretaría de la Junta Directiva por cese de los titulares de los cargos.
3. Propuesta de modificación de los Estatutos de la Asociación.
4. Elección de tres interventores para aprobar el Acta de la Junta General Extraordinaria.
5. Ruegos y preguntas.

Sobre el primer y segundo punto, la Presidencia expone que en el plazo establecido en la convocatoria de elecciones se han presentado las siguientes candidaturas:

Presidencia: Sergi Sabater  
Vicepresidencia: Manuel Graça  
Secretaría: Arturo Elosegí  
Tesorería: Eugenio Rico

La Junta General Extraordinaria, por unanimidad de 58 votos, aprueba las candidaturas presentadas, facultando al Secretario para realizar los trámites legales oportunos.

Sobre el tercer punto, el Presidente propone modificar en primer lugar el nombre de la Asociación, con el fin de integrar los socios portugueses dentro de la denominación social, proponiendo a la Asamblea el nombre de "Asociación Ibérica de Limnología". Se abre un turno de palabra con el fin de que los presentes propongan otras denominaciones o manifiesten sus opiniones. Por parte de los asistentes no hay ninguna otra propuesta ni objeción a lo expuesto, por lo que el presidente somete a la votación de los presentes el cambio de denominación, siendo aprobado por mayoría absoluta de 57 votos a favor y una abstención.

En segundo lugar se propone a la Asamblea la modificación de los Estatutos de la asociación con el fin de adaptarlos a la nueva denominación social y a lo dispuesto por la Ley 1/2002 que regula el Derecho de Asociación. El secretario cesante Dr. Soria, presenta a los asistentes las modificaciones sustanciales artículo por artículo, que afectan sustancialmente al cambio de denominación, a la legislación aplicable, a la sustitución de la palabra "Junta" por "Asamblea" en las referencias a la Asamblea General, y a la aclaración del periodo de mandato de los miembros de la Junta por cuatro años, reelegible por otros cuatro, con un máximo de ocho años en un mismo puesto de la Junta Directiva. Por parte de los asistentes no hay objeciones a lo expuesto ni se solicitan aclaraciones a lo propuesto, por lo que se somete a la votación de los presentes la modificación de los estatutos, siendo aprobado por unanimidad de 58 votos a favor.

Sobre el cuarto punto, se procede a elegir por unanimidad a Isabel Muñoz, Luis Lassaletta y Maria Rieradevall como interventores para la aprobación de esta Acta.

En el apartado de ruegos y preguntas, el Presidente, felicita en nombre de la Asamblea General a los cesantes, Dra. Toja y Dr. Soria, agradeciendo su labor de estos años y su dedicación a la Asociación. La Dra. Toja agradece las palabras de la presidencia y felicita en nombre de la Junta a los nuevos representantes.

Y sin más temas que tratar, se levanta la sesión siendo las 20:30 horas, de lo cual como Secretario cesante levanto Acta.

Firmado:  
Juan Miguel Soria  
Secretario cesante

Visto Bueno:  
Sergi Sabater  
Presidente

Intervienen el Acta para su aprobación y conformidad de lo tratado:  
Siguen firmas de Isabel Muñoz, Luis Lassaletta y María Rieradevall

---



## BIENVENIDA

En el año 2006 se cumplen 25 años de la fundación de la Asociación Española de Limnología cuyo primer acto fue la celebración del Primer Congreso Español de Limnología en Barcelona en 1981. En estos 25 años la AEL se ha consolidado como un referente de la Limnología en España, Portugal e Iberoamérica por los congresos que ha organizado y sus publicaciones, especialmente su revista *Limnetica*.

Aunque en 25 años la Península Ibérica ha cambiado mucho, y con ello los ecosistemas acuáticos, los limnólogos seguimos siendo un colectivo poco valorado por la sociedad. La investigación en Limnología ha crecido de forma exponencial en estos años y si hace 25 años podíamos decir que había un limnólogo famoso en España y en el mundo, el profesor Ramón Margalef, que desgraciadamente no podrá presidir este congreso, ahora podemos clamar con orgullo que su semilla ha dado múltiples frutos.

La AEL creyó oportuno que el congreso de su XXV aniversario se celebrara en Barcelona para conmemorar este evento. El Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona será el principal organizador del mismo contando con la colaboración del Instituto de Ecología Acuática de la Universidad de Girona, de la Universidad de Lleida y del Centro de Estudios Avanzados de Blanes, donde hoy desarrollan su actividad muchos de los que organizaron o participaron como alumnos en aquel primer congreso. Todos ellos se enorgullecen de poder organizar este magno evento que esperamos congregue a un amplio abanico de la sociedad ibérica e internacional interesada en la Limnología y ciencias afines.

El congreso ha sido un homenaje a quien fue referente para la mayoría de los limnólogos españoles e iberoamericanos y profesor de casi todos los que ahora organizan el congreso: el Profesor Margalef. Él fue el padre de la Limnología en España y pocas tesis doctorales sobre el tema se han escapado de su influencia. Su libro "Limnología" sigue siendo una obra de referencia para todos.

El profesor Margalef nos animó a organizar el congreso de la SIL el año 1992 que contribuyó de forma significativa a que la Limnología española fuera ampliamente conocida en todo el mundo. Justo es que le hayamos dedicado este congreso.

## COMITÉ ORGANIZADOR

**Presidente:** Joan Armengol

**Secretario:** Narcís Prat

**Tesorero:** Pilar López

**Universitat de Barcelona (UB):** Marisol Felip, Margarita Menéndez, Isabel Muñoz, Joan Lluís Riera, Maria Rieradevall, Francesc Sabater, Teresa Vegas

**Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC):** Jordi Catalán, Andrea Butturini, Lluís Camarero, Emili Casamayor, Eugènia Martí, Ma. Angels Puig

**Universitat de Girona (UdG):** Sergi Sabater, Dani Boix, Emili Garcia-Berthou, Helena Guasch, Ramon Moreno-Amich, Anna Romaní, Xavier Quintana, Anna Vila.

**Universitat de Lleida (UdL):** Antoni Palau, Frederic Casals.

La participación podemos decir que ha sido extraordinaria, siendo las cifras más relevantes, los cerca de 500 inscritos al Congreso, los más de 750 autores de comunicaciones al mismo, de entre las cuales señalamos 5 sesiones plenarias, 192 comunicaciones orales y 186 comunicaciones en póster. A todos los inscritos ordinarios al Congreso se les entregó un ejemplar del volumen 25 de *Limnetica* especial para la ocasión, cuyo título es **The ecology of Iberian inland waters: Homage to Ramón Margalef** y que además de ejemplar ordinario ha sido también publicado como libro con el ISBN 84-921618-7-6.

Durante el miércoles de la semana del Congreso tuvieron lugar las Visitas Técnicas a varios lugares de gran interés limnológico. Y para quienes no estaban interesados en viajar, se impartió un curso sobre “Ecología funcional de ríos”, con gran éxito de participación.

Se consideró oportuno que el próximo congreso se organice por la Universidad de Huelva, aceptando el grupo dirigido por José Prenda el encargo de llevar adelante la Organización del evento. Y para más adelante, los representantes de la Universidad de las Azores se ofrecieron también para siguientes ediciones.

## Premio a las mejores comunicaciones presentadas en el XIII Congreso por estudiantes

Al igual que en los congresos precedentes, la Junta Directiva, en colaboración con la Organización del Congreso de Barcelona, ha acordado conceder un premio a cada una de las mejores presentadas por estudiantes en cada una de las sesiones que se celebraron en el Congreso de Barcelona.

Las personas seleccionadas fueron:

Premio	Estudiante	Co-autores	Título
--------	------------	------------	--------

### PREMIOS PRESENTACIONES ORALES

1er premio	S. Otero Labarta	J. Martínez-Abaigar, E. Núñez-Olivera, R. Tomás, M. Arróniz-Crespo, N. Beaucourt	Efectos del Cadmio y la radiación ultravioleta en la hepática acuática <i>Jungermannia exsertifolia</i> subsp. <i>Cordifolia</i>
2º premio	A. Serra Gasa	H. Guasch	Dynamics of toxic substances in river ecosystems
3er premio	D. von Schiller	E. Martí, J.L. Riera, M. Martí	Asimilación y desnitrificación como vías de retención de nitrógeno en ríos que drenan cuencas con diferentes usos del territorio
4º premio	Y. Ouahid	A. Barón, F. Fernandez	Desarrollo de un método molecular para la identificación de estirpes de microcystis productoras de microcistinas
5º premio	S. Cirés Gómez	D. Carrasco, E. Moreno, T. Paniagua, L. Wömer, D. Martín-del Pozo, C. de Hoyos	Cianobacterias tóxicas y riesgos para la salud: parámetros limnológicos de interés en la gestión de aguas recreativas

### PREMIOS PRESENTACIONES POSTER

1er premio	B. Obrador Sala	J.L. Pretus	Inferring macrophytic states in a Mediterranean coastal lagoon from the $\delta^{13}C$ of ostracod shells: calibration of the signal
2º premio	C. Camps Rodríguez	M. Gracia Gracia, A. Cabezas, F. Comín, E González	Estudio limnológico de la laguna endorréica de Manjavacas. Efecto del impacto antrópico y el estrés hídrico
3er premio	N. Flor-Arnau	J. Cambra	Aportación al conocimiento de las caráceas (Characeae) de la cuenca del Duero
4º premio	R. Ortiz-Lerín	J. Cambra	Estudio florístico y distribución del género <i>Eunotia</i> Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) en ríos de las cuencas hidrográficas del norte de España
5º premio	F. García Jurado	A. Galotti, E. Moreno-Ostos, I. de Vicente, V. Amores, L. Cruz-Pizarro, J. Lucena, A. Reul, G. Parra, F. Guerrero, F. Jimenez	Efectos de las fluctuaciones hídricas sobre características limnológicas de la laguna de la Caldera (P.N. Sierra Nevada)

## Notas informativas

Recordamos la página web de la AEL <http://www.aelimno.org> y próximamente <http://www.limnologia.net>  
También la página web de la revista Limnetica <http://www.limnetica.net>

Como se ha indicado en repetidas ocasiones, se ruega a todos los socios que no reciban nuestros comunicados por correo electrónico, faciliten la dirección de la misma con el fin de incluirlas en nuestras bases de datos. Alquilba ya no se publica en papel, tan sólo en PDF. Podeis escribirme a [juan.soria@uv.es](mailto:juan.soria@uv.es)

Por parte de la Junta Directiva se han iniciado las gestiones para incluir la revista Limnetica en el ISI-Thomson, no solo como Abstrac, que ya está, sino dentro del SCI. El periodo de evaluación previo ha comenzado ya, y comprende los ejemplares del 2006 y 2007. Si todo continúa en orden como al presente, esperamos que figure incluida en los Índices para el año 2008.

Informamos del estado de las publicaciones de la Asociación. Este mes de diciembre se distribuirá el número de Limnetica 25 (3), correspondiente al segundo tomo de 2006. Están disponibles en la web los ejemplares de Limnetica del 1 al 19 con los textos completos. Desde el 20 lumen 20 en adelante, sólo está disponible los resúmenes. Asimismo, se ha editado un CD-ROM con el contenido en formato PDF de los volúmenes 1 a 24 de Limnetica, que se entregó a todos los asistentes al Congreso de Barcelona. Quienes deseen un ejemplar del mismo, está a la venta al precio de 10 euros. Es voluntad de la Junta Directiva actualizar el CD-ROM cada dos años, coincidiendo con el Congreso de la Asociación. Asimismo, se incorporarán también dos volúmenes a la web para su libre difusión entre los interesados.

Tenemos disponibles todavía ejemplares del libro de Maria Angels Puig *Macroinvertebrados de los ríos catalanes* para la venta a precio especial a socios de la AEL. También hemos reeditado el libro del profesor González Bernáldez *Los paisajes del agua: terminología popular de los humedales*. Se pueden adquirir en el Encargado de Publicaciones de la Asociación.

---

## Valoración económica de los análisis diatomológicos en la implantación de la Directiva Marco del Agua

Saúl Blanco<sup>1</sup> y Eloy Bécares<sup>2</sup>

1: Instituto de Investigación del Medio Ambiente. C/ La Serna 56. E-24071 León (España). [degsbl@unileon.es](mailto:degsbl@unileon.es)

2: Área de Ecología. Universidad de León. E-24071 León (España).

### Introducción

Dentro de los grupos taxonómicos propuestos en el anexo V de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (DMA) para su uso como bioindicadores de la calidad del agua, se recomienda entre otros el empleo de las comunidades fitobentónicas. Dentro del fitobentos, las diatomeas son el grupo generalmente más representativo, reuniendo una serie de particularidades que las convierten en organismos idóneos para tal fin. Desde hace varias décadas decenas de estudios han demostrado la eficacia de los índices biológicos basados en diatomeas, especialmente en la determinación de la calidad química del agua. En la actualidad existen métodos estandarizados de muestreo y análisis diatomológicos aplicables en toda la UE (European Committee for Standardization 2003, 2004), y recientemente tanto la Agencia Española de Normalización y Certificación como la Confederación Hidrográfica del Ebro han publicado el protocolo básico para tal fin (AENOR 2004, 2005, Confederación Hidrográfica del Ebro 2005). No obstante, y en comparación con otros indicadores empleados rutinariamente, como los macroinvertebrados, la complejidad taxonómica que plantea su estudio dificulta su uso por personal no especializado. Los índices diatomológicos son particularmente sensibles al grado de resolución taxonómica alcanzado en los análisis, y aunque los parámetros autoecológicos de los taxones más frecuentes están determinados con una precisión aceptable, sólo en las aguas dulces europeas existen miles de especies y continuamente se están describiendo otras nuevas sobre cuya biología existe una gran incertidumbre. Adicionalmente, existe una elevada inestabilidad taxonómica y nomenclatorial dentro de este grupo, siendo la diatomología uno de los campos de investigación más activos dentro de la ficología actual. Esto exige un alto nivel de formación continua y especialización por el personal encargado de las diagnósticas taxonómicas necesarias para un cálculo preciso de los índices diatomológicos, además del uso ocasional de microscopios electrónicos u otro equipamiento complejo.

Desde hace varios años las administraciones españolas han mostrado un notable interés por la aplicación en nuestras aguas de los métodos biológicos de valoración del estado ecológico, de acuerdo con los requisitos exigidos por la DMA. Así, las Confederaciones Hidrográficas ibéricas están estableciendo o han establecido ya sus redes de biomonitorización de la calidad del agua incluyendo índices diatomológicos, invirtiendo en ello importantes recursos. En este aspecto, el creciente y deseable proceso de estandarización metodológica en la aplicación de los índices diatomológicos debe incluir también la valoración económica de estos análisis.

Basándonos en la normativa general de honorarios profesionales y en la tarifa de honorarios para servicios medioambientales recomendados por el Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos (COB 2000, 2005), se ha calculado un precio de 290,54 € por el análisis de una muestra típica de diatomeas perifíticas. Dicha tarifa comprende la identificación e inventariado de individuos (suponiendo un promedio de 30 taxones diferentes por muestra), el cálculo de los índices diatomológicos más comunes (IBD, IPS) y la redacción del correspondiente informe (incluyendo aquí trabajos de investigación bibliográfica, estadística y cartografía). Si el trabajo exige además la elaboración de preparaciones microscópicas permanentes, se deben añadir 30,07 € por muestra, en concepto de gasto de materiales fungibles y trabajo de personal técnico de laboratorio. Por último, la valoración económica de la realización de campañas de muestreo biológico en campo depende en gran medida de las características geográficas del área a estudiar; se ha estimado un precio medio adicional de 41,68 € por muestra (incluyendo dietas, desplazamiento, salario del personal técnico ayudante, etc.). En conjunto, estos valores se corresponden con los precios vigentes actualmente en otros países para la realización de trabajos análogos (véase la Tabla 1). Puede decirse que el coste de análisis de una muestra de diatomeas triplica el de una muestra de invertebrados bentónicos, debido sobre todo al alto grado de especialización requerido para la determinación de dichos organismos.

Aunque las relaciones entre la oferta y la demanda imponen modificaciones a estos precios, cuyo valor puede llegar a ser muy inferior a lo calculado, es conveniente reflejar estas estimaciones según las tarifas recomendadas para que los Colegios Profesionales, Universidades y otros organismos oficiales tengan un criterio de referencia. Desgraciadamente, y al igual que ocurrió en su momento con la aplicación de los índices de macroinvertebrados, la realización de dichos trabajos por parte de Universidades y otros organismos oficiales, está suponiendo en algunos casos una rebaja de dichos precios, en clara competencia con las empresas privadas. Aunque en los primeros años es comprensible, incluso necesaria, la participación de Universidades y centros de investigación cuyos especialistas aseguren las bases taxonómicas y científicas, así como la necesaria adaptación de protocolos, creación de catálogos florísticos, etc. La dinámica lógica es que dichos centros se conviertan con el tiempo en formadores de especialistas, sirvan de instituciones de referencia para el control de calidad de empresas, o continúen su labor de investigación en el campo. En cualquier caso, lo esperable sería que sus precios no entrasen en competencia con los de sus propios licenciados.

Por todo ello, es imprescindible que los Colegios y las asociaciones científicas profesionales elaboren recomendaciones de honorarios para la elaboración de estos trabajos biológicos. Sería importante proponer tarifas mínimas de referencia comunes para todas las Confederaciones, no sólo como amortización de un trabajo biológico complejo y altamente especializado, sino también como garantía y refrendo de la necesaria calidad exigible a un análisis de estas características.

#### Referencias

- AENOR 2004. Norma española UNE-EN 13946:2004 Calidad del agua. Guía para el muestreo en rutina y el pretratamiento de diatomeas bentónicas de ríos. 20 pp.
- AENOR 2005. Norma española UNE-EN 14407:2005 Calidad del agua. Guía para la identificación, recuento e interpretación de muestras de diatomeas bentónicas de ríos. 16pp.
- Colegio Oficial de Biólogos 2000. Normas colegiales de regulación de la profesión de biólogo. COB, Madrid, pp. 93-111.
- Colegio Oficial de Biólogos 2005. Normativa general de honorarios profesionales recomendados por el Colegio Oficial de Biólogos de Castilla y León, basada en la Normativa de Honorarios Profesionales Recomendados por el C.O.B. COBCyL, León, 24 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro 2005. Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestro y análisis para fitobentos (microalgas bentónicas). Ministerio de Medio Ambiente - Confederación Hidrográfica del Ebro – URS, Zaragoza, 33 pp.
- European Committee for Standardization 2003. Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard EN 13946. European Committee for Standardization, Brussels, 14 pp.
- European Committee for Standardization 2004. Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. European Standard prEN 14407. European Committee for Standardization, Brussels, 12 pp.
- 

Tabla 1. Tarifas establecidas por diversas empresas y organismos. 1: Análisis de diatomeas. 2: A nivel de familia. 3: Por hora de trabajo. 4: por 500 individuos a nivel de especie.

Empresa / entidad	AAlgas (excl. muestro)	Macroinvertebrados
PhycoTech Inc. (USA)	354,40 €	93,83 €
Delta Environmental Consulting (Australia)	-	96,54 €
Idaho Dept. of Environmental Quality (USA)	-	208,40 € <sup>4</sup>
PhycoEco (Suiza)	600-750 €	-
Universitá di Camerino (Italia)	174-290 €	-
Agence de l'Eau (Luxemburgo)	310-470 €	-
DIREN de Lorraine (Francia)	130-150 €	-
Instituto de Investigación del Medio Ambiente (España)	267 €	108 €

## Trabajos de Investigación

**AUTOR: Lluís Benejam Vidal**

**TÍTULO: Life history and parasitology of an invasive fish (*Gambusia holbrooki*) along a latitudinal gradient**

Director del trabajo: Emili García-Berthou

Centro: Universidad de Girona

Lugar de realización: Instituto de Ecología Acuática

Tipo de trabajo: Trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados

Lectura: 19 julio de 2005

El trabajo de investigación va encaminado a comprender el efecto de la latitud en el ciclo de vida y la parasitología de la gambusia (*Gambusia holbrooki*). Las poblaciones de gambusia de ocho estuarios Mediterráneos en un rango de 5 grados de latitud (Orb, Bourdigou, Ter, Tordera, Ebre, Millars Xúquer y Segura) fueron prospectadas el verano de 2004, y 2 puntos (Bourdigou y Tordera) también fueron prospectados en primavera y otoño. Las poblaciones de gambusia del sur eran mas abundantes, destinaban mas energía en reproducción (índice gonadosomático y peso gonadal, después de extraer el efecto de la longitud del pez) y tenían una peor condición (peso total y peso eviscerado, después de extraer el efecto de la longitud del pez) que las poblaciones del norte. La longitud de maduración ( $L_{50}$ ) en los machos dependía de manera significativa de la latitud, en las poblaciones del norte los individuos maduraban antes (una menor  $L_{50}$ ). La prevalencia de parásitos era entre 0.0 y 26.7 % y todos los parásitos encontrados fueron larvas de cestodes del orden Pseudophyllidea. La abundancia de gambusias infectadas por parásitos decrecía con la latitud. La presencia y el número de parásitos afectaban de manera significativamente negativa a la condición de la gambusia.

---

**AUTOR: Joaquim Carol Bruguera**

**TÍTULO: Fish ecology in Catalan reservoirs**

Director del trabajo: Emili García-Berthou

Centro: Universidad de Girona

Lugar de realización: Instituto de Ecología Acuática

Tipo de trabajo: Trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados

Lectura: 19 julio de 2005

El trabajo de investigación consta de dos estudios encaminados a caracterizar la comunidad de peces de distintos embalses catalanes como elemento para la elaboración de herramientas de establecimiento de potencial ecológico tal y como contempla la Directiva Marco del Agua 2000/60/EC, y así entender la respuesta ecológica de las comunidades a la degradación de la calidad del agua. En el primer estudio se analiza la respuesta de las poblaciones de peces a nivel de comunidad a la variación de las características limnológicas en distintos tipos de embalses. Los peces se capturaron mediante pesca eléctrica desde embarcación en la zona litoral y mediante redes de luz variable en la zona limnética. Al mismo tiempo se recopilaron y se analizaron las principales características físicas (superficie, capacidad,...) y limnológicas (temperatura, clorofila, nutrientes,...) de los distintos embalses. La altitud y el estado trófico son los descriptores más importantes en la variación de las comunidades de peces, aunque en ecosistemas artificiales y fuertemente modificados como los embalses, parece que la altitud es menos importante que el estado trófico en comparación con los lagos naturales u otros ecosistemas acuáticos. La trucha (*Salmo trutta*) y otras especies nativas dominan en abundancia en embalses de cabecera, la carpa (*Cyprinus Carpio*), la anguila (*Anguilla anguilla*) y el rutilo (*Rutilus rutilus*) en embalses de tramo bajo, y otras especies en tramos medios. La riqueza de peces es baja y la mayoría son especies introducidas. Dada la baja riqueza de peces de los ecosistemas de agua dulce mediterráneos y europeos, y la homogeneización de la biota característica de los embalses, no se espera que la riqueza de peces dependa mucho de la calidad del agua.

En el segundo de los estudios se modeliza la selectividad de las redes de luz variable para los peces capturados en los embalses utilizando el método SELECT para ocho especies de peces de agua dulce ampliamente distribuidas por Europa y se explora la relación entre las curvas de selectividad estimadas y la forma del cuerpo de los peces. Los modelos de selectividad fueron ajustados con éxito mediante el método SELECT. Las relaciones entre los parámetros de selectividad estimados y los distintos descriptores de forma de los peces pueden utilizarse como herramientas para describir la selectividad de las redes de luz variable para otras especies de peces.

---

**AUTORA: Victoria García García ([viquigar@um.es](mailto:viquigar@um.es))**

**TÍTULO: Análisis de la variabilidad espacio-temporal del nitrógeno en un río temporal mediterráneo: el Río Chícamo (Cuenca del Río Segura)**

Tipo de trabajo: Tesis de Licenciatura

Directores: Rosa Gómez Cerezo y M<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez

Centro de realización: Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia

Fecha de lectura: 27 de junio de 2005

Los ríos en general, y los semiáridos en particular, se caracterizan por una elevada variabilidad espacial y temporal en la concentración de nitrógeno, pero mientras que el estudio de la variabilidad temporal del nitrógeno, tanto estacional como interanual, ha recibido bastante atención, no ocurre igual con la componente espacial.

A escala global o regional, la variación espacial de la disponibilidad de nutrientes está relacionada fundamentalmente con la geología de la cuenca, la vegetación, los usos del suelo y las aportaciones atmosféricas, mientras que a escala local, parecen ser muchas las variables y procesos biogeoquímicos implicados en la disponibilidad del nitrógeno: tipo de sustrato, hidrología, vegetación de ribera y/o acuática, textura de los sedimentos, concentración de oxígeno, etc. No obstante, y a pesar de la influencia que la variabilidad espacial del nitrógeno tiene sobre la abundancia y distribución local de los organismos, la actividad microbiana y la producción primaria, pocos trabajos se han centrado en su estudio hasta el momento.

El presente estudio se ha llevado a cabo en un río mediterráneo semiárido de la Cuenca del Segura (Río Chícamo, Murcia) donde se ha analizado, de forma descriptiva y cuantitativa, la variabilidad espacial y temporal del nitrógeno inorgánico disuelto (NID) a diferentes escalas espaciales (cuenca -de cabecera a desembocadura-, tramo y sub-tramo) y bajo distintas situaciones hidrológicas (flujo base, después de lluvias y tras el estiaje), lo que nos permite interpretar los resultados dentro de la propia variabilidad natural de estos sistemas.

Se trata de un río pequeño con una longitud de cauce de aproximadamente 13.5 km, una cuenca de drenaje de 501.8 km<sup>2</sup> y pendiente media del 1.54 %. Su nacimiento constituye una surgencia natural del Sistema Acuífero de Quibas a 350 m de altitud. El Río Chícamo se localiza en un área de clima mediterráneo árido, que durante los últimos 14 años ha registrado precipitaciones anuales inferiores a 300 mm y una temperatura media anual próxima a 18 °C. Respecto a la hidrología superficial se diferencia de cabecera a desembocadura dos tramos. El primero de aguas permanentes, de 5.8 km de longitud, con un caudal medio en flujo base de 18 l/s, salinidad relativamente baja (1.4 - 1.8 g/l), cauce bastante encajado, calizas y conglomerados como sustrato dominante y una abundante vegetación de ribera, y un segundo tramo temporal de 7.7 km de longitud y que, dependiendo de la época del año, presenta flujo de agua superficial continuo (caudal medio en flujo base de 0 - 0.3 l/s). Este tramo presenta mayor salinidad que el anterior (5.5 - 10.6 g/l), una amplia llanura de inundación, margas del Keuper y del Mioceno superior como sustrato dominante y escasa vegetación de ribera.

En cuanto a los usos del suelo de la cuenca, de cabecera a desembocadura del Río Chícamo se diferencia un claro cambio a partir del tramo medio-bajo, donde se incrementa la superficie de cultivos de regadío (fundamentalmente pequeñas huertas de frutales y especies hortícolas), en detrimento de los cultivos tradicionales de secano, cambio que va acompañado también de una mayor presencia de pequeños núcleos urbanos, cuyos vertidos repercuten principalmente en el tramo bajo del río.

Los objetivos planteados fueron:

1. Determinar la concentración de las distintas fracciones del nitrógeno inorgánico disuelto (NID), bajo distintas situaciones hidrológicas (flujo base, después de las lluvias y tras el estiaje).
2. Analizar los patrones de variación espacial de las diferentes fracciones del NID, a distintas escalas espaciales (cuenca, tramo y sub-tramo).
3. Conocer el grado de dependencia espacial entre estaciones de muestreo.
4. Analizar el efecto de la hidrología sobre la variabilidad espacial del nitrógeno.

Para ello se realizaron cinco muestreos (dos en flujo base, dos después de lluvias y uno tras el estiaje) en un periodo de tiempo comprendido entre Marzo de 2003 y Abril de 2004. Se seleccionaron 30 estaciones de muestreo a lo largo de los 13.5 km de río y separadas entre sí por una distancia media de 473 m aproximadamente (13 de las cuales, en el tramo permanente y 17, en el tramo temporal). Así mismo, dentro del tramo temporal se seleccionó un sub-tramo de 353.8 m de longitud donde se seleccionaron 4 puntos que fueron muestreados en doce ocasiones durante el año 1994 (un muestreo al mes).

Los resultados obtenidos muestran que:

1. En el Río Chícamo, el N-nitrato es la fracción dominante del NID (8.8 y 9.1 mg/l, respectivamente en cada fecha de flujo base). Barajamos la hipótesis de que en ausencia de actividad antrópica, el sustrato geológico de la cuenca es el responsable de las altas concentraciones de nitrógeno detectadas.

2. En el tramo permanente, la concentración media de N-nitrato es mucho menor (3.5 y 4.7 mg/l, para cada fecha de flujo base), que en el tramo temporal (12.9 y 12.5 mg/l, para cada fecha de flujo base). Del mismo modo, el patrón de variación espacial registrado en cada uno de los tramos es muy distinto. Mientras en el tramo permanente la variabilidad espacial del N-nitrato es menor (coeficiente de variación (CV) = 39.3 y 21.8 %, respectivamente en cada fecha de flujo base) y muestra una disminución progresiva de la concentración aguas abajo, en el tramo temporal, la variabilidad espacial aumenta (CV = 60.7 y 59.2 %, respectivamente en cada fecha de flujo base), y es muy irregular. El N-nitrito y el N-amonio aparecen en concentraciones muy inferiores (por debajo de 0.1 mg/l en ambas situaciones de flujo base), aunque son las fracciones del NID que mayor variabilidad espacial presentan, llegando a alcanzar el N-amonio un coeficiente de variación espacial igual a 243.2 % de cabecera a desembocadura y en situación de flujo base.

3. A escala de sub-tramo, localizado en el tramo temporal, el N-nitrato fue también la fracción dominante, registrándose una concentración media anual igual a 2.3 mg/l. El N-amonio y el N-nitrito experimentaron concentraciones medias anuales bastante menores (0.6 y 0.03 mg/l, respectivamente para cada fracción). En cuando a la variabilidad espacial, las tres fracciones presentaron elevados coeficientes de variación, mostrando una tendencia general a aumentar hacia los meses de verano, alcanzándose sus máximos en julio y agosto, para descender durante los meses de otoño.
4. La diferencia de concentración y el patrón de variación espacial del nitrógeno detectado entre ambos tramos, debe atribuirse a factores más locales que la geología de la cuenca, como son la hidrología, el tipo de sustrato, la densidad de vegetación, usos del suelo, y procesos como la nitrificación-desnitrificación.
5. En el primer tramo, el predominio de calizas y conglomerados, el régimen permanente y la abundante vegetación de ribera parecen determinar el menor contenido en nitrógeno. La asimilación por la vegetación de ribera y el proceso de desnitrificación son posiblemente los responsables del descenso paulatino del nitrato observado.
6. En el tramo temporal, segundo tramo, la concentración de nitrógeno y la variabilidad espacial es mayor que en el tramo permanente. Los factores responsables de tales diferencias parecen ser la presencia de margas, el régimen hidrológico temporal, la casi inexistencia de vegetación de ribera, la mayor interacción agua superficial - sub-superficial y la geomorfología del cauce, que es la que determina las zonas de infiltración y descarga de agua sub-superficial rica en nitrógeno.
7. El efecto de las lluvias y el estiaje sobre la concentración y variabilidad espacial del nitrógeno es opuesto. Las lluvias originan una dilución y homogenización de la concentración de N-nitrato de cabecera a desembocadura, mientras que el estiaje, ocasiona una extremada fragmentación de la lámina de agua superficial en el tramo temporal, aumentando así la variabilidad espacial y la concentración de N-nitrato. Mientras que la variabilidad espacial del N-nitrato se incrementa hacia el periodo de estiaje para volver a disminuir con las primeras lluvias, el N-nitrito y el N-amonio presentan patrones opuestos de variabilidad espacial, siendo ésta menor durante el estiaje.
8. La variabilidad espacial del nitrógeno se incrementa conforme aumenta la escala de estudio, de manera que a escala de cuenca es mayor que en el tramo temporal, que a su vez es mayor que en el tramo permanente, y ésta, mayor que en el sub-tramo.
9. En el Río Chícamo, y en situación de flujo base, el N-nitrato y el N-nitrito mostraron dependencia espacial entre estaciones de muestreo consecutivas, es decir, separadas 473 m aproximadamente. En términos estadísticos, las muestras contenidas dentro de este "fragmento" no son independientes. Con objeto de obtener muestras espacialmente independientes, la distancia mínima entre estaciones debería ser de aproximadamente 500 m.
10. Mientras en el tramo permanente sí existe dependencia espacial entre estaciones contiguas, en el tramo temporal, la desconexión superficial entre algunas estaciones de muestreo y la existencia de aportes externos puntuales en la parte más baja pueden determinar la ausencia de dependencia espacial.
11. De este modo, y desde un punto de vista aplicado, queda patente que en las zonas áridas y semiáridas, tanto la adecuación de la escala al estudio que se propone, como el régimen hidrológico, son aspectos fundamentales a considerar a la hora de establecer un buen programa de seguimiento de la calidad de las aguas superficiales, principalmente en lo referente a la distribución y localización de estaciones de control y frecuencia de los muestreos.

---

**AUTOR: José Barquín Ortiz**

**TÍTULO: Spatial patterns of invertebrate communities in spring and runoff-fed streams**

Tipo de trabajo: Tesis Doctoral.

Treinta y seis ríos en Nueva Zelanda y 12 en el norte de España (Cantabria) fueron estudiados para determinar los patrones espaciales de las comunidades de invertebrados bentónicos. La biomasa de briófitos y los niveles de los recursos alimenticios fueron mayores en los ríos alimentados por manantiales que en los ríos alimentados por aguas de escorrentía. Las densidades de invertebrados fueron también mayores en los ríos alimentados por manantiales en ambos países Nueva Zelanda y España, aunque la riqueza de invertebrados fue mayor en ríos alimentados por manantiales en Nueva Zelanda y en ríos alimentados por aguas de escorrentía en España. Estas diferencias en la diversidad de invertebrados pueden estar relacionadas con la mayor diversidad de invertebrados predadores en las surgencias neocelandesas, y la menor cantidad de invertebrados en Nueva Zelanda con ciclos de vida que utilizan la temperatura como umbral crítico en su desarrollo.

Se han llevado a cabo 2 experimentos para estudiar el efecto que los factores locales tienen en la distribución de las comunidades de invertebrados. En el primer experimento se investigó el efecto de la biomasa algal y la estructura del hábitat en las comunidades de invertebrados de río. Para llevar a cabo este experimento se construyeron cubiertas artificiales que redujeron el

crecimiento algal y se utilizaron sustratos artificiales con diferente complejidad. La densidad y el número de taxones de invertebrados fueron menores en los sustratos que se encontraban debajo de las cubiertas y en los sustratos más simples. La productividad algal incrementó la riqueza de invertebrados al aumentar el número de individuos en un área determinada, mientras que la complejidad del hábitat incrementó la riqueza de invertebrados al proveer con mayor número de recursos alimenticios y/o espaciales.

El segundo experimento examinó los efectos que la productividad primaria y la perturbación física tienen en los invertebrados fluviales. Para ello se utilizaron cubiertas artificiales y se perturbó el sustrato en determinados parches del lecho del río (10 m<sup>2</sup>). También se compararon los efectos que la perturbación experimental produjo en la fauna de invertebrados bentónicos con los de una crecida natural. La fauna de invertebrados en los parches con alta productividad algal se recuperaron más rápidamente que los que se encontraban en parches de baja productividad, tanto después de la perturbación experimental como de la natural. La perturbación experimental redujo el número de individuos y taxones de invertebrados en mayor grado que la perturbación natural. El experimento demostró que la productividad primaria es el limitante de la recuperación de la fauna de invertebrados después de una perturbación física.

También investigamos los patrones de temperatura en 5 ríos alimentados por agua de escorrentía y en 7 ríos alimentados por manantiales en las islas norte y sur de Nueva Zelanda. La fauna de invertebrados se muestreó a 4 distancias (0, 100, 500 y 1000 m) de la surgencia. La variabilidad de la temperatura fue mucho mayor para los ríos alimentados por agua de escorrentía que para los ríos alimentados por manantiales, y aumenta según nos desplazamos aguas abajo de la surgencia. El caudal, la altitud, y el número y tipo (aguas de escorrentía o de manantial) de tributarios que se unen al cauce del río determinan el grado de variabilidad de la temperatura aguas abajo de la fuente. Según nos desplazamos aguas abajo de la surgencia, las comunidades de invertebrados incorporan taxones con mayor movilidad y que son más típicos de ríos alimentados por agua de escorrentía. Los cambios en la composición del sustrato, en la estabilidad, y la deriva de invertebrados son factores que explican mejor los patrones longitudinales observados en las comunidades de invertebrados que los cambios en el régimen de temperaturas.

Para sintetizar los resultados obtenidos en esta tesis se puede afirmar que los factores que controlan la distribución espacial de las comunidades de invertebrados bentónicos se organizan jerárquicamente, desde la escala del microhábitat hasta la escala regional. A la escala más pequeña, la estabilidad del sustrato aumenta la cantidad de los recursos alimenticios, la complejidad del hábitat y la heterogeneidad, y por tanto en sustratos más estables encontramos mayores densidades y riqueza de invertebrados. No encontramos en nuestras relaciones argumentos que sostuviesen la hipótesis de la perturbación intermedia ni la hipótesis del equilibrio dinámico. A esta escala la composición del sustrato y la presión de los depredadores son también factores muy importantes en determinar el tipo de comunidad de invertebrados.

A una escala regional encontramos que la altitud parece poner el límite superior a la riqueza de invertebrados, mientras que la estabilidad del hábitat determina el número de taxones de invertebrados que aparecen a una altura dada. La altitud parece restringir la dispersión de los invertebrados y por tanto limitar el número de taxones que pueden alcanzar a colonizar un río determinado. Se propone un marco de dispersión-estabilidad para explicar los patrones de diversidad de invertebrados observados.

Por último, la investigación de los patrones espaciales de las comunidades de invertebrados bentónicos sobre amplias áreas geográficas tiene el poder de revelar los efectos que las perturbaciones de largo plazo tienen sobre estas comunidades. Por ejemplo, parece haber un patrón bien establecido en distintos continentes de dominancia de taxones de no-insectos y de taxones de insectos en fuentes con poca y elevada altitud respectivamente. Consideramos que esto es el resultado de la última glaciación y las diferentes habilidades de dispersión de los taxones de no-insectos e insectos.

---

**AUTORA: Ana Isabel Negro Domínguez**

**TÍTULO: Ecología del fitoplancton de lagunas y turberas de las sierras Segundera y Cabrera y de la Cordillera Cantábrica**

Directores: Caridad De Hoyos Alonso / José Manuel Gómez Gutiérrez

Centro: Área de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca

Fecha de lectura: 11-noviembre-2005

Se ha efectuado un estudio limnológico de lagunas y turberas de montaña con la finalidad de analizar las comunidades fitoplanctónicas y sus relaciones con las variables físico-químicas del agua. Se incluyeron ecosistemas de dos zonas: las sierras Segundera y Cabrera Baja (abreviadamente S<sup>a</sup> Segundera), en el noroeste de Zamora, y la Cordillera Cantábrica. S<sup>a</sup> Segundera es una penillanura glaciaria y el sustrato geológico está formado por rocas ácidas poco solubles (gneises y granodioritas). La C<sup>a</sup> Cantábrica es un macizo de relieve abrupto y litológicamente heterogéneo, aunque abundan las rocas carbonatadas.

En S<sup>a</sup> Segundera se efectuaron dos campañas de muestreos, una en el verano de 1993 y otra en la primavera de 1994, visitando un total de 44 ecosistemas (25 lagunas y 19 turberas). Además en esta zona se efectuó un seguimiento de periodicidad aproximadamente bimensual entre 1993 y 1995 y un estudio morfométrico completo en cuatro ecosistemas representativos de la

zona (dos lagunas y dos turberas). En la C<sup>a</sup> Cantábrica se llevaron a cabo muestreos puntuales, entre los años 1994 y 1997, principalmente durante la época estival, incluyendo un total de 48 ecosistemas (14 lagunas y 34 turberas).

Las lagunas estudiadas son de origen glaciar. Algunas han sido transformadas en embalses o recrecidas con un pequeño muro, pero la mayoría permanecen en estado natural. Las turberas poseen esfagnos en su mayoría, aunque en C<sup>a</sup> Cantábrica también se estudiaron varias turberas calcáreas, sin esfagnos. Algunas turberas presentan masas de agua bastante profundas (principalmente las que se han originado por colmatación de lagunas). Otras poseen charcas más pequeñas o redes de canales de agua meandriformes.

Los principales resultados y conclusiones del estudio son:

1) En S<sup>a</sup> Segundera existe un predominio del sodio frente al calcio, lo que indica que en estos ecosistemas el contenido iónico del agua está más influido por la atmósfera que por el sustrato, y por tanto es susceptible de oscilar rápidamente con los cambios climáticos. La escasa solubilidad de las rocas de esta zona puede explicar solo en parte este resultado, pues la influencia atmosférica es mayor en S<sup>a</sup> Segundera que en otros lagos de montaña de España y Europa, incluso en los situados sobre un sustrato geológico similar. Otras causas pueden ser la localización periférica de S<sup>a</sup> Segundera, más influida por el aerosol marino que los macizos montañosos interiores, y su suave geomorfología (las lagunas presentan cuencas pequeñas). Esta mayor influencia atmosférica hace que las turberas de S<sup>a</sup> Segundera, en principio de tipo minerotrófico, se asemejen más en su concentración de cationes a turberas ombrotóficas que a otras turberas minerotóficas europeas.

En C<sup>a</sup> Cantábrica predominan los cationes divalentes frente a los monovalentes, lo que indica que el contenido iónico está dominado por el sustrato. No obstante, en C<sup>a</sup> Cantábrica la importancia del Na frente al Ca varía en función de la distancia al mar, y los ecosistemas más próximos a la costa están más influenciados por el aerosol marino que por el sustrato, aunque éste sea en parte calizo.

2) Las concentraciones de los principales nutrientes para las algas (fósforo y nitrógeno) y la composición y abundancia del fitoplancton son características de condiciones oligotróficas. No obstante, de las dos zonas de estudio, los ecosistemas de S<sup>a</sup> Segundera parecen más sensibles a un aumento de la concentración de fósforo. En S<sup>a</sup> Segundera se observó una concentración de fósforo ligeramente superior que en C<sup>a</sup> Cantábrica y una menor relación nitrógeno:fósforo. Las cianobacterias nostocales, generalmente favorecidas por bajos valores de la relación N:P, fueron algo más abundantes en S<sup>a</sup> Segundera. Estas diferencias en la concentración de fósforo y en la relación N:P entre las dos zonas de estudio pueden deberse al diferente contenido iónico: la escasez de calcio de S<sup>a</sup> Segundera produce una menor precipitación del fósforo.

3) En el estudio aparecieron 801 taxones de microalgas, correspondiendo el mayor número a las desmidiáceas (clorofitas, algas verdes) y diatomeas pennales. La riqueza taxonómica por muestra analizada fue superior en los ecosistemas de S<sup>a</sup> Segundera. Los factores que consideramos más relacionados con este resultado son el pH más bajo de las lagunas de S<sup>a</sup> Segundera, característica que favorece la diversidad de desmidiáceas, y las concentraciones de fósforo ligeramente más altas en S<sup>a</sup> Segundera.

Cuantitativamente (resultados expresados en biovolumen) en S<sup>a</sup> Segundera fueron muy importantes las algas flageladas (crisofíceas, criptofitas, dinoflageladas, clorofitas), muchas de ellas nanoplanctónicas. En C<sup>a</sup> Cantábrica fueron más características las clorofitas y diatomeas.

4) La producción fitoplanctónica total no está limitada por un nutriente en particular, sino que parece depender de la naturaleza del sustrato y la relación área de la cuenca/volumen. Un sustrato más soluble y/o una mayor relación Ac/V aportan mayor concentración de cationes, fósforo, nitrógeno y materia húmica, aumentando el biovolumen del fitoplancton. Por tanto, y dado que reciben poca influencia humana, en estos ecosistemas los conceptos de oligotrofia y eutrofia pueden entenderse desde un punto de vista geológico y geomorfológico.

Se encontró una relación positiva entre el color del agua (materia húmica disuelta), variable relacionada con la escorrentía de la cuenca, y el biovolumen del fitoplancton. Aunque el color del agua suele favorecer el desarrollo de algas flageladas, en nuestro estudio también parecen beneficiar al resto del fitoplancton. Este efecto positivo puede ser a través de un aporte de cationes que forman complejos con las sustancias húmicas, y fósforo, liberados tras la oxidación de dichas sustancias.

5) Se exploró la relación entre las especies y las variables ambientales utilizando análisis multivariantes. En un análisis de las muestras de verano de las dos zonas de estudio, se observa que las diferencias entre las comunidades fitoplanctónicas están muy determinadas por el contenido iónico del agua, en mayor grado que por el fósforo o nitrógeno. Las desmidiáceas y muchas algas flageladas se asocian a los ecosistemas más profundos de S<sup>a</sup> Segundera. Los ecosistemas de mayor grado de mineralización de C<sup>a</sup> Cantábrica se caracterizan principalmente por algunas diatomeas, estando apenas representadas las desmidiáceas. Las turberas más ácidas y menos mineralizadas de ambas zonas de estudio poseen sobre todo desmidiáceas y diatomeas de carácter ticoplanctónico.

Al considerar un área más restringida (S<sup>a</sup> Segundera), con un gradiente de mineralización pequeño, el análisis muestra que las formas de nitrógeno y fósforo ganan importancia, pero están más relacionadas con cambios temporales del fitoplancton que con diferencias entre ecosistemas. Las clorofíceas, algunas desmidiáceas y las cianobacterias nostocales se asocian a las muestras de verano, época con más temperatura y concentración de nutrientes, mientras las diatomeas y crisofíceas son características de la primavera.

6) El biovolumen total de crisofíceas y del conjunto de nanoflageladas presentó una correlación negativa con la concentración de fósforo. El resto de flageladas, especialmente las criptofitas, no mostraron una relación clara con los nutrientes, y, por su localización en el centro de los diagramas de ordenación de los análisis multivariantes, podemos considerarlas como tolerantes. El frecuente comportamiento mixotrófico que se ha encontrado en muchas flageladas puede explicar estos resultados. Dado que las especies mixotróficas pueden actuar como productoras primarias y como consumidoras, pensamos que el biovolumen de las criptofitas, crisofíceas y dinoflageladas no puede considerarse como una medida directamente proporcional a su contribución a la producción primaria.

7) Se calcularon óptimos y tolerancias de las principales diatomeas frente al pH y conductividad, con el objetivo de poder establecer algunos bioindicadores locales para futuros estudios limnológicos y paleolimnológicos de estos ecosistemas. Las especies con óptimos más bajos de pH pertenecen a los géneros *Aulacoseira*, *Eunotia*, *Pinnularia*, *Frustulia* y *Stenopterobia*. La mayoría de esas especies tienen óptimos de conductividad también bajos.

Los aspectos que consideramos de interés para una investigación más profunda en futuros trabajos son: la mayor diversidad de microalgas en las muestras de S<sup>a</sup> Segundera respecto a las de C<sup>a</sup> Cantábrica; la escasez de flageladas (especialmente crisofíceas) en C<sup>a</sup> Cantábrica y la influencia de la materia húmica, de elementos minoritarios como el hierro y del régimen hidrológico sobre la composición del fitoplancton.

---

AUTOR: **Álvaro Chicote Díaz**

TÍTULO: **Limnología y Ecología Microbiana de un Lago Kárstico Evaporítico: El Lago de Arreo (Norte de España)**

Directores: M<sup>a</sup> Carmen Guerrero Sánchez, Eugenio Rico Eguizábal, Antonio Camacho González

Centro: Universidad Autónoma de Madrid

Lugar de realización: Departamento de Ecología

Fecha de lectura: 28 de septiembre de 2004

En la mayor parte de la Península Ibérica las características climatológicas y geomorfológicas predominantes sólo favorecen la formación de zonas húmedas temporales o permanentes de escasa profundidad. Así, las masas de aguas naturales profundas con un claro patrón de funcionamiento de tipo lacustre, pueden ser definidas como ecosistemas extraordinariamente singulares en nuestro ámbito territorial.

De acuerdo con la clasificación de Hutchinson, once son los tipos principales de lagos presentes en el mundo, de los que tan sólo tres han dado lugar a la mayor parte de los ecosistemas lacustres peninsulares. Dentro de estos, los lagos de disolución constituyen uno de los principales tipos lacustres presentes en España. Este tipo de lagos pueden ser, a su vez, divididos en dos subtipos, los que se asientan sobre materiales carbonatados (más frecuentes) y los que se desarrollan sobre sustratos yesíferos, como es el caso del lago estudiado. Así, a su rareza genética habría que añadir su singularidad territorial, siendo el único lago natural del País Vasco y el segundo lago más profundo de estas características en España ( $z_{\max}=24,8$  m).

Una de las propiedades físicas más destacables de Arreo, al igual que la de la mayoría de los lagos de este tipo, es su forma circular y su gran profundidad en relación con su superficie ( $z_r=8,57$  y  $p_m=4,9$ ), lo que favorece la estabilidad de las aguas y el desarrollo de ciclos de estratificación térmica muy intensos y prolongados, llegándose a detectar durante el periodo estudiado (1993-2003) un gradiente máximo de temperatura de hasta  $10^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$  y un valor medio de estratificación de 270 días. Las características litológicas de los materiales que constituyen su cuenca de drenaje y los de la propia cubeta favorecen la presencia de aguas ricas en sales disueltas, con una importante presencia de sulfatos que propicia el desarrollo de aguas hipolimnéticas ricas en sulfhídrico. Así, con cierta frecuencia y debido a la combinación de estos dos factores abióticos, los procesos de circulación se encuentran fuertemente impedidos, dando lugar a un funcionamiento de tipo monomítico cálido, con un régimen de circulación holomítico, que se alternaría interanualmente con otro de tipo meromítico.

Una de las consecuencias más destacables que se derivan de estas condiciones ambientales es la formación de fuertes gradientes físicos de densidad, temperatura, luz y químicos de pH, potencial de oxido-reducción, fuerza iónica, nutrientes y de otras sustancias biológicamente activas. Esta heterogénea distribución espacial observada resulta extremadamente compleja, pudiéndose observar una estrecha interrelación entre la dinámica de los diferentes componentes químicos analizados. Así, si bien la escasa disponibilidad de fósforo en la mayor parte de la capa fótica (generalmente  $<0,03\ \mu\text{M}$ ) puede ser apuntado como el principal elemento químico que regula y define la distribución espacio-temporal de los organismos fotoautótrofos del plancton, la dinámica de este nutriente se encuentra fuertemente relacionada con la de otros componentes químicos como son el oxígeno, el potencial de óxido-reducción, el nitrógeno, el azufre, el hierro y el manganeso.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, unidos a los recopilados en otros trabajos parciales llevados a cabo desde el departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid, dan como resultado una riqueza taxonómica de 356 taxones, de los que 143 se corresponden con la comunidad fitoplanctónica. La composición de este grupo funcional es similar a la encontrada en

otros lagos de similares características. Los grupos algales que presentaron un mayor desarrollo fueron diatomeas, dinoflagelados y criptomonas, si bien los que alcanzaron una mayor diversidad fueron clorofíceas y diatomeas. Cabe destacar también la riqueza taxonómica aportada por otro grupo menos frecuente como es el formado por las crisofíceas, en tanto que otros grupos habituales en este tipo de lagos, como son las cianobacterias y las bacterias fotótrofas del azufre, mostraron una presencia muy restringida.

El régimen de estratificación-mezcla y la escasa disponibilidad de fósforo en la zona fótica podrían ser apuntados como los factores fundamentales que condicionarían la composición taxonómica-funcional y la dinámica del fitoplancton. Sin embargo, la baja disponibilidad de fósforo en las aguas superficiales, incluso en el metalimnion, contrasta con el importante desarrollo que puntualmente alcanza esta comunidad. Esta aparente discrepancia podría estar justificada por la buena adaptación del fitoplancton y el complejo acoplamiento de sus poblaciones a lo largo del ciclo anual. Así, las diatomeas iniciarían su desarrollo típicamente al principio de la primavera, aprovechando la máxima disponibilidad de fósforo en las capas superficiales. La temprana estratificación de las aguas favorecería la introducción de un importante inóculo de este grupo en la parte superior del metalimnion. De esta forma, aunque las diatomeas son incapaces de remontar hacia capas superiores, si podrían estar regulando su densidad y con ello frenando su tasa de sedimentación, consiguiendo así prolongar su permanencia en la capa fótica. Hacia el final de la primavera se observó un predominio de dinoflagelados; su incorporación se podría estar dando a partir de cistes procedente del sedimento de la zona litoral, un ambiente rico en nutrientes que les daría una ventaja para crecer en condiciones donde existe muy poco fósforo disponible. Su mantenimiento posterior durante el periodo estival podría estar relacionado con su potencialidad mixótrofa y con la mayor capacidad para acumular nutrientes. Esta redistribución de la biomasa en formas de mayor tamaño, unido a la elevación de la redoxclina, podría ser también un paso clave para el desarrollo de un tercer grupo: las criptomonas. Estas últimas constituyen un grupo especialmente adaptado a aguas frías y a condiciones de baja densidad de flujo fotónico, pudiendo crecer a profundidades en las que el fósforo aun no ha sido explotado, merced también a la capacidad migratoria, hecho que ha podido ser documentado a partir de los experimentos de producción primaria y dinámica poblacional realizados a lo largo de un ciclo diario. El crecimiento de las criptomonas estaría así potenciado por los acontecimientos de meses anteriores y prolongaría el periodo de actividad fotosintética hasta el periodo otoñal, como también ha podido ser observado en los experimentos de producción primaria llevados a cabo a lo largo de un ciclo anual. Nos encontraríamos, por tanto, con un fitoplancton primaveral dominado por especies estrictamente fotoautótrofas, y no flageladas, que predominarían en condiciones de mayor inestabilidad y también mayor disponibilidad de nutrientes, y que sería paulatinamente reemplazado por especies flageladas y potencialmente mixótrofas, que se adaptarían mejor a la mayor estabilidad de la columna de agua y a la falta de nutrientes en la zona mejor iluminada.

De esta forma, a pesar de la escasa disponibilidad de nutrientes y a su alejamiento durante la mayor parte del año de la zona donde la luz fotosintéticamente activa se encuentra disponible, la vida microbiana del lago adquiere un importante desarrollo y una enorme singularidad adaptativa. Este hecho es especialmente llamativo dentro del conjunto de los organismos fotoautótrofos que se distribuyen de forma muy heterogénea, dando lugar a la formación de máximos metalimnéticos de extraordinario tamaño, que llegaron a ser de hasta  $1 \text{ mg chl } a \cdot \text{l}^{-1}$ , y a la acumulación en el metalimnion, a lo largo del periodo estudiado, del 80% de la clorofila *a* y del 65% del biovolumen algal de toda la capa fótica (establecida a partir de los datos de fotoasimilación en  $z_c=0,1\% \text{PAR}$ ).

---

**AUTORA: Inmaculada de Vicente**

**TÍTULO: Intercambio de nutrientes en la interfase agua-sedimento de dos lagunas costeras de elevado nivel trófico: la Albufera de Adra (Almería).**

Tesis Doctoral Universidad de Granada

Directores:

Luis Cruz Pizarro. Catedrático de Universidad. Universidad de Granada.

Laura Serrano Martín. Profesor Titular. Universidad de Sevilla.

La Albufera de Adra representa la zona húmeda natural más importante del sudeste de la Península Ibérica. Actualmente, este complejo palustre está compuesto por dos lagunas costeras: la laguna Honda y la laguna Nueva. A pesar de encontrarse legalmente protegidas bajo la figura de Reserva Natural, están sometidas a una franca regresión espacial y a un deterioro medioambiental mostrando evidentes manifestaciones del proceso de eutrofización de sus aguas. En este contexto se desarrolló, durante los años 1999, 2000 y 2001, el Proyecto LIFE de la UE "Control de la eutrofización de las albuferas de Adra", cuyo objetivo general era desarrollar medidas prioritarias, que junto con las que ya hay establecidas, contribuyesen a mejorar el estado de conservación general del hábitat de la Albufera de Adra. La Tesis Doctoral que aquí se presenta ha sido realizada en el marco de dicho Proyecto.

El objetivo principal de esta Tesis ha sido estudiar el intercambio de nutrientes en la interfase agua-sedimento de las lagunas de la Albufera de Adra, cuyo carácter somero y localización geográfica, en una zona dominada por fuertes vientos, determina la existencia de un estrecho acoplamiento entre la dinámica planctónica y béntica de nutrientes. Para ello se han desarrollado los siguientes objetivos específicos: la descripción de las características meteorológicas, hidrológicas y limnológicas generales; el estudio de la capacidad de liberación y de retención de fósforo por el sedimento, profundizando en el análisis de las variables y procesos que en ella intervienen; el estudio del proceso de sedimentación de partículas (cuantificación y análisis del material

sestónico) y el análisis de la distribución espacial (vertical y horizontal) y de la variación temporal de la concentración de nutrientes (C, N y P) en la fase particulada y en la fase disuelta (agua intersticial) del sedimento.

Los resultados de este estudio han mostrado una extraordinaria variabilidad estacional e interanual de las lagunas de la Albufera de Adra, favorecida por sus características morfométricas (reducida profundidad media) así como por factores meteorológicos de extrema irregularidad (régimen de precipitaciones y fuertes vientos). A pesar de su proximidad geográfica, ambas lagunas presentan, sin embargo, acusadas diferencias tanto en su funcionamiento pelágico como en la dinámica béntica de nutrientes, que responden, en última instancia, a diferencias en edad, morfología y régimen hídrico.

El balance másico de fósforo ha revelado que la laguna Honda recibe una elevada carga externa de éste nutriente que, junto a sus reducidas dimensiones, es responsable de las altas concentraciones que este nutriente alcanza en la columna de agua, cuya sedimentación mantiene elevadas concentraciones de fósforo en el sedimento. De ahí que en esta laguna la producción primaria no se encuentre limitada por la disponibilidad de fósforo en el medio, sino por factores físicos, como la disponibilidad de luz. En la laguna Nueva, por el contrario, la menor concentración de fósforo controla la productividad primaria y determina valores relativamente bajos de la biomasa algal que, en última instancia, permiten una mayor penetración de la radiación fotosintéticamente activa y por tanto, el desarrollo de fitobentos y de manchas litorales de macrófitos.

En ambas lagunas se ha cuantificado una carga externa de fósforo muy inferior a su tasa de sedimentación lo que confirma la importancia del reciclado béntico de este nutriente. Entre los procesos que reducen la retención de fósforo en el sedimento de las lagunas de la Albufera de Adra destacamos la resuspensión. Su cuantificación y estima ha revelado una desigual contribución a la dinámica de nutrientes en la laguna Honda y en la laguna Nueva. Las características morfométricas y la granulometría del sedimento superficial de la laguna Honda la convierten en un sistema especialmente vulnerable a la acción del viento.

A pesar de su reducida extensión superficial, los resultados obtenidos en este estudio ponen el énfasis en la necesidad de considerar la componente horizontal en los estudios sobre el sedimento. En el sedimento de la laguna Honda se ha reconocido una acusada heterogeneidad espacial en la concentración de nutrientes tanto en la fase particulada (materia orgánica, fósforo, nitrógeno y carbono total) como en la fase disuelta (fosfato, amonio, carbono orgánico e inorgánico disuelto), determinada esencialmente por sus características morfométricas e hidrodinámicas. Por el contrario, la morfometría mucho más regular de la laguna Nueva es la responsable de la notable homogeneidad espacial de la composición química de su sedimento.

De los resultados obtenidos de la aplicación de las tres aproximaciones más usualmente utilizadas para la cuantificación de la liberación y retención de fósforo en el sedimento (balance másico, experimentos en laboratorio y estima de los gradientes de difusión) se desprende el papel esencial que juega el sedimento en el ciclo del fósforo de las lagunas estudiadas. Sobre una base anual el sedimento de ambas lagunas retiene fósforo desde la columna de agua. El análisis a menor escala revela una elevada variabilidad temporal de los procesos de retención y de liberación de fósforo. El sedimento de la laguna Honda presenta una extraordinaria capacidad tanto para retener como para liberar fosfato, dependiendo de las condiciones físico-químicas imperantes (especialmente de la temperatura). En esta laguna, los procesos abióticos juegan un papel secundario en la movilización de fósforo sedimentario y es la actividad biológica la que controla en mayor medida su movilización. En la laguna Nueva ni los procesos bióticos ni los abióticos contribuyen a una liberación de fósforo desde su sedimento, presentando, en la mayoría de las ocasiones, una retención neta de fosfato. Una desigual limitación por fósforo de la actividad bacteriana en ambas lagunas, parece estar en la base de las diferencias observadas en la liberación y retención biótica de fósforo en el sedimento.

A pesar de que las tasas de sedimentación de materia orgánica y de carbono y nitrógeno total han sido muy superiores en la laguna Honda, en su sedimento se han medido concentraciones muy inferiores a las observadas en la laguna Nueva. Éstos resultados, junto con la presencia de elevadas concentraciones de nutrientes (fosfato, amonio, carbono orgánico e inorgánico disuelto) en el agua intersticial de la laguna Honda, han reflejado la existencia de un rápido e intenso proceso de mineralización de la materia orgánica sedimentada en esta laguna. Por el contrario, en el sedimento de la laguna Nueva, la mayor parte de los nutrientes permanece en forma particulada y, solamente una pequeña fracción es movilizada hasta el agua intersticial. Las diferencias observadas en la intensidad del proceso de degradación de la materia orgánica sedimentada se deben a que, mientras en la laguna Honda se trata de una materia orgánica lábil, de origen esencialmente planctónico, en el caso de la laguna Nueva, la materia orgánica presente en el sedimento se caracteriza por una composición estructuralmente más compleja, que le confiere un carácter más refractario.

Por todo ello, podemos concluir que las diferencias reconocidas en la regeneración béntica de nutrientes en las lagunas de la Albufera de Adra se deben esencialmente a la desigual importancia relativa de los productores primarios planctónicos (fitoplancton) y bénticos (macrófitos sumergidos) que, en última instancia, determinan la naturaleza más o menos biodegradable de la materia orgánica.

---

**AUTORA: Rocío López-Flores.**

**TÍTULO: Phytoplankton dynamics in permanent and temporary waters of Empordà salt marshes (NE Spain).**

Director: Dr. Xavier Quintana Pou

Institut d'ecologia Aquatica. Universitat de Girona. 5 Julio 2005

Se ha estudiado la dinámica del fitoplancton en las lagunas costeras de Aiguamolls de l'Empordà. Estas lagunas son un ejemplo de laguna mediterránea confinada. Son sistemas que se inundan esporádicamente durante los temporales marinos, que aun siendo más frecuentes en otoño y primavera, distan de seguir un patrón estacional. El resto del año las lagunas permanecen aisladas, lo que las lleva a un proceso de confinamiento, que se acentúa al final del verano. Esta falta de estacionalidad repercute directamente en la dinámica de la comunidad fitoplanctónica, de la que poco se conoce. En este estudio se abordan diferentes aspectos de la dinámica fitoplanctónica, que quedan recogidos en tres capítulos.

En el primer capítulo (IV) se estudia la evolución temporal, a lo largo de un ciclo anual, de los diferentes grupos funcionales del fitoplancton, mediante su composición pigmentaria. Los organismos del fitoplancton se agrupan en clases según su similitud en la composición de pigmentos. Así, la composición pigmentaria nos da información exclusiva de cada una de las clases fitoplanctónicas y nos permite estudiar su evolución frente a los diversos factores bióticos o abióticos del medio. Al mismo tiempo, también se han observado los cambios que los factores ambientales producen en la composición de tamaños del fitoplancton. Los resultados muestran que el fitoplancton, en estos ambientes, está sujeto principalmente al control "bottom-up" y que la variabilidad hidrológica y la disponibilidad de nutrientes tienen una mayor influencia en la composición y distribución de tamaños del fitoplancton, que el zooplancton. Así, en estos sistemas donde la tasa de desnitrificación es muy elevada, la baja disponibilidad de nitrógeno inorgánico es el factor limitante de la producción estrictamente autótrofa. Se ha observado cómo la composición del fitoplancton cambia a lo largo de un gradiente relacionado con la ratio nitrógeno inorgánico: nitrógeno total, en función de las diferencias fisiológicas de cada organismo, en cuanto a su capacidad para obtener el nitrógeno del medio. En los momentos en que el confinamiento es más pronunciado, al final del verano, los nutrientes están mayoritariamente en forma orgánica y los dinoflagelados parecen sacar ventaja de su capacidad mixótrofa, compitiendo y depredando, al mismo tiempo, sobre el fitoplancton de menor tamaño.

En el segundo capítulo (V) se analizan las interacciones entre bacterio- y fitoplancton y los factores que favorecen su dominancia. Estas interacciones se estudian en dos lagunas temporales donde el efecto de la escorrentía durante las épocas de inundación es más importante. Se estudia, en especial, el efecto que los aportes de materia orgánica alóctona tienen sobre la comunidad microbiana. Para detectar los cambios a corto plazo del bacterio- y fitoplancton, se lleva a cabo un monitoreo intensivo a dos profundidades y en dos momentos del día, a la salida y a la puesta del sol. De los resultados se extrae que la concentración de materia orgánica disuelta es el factor ambiental más correlacionado con el crecimiento de la biomasa fitoplanctónica y que el papel de los nutrientes disueltos es secundario. Las diferencias observadas entre lagunas en cuanto a la dominancia del bacterio- o fitoplancton, están relacionadas indirectamente con la ratio cuenca de recepción: área de inundación, la cual explica la acumulación diferencial de materia orgánica y nutrientes entre las lagunas. Se dan muchas situaciones que van desde una relación positiva entre las biomásas del bacterio- y del fitoplancton, que sugiere una cierta relación sinérgica entre ellos, hasta una relación negativa, que probablemente es fruto de una intensa actividad fagotrófica por parte del fitoplancton.

Finalmente en el tercer capítulo (VI y VII), dada la proximidad entre las lagunas costeras y el mar, donde la ocurrencia de PANs (Proliferaciones de Algas Nocivas, equivalente en inglés, HABs) es cada vez más frecuente, se estudia el posible desarrollo de estas proliferaciones en los ambientes lagunares confinados. En primer lugar, se realiza un inventario general de las especies más abundantes de fitoplancton en Aiguamolls de l'Empordà (VI). Las muestras proceden de lagunas donde se alcanzan altas concentraciones de biomasa fitoplanctónica en los periodos estivales, y puntualmente de lagunas donde se han dado episodios de mortalidad de peces. A continuación, se llevan a cabo análisis extensivos de la toxicidad, mediante Microtox, y los resultados positivos se relacionan con la presencia de especies nocivas y con los factores ambientales que pueden favorecer su desarrollo. Se observa que la toxicidad se da en verano, coincidiendo con altas temperaturas y alta biomasa de bacterias y materia orgánica. Además la toxicidad se da solo en la fracción particulada y se descarta que sea debida a los metales pesados. Los episodios de toxicidad coinciden con elevadas biomásas de fitoplancton, aunque dado el carácter pulsátil de las proliferaciones, resulta difícil establecer una relación directa entre ellos. Así, los resultados sugieren, que a pesar de que Microtox es un buen método para realizar monitoreos extensivos de toxicidad en sistemas acuáticos lagunares, la información que proporciona debe contrastarse con otras herramientas moleculares y taxonómicas.

En la segunda parte de este capítulo (VII), se hace un esfuerzo en la clasificación taxonómica de los dinoflagelados, que permite la comparación de la composición y dinámica de este grupo taxonómico entre las lagunas costeras y el agua del mar. Esta parte se centra principalmente en la comparación de las especies de dinoflagelados tóxicos y formadores de mareas rojas y la posibilidad de que se produzca intercambio de organismos entre los dos medios acuáticos. Los resultados permiten afirmar, que a pesar de la falta de un ciclo estacional concreto en las lagunas, las biomásas máximas de diatomeas y dinoflagelados se alcanzan de forma alternada, al igual que ocurre en el mar y como describe el modelo de la mandala de Margalef (Margalef, 1983). La mayoría de especies de dinoflagelados encontradas son responsables de desarrollo de altas biomásas o de la secreción de toxinas. Se encuentran pocas especies en común entre el mar y las lagunas. Los blooms algales en las lagunas, en su mayoría son producidos por especies que en las aguas marinas más cercanas no producen proliferaciones. Así la expansión de los PANs provocados por especies marinas parece poco probable en las lagunas, ya que la afinidad de cada una de las especies a los dos ecosistemas parece ser muy distinta. Sin embargo, existen especies productoras de PANs características de los ambientes lagunares, de manera que se hace necesaria una gestión individualizada de las marismas, que empiece por controlar la eutrofización progresiva de estas y en concreto las entradas de nitrógeno, ya que se trata de un factor determinante en el desarrollo de las PANs.

---

**AUTOR: Arturo Sousa Martín**

**TÍTULO: Evolución de la vegetación higrofitica y de los humedales continentales asociados del Litoral Onubense Oriental**

**Directores:** Pablo García Murillo & Fernando Sancho Royo  
**Centro:** Universidad de Sevilla  
**Lugar de Realización:** Departamento de Biología Vegetal y Ecología  
**Fecha de Lectura:** 5 de julio de 2004

El litoral oriental onubense de Andalucía supone un vasto espacio rico en formaciones húmedas continentales de diferentes tipos. Este hecho, junto con el elevado grado de conservación que presenta, explica que en su superficie se hallen tres espacios naturales protegidos: El Parque Nacional de Doñana, el Parque Natural de Doñana (en su sector oeste conocido como Abalario), y el Paraje Natural de las Lagunas de Palos y las Madres.

Las características territoriales (espacio insalubre y poco accesible) y físicas (Manto Eólico Litoral) de este área de estudio explican que esta franja del litoral suroccidental de España haya sido poco alterada por las actividades antrópicas hasta bien entrado el S. XX. Esto ha permitido no sólo que se haya constituido en un espacio singular en cuanto a su estado de conservación (tanto a nivel zoológico como botánico), sino que lo convierte en un excelente laboratorio natural para la investigación de la evolución regional de los humedales continentales. Para poder estudiar esto ha sido necesario desarrollar una metodología, que integre fuentes y metodologías procedentes de diferentes disciplinas, y que permita reconstruir fielmente cual ha sido la evolución de los humedales y de la vegetación higrofitica.

Por ello los objetivos de esta tesis han sido:

- Desarrollar una metodología contrastable que permita reconstruir y cuantificar la superficie ocupada por estos humedales y la vegetación higrofitica en el litoral onubense oriental.
- Cuantificar la evolución de los humedales y de la vegetación higrofitica a ellos asociada.
- Finalmente, una vez superados estos objetivos, se analizan los datos obtenidos con el objeto de valorar cuales fueron las causas de estos cambios, y si éstas aparecen vinculadas en exclusiva a la actividad antrópica, o si bien están asociadas a cambios naturales (cambios climáticos recientes).

Los resultados obtenidos se desgranar a lo largo de ocho capítulos correspondientes a cada una de las áreas húmedas distribuidas entre las 44.000 ha que ocupa el área de estudio (Lagunas Turbosas de Rivatehilos, Lagunas Temporales de Abalario, Arroyos Atlánticos, Cañadas de la margen derecha de La Rocina, Lagunas Peridunares de Doñana, Lagunas de Palos y Las Madres, y Lagunas que se desarrollan sobre arenas estabilizadas dentro del Parque Nacional de Doñana).

El desarrollo de una metodología específica para reconstruir la evolución de estos humedales litorales ha permitido detectar una reducción radical de la superficie y distribución de estas formaciones húmedas, así como de las comunidades vegetales a ellas ligadas. Concretamente desde principios del S. XVII hasta el S. XX las Lagunas Turbosas de Rivatehilos han reducido su superficie en un 91 %, las Lagunas Temporales de Abalario en un 40 % y los Arroyos Atlánticos han disminuido su longitud aproximadamente en un 84 %, para este mismo período. Por su parte los datos de las Lagunas Peridunares de Doñana apuntan hacia una reducción de su superficie próxima al 70 % (para el período 1920-1987), y las Cañadas del margen derecho de La Rocina han disminuido su longitud en un 32 % durante el período 1956-1987.

En relación con la vegetación higrofitica la comunidad de brezales húmedos atlánticos meridionales de *Erica ciliaris* (y las especies singulares que la acompañan), han sufrido una drástica reducción en su superficie y área de distribución, afectada sobre todo por una bajada en los niveles freáticos causada originalmente por una modificación climática, pero intensificada por la actividad antrópica. También han tenido una reducción muy significativa las comunidades freatófiticas asociadas a las Cañadas de la margen derecha del Arroyo de La Rocina y de los Arroyos Atlánticos.

Aunque durante la segunda mitad del S. XX se ha constatado que esta regresión de los humedales y su vegetación asociada tiene un origen antrópico, se trata de un proceso inicialmente vinculado a un cambio climático, concretamente la Pequeña Edad del Hielo. Por tanto los datos de este estudio, en consonancia con la literatura reciente sobre este tema, inducen a pensar que los efectos de la Pequeña Edad del Hielo en latitudes más meridionales (como el SW de la Península Ibérica), fueron de una mayor suavidad y benignidad climática desde el punto de vista de la vegetación.

En el caso particular de las lagunas peridunares del Parque Nacional de Doñana puede constatar que su superficie original se redujo a la mitad a principios del S. XVIII, para posteriormente sufrir una nueva reducción muy intensa a finales del S. XIX (coincidiendo con la finalización de la P.E.H.), y durante la primera mitad del S. XX. Los datos de seguimiento del anillo de vegetación perilagunar en las lagunas de Santa Olalla, Dulce, Charco del Toro y Brezo ponen de manifiesto que en la actualidad estos humedales están siendo muy afectados por las extracciones de agua de las proximidades.

En resumen, la metodología multidisciplinar empleada permite afirmar que el final de Pequeña Edad del Hielo (a finales del S. XIX), condujo a una pérdida de la benignidad climática (o de la "atlánticidad"), generando unas condiciones de mayor aridez. Este cambio climático (aridización) inició un proceso general de desecación de las comunidades higrofiticas asociadas a los humedales continentales, posteriormente intensificado por la actividad humana durante la segunda mitad del S. XX.

---

**AUTORA:** Maruxa Álvarez Jiménez  
**TÍTULO:** Ecología de los Ríos Temporales de la Isla de Mallorca

**Tipo de trabajo:** Tesis Doctoral  
**Director:** Isabel Pardo Gamundi  
**Centro:** Universidad de Vigo

**Lugar de Realización:** Departamento de Ecología y Biología Animal

**Fecha de Lectura:** 28 de Junio de 2004

A pesar de que las aguas subterráneas constituyen la casi totalidad de los recursos hidráulicos de la isla de Mallorca, ésta también se encuentra surcada por pequeños ríos, comúnmente conocidos como torrentes, que se diferencian de la imagen típica de un río a que experimentan una fase seca a lo largo de su ciclo anual; de ahí a que en el título de este trabajo se haya querido resaltar la temporalidad de los mismos. Los ríos temporales que constituyen la red hidrográfica de la isla de Mallorca son un tipo de ecosistemas único que hasta la ejecución de esta tesis doctoral no habían sido estudiados desde el punto de vista ecológico, de ahí a la importancia que tiene este trabajo en dar una visión global la ecología de los mismos.

Para llevar a cabo este objetivo, y dar una primera aproximación a la ecología de los ríos temporales de la isla, los estudios llevados a cabo dentro de este trabajo se desarrollaron a distintas escalas. El primer estudio se trata de una caracterización de los ríos de Mallorca y en el se describen las variables ambientales que afectan a las comunidades de macroinvertebrados que habitan en los mismos. Mediante este primer estudio se ha constatado que los usos del suelo y la duración del período de permanencia de agua son los principales factores que influyeron a la estructura de la comunidad de macroinvertebrados de los ríos estudiados. Además, los resultados obtenidos también se discuten desde el punto de vista de la conservación del hábitat, en especial de las fuentes que alimentan a muchos de los tramos fluviales estudiados. Estas fuentes proporcionan zonas de refugio y oviposición para las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos, albergando un gran número de especies endémicas y relictas de las islas, restringidas a cursos de agua bien conservados.

Una vez que se cubrió la caracterización a una escala descriptiva amplia, se prosiguió con el estudio de la estructura y funcionamiento de tramos fluviales bien conservados. Se estudió la relación existente entre las variables ambientales y los patrones naturales de variación espacial y temporal de sus recursos tróficos, tanto internos (autóctonos) como externos (alóctonos). El análisis cuantitativo de éstos procesos, conjuntamente con el análisis de la estructura trófica de la comunidad de macroinvertebrados, permitieron resaltar la importancia de la materia autóctona en el mantenimiento de las redes tróficas de los sistemas estudiados. Además, las diferencias observadas en las densidades de herbívoros entre los tramos estudiados, permitieron hipotetizar la importancia de la herbivoría como principal factor regulador de la biomasa algal, hipótesis que se comprobó experimentalmente. Debido a la alta predictabilidad de los aportes hídricos y la baja frecuencia de crecidas que caracteriza a los tramos alimentados fluviales por fuentes, se pudo comprobar que durante periodos estables, las diferencias en la biomasa algal entre tramos fluviales podrían explicarse por diferencias físicas en su hábitat (i.e., proximidad a las fuentes y grado de deposición calcárea sobre el sedimento), que de un modo indirecto afectan a la colonización de herbívoros en estos sistemas. Por lo tanto, los bajos valores de biomasa algal de algunos tramos parecieron estar enmascarados por las altas densidades de herbívoros encontrados en los mismos.

Dentro de esta escala espacial, este trabajo de investigación también incluyó un estudio a escala poblacional. En este estudio se describió el ciclo vital y se estimó la producción de un herbívoro dominante en uno de los torrentes estudiados, el tricóptero *Agapetus quadratus* Mosely 1931. Los aspectos de la biología de *A. quadratus* estudiados apuntan a la existencia de distintos mecanismos adquiridos por los organismos que habitan estos particulares ecosistemas para adaptarse a los periodos estacionales secos y de inundación que los caracterizan. Además, para estimar el papel que este herbívoro desempeña en el funcionamiento de los sistemas estudiados, las estimas de producción anual se combinaron con análisis cuantitativos de su dieta, disponiendo así las bases tróficas que determinan las altas medidas de producción alcanzadas por esta especie en el sistema estudiado.

Este trabajo de investigación refleja los resultados obtenidos tras un intenso trabajo observacional y experimental sobre los aspectos ecológicos de los ríos temporales de la isla de Mallorca. La temporalidad e insularidad de estos ríos se reflejan en la existencia de unas comunidades ecológicas únicas. Además, los resultados que se obtienen de estos estudios, indican la vulnerabilidad que tiene estos particulares sistemas a los impactos provocados por el hombre así como la necesidad de incorporar programas de evaluación y seguimiento de los torrentes en la gestión integral del agua en las islas con el fin de garantizar el buen estado ecológico y la protección de los mismos.

---

**AUTOR:** Marc Ventura

**TÍTULO:** Crustacean zooplankton dynamics in Lake Redon: a stoichiometric, biochemical and isotopic approach

**Centro:** Departamento de Ecología, Unicersidad de Barcelona

El objetivo de la tesis era describir la variabilidad en las historias de vida de la comunidad de crustáceos del zooplancton de l'Estanh Redon, con especial énfasis en la descripción de sus ciclos vitales, características ecológicas y sus relaciones tróficas.

El final del periodo cubierto de hielo era el parámetro clave en caracterizar la temporalidad en los ciclos vitales en las tres especies, el copépodo calanoide *Diatomus cyaneus*, el copépodo ciclopoide *Cyclops abyssorum* y el cladócer *Daphnia pulicaria*. La comparación de la composición estequiométrica de las tres especies con la del seston reveló que *Daphnia* tenía una proporción más alta de fósforo que el seston, y los dos copépodos un contenido mayor en carbono y nitrógeno que *Daphnia* y seston. Se sugiere que *Daphnia* estaba limitada por la disponibilidad de fósforo. La abundancia de *Daphnia* estaba correlacionada negativamente con la biomasa de *Cyclops*, sugiriendo que la posible depredación de *Cyclops* en *Daphnia* podría ser también un factor relevante.

La reproducción era la principal causa de variabilidad en el contenido elemental de las tres especies, mientras que no había ninguna relación con el crecimiento. Las hembras de las tres especies perdieron entre un 32 y un 48% de su contenido de carbono y

hidrógeno durante la reproducción, correspondiendo con una disminución en el contenido lipídico y de carbohidratos. El contenido de nitrógeno era constante al igual que su proporción de proteínas y quitina. *Daphnia* y *Diatomus* perdieron respectivamente 35 y 56% de su contenido inicial de fósforo durante la reproducción, mientras que el contenido de fósforo de *Cyclops* no cambió. Se sugiere que la variabilidad observada en la composición elemental de estas especies es general para todas las especies con reproducción desacoplada de la alimentación.

Las diferencias inter-específicas en la composición aminoacídica eran tres veces mayores que las intra-específicas. Los dos copépodos tenían una composición más parecida entre ellos que con el cladóceros independientemente de los cambios estacionales y ontogénicos.

Las tres especies tenían diferentes señales isotópicas. Los dos copépodos estaban un nivel trófico por encima del cladóceros. Durante el crecimiento, el contenido de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de *Daphnia* incrementó de una señal enriquecida a una señal más empobrecida. Los copepoditos de *Cyclops* también presentaron un incremento progresivo de su señal isotópica, que era diferente por  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ . El fraccionamiento de nitrógeno entre *Cyclops* y *Daphnia* estaba directamente relacionado con la distancia aminoacídica entre las dos especies, sugiriendo que *Cyclops* tenía una limitación aminoacídica.

---

**AUTOR: Andrés Mellado Díaz**

**RESUMEN TESIS DOCTORAL**

**Capítulo 1.** *Evaluación biológica con macroinvertebrados en ríos de la cuenca del Segura: efectos de las tendencias estacionales, métodos de procesado y resolución taxonómica sobre patrones multivariantes y métricas de diversidad.*

Las comunidades de macroinvertebrados fueron muestreadas estacionalmente en 11 ríos de la cuenca del Río Segura (SE de España) de 1999 a 2001. Las localidades pertenecían a cuatro tipos de ríos. Dos métodos de procesado fueron utilizados, en vivo en el campo y sub-muestreos en laboratorio mediante *fixed-count* (200 individuos). Se aplicaron análisis multivariantes para evaluar cambios en la estructura de la comunidad causados por la estacionalidad, el método de procesado, la resolución taxonómica y el tipo de datos. También se testaron diferencias en distintas variables de diversidad entre métodos de procesado, estaciones y tipos de ríos. Los análisis multivariantes no mostraron discriminación estacional de las muestras y los modelos estacionales fueron bastante similares. El procesado en vivo proporcionó mejor discriminación entre tipos de ríos que las sub-muestras de laboratorio. La identificación a nivel de familia proporcionó resultados comparables al de género en una escala ambiental amplia, mientras la identificación genérica descubrió diferencias más sutiles. La abundancia relativa proporcionó mejores resultados que los datos binarios, aunque las diferencias fueron casi insignificantes a nivel de género. No observamos diferencias de diversidad entre periodos estacionales, mientras las diferencias entre grupos de ríos fueron significativas para todas las métricas. Casi todas las variables mostraron diferencias significativas entre métodos de separación, con valores más altos de diversidad para el procesado en vivo. Este estudio tiene implicaciones importantes para la evaluación biológica de ríos en nuestra región.

**Capítulo 2.** *Las comunidades de macroinvertebrados de la cuenca del Río Segura: tipos de ríos, táxones indicadores y factores ambientales.*

Tratamos de revelar las principales tendencias ambientales que afectan a la distribución de los macroinvertebrados en los ríos de la cuenca del río Segura por medio de análisis multivariantes. Primero clasificamos los ríos según sus comunidades de macroinvertebrados, describiendo los diferentes tipos de ríos en términos de sus características ambientales. Luego tratamos de encontrar los principales taxones indicadores para cada uno de los tipos identificados. Finalmente se investigaron las relaciones entre los factores ambientales y el componente biótico. Nuestra clasificación de localidades resultó en cuatro clases principales localizadas en distintas partes del eje longitudinal. La composición faunística y la estructura de la comunidad resultaron marcadamente diferenciadas entre los grupos de ríos. Identificamos los principales táxones indicadores para cada uno de los grupos de ríos, predominando los coleópteros acuáticos. La salinidad y la contaminación aparecieron como los factores clave en los modelos de distribución. Este gradiente principal estaba correlacionado con el gradiente longitudinal de la cuenca, desde las cabeceras prístinas de agua dulce, en el NO húmedo, a los tramos más inferiores y contaminados del SE semiárido.

**Capítulo 3.** *Rasgos biológicos y ecológicos de los macroinvertebrados acuáticos en una cuenca semiárida. Patrones a lo largo de gradientes ambientales complejos.*

Las relaciones entre los rasgos biológicos y ecológicos de las comunidades de macroinvertebrados y las características ambientales medidas a diferentes escalas espaciales fueron investigadas en varios ríos con diferentes atributos físico-químicos y paisajísticos. Fueron abordadas diversas cuestiones: ¿Hay diferencias en los rasgos biológicos y ecológicos en ríos de características ambientales diferentes?; ¿Cuáles son los principales rasgos implicados en las tendencias observadas?; ¿Existe una correspondencia entre ciertas preferencias ecológicas y ciertos rasgos biológicos?; ¿Qué factores ambientales provocan estas diferencias y a qué escalas espaciales actúan?; ¿Están estas diferencias en concordancia con el *River Habitat Templet* y otras teorías ecológicas relevantes?. Se obtuvo un eje ambiental principal que explica la distribución de comunidades y sus rasgos biológicos/ecológicos distintivos. Este eje incluyó tanto variables de presión antropogénica como la variabilidad natural, con un claro componente espacial. Generalmente encontramos atributos típicos de especies de sistemas con perturbaciones frecuentes en la parte SE semiárida del área de estudio, mientras aquellos rasgos que se dan comúnmente en ambientes más estables y favorables fueron encontrados en las localidades de

montaña forestal de la parte de NW húmeda de la cuenca. La variación climática natural fue propuesta como un eje de *perturbación* de un *hábitat templet* teórico (con un régimen de avenidas y sequías más intenso en ríos de carácter semiárido) mientras que la presión antrópica (principalmente ligada a la agricultura intensiva), sumada al aumento natural de la salinidad debido a la geología, fue propuesta como un eje de *adversidad*.

**Capítulo 4** *Riqueza, diversidad y diversidad funcional en comunidades de macroinvertebrados de la cuenca del río Segura: variaciones naturales e influencias antropogénicas.*

En este capítulo aplicamos una medida recientemente descrita de diversidad biológica que incorpora las diferencias morfo-funcionales entre taxones, definidas en base a sus rasgos biológicos y ecológicos, como una medida de diversidad funcional. Las muestras recogidas en cinco tipos de ríos diferentes se utilizaron para: (i) cuantificar la diversidad funcional de las comunidades de invertebrados acuáticos, (ii) investigar la relación entre medidas de diversidad clásicas y la diversidad funcional, (iii) comparar la riqueza, los índices de diversidad y la diversidad funcional entre ríos diferentes y (iv) determinar los factores ambientales que afectaban a ambos tipos de variables (diversidad vs diversidad funcional). Todas las comparaciones entre tipos de ríos fueron significativas. Sin embargo, la diversidad funcional fue la única que discriminó entre los ríos salinos (de forma natural) y aquellos tramos regulados-canalizados o contaminados. En cuanto a las variables ambientales que explicaron la riqueza de taxones, una única variable, la conductividad eléctrica, resultó óptima. La equitatividad y la diversidad funcional fueron explicadas a su vez y conjuntamente por el amonio y nitrato. La diversidad funcional demostró así un mejor comportamiento que la riqueza en la evaluación de alteraciones en ríos de nuestra región. Además, su falta de dependencia de variaciones naturales (como la altitud o la geología) planteó este índice de diversidad como un buen candidato en la evaluación del impacto humano en estos ecosistemas.

---

**Autor: Lluís Zamora Hernández**

**Título: Distribución espacial y uso del hábitat de la comunidad de peces en el lago de Banyoles**

Director del trabajo: Dr. Ramon Moreno-Amich

Centro: Universidad de Girona

Tipo de trabajo: Tesis Doctoral

Lectura: 15 de septiembre de 2004

En el marco de un proyecto más amplio sobre la comunidad de peces de la cuenca lacustre de Banyoles, se ha estudiado la distribución espacial de las distintas especies así como el uso que éstas realizan del hábitat. El poblamiento piscícola del lago de Banyoles es el resultado de un largo historial de introducciones de especies exóticas y extinciones de poblaciones autóctonas locales. Se ha revisado la composición actual detectando un total de 18 especies (4 autóctonas y 14 exóticas) de las cuales sólo 13 presentan una población estable.

El estudio del hábitat se ha centrado en el lago, elemento principal del sistema lacustre, analizando por separado la zona litoral y la zona limnética. En el primer caso se han obtenido las capturas mediante pesca eléctrica desde una embarcación adaptada a esta finalidad. Se ha dividido la totalidad del litoral en tramos de características homogéneas donde se han obtenido las CPUE para cada especie. El muestreo se realizó entre el verano de 1997 y la primavera del 2000 completando un total de 10 campañas de pesca. Las especies más abundantes en el litoral son perca americana (*Micropterus salmoides*) y el pez sol (*Lepomis gibbosus*), seguidas de perca (*Perca fluviatilis*), carpa (*Cyprinus carpio*) y gardí (*Scardinius erythrophthalmus*). Se han capturado otras especies como anguila (*Anguilla anguilla*), bagre (*Squalius cephalus*), lucioperca (*Sander lucioperca*), pez rojo (*Carassius auratus*) y rutilo (*Rutilus rutilus*), pero en menor abundancia. Se ha examinado, para cada especie, si presentan selección del hábitat y, en caso afirmativo, se ha identificado el hábitat preferente en base a una clasificación del litoral en seis tipos distintos de vegetación. Las especies más abundantes, perca americana y pez sol, ocupan todas las categorías de hábitat aunque con cierta preferencia por las zonas de juncos y masiega. La perca muestra también una clara selección del hábitat a favor de las zonas muy estructuradas con abundante presencia de juncos. Carpa y gardí seleccionan los ambientes de mayor profundidad donde abunda la materia orgánica de origen vegetal procedente de la espadaña. En general los individuos ocupan las zonas con una densidad de vegetación intermedia, mayoritariamente zonas de juncos en verano y de masiega en invierno, donde encuentran refugio y los recursos tróficos necesarios.

Se ha prospectado la zona limnética mensualmente mediante ecosondación, realizando transectos perpendiculares al eje principal del Lago, en su totalidad. La identificación de las especies se ha obtenido a partir de las capturas con redes (trasmallos), caladas con periodicidad trimestral. El análisis geoestadístico de la densidad de peces ha permitido describir la estructura de la misma a partir de los variogramas, así como su variabilidad tanto espacial como temporal y obtener mapas de densidad de peces. Ésta alcanza los valores mínimos durante el invierno y los individuos se agrupan formando agregados dispersos en los distintos estratos de profundidad. A partir de la primavera la densidad aumenta por el reclutamiento y la proporción de individuos que abandonan el litoral, siendo los valores más homogéneos en las primeras capas. En verano la densidad registro los valores máximos, presentando una menor variabilidad espacial coincidiendo con la posición de la termoclina. Esta estructura vuelve a variar cuando disminuye la temperatura y se mezcla la columna de agua, regresando a la situación invernal. La perca y rutilo son las especies más abundantes en este ambiente, junto con la carpa. Su distribución no es homogénea y responde a las características limnológicas de las distintas

cubetas del Lago. Una particularidad de éste, relacionada con su origen cárstico, es la formación de una pluma hidrotermal que afecta la distribución de los peces, probablemente por aumentar la turbidez del agua.

Se ha examinado también la proporción de uso del hábitat de las especies que ocupan la zona limnética y litoral, a partir del seguimiento telemétrico de individuos, concretamente de perca y bagre. Se ha utilizado un sistema automático de posicionamiento que estima la localización de los individuos marcados con un transmisor de telemetría acústica. El análisis de los desplazamientos muestra un rango superior para el bagre, en comparación con la perca. Ambas especies muestran una pauta de orientación en sus desplazamientos. La perca utiliza la zona litoral durante la noche y se desplaza de día a la zona limnética con un ritmo de actividad marcado por dos máximos que coinciden con la salida y puesta del sol; en cambio el bagre presenta una mayor actividad nocturna, con zonas de reposo cercanas al litoral. Se han estimado también los dominios vitales de cada individuo marcado.

---

**AUTORA: María Arróniz Crespo**

**TÍTULO: Efectos de la radiación ultravioleta-B sobre briófitos acuáticos de ríos de montaña**

Tesis Doctoral con Mención Europea

El adelgazamiento de la capa de ozono estratosférico, asociado a las emisiones antropogénicas de ciertos gases como los CFCs (clorofluorocarbonos) y el bromuro de metilo, provocan el aumento de la radiación ultravioleta-B (UV-B: 280-315 nm) que llega a la superficie terrestre. Este aumento puede ocasionar ciertos daños biológicos que afecten a las diferentes formas de vida presentes en la biosfera, incluido el ser humano. La radiación ultravioleta-B causa eritema (enrojecimiento de la piel), quemaduras, daños oculares, deficiencias inmunológicas y ciertos tipos de cáncer de piel en los seres humanos. En las plantas sus efectos nocivos engloban daños en el ADN y alteraciones en la fotosíntesis, el crecimiento y el desarrollo, aunque todavía persiste cierta controversia causada probablemente por la heterogeneidad de la metodología.

En el contexto descrito, el objetivo general de esta Tesis ha sido conocer las respuestas de los briófitos acuáticos de arroyos de montaña a la radiación UV-B. Este interés se debe a diversas causas: la importancia de los briófitos en estos sistemas, las peculiaridades morfológicas y fisiológicas de dichos organismos, la escasez de estudios existentes sobre la materia, y los altos niveles de radiación UV-B que soportan los arroyos de montaña, tanto en las actuales condiciones como en las presumiblemente derivadas del adelgazamiento de la capa de ozono. Este objetivo general incluyó además conocer la variabilidad interespecífica e intraespecífica de las respuestas, y la influencia que ejercen sobre éstas algunos factores ambientales importantes, como la temperatura, la altitud y las condiciones previas de crecimiento. Los parámetros seleccionados fueron: variables morfológicas macro- y microscópicas, la composición de pigmentos fotosintéticos, la tasa de fotosíntesis neta, la tasa de respiración en oscuridad, diferentes variables de fluorescencia de clorofilas, la concentración de proteínas y la presencia de compuestos absorbentes de UV extraíbles en metanol (tanto la absorción global de los compuestos, como las concentraciones de compuestos individuales). La aproximación metodológica a la cuestión objeto de estudio se realizó mediante experimentos realizados tanto en condiciones controladas de laboratorio como en condiciones naturales.

La primera conclusión derivada de esta Tesis es que los briófitos acuáticos presentan diferencias interespecíficas en sus respuestas a la radiación UV-B, por lo tanto no constituyen un único grupo funcional a este respecto. Concretamente, el musgo *Fontinalis antipyretica* se mostró más sensible que la hepática foliosa *Jungermannia exsertifolia* subsp. *cordifolia* a un aumento artificial de la radiación UV-B en condiciones de laboratorio. La mayor tolerancia de la hepática puede ser explicada por la acumulación de compuestos absorbentes de radiación UV que podrían actuar como mecanismo de protección - respuesta marcadamente diferente entre los musgos y las hepáticas-. La acumulación no sólo es constitutiva, sino también inducida específicamente por UV-B, y este segundo aspecto ha sido señalado pocas veces en briófitos.

Como segunda conclusión hemos observado que la tolerancia a la radiación UV-B no sólo depende de factores genéticos específicos, sino también de factores ambientales como la temperatura. En *Fontinalis antipyretica* se observó un claro efecto estresante aditivo entre la radiación UV-B y el frío, mientras que en *Jungermannia exsertifolia* subsp. *cordifolia* la interacción fue menos evidente y el efecto del frío fue mayor que el de la radiación UV-B. Otros factores que influyen sobre la tolerancia a la radiación UV-B son las condiciones previas de crecimiento de las plantas, aunque su efecto depende de la especie. En este sentido, los efectos de la radiación UV-B parecen ser más intensos en las plantas de sombra de la especie sensible, mientras que la especie tolerante no muestra cambios ni siquiera en las plantas aclimatadas a la sombra. Con respecto a la altitud, la hepática presentó importantes cambios fisiológicos en poblaciones localizadas en zonas más elevadas, mostrando un aumento en la concentración de compuestos absorbentes de radiación UV, la tasa máxima de transporte de electrones y la amortiguación no fotoquímica máxima, mientras que el porcentaje de fotoinhibición y la respiración disminuyeron. Estos cambios le podrían conferir una tolerancia mayor a altos niveles de radiación UV-B.

Finalmente, se han identificado dos nuevos compuestos absorbentes de radiación UV extraíbles en metanol en la hepática *Jungermannia exsertifolia* subsp.: el ácido 5"-(7",8"-dihidroxicumaroil)-2-cafeoilalmálico y un derivado glucosilado de éste. La inducción de la síntesis de estos dos compuestos como mecanismo de protección al aumento de la radiación UV-B, tanto en condiciones de laboratorio como naturales, sugiere que podrían ser utilizados como indicadores específicos de los cambios naturales de la radiación UV-B en arroyos de montaña.

---

**AUTORA: Marta Sánchez Ordóñez**

**TÍTULO: Relaciones ecológicas entre limícolas e invertebrados en las salinas de las marismas del Odiel**

Tesis Doctoral

Estación Biológica de Doñana (CSIC)

La situación actual de crisis ambiental que afecta especialmente a los humedales costeros demanda de estudios multidisciplinares que incluyan no sólo aspectos relacionados con la dinámica de los organismos acuáticos en sí sino aquellos factores que, de una u otra forma, afecten dichas comunidades. En definitiva, estudios que permitan comprender mejor las *relaciones* ecológicas en los sistemas acuáticos con el fin de poder compensar el impacto de la actividad humana sobre los ecosistemas naturales y artificiales. El funcionamiento del ecosistema acuático sólo puede ser entendido cuando se toma en su conjunto, no como un sistema aislado sino como un sistema altamente dinámico y en continua interacción con su entorno. En este sentido, las aves acuáticas juegan un papel crucial como agentes modeladores de la dinámica de las comunidades de organismos acuáticos. Hurlbert y colaboradores (1983) fueron de los primeros en demostrar la fuerte influencia que ejercían las aves acuáticas en general sobre la estructura de los ecosistemas acuáticos, acuñando el término de *ornitolimnología* para aunar estas dos disciplinas (ornitología y limnología).

Por sus elevados requerimientos energéticos y altísimas tasas de alimentación, los limícolas (Aves: Charadriiformes) son capaces de ejercer, en un breve periodo de tiempo, profundos efectos sobre la dinámica de las poblaciones de presas y especies asociadas, pudiendo condicionar, en último término, la dinámica del ecosistema acuático completo. Por la simplicidad de la comunidad de invertebrados, las salinas ofrecen una oportunidad excepcional para el estudio de las interacciones entre estos y las aves. Las larvas de *Chironomus salinarius* (en el bentos) y *Artemia parthenogenética* (en la columna de agua), dominaron la macrofauna de invertebrados en la salina de estudio, constituyendo un recurso esencial para los limícolas. Los cambios estacionales en la abundancia de quironómidos, determinaron cambios en la dieta y uso de las salinas por los limícolas, ejerciendo las aves a su vez una importante influencia sobre la dinámica de larvas de quironómidos a lo largo del ciclo anual. La exclusión de aves mediante cercados produjo un fuerte efecto sobre la densidad, biomasa y distribución de tamaños de larvas. La intensidad del efecto de la predación no sólo dependió de la densidad de predadores sino del momento en que tuvo lugar en relación a los ciclos de productividad de las presas. Las relaciones predator-presa fueron pues complejas, existiendo evidencias de un doble control "top down" y "bottom up" en la regulación y estructuración de las poblaciones de predator y presa.

Como un segundo nivel de relaciones ecológicas entre invertebrados y aves, realizamos una primera aproximación a las relaciones parásito-hospedador usando como modelo el sistema Cestodos-*Artemia*-Aves. A través de cambios fenotípicos y comportamentales en el hospedador intermedio (*Artemia*), el parásito aumenta la susceptibilidad a la predación por el hospedador final y aumenta el éxito de transmisión. Nuestros resultados demostraron la importancia de *Artemia* como estrategia de encuentro entre una diversa comunidad de cestodos (hasta 8 especies identificadas) y las aves acuáticas a las que parasitan. La inclusión de los parásitos en el ecosistema incrementa con creces la complejidad del mismo, ya que las *Artemias* parasitadas pueden considerarse como nuevos organismos, involucrados en nuevas interacciones, pudiendo ocasionar profundos efectos sobre el ecosistema completo.

El tercer y último nivel de interacción que consideramos en esta tesis, y que juega un papel central en el establecimiento y mantenimiento de las comunidades en los sistemas acuáticos, es la dispersión de propágulos. Los procesos de dispersión son centrales para mantener la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y explicar los patrones de distribución y composición de especies. De los resultados de esta tesis se desprende que los limícolas son eficaces vectores de dispersión de propágulos de invertebrados y plantas. El transporte de quistes de *Artemia parthenogenética* y semillas de *Sonchus oleraceus*, *Mesembryanthemum nodiflorum* y *Arthrocnemum macrostachyum* viables, sugiere una importante implicación de los limícolas en la distribución de estas especies y flujo génico entre poblaciones. Nuestros resultados muestran por primera vez el importante papel que juegan las aves en la dispersión de especies exóticas (tanto de invertebrados (*Artemia franciscana*) como de plantas (*Sonchus oleraceus* y *Mesembryanthemum nodiflorum*)), la principal causa de pérdida de diversidad a nivel global después de la destrucción de habitat. La expansión de *Artemia franciscana* vía limícolas pone en serio peligro las poblaciones de *Artemia* autóctonas en toda Europa, así como a las especies estrechamente asociadas a ella, como sus parásitos.

---

**AUTORA: Teresa Buchaca Estany**

**TÍTULO: Pigmentos indicadores: estudio de la señal en lagos de los Pirineos y de su aplicación en paleolimnología**

El objetivo general de la Tesis era estudiar la señal de pigmentos indicadores en distintos compartimentos de los lagos de alta montaña de los Pirineos para examinar el valor de los pigmentos como marcadores taxonómicos e indicadores de los procesos que tienen lugar a distintas escalas temporales. Los compartimentos en los que se estudió la señal de pigmentos fueron la columna de agua, el sedimento superficial o biofilm y el sedimento profundo o registro sedimentario.

Para ver el efecto local en la señal de pigmentos de cambios en factores como la irradiancia o el régimen de mezcla, se realizó un estudio a escala estacional en el lago Redon (Pirineo Central). Se realizó una comparación entre la estima de la composición de grupos algales utilizando métodos basados en el análisis de pigmentos en combinación con el programa CHEMTAX y el cálculo de biovolumenes celulares mediante técnicas de microscopía. A través de este estudio se observó que los

cocientes entre un pigmento marcador de determinado grupo algal y el biovolumen del grupo algal correspondiente eran constantes dentro de la zona fótica del lago (>1% irradiancia de superficie) para la mayor parte de pigmentos y grupos algales durante el periodo en que el lago se encontraba sin cubierta de hielo. Los cocientes presentaban valores más elevados y con mayor variabilidad en aquellas muestras situadas por debajo de la zona fótica o bajo la cubierta de hielo. También se observó que el cociente violaxantina-biovolumen de crisófitos aumentaba en proporción inversa a la profundidad de la muestra. La variabilidad en la relación entre la concentración de pigmento y el biovolumen dentro de cada grupo taxonómico se podía atribuir a cambios en el contenido celular de pigmento en respuesta a procesos de fotoaclimatación y fotoprotección y a cambios en el conjunto de especies.

Para estudiar la variabilidad a escala regional se muestrearon más de 80 lagos en los Pirineos. Cada uno de ellos fue muestreado en los tres compartimentos antes mencionados. Utilizando el análisis de pigmentos en combinación con el programa CHEMTAX se estimó la composición taxonómica del fitoplancton de cada lago. Los crisófitos eran el grupo algal que dominaba en el máximo profundo de clorofila en un mayor número de lagos. El gradiente más importante en la distribución de grupos algales a lo largo de los Pirineos era el definido por el estado trófico de los lagos. Los criptófitos aparecían asociados a lagos con concentraciones superiores de fósforo y presencia de peces mientras que los crisófitos dominaban el extremo opuesto del gradiente en el estado trófico. Los clorófitos estaban correlacionados con una mayor abundancia de macrozoopláncton. Un segundo gradiente aparecía correlacionado con la concentración de calcio. Ya en el sedimento, se observó que el cociente entre la aloxantina (pigmento indicador de la presencia de criptófitos y por lo tanto de señal planctónica) y la diatoxantina (pigmento presente en crisófitos y diatomeas pero que en el sedimento es fundamentalmente indicador de diatomeas y por lo tanto de señal bentónica) era un buen indicador de la contribución relativa de estos dos ambientes a la producción primaria del sistema. A través del estudio de las muestras de sedimento se observó que no todos los grupos planctónicos quedaban representados en el sedimento debido a la labilidad que mostraban sus pigmentos indicadores. Los factores con una mayor influencia sobre la preservación de la clorofila-a eran el pH y las características de la vegetación de la cuenca. Por otro lado, los pigmentos indicadores de la presencia de bacterias fotosintéticas del azufre se encontraban principalmente en lagos relativamente poco profundos con cuencas grandes y forestales.

Finalmente, el último capítulo se dedicó a estudiar la variabilidad en la producción del lago Redon (Pirineo Central) a lo largo del Holoceno utilizando la información proveniente de los pigmentos encontrados en el registro sedimentario del lago. La señal de producción a principios del Holoceno tenía un origen predominantemente bentónico, mientras que durante los últimos 1500 años era principalmente planctónica. Hasta el final del Holoceno medio la variabilidad en la producción primaria podía ser atribuida a los cambios en la carga interna y externa de fósforo asociados a los cambios en el clima. Pero des de 1500 a. BP, la variabilidad se podía atribuir principalmente a cambios en la carga externa de fósforo relacionados con perturbaciones en el suelo de la cuenca.

---

**AUTORA: Maria Joao Feio**

**TÍTULO: Macroinvertebrates in the Mondego river basin bioassessment**

Con este trabajo se establecieron condiciones de referencia para la red hidrográfica del río Montego, y se elaboró modelo predictivo, basado en el *Reference Condition Approach*, que permite la evaluación y monitoreo de la calidad ecológica de éstas aguas. Para ello se tomaron muestras de macroinvertebrados de 75 estaciones distribuidas por toda la cuenca durante el verano de 2001 y 9 estaciones en Otoño, Invierno, Primavera y Verano de 2002. Además, en cada estación se evaluaron 43 parámetros ambientales pertenecientes a las siguientes categorías: físico-química del agua, hidrología, localización geográfica, clima, geología y uso del suelo en la zona adyacente y en la zona ripícola.

El primer paso consistió en la construcción de un modelo predictivo basado en la metodología del BEAST (modelo Montego; Capítulo 1). De las 75 estaciones, 51 fueron clasificados como de referencia. De acuerdo con el modelo, se formaron dos grupos de estaciones de referencia teniendo por base relaciones de similitud de las comunidades de macroinvertebrados. Veinticuatro estaciones de calidad desconocida fueron utilizadas para testar el modelo. Para escoger las variables predictoras utilizadas para la obtención del grupo de pertenencia de cada estación se utilizó un análisis discriminante multivariable (MDA, *stepwise, forward*). El análisis identificó un conjunto de seis variables que permitieron una correcta atribución (80% de los casos) de los locales de referencia a los grupos pre-establecidos en base a la comunidad de macroinvertebrados. Las variables con mayor poder discriminante fueron: el orden del río, latitud, velocidad de la corriente, calidad de los *pools*, anchura de la zona ripícola y el porcentaje de la vegetación leñosa en la zona ripícola.

El siguiente paso fue investigar el efecto de la resolución taxonómica en la precisión del modelo (Capítulo 2). Para esto se construyeron tres modelos utilizando en cada uno de ellos diferentes niveles taxonómicos (el más bajo posible, el de familia y el de orden). Posteriormente se compara la eficacia de cada modelo. Se utilizaron de 51 a 53 estaciones de referencia (dependiendo del nivel taxonómico utilizado), las cuales fueron agrupadas en base a la similitud de sus comunidades de macroinvertebrados. Aunque algunas de las variables con mayor poder discriminante difirieron entre los tres modelos, en todos los casos esas variables pertenecieron a las categorías de localización geográfica, tamaño del río, hábitat, hidrología y vegetación. La eficacia de los modelos, basada en su capacidad para atribuir correctamente los locales de referencia a los respectivos grupos (*complete MDS* e *Jackknifed cross validation*), varió entre 80% (nivel taxonómico más completo) y 87% (nivel de familia). El modelo con el nivel de identificación taxonómica más bajo permitió identificar de manera más eficiente las estaciones con algún grado de perturbación.

El modelo fue igualmente testado en relación a su sensibilidad a variaciones estacionales y anuales (Capítulo 3). Para ello se compararon las evaluaciones hechas en nueve estaciones de referencia muestreadas en otoño, invierno, primavera y verano del 2002 con evaluaciones hechas en verano del 2001 (estación de referencia para el modelo). Para esto se utilizaron los tres modelos con diferentes niveles de identificación y sus respectivas variables discriminantes (según lo obtenido en el Capítulo 2). Las variaciones estacionales fueron más evidentes en el modelo con el nivel taxonómico más bajo, mientras que la menor variación se observó en el modelo con nivel de orden. En base a estos resultados parece recomendable que los muestreos se realicen siempre en la misma época del año para la que existe información de referencia. El modelo debería ser mejorado en un futuro, con incorporación de la variabilidad estacional.

Usando la metodología tipo RIVPACS se obtuvo una lista de taxones esperados (E) que fueron comparados con los observados (O) de cada estación (Capítulo 4). El valor medio del cociente O/E obtenido en las estaciones de referencia y los respectivos valores de sus desviaciones estándar permitieron establecer límites para clasificar las estaciones muestreadas como perturbadas o no perturbadas. Se testaron dos modelos que difirieron en la probabilidad de ocurrencia de taxa esperados (50% o 100% de probabilidad). El modelo que mejor validó la calidad ecológica de un conjunto aleatorio de estaciones fue el que consideró solamente los taxa esperados con más de 50% de probabilidad de ocurrencia.

Los tricópteros son un grupo de invertebrados acuáticos particularmente interesante debido a su elevada abundancia, diversidad, adaptaciones a diferentes tipos de hábitats y tolerancias al stress ambiental. Consecuentemente su taxonomía, distribución y relación con parámetros ambientales fueron evaluadas más detalladamente (Capítulo 5). Los espécimens fueron recolectados en 66 estaciones distribuidas en toda la cuenca de estudio y se evaluaron los parámetros ambientales que potencialmente pudieran afectar a su distribución, usando las metodologías BIOENV e MODEL-ENV. En la cuenca hidrográfica del río Montego se registró la presencia de 70 especies y géneros de tricópteros, pertenecientes a 18 familias lo cual representa cerca del 20% de los taxa registrados en la Península Ibérica. El orden del río, calidad del substrato, altitud, velocidad de la corriente y alcalinidad explicaron el 41% de la distribución de las especies. Usando métodos de ordenación y clasificación fueron identificados seis grupos de taxa que siempre aparecieron juntos. En general, la comunidad de tricópteros reveló una baja estacionalidad, aunque a nivel de especie/género la influencia estacional sea evidente. Finalmente, se investigó si la diversidad e identidad de tricópteros de varias estaciones de un mismo río era más semejante entre sí que entre ríos distintos (Capítulo 6). Las similitudes bióticas entre estaciones de un mismo río fueron consistentes con los resultados de la ordenación con base en características ambientales. Para el mismo río, la distancia al origen, la calidad del substrato, la profundidad y alcalinidad explicaron el 93% de la variabilidad de las comunidades de macroinvertebrados. Además, estaciones de un mismo río no fueron necesariamente más semejantes entre sí, lo que sugiere que las condiciones ambientales generales serán más importantes en la composición de las comunidades de tricópteros que la continuidad física de los ríos.

---

**AUTOR: Enrique Moreno-Ostos**

**TÍTULO: Dinámica Espacial del Fitoplancton en el Embalse de El Gergal (Sevilla)**

Tradicionalmente, buena parte de los estudios ecológicos han considerado, de forma implícita o explícita, que los organismos se distribuyen siguiendo patrones uniformes en sus áreas de dispersión geográfica. A pesar de que esta extendida simplificación es aún asumida por algunos modelos ecológicos, resulta cuanto menos poco realista, ya que-muy por el contrario- los ecosistemas suelen caracterizarse por una marcada estructura no sólo en el tiempo, sino también en el espacio.

En el caso concreto de ecosistemas acuáticos leníticos, la distribución espacial de las comunidades planctónicas suele responder a patrones complejos y heterogéneos, generalmente relacionados con procesos hidrodinámicos y con la presencia de zonas especialmente apropiadas para el desarrollo y crecimiento diferencial del fitoplancton, debido a particularidades físicas y/o químicas. De esta manera, la distribución en gradientes y/o manchas constituyen las estructuras espaciales más frecuentemente encontradas en lagos y embalses. Además, en estos ecosistemas, una compleja gama de interacciones *bottom-up* y *top-down* opera a distintas escalas de espacio y tiempo, acoplando la heterogeneidad física, química y biológica. Como consecuencia, debe tenerse siempre presente en los estudios limnológicos que los valores de la varianza de las variables de estado que controlan la dinámica de los ecosistemas son tan (o incluso más) importantes que sus valores medios.

Por otra parte, la no consideración de la distribución espacial (tanto en el plano vertical como horizontal) de los organismos y de las variables físico-químicas puede afectar de forma decisiva los resultados obtenidos en campañas basadas en una o pocas estaciones de muestreo. Esto puede incluso llevar a conclusiones no realistas, con los consiguientes efectos perniciosos para el conocimiento científico de los ecosistemas y para la gestión activa de la calidad del agua.

El objetivo de nuestra investigación es describir y analizar, bajo las escalas espaciales y temporales apropiadas, la estructura y dinámica espacial que la comunidad fitoplanctónica adopta en un embalse de suministro de aguas, así como sus conexiones con los procesos hidrodinámicos que en él operan, inducidos tanto por la acción del viento sobre la superficie libre del agua como por las actividades de regulación hidráulica a las que es frecuentemente sometido.

Para ello, a lo largo de los años 2002 y 2003 hemos aplicado en el embalse de El Gergal (Sevilla), junto a los protocolos clásicos de estudio limnológico, todo un conjunto de técnicas de muestreo y análisis de alta resolución espacio-temporal de variables físico-químicas, biológicas e hidrodinámicas. En concreto, se han utilizado las más avanzadas tecnologías para la determinación *in situ* e *in vivo* de la dinámica fitoplanctónica (Espectrofluorimetría, sonda bbe Fluoroprobe), la descripción de variables hidrodinámicas (Perfilador Acústico por efecto Doppler, ADCP) y el seguimiento automático de alta resolución temporal de variables relacionadas con la calidad del agua (plataforma AWQMS, fondeada en la zona limnética del embalse).

El embalse de El Gergal es un sistema eutrófico, de mediano tamaño (Superficie: 250 ha; Profundidad máxima: 35 m) y de forma elongada y profundamente encajada, que suministra agua a la ciudad de Sevilla y otras localidades cercanas. El Gergal constituye el último eslabón en una cadena de embalses sobre el río Rivera de Huelva, afluente del Río Guadalquivir. Hidrológicamente, se caracteriza por una intensa variabilidad temporal, propia de los ecosistemas mediterráneos y acentuada por las diversas estrategias de gestión del agua embalsada. Físicamente, es un sistema monomítico cálido. La sucesión estacional del fitoplancton en el embalse es característica de sistemas profundos, eutróficos y térmicamente estratificados. Las cianobacterias constituyeron el grupo con mayor abundancia relativa a lo largo del periodo de estudio, presentando sus mayores densidades poblacionales durante el verano y comienzos de otoño. Por su parte, los dinoflagelados hicieron presencia en el embalse en las primeras fases del otoño, cuando aún la termoclina aún era patente y las cianobacterias habían consumido gran parte de los nutrientes del epilimnion. Las pequeñas diatomeas y las clorofíceas mostraron sus máximas densidades durante los periodos de mezcla de invierno y primavera.

En una primera aproximación a nuestro objeto de estudio, llevamos a cabo una serie de muestreos extensivos que pusieron de manifiesto la existencia de una marcada heterogeneidad en la distribución (horizontal y vertical) de la biomasa fitoplanctónica (medida como fluorescencia de la clorofila-*a*) en el embalse. En ausencia de regulación hidráulica, la distribución vertical del fitoplancton estuvo condicionada por las propiedades hidromecánicas de los distintos organismos fitoplanctónicos, la estructura térmica de la columna de agua, la profundidad de la zona eufótica y la mezcla turbulenta inducida por el viento. Las estructuras horizontales resultaron del transporte advectivo de las microalgas ejercido por los flujos hidrodinámicos generados por la acción del viento sobre la superficie libre del agua. La ejecución de estrategias de gestión hidráulica en el embalse (i.e. trasvases de agua desde embalses de cabecera, extracción selectiva de aguas desde la torre de tomas) generó nuevos patrones de distribución algal en el embalse. En ambos casos, se demostró la existencia de un intenso acoplamiento entre los índices de agregación vertical y horizontal del fitoplancton. Un análisis sobre la dinámica estacional de formación y dispersión de las estructuras espaciales (verticales y horizontales) de agregación de biomasa algal demostró que la heterogeneidad espacial constituía la norma durante el periodo de estratificación térmica, mientras que la homogeneidad resultaba evidente durante el periodo de mezcla.

La distribución espacial de diferentes grupos funcionales de fitoplancton en el embalse es resultado de la interacción entre sus particularidades hidromecánicas (i.e. flotabilidad neutra, positiva o negativa) y el régimen hidrodinámico imperante (natural o antrópicamente influido). Mediante el uso conjunto de la espectrofluorimetría *in vivo* y de la tecnología ADCP, hemos descrito las diferencias en la distribución espacial de diatomeas (algas de flotabilidad negativa) y cianobacterias (organismos planctónicos de flotabilidad positiva) bajo distintas condiciones hidrodinámicas. Ambos grupos desarrollaron distribuciones espaciales bien diferenciadas entre sí. De esta manera, las cianobacterias se comportaron como trazadores pasivos de las corrientes superficiales y subsuperficiales, acumulándose en las primeras capas de la columna de agua en torno a las zonas de *downwelling*, mientras que las diatomeas fueron transportadas advectivamente por las corrientes profundas de retorno y generaron agregados profundos en las regiones de *upwelling*, llegando incluso a aflorar en superficie. El ecosistema de El Gergal se constituye, por tanto, como un complejo mosaico heterogéneo para los distintos grupos fitoplanctónicos.

Los patrones de distribución de la temperatura del agua y de los distintos grupos de microalgas en el plano horizontal (1m de profundidad) fueron descritos a partir del análisis de autocorrelación de series de datos georreferenciados, registrados en continuo a lo largo de transectos sobre el eje longitudinal del embalse. A nivel de macroescala, se detectaron estructuras significativas para todos los grupos algales estudiados, excepto para el de clorofíceas (algas de flotabilidad neutra), que se caracterizaron siempre por distribuciones de tipo azaroso. Además, se estudió -mediante técnicas de correlación cruzada- la relación existente entre las series de datos espaciales térmicos y biológicos. De esta manera, se puso de manifiesto la existencia de un intenso acoplamiento entre la distribución horizontal del fitoplancton y la temperatura del agua a nivel de cubeta de embalse. Las series de temperatura del agua y cianobacterias mostraron siempre coeficientes de correlación cruzada positivos y significativos, mientras que en el caso de las series de diatomeas y temperatura del agua estos fueron siempre negativos e igualmente significativos. Finalmente, la distribución de clorofíceas no se relacionó con la distribución de la temperatura del agua en el plano horizontal.

Por último, a partir de series de datos de alta resolución temporal (i.e. escala de minutos) registrados por la Estación de Seguimiento Automático de la Calidad del Agua de El Gergal (AWQMS) se llevó a cabo un estudio para describir el impacto de episodios de mezcla turbulenta inducida por el viento sobre la distribución de microescala de cianobacterias, diatomeas y dinoflagelados en el embalse. Las diatomeas “utilizaron” la mezcla turbulenta como un “recurso” para alcanzar las capas más superficiales y mejor iluminadas de la columna de agua. Por el contrario, los eventos de viento registrados actuaron redistribuyendo y dispersando las manchas superficiales de agregación de cianobacterias a lo largo de la capa de mezcla. En ambos casos, el cambio en la distribución vertical de las algas como respuesta a la mezcla turbulenta fue extremadamente rápido (entre 1 y 10 minutos). En el caso de los dinoflagelados, el efecto dispersivo de la turbulencia sobre las manchas de agregación fue contrareestado por la capacidad de natación de las algas, que volvieron a ocupar su posición original en la columna de agua transcurridos aproximadamente 100 minutos tras el evento de viento. Hasta el momento, no existe en la literatura científica ningún otro estudio que haya analizado *in situ* la interacción entre turbulencia y microdistribución de distintos grupos de algas bajo una mayor resolución temporal.

La integración – a las escalas apropiadas- de la dinámica espacial del fitoplancton descrita en este trabajo en el diseño de campañas de muestreo y modelos de gestión en El Gergal mejorará, sin lugar a dudas, la capacidad de análisis y decisión de los gestores del embalse, y redundará en beneficios económicos (en términos de reducción de costes de tratamiento de aguas desde el origen) y ambientales, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua embalsada, un recurso natural especialmente escaso en la región Mediterránea.

**AUTOR: Jesús Ortiz**

**TÍTULO: Response of the benthic macroinvertebrate community to a point source in La Tordera stream (Catalonia, NE Spain)**

En el presente estudio, monitorizamos parámetros físicos y químicos, macroinvertebrados bentónicos, clorofila *a*, productores primarios y materia orgánica en un tramo situado río arriba y otro río abajo de la entrada del efluente de una estación depuradora de aguas residuales como fuente puntual de nutrientes en seis muestreos durante el año hidrológico 2001-2002. El objetivo era examinar los efectos de una fuente puntual sobre la composición taxonómica, la estructura de la comunidad, la organización funcional, la utilización del hábitat y la estequiometría en el río Tordera (NE de España).

Río abajo de la fuente puntual, la concentración de nutrientes, el caudal y la conductividad eran mayores que en el tramo de río arriba, mientras que el oxígeno disuelto era menor. La densidad de macroinvertebrados era más elevada en el tramo de río abajo pero la biomasa era similar en los dos tramos. La riqueza taxonómica en el tramo río abajo era un 20% más elevada que en el tramo de arriba. Los análisis de ordenación separan claramente los dos tramos en el primer eje, mientras que ambos tramos presentan una pauta temporal similar en el segundo eje. Según los resultados obtenidos, la similitud entre los dos tramos cuanto a composición taxonómica, densidades y biomasa de macroinvertebrados después de las crecidas de abril y de mayo de 2002, indican que las perturbaciones de caudal pueden actuar como un mecanismo de reinicio de la comunidad bentónica y jugar un papel clave en la restauración de ecosistemas fluviales.

Los dos tramos presentaban una biomasa de perifiton, plantas vasculares, materia orgánica particulada gruesa (CPOM) y fina (FPOM) similar, mientras que la clorofila *a*, las algas filamentosas, musgos y materia orgánica particulada en suspensión (SPOM) eran mayores en el tramo de río abajo. La densidad relativa de trituradores era menor bajo la fuente puntual, mientras que colectores y trituradores se vieron favorecidos. La biomasa relativa de trituradores también era menor bajo la fuente puntual, mientras que la biomasa de colectores y depredadores aumentó. Las relaciones entre la densidad de grupos tróficos y sus recursos potenciales eran raramente significativas. La relación consumidor-recurso se explicaba mejor con la biomasa de macroinvertebrados. Los dos tramos compartían la misma relación para raspadores, colectores y filtradores pero no para trituradores y depredadores.

La densidad y la biomasa de macroinvertebrados se encontraban positivamente correlacionadas con la cantidad de recursos tróficos y la complejidad del hábitat, mientras que la riqueza taxonómica se encontraba negativamente correlacionada con parámetros hidráulicos. La influencia de los sustratos inorgánicos tomaba una menor relevancia en la distribución de los macroinvertebrados. Los análisis de ordenación muestran como las variables del microhábitat de mayor relevancia eran CPOM, clorofila *a*, algas filamentosas y velocidad del agua. La cobertura de arenas tan sólo fue significativa en el tramo de río arriba y los musgos, en el tramo de río abajo. El número de correlaciones significativas entre macroinvertebrados y las variables del microhábitat era más elevado en el tramo de río arriba que en el tramo de río abajo, básicamente por diferencias cuanto a composición taxonómica. La biomasa de macroinvertebrados aportó una información similar a la obtenida para la densidad.

Perifiton y musgos tenían unos contenidos de nutrientes similares en los dos tramos. Los %C y %N de las algas filamentosas también eran similares en los dos tramos, pero el %P era el doble bajo la fuente puntual que río arriba. Las relaciones estequiométricas en CPOM, FPOM y SPOM eran considerablemente menores bajo la fuente puntual. Los contenidos y las relaciones elementales fueron muy variables entre taxones de macroinvertebrados pero no resultaron significativamente diferentes entre los dos tramos. Dípteros, tricópteros y efemerópteros presentaban una estequiometría similar, mientras que el C y el N eran inferiores en moluscos y el P en coleópteros. Los depredadores presentaban un contenido en C y N más elevado que el resto de grupos tróficos, mientras que el P era mayor en los filtradores. Los desequilibrios elementales entre consumidores y recursos eran menores en el tramo de río abajo. En otoño e invierno la mayor fuente de nutrientes para la producción del ecosistema fueron el CPOM y el FPOM, mientras que en primavera y verano, fue el perifiton. Los macroinvertebrados representaban una acumulación de nutrientes relativamente baja pero especialmente relevante para el N. A pesar de que las concentraciones de nutrientes disueltos eran mucho mayores en el tramo de abajo, el C y el N acumulados en el compartimento biológico del bentos eran similares en los dos tramos. En cambio, el P era tres veces mayor en el tramo de río abajo.

---

**AUTORA: María José Villena Álvarez (mjvillen@uv.es)**

**TÍTULO: Ecología de los lagos someros en la zona Mediterránea. importancia de los productores primarios.**

**Dirigida por:** Susana G. Romo Pérez

**Tipo de Trabajo:** Tesis Doctoral

**Lectura:** 17 Octubre de 2006

**Centro de realización:** Área de limnología. Departament de Microbiologia i Ecologia, Facultat de Ciències Biològiques, Universitat de València.

Edifici d'Investigació. Dr. Moliner 50, Burjassot, 46100 Valencia, España.

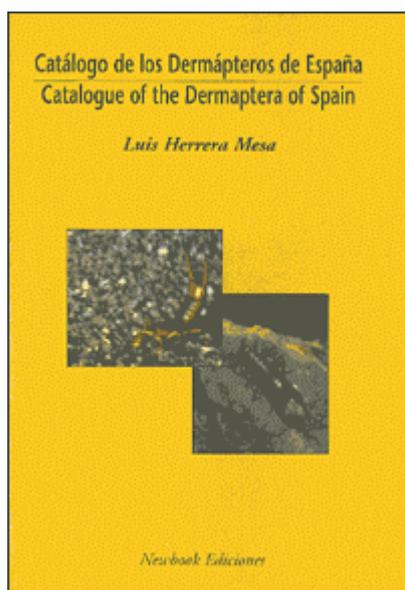
El presente trabajo aborda la ecología de los productores primarios en varios lagos someros mediterráneos, a través de dos estudios experimentales en mesocosmos *in situ* con enriquecimiento de nutrientes y distintas densidades de peces planctívoros, junto a un estudio de la ecología del lago de la Albufera de Valencia. Los resultados muestran que: 1) La ecología de los lagos someros estudiados se asemeja más a la ecología de los lagos tropicales y subtropicales que a la descrita para los lagos someros del norte y centro de Europa. 2) El desvío de nutrientes en el lago de la Albufera fue insuficiente para conseguir un cambio de estado trófico, pero condujo a la reducción de la biomasa del fitoplancton y a la aparición de varias fases claras. 3) En los estudios experimentales con mesocosmos, las concentraciones de nutrientes influyeron más que la densidad de peces planctívoros sobre la biomasa del fitoplancton, epifiton y macrófitos sumergidos. 4) El crecimiento del epifiton fue exponencial y máximo entre concentraciones de 0,1-0,35 mg L<sup>-1</sup> de fósforo, mientras que el fitoplancton tuvo un incremento lineal y dominó por encima de 0,35 mg L<sup>-1</sup> de fósforo y la biomasa de las carófitas fue mayor con valores por debajo de 0,05 mg L<sup>-1</sup>. 5) La ausencia de los macrófitos sumergidos favoreció la liberación de nutrientes desde el sedimento perpetuando biomasa algal elevada y un estado de turbidez. 6) Las cianobacterias dominaron bajo un amplio rango de concentraciones de nutrientes. La densidad de peces planctívoros y la depredación debida al zooplancton tuvieron un papel selectivo de su tamaño. 7) Los modelos de dominancia de cianobacterias propuestos por Gragnani et al. (1999) y Scheffer et al. (1997), no se cumplen para los lagos someros estudiados. 8) Se propone un modelo alternativo que explica la alternancia observada de dominancia entre cianobacterias crococales y oscilatorias, en base a sus requerimientos de nutrientes, luz, sensibilidad a la depredación por el zooplancton y condiciones de estabilidad de la columna de agua. 9) Las comunidades del fitoplancton y epifiton estuvieron estrechamente vinculadas y su composición tendió a homogeneizarse al aumentar la concentración de nutrientes. 10) El reclutamiento de las algas desde el sedimento fue mayor que desde el perifiton y se incrementó con las concentraciones de nutrientes. 11) El reclutamiento de las cianobacterias fue un factor importante que retroalimentó y estabilizó sus poblaciones y dominancia en el fitoplancton. 12) La visión de un espacio continuo y heterogéneo (multihábitats) entre el bentos y plancton en los lagos someros, puede ayudar a mejorar el conocimiento del fitoplancton que caracteriza a estos sistemas. 13) La diversidad de las comunidades del epifiton y del fitoplancton se redujo frente a un incremento de las concentraciones de nutrientes y peces planctívoros, especialmente en ausencia de plantas sumergidas. 14) Los grupos funcionales propuestos para el fitoplancton por Reynolds et al. (2002), ofrecen una valiosa y complementaria información para entender la ecología del fitoplancton en los lagos someros de la zona mediterránea, aunque se sugieren algunas modificaciones de algunos de los grupos funcionales originalmente descritos. 15) La recuperación y conservación de los lagos someros mediterráneos implica una reducción importante de la carga externa de nutrientes y la adopción de medidas complementarias que potencien un control interno de la carga de nutrientes dentro de la red trófica para recuperar su calidad ecológica y biodiversidad.

---

## Nuevas Publicaciones de interés

### CATALOGO DE LOS DERMÁPTEROS DE ESPAÑA

Luis HERRERA MESA



Este libro es el primer Catálogo de los Dermápteros de España. La fauna peninsular y de las Islas Baleares comprende 26 especies, entre las que se encuentran algunas especies endémicas como *Eulithinus analis* (RAMBUR), *Mesochelidura bolivari* (DUBRONY), *Pseudochelidura sinuata* (LA FRESNA YE) *Pseudochelidura minar* (STEINMANN) y *Chelidura pyrenaica* (BONELLI in GENÉ).

La fauna de las Islas Canarias incluye 17 especies endémicas. El Catálogo de Dermápteros de España comprende 43 especies: 3 Pygidicranidae, 7 Anisolabididae, 2 Labiduridae, 1 Spongiphoridae y 30 Forficulidae.

El Catálogo comprende además unas 1.200 referencias bibliográficas que permiten el estudio de 35 materias diferentes de estos insectos, como la Anatomía, Biogeografía, Biología, Bioquímica, Citología, Control, Ecología, Economía, Evolución, Fisiología, Genética, Morfología, Parasitología, Toxicología, etc.

203 páginas de texto, mapa y tabla incluidos.

ISBN: 84-95206-32-3

This book is the first Catalogue of the Dermaptera of Spain. The latest studies made on the Fauna of Dermaptera in peninsular Spain and the Balearic Islands comprise 26 species including such endemic as *Eulithinus analis* (RAMBUR),

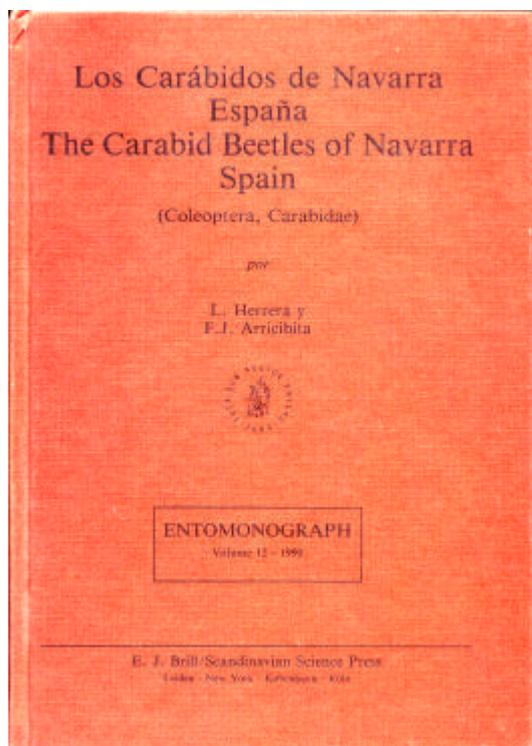
*Mesochelidura bolivari* (DUBRONY), *Pseudochelidura sinuata* (LA FRESNA YE), *Pseudochelidura minor* (STEINMANN) and *Chelidura pyrenaica* (BONELLI in GENÉ).

Canary Island Fauna include 17 endemic species. The Catalogue of the Dermaptera of Spain comprises 43 species: 3 Pygidicranidae, 7 Anisolabididae, 2 Labiduridae, 1 Spongiphoridae and 30 Forficulidae.

The Catalogue embraces an extensive series of some 1.200 bibliographical references comprising a study of 35 different aspects of Dermaptera such as anatomy, biogeography, biology, biochemistry, cytology, control, ecology, economics, evolution, genetics, morphology, physiology, parasitology, and toxicology. The book is of interest for Biology, Entomology and Zoology researchers.

Precio: **17,90 euros** Envío contrareembolso

Pedidos a: **Lib. A. Damas. c/ Arberoki, 38. 31180 Cizur Mayor . Navarra. ESPAÑA**



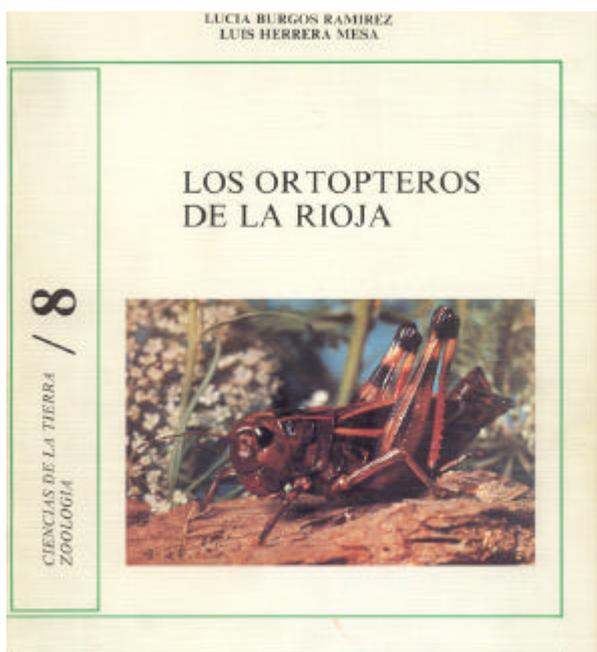
## **LOS CARÁBIDOS DE NAVARRA – ESPAÑA The Carabid Beetles of Navarra - Spain**

L. Herrera y F.J. Arricibita

Publicado en ENTOMOGRAPH, volumen 12, 1990.

## **LOS ORTÓPTEROS DE LA RIOJA**

L. Burgos Ramírez & L. Herrera Mesa



Este libro constituye el primer estudio faunístico sobre los Ortópteros de La Rioja (España); de este grupo apenas se tenían algunos datos en los trabajos clásicos de Bolívar y Vicente. El trabajo se ha realizado sobre el material colectado por los autores. En conjunto se han determinado 55 especies de ortópteros, que representan aproximadamente una sexta parte del conjunto de especies de la Fauna de España, según el Catálogo de los Ortópteros de España (Herrera, 1982). De cada una de las especies se presentan sus sinonimias, la descripción en muchos casos con un dibujo original, las capturas realizadas y su distribución geográfica. Así mismo para cada especie se presenta un mapa con su distribución potencial en La Rioja y en la Región Paleártica Occidental (Europa, Norte de Africa y Asia Menor). En total 86 mapas y figuras. Al final se da la relación de localidades muestreadas con Coordenadas U.T.M., la Bibliografía de mayor interés y el Índice de especies.

El libro es de interés para Entomólogos, Zoólogos, estudiantes de Biología y todos aquellos amigos y profesionales que se dediquen a la Conservación y Protección de la Naturaleza.

I.E.R. 1986, ISBN 84-00-06284-1, 146 pág., 86 fig., 20,5 x 27,5 cm.

Precio: 18,90 euros Envío contrareembolso

Pedidos a: Lib. A. Damas. c/ Arberoki 38. 31180 Cizur Mayor. Navarra. ESPAÑA

## ADDENDA TO FLOATING ISLANDS: A GLOBAL BIBLIOGRAPHY

Chet Van Duzer

47 páginas + 16 fotografías (11 en color)  
Libro electrónico en Adobe Acrobat PDF  
ISBN-10: 0-9755424-1-9  
ISBN-13: 978-0-9755424-1-5

La *Adenda* al libro *Floating Islands: A Global Bibliography* por Chet Van Duzer contiene casi 200 referencias nuevas sobre todos los aspectos relativos a las islas flotantes. Incluye material publicado con posterioridad al libro, extraordinarias descripciones históricas de islas flotantes actualmente desaparecidas, referencias nuevas de gran interés de estas islas en el mar, así como de la dispersión de especies a través de ellas. Las referencias están anotadas y hay un índice geográfico y temático.

La *Adenda* incluye además dieciséis fotografías de islas flotantes de todo el mundo y un relato de la visita del autor a la isla flotante intermitente en Derwentwater (Cumbria, Inglaterra). Las fotografías con las que éste se ilustra son las primeras imágenes en color publicadas de la isla.

Si usted ya tiene el libro *Floating Islands*, seguro que estará interesado en su *Adenda*; si no lo conoce, ésta le dará una buena idea de por qué los críticos se han referido al libro como "magistral," "definitivo," "estimulante," y "asombroso," y han insistido que "todas las instituciones relacionadas con el medio ambiente deberían adquirir una copia."

Por tiempo limitado, la editorial pone a disposición esta *Adenda* en PDF (de 1,8 MB) descargable gratuitamente en la siguiente dirección: <http://cantorpress.com/floatingislandsaddenda/>

## Índice del volumen 25 (1-2-3) de Limnetica

Autores	Título	Páginas
Graça, M.A.S., & C. Canhoto.	Leaf litter processing in low order streams.	1-10
Serrano, L., M. Reina, G. Martín, I. Reyes, A. Arechederra, D. León, & J. Toja.	The aquatic systems of Doñana (SW Spain): watersheds and frontiers.	11-32
Rueda Valdivia, F.	Basin scale transport in stratified lakes and reservoirs: towards the knowledge of freshwater ecosystems.	33-56
Sousa, A., L. García- Barrón, J. Morales, & P. García- Murillo	Post-Little Ice Age warming and desiccation of the continental wetlands of the aeolian sheet in the Huelva region (SW Spain).	57-70
García Murillo, P., R. Fernández Zamudio, S. Cirujano, & A. Sousa.	Aquatic macrophytes in Doñana protected area (SW Spain): An overview	71-80
Martínez- Abaigar, J., E. Núñez- Olivera, M. Arróniz- Crespo, R. Tomás, N. Beaucourt, & S. Otero.	Effects of ultraviolet radiation on aquatic bryophytes.	81-94
Guerrero, F., G. Parra, F. Jiménez- Gómez, C. Salazar, R. Jiménez- Melero, A. Galotti, E. García- Muñoz, M. L. Lendínez, & F. Ortega.	Ecological studies in Alto Guadalquivir wetlands: a first step towards the application of conservation plans.	95-106
Álvarez- Cobelas, M.	Groundwater-mediated limnology in Spain.	107-122
Elosegi, A., A. Basaguren, & J. Pozo.	A functional approach to the ecology of Atlantic Basque streams.	123-134
Soria- García, J. M.	Past, present and future of la Albufera of Valencia Natural Park.	135-142
Bécares, E.	Limnology of natural systems for wastewater treatment. Ten years of experiences at the Experimental Field for Low-Cost Sanitation in Mansilla de las Mulas (León, Spain).	143-154
Casas, J. Jesús, Mark O. Gessner, Peter H. Langton, Demetrio Calle, Enrique Descals, And María J. Salinas	Diversity of patterns and processes in rivers of eastern Andalusia.	155-170
Morales- Baquero, R., E. Pulido- Villena, O. Romera, E. Ortega- Retuerta, J. M. Conde- Porcuna, C. Pérez- Martínez, & I. Reche.	Significance of atmospheric deposition to freshwater ecosystems in the southern Iberian Peninsula.	171-180
Casamitjana, X., J. Colomer, E. Roget, & T. Serra.	Physical Limnology in Lake Banyoles.	181-188

Carrillo, P., J. M. Medina- Sánchez, M. Villar- Argaiz, J. A. Delgado- Molina, & F. J. Bullejos.	Complex interactions in microbial food webs: Stoichiometric and functional approaches.	189-204
Moreno- Ostos, E., L. Cruz- Pizarro, A. Basanta- Alvé, C. Escot, & D. G. George.	Algae in the motion: Spatial distribution of phytoplankton in thermally stratified reservoirs.	205-216
Toro, M., I. Granados, S. Robles, & C. Montes.	High mountain lakes of the Central Range (Iberian Peninsula): Regional limnology & environmental changes.	217-252
De Vicente, I., V. Amores, & L. Cruz- Pizarro.	Instability of shallow lakes: A matter of the complexity of factors involved in sediment and water interaction?	253-270
Pardo, I., & M. Álvarez.	Comparison of resource and consumer dynamics in Atlantic and Mediterranean streams.	271-286
Palau, A.	Integrated environmental management of current reservoirs and regulated rivers.	287-302
Quintana, X. D., D. Boix, A. Badosa, S. Brucet, J. Compte, S. Gascón, R. López- Flores, J. Sala, And R. Moreno- Amich.	Community structure in mediterranean shallow lentic ecosystems: size-based vs. taxon-based approaches.	303-320
Moreno- Amich, R., Q. Pou- Rovira, A. Vila- Gispert, L. Zamora, & E. García- Berthou.	Fish ecology in Lake Banyoles (NE Spain): a tribute to Ramon Margalef.	321-334
Sabater, S., H. Guasch, I. Muñoz, & A. Romani.	Hydrology, light and the use of organic and inorganic materials as structuring factors of biological communities in Mediterranean streams.	335-348
Encina, L., A. Rodríguez, And C. Granado- Lorencio.	The Iberian ichthyofauna: Ecological contributions.	349-368
Guisande, C.	Biochemical fingerprints in zooplankton.	369-376
Prenda, J., M. Clavero, F. Blanco- Garrido, A. Menor, & V. Hermoso.	Threats to the conservation of biotic integrity in Iberian fluvial ecosystems.	377-388
González Del Tánago, M., & D. García De Jalón.	Attributes for assessing the environmental quality of riparian zones.	389-402
López- Rodas, V., E. Maneiro, & E. Costas.	Adaptation of cyanobacteria and microalgae to extreme environmental changes derived from anthropogenic pollution.	403-410
Ferreira, M. T. & F. C. Aguiar.	Riparian and aquatic vegetation in Mediterranean-type streams (western Iberia).	411-424
Vasconcelos, V.	Eutrophication, toxic cyanobacteria and cyanotoxins: when ecosystems cry for help.	425-432
Fernández Aláez, C., M. Fernández Aláez, C. Trigo Domínguez, & B. Luis Santos.	Hydrochemistry of northwest Spain ponds and its relationships to groundwaters.	433-452
Camacho, A.	On the occurrence and ecological features of deep chlorophyll maxima (DCM) in Spanish stratified lakes.	453-478
Oliveira, S. V., & R. M. V. Cortes.	Environmental indicators of ecological integrity and their development for running waters in northern Portugal.	479-498
Lopez, P., E. Navarro, R. Marce, J. Ordoñez, L. Caputo, & J. Armengol.	Elemental ratios in sediments as indicators of ecological processes in spanish reservoirs.	499-512
Martí, E., F. Sabater, J. L. Riera, G. C. Merseburger, D. Von Schiller, A. Argerich, F. Caille, & P. Fonollà.	Fluvial nutrient dynamics in a humanized landscape. Insights from a hierarchical perspective.	513-526
Marcé, R., E. Moreno- Ostos, J. Ordóñez, C. Feijó, E. Navarro, L. Caputo, & J. Armengol.	Nutrient fluxes through boundaries in the hypolimnion of Sau reservoir: expected patterns and unanticipated processes.	527-540
Prat, N., & M. Rieradevall.	25-years of biomonitoring in two mediterranean streams (Llobregat and Besòs basins, NE Spain).	541-550
Catalan, J., L. Camarero, M. Felip, S. Pla, M. Ventura, T. Buchaca, F. Bartumeus, G. De Mendoza, A. Miró, E. O. Casamayor, J. M. Medina- Sánchez, M. Bacardit, M. Altuna, M. Bartrons & D. Díaz De Quijano.	High mountain lakes: extreme habitats and witnesses of environmental change.	551-584
Miracle, M. R., B. Moss, E. Vicente, S. Romo, J. Rueda, E. Bécares, C. Fernández- Aláez, M. Fernández- Aláez, J. Hietala, T. Kairesalo, K. Vakkilainen, D. Stephen, L. A. Hansson & M. Gyllström.	Response of macroinvertebrates to experimental nutrient and fish additions in European localities of different latitudes.	585-612
Barbour, Michael T., Susan Holdsworth & Steve Paulsen.	Using Ecological Data as a Foundation for Decision-Making in the USA.	613-622
Barón- Rodríguez, María M., Rosa A. Gavilán- Díaz y John J. Ramírez Restrepo.	Variabilidad espacial y temporal en la comunidad de cladóceros de la Ciénaga de Paredes (Santander, Colombia) a lo largo de un ciclo anual.	623-636

Anne, I., M. L. Fidalgo, L. Thosthrup & K. Christoffersen.	Influence of filtration and glucose amendment on bacterial growth rate at different tidal conditions in the Minho Estuary River (NW Portugal).	637-646
Bouterfas, Radia, Mouhssine Belkoura, & Alain Dauta.	The effects of irradiance and photoperiod on the growth rate of three freshwater green algae isolated from a eutrophic lake	647-656
Godinho, Francisco Nunes & Maria Teresa Ferreira.	Influence of habitat structure on the fish prey consumption by largemouth bass, <i>Micropterus salmoides</i> , in experimental tanks	657-664
Martinoy, Mònica, Dani Boix, Jordi Sala, Stéphanie Gascón, Jaume Gifre, Alba Argerich, Ricard De La Barrera, Sandra Brucet, Anna Badosa, Rocío López-Flores, Montserrat Méndez, Josep Maria Utgé & Xavier D. Quintana.	Crustacean and aquatic insect assemblages in the Mediterranean coastal ecosystems of Empordà wetlands (NE Iberian peninsula).	665-682
Oscos Javier, Francisco Campos Y M <sup>a</sup> Carmen Escala.	Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas.	683-692
González Del Tánago, Marta y Diego García De Jalón.	Propuesta de caracterización jerárquica de los ríos españoles para su clasificación según la Directiva Marco de la Unión Europea.	693-712
Maia, Hugo M. S., Carla F. Q. Maia, Daniel F. C. Pires & Alexandre C. N. Valente.	Biology of the Iberian chub ( <i>Squalius carolitertii</i> ) in an Atlantic-type stream (river Lima basin-north Portugal). A preliminary approach.	713-731
Ortega, Fernando, Gema Parra y Francisco Guerrero.	Usos del suelo en las cuencas hidrográficas de los humedales del Alto Guadalquivir: Importancia de una adecuada gestión.	723-732
Martínez- Bastida, Juan José, Mercedes Arauzo y María Valladolid.	Diagnóstico de la calidad ambiental del río Oja (La Rioja, España) mediante el análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.	733-744
Valladolid, María, Juan José Martínez- Bastida, Mercedes Arauzo y Carmen Gutiérrez.	Abundancia y biodiversidad de los macroinvertebrados del río Oja (La Rioja, España)	745-752
Arauzo, Mercedes, María Valladolid, Juan José Martínez- Bastida y Carmen Gutiérrez.	Dinámica espacio-temporal del contenido en nitrato de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Oja (La Rioja, España): Vulnerabilidad del acuífero aluvial	753-762
Galotti, A., F. Jiménez- Gómez y F. Guerrero.	Estructura de tamaños de las comunidades microbianas en sistemas acuáticos salinos del alto Guadalquivir.	763-770
Serafim, António, Manuela Morais, Pedro Guilherme, Paula Sarmento, Manuela Ruivo & Ana Magriço.	Spatial and temporal heterogeneity in the Alqueva reservoir, Guadiana river, Portugal.	771-786
Tracanna, Beatriz, C., S. N. Martínez De Marco, M. J. Amoroso, N. Romero, P. Chaile & A. Mangeaud.	Physical, chemical and biological variability in the Dr. C. Gelsi reservoir (NW Argentina): A temporal and spatial approach.	787-808
Moñino- Ferrando, A., Enrique Moreno- Ostos & Luis Cruz- Pizarro.	Phytoplankton patchiness in two shallow waterbodies.	809-820
Moreno, J. L., C. Navarro y J. De Las Heras.	Propuesta de un índice de vegetación acuática (IVAM) para la evaluación del estado trófico de los ríos de Castilla-La Mancha: Comparación con otros índices bióticos.	821-838
Barbour, Michael T., James B. Stribling & Piet F. M. Verdonschot.	The Multihabitat Approach of USEPA's Rapid Bioassessment Protocols: Benthic Macroinvertebrates.	839-850

Recordamos desde aquí, que el contenido de *Limnetica* volúmenes 1 a 24 está disponible en un CD-ROM que puede comprarse en el Departamento de Publicaciones de la AIL (contactar por correo electrónico con [aelimno@telefonica.net](mailto:aelimno@telefonica.net)).

También pueden consultarse en la página web de la revista *Limnetica* <http://www.limnetica.net> el contenido de la revista desde los volúmenes 1 a 19 completos y los resúmenes de la 20 en adelante.

**ASOCIACION IBÉRICA DE LIMNOLOGIA**

**SOLICITUD DE SOCIO – ACTUALIZACIÓN DE DATOS**

Nombre: \_\_\_\_\_ Apellidos: \_\_\_\_\_  
Lugar de trabajo: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico (E-mail): \_\_\_\_\_  
Campo de interés limnológico: \_\_\_\_\_  
Campo de interés taxonómico: \_\_\_\_\_  
Area geográfica en la que investiga: \_\_\_\_\_

Categorías de socio:	Cuota anual 2007
? Ordinario	50 €uros
? Estudiante	20 €uros
? Corporativo	120 €uros

Publicaciones que reciben los socios:

LIMNETICA es la revista de la Asociación que publica artículos científicos de su campo previa revisión de los mismos por especialistas. Su periodicidad es semestral.

ALQUIBLA es el boletín informativo de la Asociación que pretende ser vehículo de comunicación entre sus miembros y mantenerlos informados de eventos, novedades, problemáticas de su campo, etc.

Pagos:

El pago de la cuota de socio se realiza mediante domiciliación bancaria o, para socios extranjeros, mediante transferencia bancaria o cheque a la cuenta de la tesorería de la Asociación.

**Boletín de domiciliación bancaria**

Estimado compañero:

Ruego tramites, hasta nuevo aviso, el cobro de la cuota de la Asociación Ibérica de Limnología en la siguiente domiciliación:

Entidad: \_ \_ \_ \_ .....

Sucursal: \_ \_ \_ \_ .....

Domicilio:.....

C.P., Población:.....

Código de control (D.C.): \_ \_

N de cuenta: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

Firma:

Remitar a: Eugenio Rico. Tesoreo AIL. Dep. Ecología. Fac. Biología. Univ. Autónoma de Madrid. Cantoblanco. 28049 - Madrid (Spain)

(Cortar por la línea de puntos y enviar la parte inferior a vuestra entidad bancaria)

.....

Muy Srs. míos:

Les ruego que, hasta nuevo aviso, abonen con cargo a mi cuenta, cuyos datos se exponen abajo, los recibos que

\_ a mi nombre

\_ a nombre de .....

les presente al cobro la Asociación Ibérica de Limnología

Entidad: \_ \_ \_ \_

Sucursal: \_ \_ \_ \_

D.C.: \_ \_

N cuenta: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

Atentamente

Fecha:

Firma:

**TARIFA DE PRECIOS 2007**  
**PUBLICACIONES DE LA ASOCIACION IBERICA DE LIMNOLOGIA**

<u>Título</u>	<u>Año</u>	<u>Páginas</u>	<u>Precio venta</u>	
			<u>Socios</u>	<u>Público</u>
Limnetica 1	1984	365	18 €	30 €
Limnetica 2	1986	316	18 €	30 €
Limnetica 3 (1)	1987	210	18 €	30 €
Limnetica 3 (2)	1987	108	18 €	30 €
Limnetica 4	1988	56	18 €	30 €
Limnetica 5	1989	109	18 €	30 €
Limnetica 6	1990	175	18 €	30 €
Limnetica 7	1991	190	18 €	30 €
Limnetica 8 (especial <i>Limnology in Spain</i> )	1992	277	18 €	30 €
Limnetica 9	1993	115	18 €	30 €
Limnetica 10 (1) Sólo disponible en CD-ROM	1994	142		
Limnetica 10 (2)	1994	47	18 €	30 €
Limnetica 11 (1-2)	1995	120	36 €	60 €
Limnetica 12 (1-2)	1996	166	36 €	60 €
Limnetica 13 (1)	1997	85	18 €	30 €
Limnetica 13 (2) (especial <i>Litter breakdown in rivers and streams</i> )	1997	102	18 €	30 €
Limnetica 14	1998	144	18 €	30 €
Limnetica 15	1998	176	18 €	30 €
Limnetica 16	1999	112	18 €	30 €
Limnetica 17	1999	134	18 €	30 €
Limnetica 18	2000	113	18 €	30 €
Limnetica 19	2000	204	18 €	30 €
Limnetica 20 (1-2)	2001	339	36 €	60 €
Limnetica 21 (1-2-3-4)	2002	348	36 €	60 €
Limnetica 22 (1-2-3-4)	2003	364	36 €	60 €
Limnetica 23 (1-2-3-4)	2004	370	36 €	60 €
Limnetica 24 (1-2-3-4)	2005	338	36 €	60 €
Limnetica 25 (1-2-3) ( <i>The ecology of the iberian inland waters</i> )	2006	850	60 €	90 €
Suscripción anual Biblioteca o Institución				120 €
Separatas o artículos sueltos			2 €	3 €
CD-ROM Limnetica recopilación volúmenes 1 a 24.	2006		6 €	10 €

**Listas bibliográficas**

1. Heterópteros acuáticos de España y Portugal	1984	69	3 €	5 €
2. Moluscos de las aguas continentales de la Península Ibérica y Baleares	1985	193	7 €	10 €
3. Coleópteros acuáticos Dryopoidea de la Península Ibérica y Baleares	1986	38	3 €	5 €
5. Hidracnelas de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	1988	81	3 €	5 €
6. Criptofíceas y Dinoflagelados continentales de España	1989	60	4 €	6 €
7. Coleópteros acuáticos Hydradephaga de la Península Ibérica y Baleares	1990	216	7 €	10 €
8. Rotíferos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	1990	195	7 €	10 €
9. Deuteromicetos acuáticos de España	1991	48	3 €	5 €
10. Coleópteros acuáticos Hydraenidae de la Península Ibérica y Baleares	1991	93	5 €	7 €
11. Tricópteros (Trichoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares	1992	200	7 €	10 €
12. Ostrácodos de la Península Ibérica y Baleares	1996	71	4 €	6 €
13. Quironómidos de la Península Ibérica e Islas Baleares	1997	210	7 €	10 €
14. Clorófitos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias	1998	614	9 €	14 €
15. Coleópteros acuáticos Hydrophiloidea de la Pen. Ibérica y Baleares	1999	116	7 €	10 €
16. Plecópteros de la Península Ibérica (actualizada)	2003	133	8 €	12 €

**Claves de identificación**

1. Carófitos de la Península Ibérica	1985	35	3 €	5 €
2. Esponjas de agua dulce de la Península Ibérica	1986	25	3 €	5 €
3. Turbellarios de las aguas continentales de la Pen. Ibérica y Baleares	1987	35	3 €	5 €
4. Nematodos dulceacuícolas de la Península Ibérica	1990	83	4 €	6 €
5. Heterópteros acuáticos (Nepomorpha y Gerromorpha) de la Pen. Ib.	1994	112	4 €	6 €
6. Simúlidos de la Península Ibérica	1998	77	4 €	6 €

**Otras publicaciones**

Actas del I Congreso Español de Limnología	1983	298	7 €	10 €
Actas del IV Congreso Español de Limnología	1987	433	19 €	32 €
Actas del VI Congreso Español de Limnología	1993	439	19 €	32 €
La eutrofización de las aguas continentales españolas	1992	257	8 €	12 €
Conservación de los Lagos y Humedales de Alta Montaña de la Pen. Ib.	1999	274	12 €	18 €
Terminología popular de los Humedales	2002	228	9 €	12 €

Precios en Euros. Pago al contado por Tarjeta de crédito (VISA y MasterCard), Transferencia Bancaria o Cheque. Portes no incluidos en el precio de venta. Consulte el coste del porte según medio de transporte y peso del paquete. Pedidos a: Publicaciones A.I.L. C/ Porche, 2 1º. 46920 - Mislata (Valencia) o por correo electrónico al email [aelimno@telefonica.net](mailto:aelimno@telefonica.net)