

---

## Sumario

### Información AEL

- Notas de Secretaría 2
- Resumen del X Congreso de la A.E.L. 3
- Actas de las Asambleas Ordinarias y Extraordinarias de la A.E.L. 4

### Conclusiones del X Congreso de la A.E.L. 5

### Tribuna Abierta:

### El Libro Blanco del Agua – Plan Hidrológico Nacional 8

### Trabajos de Investigación 12

### Agenda 20

### Nuevas Publicaciones 23

# Información AEL

## Notas de Secretaría

Como cada número de **AEL** os adelantamos el estado de las publicaciones de la Asociación. Ya se ha distribuido el número 18 de **AEL**, y está en prensa el número 15, monográfico sobre las Lagunas Españolas basado en la Tesis Doctoral de Miguel Alonso; esperamos distribuirlo durante el primer trimestre del año 2001. Los números 16 y 17 están en prensa, y comprenden los artículos presentados en el pasado congreso de la AEL de Évora. Los artículos recibidos en estos días saldrán publicados el próximo año, formando el volumen 19. Ya se repartieron durante el verano los volúmenes 12/2 y 13/1 que habían quedado pendientes.

Con respecto a la página web de la Asociación, a la espera de tener la dirección definitiva de acceso, podemos consultarla en la localización <http://www.ceab.csic.es/ael>, donde los compañeros nos han elaborado una interesante aproximación. Mientras tanto, sigue activa la página del congreso <http://www.uv.es/congreso-ael>, donde seguimos publicando las novedades del pasado congreso, así como las noticias del próximo venidero del año 2002, y de las próximas jornadas de trabajo sobre la Directiva Marco. Si no hay problema, esperamos seguir ofreciendo este localizador como dirección para los futuros congresos, dado el gran éxito y consultas que ha tenido durante el tiempo de Inscripción al mismo.

Pedimos la ayuda de todos para que nos deis datos o direcciones donde contactar con los siguientes socios, de los cuales hemos perdido la pista:

Pilar Díaz de León, de Madrid.

Alberto Fraguas Herrero, de Madrid.

**AEL** se publica dos veces al año por la Asociación Española de Limnología, para mantener informados a sus miembros y otros colectivos en relación con el agua y sus múltiples facetas, tanto teóricas como aplicadas.

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

C/ Los Angeles, 33. 46920 - Mislata (Valencia)

Teléfono: 649 836 836. E-mail: [jmsoriag@teletel.es](mailto:jmsoriag@teletel.es)

**Edita:** ASOCIACION ESPAÑOLA DE LIMNOLOGIA

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

### **Directiva de la Asociación Española de Limnología:**

*Presidencia:* María Rosa Miracle (Univ. Valencia)

*Vicepresidencia:* Julia Toja (Univ. Sevilla)

*Tesorería:* Jesús Pozo (Univ. País Vasco)

*Secretaría:* Juan Miguel Soria (Univ. Valencia)

## Resumen Congreso

Del 12 al 16 de junio tuvo lugar el X Congreso de la Asociación Española de Limnología y II Congreso Ibérico de Limnología. En esta ocasión, la organización del evento corrió a cargo del Departamento de Microbiología y Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia. El Comité Organizador del mismo estaba presidido por María Rosa Miracle, y junto a ella participaron otros miembros del Departamento. Los actos tuvieron lugar en el edificio histórico de la Universidad de Valencia, ubicado en el centro de la ciudad, en un edificio del siglo XVI restaurado recientemente para destinarlo a eventos de este tipo. El Paraninfo de la Universidad acogió los actos con mayor asistencia de personas, mientras que el Aula Magna se utilizaba en los de menor asistencia. Todos los asistentes destacaron el impresionante aspecto del Paraninfo, así como la calidad de los medios auxiliares para las presentaciones utilizados. La única objeción vino de la comodidad de algunos asientos, que acompañaban poco para las largas sesiones de trabajo.

En cuanto a la participación, fueron cuatrocientos los participantes inscritos, destacando de ellos la presencia de dos terceras partes de españoles, setenta portugueses y sesenta personas provenientes de otros países europeos (trece personas) e hispanoamericanos (cincuenta y siete asistentes). Realmente las cerca de dos mil invitaciones enviadas por la Organización han conseguido una masiva asistencia a un Congreso no vista hasta la fecha.

Con respecto a las comunicaciones científicas, fueron un total de 268, siendo 187 las presentadas como paneles, 62 las comunicaciones orales y 24 las presentadas en talleres. La temática de las comunicaciones, agrupada por el tipo de ambiente ha sido:

Ríos y corrientes: 94

Lagos y Lagunas: 100

Embalses: 26

Otros ambientes, microcosmos, etc: 48

Con respecto a la temática:

Fisicoquímica: 65

Peces y otra fauna: 28

Algas y vegetación: 56

Invertebrados: 59

Otros temas (microbiología, calidad, gestión, etc): 60

Hasta el momento de la redacción, 32 comunicaciones han sido entregadas "in extenso" para ser publicadas en los números siguientes de *Limnetica*, estando prevista su aparición para el próximo año.

El miércoles día 14 tuvo lugar la excursión del Congreso, que se dividió en dos recorridos similares coincidentes en la visita al Parque Natural de la Albufera de Valencia, pero visitando unos el castillo prerromano de Sagunto y el río subterráneo de San José, y otros Cullera y el embalse de Tous. En las dos la calidad de las visitas satisfizo a los participantes, aunque en una de ellas hubieran preferido acabar un poco más pronto. Otras personas prefirieron dedicar el día a la visita a la ciudad de Valencia y todo lo que ofrece a los visitantes.

El jueves 15 tuvo lugar la Asamblea de la Asociación Española de Limnología, donde se trataron los temas previstos en el Orden del día facilitado a los socios. Entre los acuerdos alcanzados destacamos la continuación de los actuales cargos directivos de la AEL hasta el próximo Congreso, donde se renovará la Junta Directiva de acuerdo con los Estatutos de la Asociación. El editor de *Limnetica* facilitó el estado de las publicaciones en marcha, así como la modificación de la portada. El tesorero dio cuenta del estado económico y de los ingresos y gastos. Se aprobó por unanimidad la modificación de los Estatutos, tramitándose la misma en el Registro de Asociaciones. Se aprobó el manifiesto sobre las cianotoxinas elaborado por los participantes en el Congreso, dejando encargada su difusión ante los Organismos y autoridades responsables. Se concedió el Premio de Investigación en Limnología a Sergio Pla Rabes por su tesis doctoral sobre Los estomatocistos de crisofíceas de los Pirineos y su aplicabilidad como indicadores paleoambientales. Por último se acordó la celebración del XI Congreso en Madrid, quedando encargados el grupo coordinado por Ramón Peña del CEH-CEDEX, y para el XII Congreso en Oporto (Portugal).

Durante la ceremonia de clausura, se destacó la importancia del gran número de participantes así como la calidad de las comunicaciones presentadas, tanto en su contenido científico como en la utilización de los recursos técnicos en las presentaciones ya fueran orales o paneles. La Cena de Clausura, en el marco único del Jardín Botánico de Valencia, puso un espléndido broche final al Congreso.

Las personas interesadas en los temas del Congreso pueden visitar la página web del mismo, donde tienen los contenidos temáticos, participantes, conclusiones y una galería fotográfica de las mejores imágenes del Congreso. La dirección de la página es <http://www.uv.es/congreso-ael>

## **Acta de la Asamblea Ordinaria de la Asociación Española de Limnología celebrada en Valencia el 15 de junio de 2000.**

A las 18:30 horas, en segunda convocatoria por no haber suficientes asistentes en la primera, se celebra la Asamblea, presidida por la Presidenta de la Asociación, María Rosa Miracle, 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 1998 y 1999, previo informe del Tesorero.
3. Aprobación de la actualización de las cuotas de socios ordinarios, socios estudiantes y socios corporativos, así como su adaptación al Euro.
4. Entrega del Premio de Investigación en Limnología al ganador del mismo.
5. Elección de tres interventores para aprobar el Acta de la Junta General Ordinaria.
6. Ruegos y preguntas

Sobre el primer punto, la señora Presidenta cede la palabra al Editor de *Limnetica*, Joan Armengol, el cual expone a los asistentes la situación actual de la publicación, estando repartiéndose en el Congreso los ejemplares números 12-2 y 13-1 que quedaban pendientes de repartir por parte del anterior editor Luis Cruz. Se repartió hace unos meses el número 14, primero realizado por el actual editor, y tiene en prensa los números 15 (dedicado a las lagunas españolas y basado en la Tesis Doctoral de Miguel Alonso) y 18 (con artículos de varios autores). Está previsto que los números 16 y 17 incluyan los artículos del pasado Congreso de Evora y que serán publicados bajo sus indicaciones por J.M. Bernardo. Se recogen artículos en la actualidad que se incluirán en el número 19, para incorporar en los números 20 y 21 los artículos entregados en el Congreso de Valencia.

Se plantea asumir por parte de los costes de edición el trabajo de revisión de los textos en inglés hasta un coste de 5.000 pesetas. Si se evalúa que el coste será superior, se devolverá al autor para que proceda a realizar las correcciones oportunas. La Asamblea acepta esta propuesta por unanimidad.

A continuación se presenta las modificaciones introducidas en el diseño de *Limnetica*, que incorporan rediseño de la portada, aprobándose por 20 votos a favor frente a 15, la presentada con el nombre *Limnetica* en la parte superior, seguida del logo de la AEL con el nombre completo de la misma y reservando toda la parte central e inferior para hueco en blanco donde incluir posibles textos adicionales, quedando al pie la indicación de volumen y fecha de publicación. Se presenta las nuevas especificaciones de tamaño de letra en el texto de los artículos así como cabeceras de las páginas interiores.

Por último presenta el grupo de personas que colaboran en los trabajos de edición de la publicación.

La presidenta continua la Asamblea dando cuenta de las diversas actividades llevadas a cabo desde la anterior asamblea, tales como la reunión sobre el esturión en Sevilla y algunos cursos, el estado de las publicaciones de *Listas y Claves*. Informa Eugenio Rico que está previsto sacar próximamente la *Lista de Diatomeas* en dos volúmenes, y Narcís Prat de la *Clave de Tricópteros* al nivel de género incluyendo imágenes en color.

Sobre el segundo punto, el Tesorero de la AEL, Jesús Pozo, da cuenta de los balances de los años 1998 y 1999 ya publicados en *Alquibla*, deteniéndose en el detalle de algunos de los gastos y explicando las particularidades de los mismos, consecuencia de la reanudación de las actividades normales de la Asociación tras la ralentización sufrida entre 1995 y 1997. Se observa un ligero descenso de las reservas monetarias, pero tienen un buen nivel que permitirá acometer los proyectos previstos con holgura. La Asamblea por unanimidad aprueba los balances expuestos.

Sobre el tercer punto, el secretario, Juan Miguel Soria, propone la actualización de las cuotas para el año 2002 cuando entre en vigor el Euro. Se propone que la cuota de socio ordinario quede en 42 euros. Eugenio Rico propone su rebaja a 40. Tras votación, se aprueba por mayoría que la nueva cuota de socio ordinario sea de 42 euros. Las cuotas de socio estudiante serán de 15 euros y las de socio institucional de 72 euros, aprobándose las Asamblea por unanimidad.

Sobre el cuarto punto, se da a conocer por parte de la Presidencia que se han presentado catorce candidaturas al Premio, como ya se publicó en la *Alquibla* 31, y que se ha concedido el Premio a Sergi Pla, a quien se le hará entrega del mismo en el acto previsto al día siguiente en el mismo Congreso.

Sobre el quinto punto, se procede a elegir por unanimidad a Arturo Elósegui, Javier García y María Angels Puig como interventores para la aprobación de la presente Acta.

En el apartado de ruegos y preguntas, la Presidenta expone la necesidad de realizar reuniones científicas sobre el tema de la Directiva Marco, de acuerdo con lo expresado por parte de los asistentes al Congreso. La vicepresidenta, Julia Toja, expone que podría encargarse de organizar una reunión en Sevilla. Se propone que se traten temas de ríos y lagos. Narcís Prat interviene indicando que podría organizar la parte de ríos. Tras una breve discusión por parte de los socios asistentes se propone que sea una reunión sobre la Directiva Marco donde se aborden los temas relacionados con ríos, embalses lagos y humedales a la vez, y no en varias reuniones. Se insiste en que debe ser antes de un año, y que la Junta Directiva se encargue de promover la realización de la misma, apoyándola en lo necesario.

A continuación, Ramón Peña propone que se solicite el dominio [www.ael.es](http://www.ael.es) para el uso de la página web de la Asociación, quedando encargada la Junta Directiva de ello. María Angels Puig, tratando el tema de la página indica que en julio podrían tener operativa ya los contenidos para la página, y cuando así sea, se comunicará a los socios la dirección por medio del correo electrónico. Por último, Antonio Quesada propone que se elabore un manifiesto sobre el problema de las Cianotoxinas en el contexto luso-español y se traslade tanto a las autoridades como a la sociedad en general; los asistentes manifiestan su apoyo y queda encargado de elaborar definitivamente el escrito que posteriormente entregará a la Junta Directiva para que proceda.

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

Siguen firmas:

Juan Miguel Soria, Secretario; María Rosa Miracle, Presidenta.

Intervienen el Acta para su aprobación y conformidad de lo tratado:

Arturo Elósegui, Javier García, María Angels Puig

## **Acta de la Asamblea Extraordinaria de la Asociación Española de Limnología celebrada en Valencia el 15 de junio de 2000.**

A las 20:15 horas, en segunda convocatoria por no haber suficientes asistentes en la primera, se celebra la Asamblea, presidida por la Presidenta de la Asociación, María Rosa Miracle, con el siguiente

### **ORDEN DEL DIA:**

1. Aprobación de las modificaciones introducidas en los Estatutos.
2. Renovación de los cargos de Presidencia y Tesorero de la Junta Directiva.
3. Elección de tres interventores para aprobar el Acta de la Junta General Extraordinaria.
4. Ruegos y preguntas.

Sobre el primer punto, interviene Jesús Pozo para presentar unas breves enmiendas al texto ya publicado en Alquibla para general conocimiento. Se enmienda el artículo 15 apartado F, quedando redactado como sigue: Conocer y en su caso aprobar el presupuesto. Se enmienda el artículo 17, quedando como sigue: Todos ellos elegidos por dos periodos entre Congresos, pudiendo ser reelegidos. Se enmienda el final del mismo artículo: Ningún miembro de la Directiva podrá permanecer más de cuatro periodos consecutivos entre Congresos en el mismo cargo. Por último se enmienda el artículo 25 quedando como sigue: ...mediante acuerdo de la Directiva, el presupuesto en la Junta General.

Tras someterse a votación el texto completo de los Estatutos, son aprobados por unanimidad de los presentes.

Sobre el segundo punto, se procede a la renovación de cargos del Presidente y Tesorero. María Rosa Miracle y Jesús Pozo manifiestan que se presentan a la reelección, pero que aunque su mandato sea de cuatro años más, en la próxima Asamblea del año 2002 presentarán su dimisión irrevocable, avisándolo con el tiempo suficiente en su momento para que la Junta Directiva tome las medidas que estime oportunas con el fin de no trastocar la marcha de las actividades. No habiendo más candidatos, se procede a la votación, siendo reelegidos por mayoría absoluta de los presentes.

Sobre el tercer punto, se procede a elegir por unanimidad a Arturo Elósegui, Javier García y María Angels Puig como interventores para la aprobación de la presente Acta.

En el apartado de ruegos y preguntas, la Presidenta presenta las candidaturas de los próximos congresos de la Asociación para el año 2002, por parte de Ramón Peña del CEDEX y para el 2004 por parte de Vitor Vasconcelos, de la Universidad de Oporto. La Asamblea acepta por unanimidad estas candidaturas.

Y sin más temas que tratar, se levanta la sesión siendo las 21 horas, de lo cual como Secretario levanto Acta. Siguen firmas:

Juan Miguel Soria, Secretario; María Rosa Miracle, Presidenta.

Intervienen el Acta para su aprobación y conformidad de lo tratado:

Arturo Elósegui, Javier García, María Angels Puig

## **Conclusiones del X Congreso de la A.E.L.**

### **Algas y calidad de aguas**

Queridos amigos:

Durante el 10º Congreso Ibérico de Limnología que se celebró en Valencia tuvimos la oportunidad de encontrarnos y, aunque brevemente, discutir acerca del uso de las algas como indicadores de la calidad del agua. Si recuerdas, la iniciativa partió de la necesidad de responder adecuadamente a la Directiva de Política de Aguas. Esta Directiva sigue su proceso, que se encuentra en una

fase posterior de aprobación. Esta carta responde a la voluntad de no aparcar la discusión que iniciamos en Valencia, y facilitar un cauce más fluido y ágil.

Durante la reunión pudimos constatar que estamos lejos de poder ofrecer una respuesta mínimamente organizada ante las posibles demandas que la implementación de la normativa pueda causar. Sin embargo, también es cierto que existe una buena voluntad y, creo que coraje, para ir limando las diferencias y ofrecer una postura a la vez de presión y de colaboración ante la administración (organismos de cuenca, agencias del agua).

Algunos de los puntos que surgieron en Valencia son los que os detallo a continuación, y que probablemente podríamos explorar de un modo abierto, a través del canal que nos ofrece el correo electrónico.

- El uso de las algas bentónicas (perifiton, biofilm) complementa el de otros organismos más comúnmente utilizados, siendo específicamente importante como indicador de la calidad "química" de las aguas. En este marco caben los nutrientes, causantes de la eutrofización de las aguas, que es uno de los puntos de mayor interés señalados por la Directiva. El uso sistemático de algas y especialmente las diatomeas bentónicas para evaluar la calidad del agua de los ríos ya está en marcha en varios países de la Comunidad Europea (Francia, Bélgica, Luxemburgo, Inglaterra, Alemania,...).

- Los que estamos ligados a la investigación debemos proponer unas herramientas que posteriormente puedan ser utilizadas en toda España por los que hagan el monitoraje. Estas herramientas se concretan en varios aspectos: protocolos de trabajo adecuados, indicaciones precisas sobre la taxonomía a seguir, índices o herramientas similares. Varios índices (IPS, etc....) utilizados en otros países de la Comunidad Europea podrían ser comprobados en distintas cuencas hidrográficas de la península con el fin de elegir los métodos más adecuados y aplicables al nivel nacional. Una gran ventaja de las algas es que son cosmopolitas y que sería entonces fácil aplicar las herramientas puestas a punto en países vecinos como Francia.

- Debemos estar abiertos a participar en la formación de las personas que van a desarrollar el monitoreo, pero la iniciativa del mismo no tiene que ser solamente nuestra. Es la Administración (la que corresponda en cada caso) la que debe asumir la iniciativa. A nosotros nos corresponde estar disponibles para lo que se nos demande, en cuanto a formación y herramientas de trabajo. Y lo que se puede esperar de nosotros es una actitud de franca colaboración. Por ejemplo, varios cursos de formación a la taxonomía de las algas ya se llevaron a cabo en distintas universidades (Barcelona, León,...), con el fin de fomentar su uso como bioindicadores de la contaminación de las aguas continentales.

- No solamente la Administración precisa de nuestros servicios como expertos en el tema de las algas, sino que en algunos casos la industria del tratamiento de las aguas también nos la demanda. Las algas no solamente aportan una indicación de la calidad de las aguas, sino que también pueden causar problemas para el tratamiento o para el producto final que la industria vende. En algunos casos una aproximación taxonómica es indispensable a fin de determinar si la especie es tóxica, o bien capaz de producir algún otro tipo de problema.

Hasta el momento los que nos ocupamos del tema de las algas, y de su relación con la calidad del agua, estamos poco valorados, tanto por nuestros colegas especialistas en macroinvertebrados (que nos ven, en algunos casos, como competidores) como por la Administración, que considera las algas como demasiado complejas para su uso como indicadoras. Solamente más organizados cabe esperar que podamos mejorar la situación. Es de esperar que este canal pueda ser útil para empezar a cambiar estas visiones poco favorables. A la vez, es posible que puedan surgir iniciativas conjuntas, bienvenidas sean, que mediante el contacto de unos con otros puedan cristalizar. Por ejemplo, un proyecto común sobre algas y calidad del agua, que fuera elaborado por varios investigadores de centros de Investigación de España y Portugal podría ser propuesto a corto plazo al Ministerio o a las Administraciones pertinentes para la evaluación de la calidad de los ríos de las grandes cuencas hidrográficas, mediante algas como las diatomeas o cianobacterias. Hace falta ver si esta posibilidad os parece razonable, y hasta que punto podemos reunir una masa crítica suficiente para llevarla a cabo.

Saludos cordiales,

Sergi Sabater. Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia  
Avingda Diagonal 645. 08028 Barcelona, Spain  
Tel. 34-93-4021517 Fax. 34-93-4111438 e-mail: [ssabater@porthos.bio.ub.es](mailto:ssabater@porthos.bio.ub.es)

## **El agua en el tercer milenio, un reto no tan lejano.**

A lo mejor esta vez sí es cierto y debemos imitar a los agoreros que a lo largo de los siglos han anunciado grandes cambios en la humanidad cuando se cumplía un cambio de siglo o de milenio. La tan esperada "Directiva europea por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas", el anuncio, meses atrás, por parte del Gobierno español de que una de sus prioridades era aprobar definitivamente un Plan Hidrológico Nacional, y los cambios que la implantación de ambos pueda producir en la política de aguas española y la protección de los ecosistemas acuáticos congregó a un nutrido número de asistentes al II Congreso Ibérico de Limnología en su primer taller de debate.

Durante el mismo, científicos portugueses y españoles debatieron, primeramente, sobre los ya tradicionales problemas interfronterizos entre España y Portugal relacionados con las aguas continentales, y el efecto que el reciente convenio luso-español, la directiva y el plan hidrológico podrían tener para su resolución. Pero, dado que en las fechas del congreso aún no se tenían datos muy concretos sobre el futuro plan hidrológico, fue la directiva marco europea la que acaparó una mayor atención, no sólo en esta sesión sino en algunas de las sesiones de comunicaciones orales y en el posterior taller de "Algas y calidad del agua". Así, en la sesión, y teniendo como referencia la citada directiva, se presentó una clasificación ecotipológica de los ríos españoles y una metodología de cálculo del estado ecológico de los ríos ensayada en la cuenca del Ebro.

La introducción del concepto de "estado ecológico" en la directiva es el elemento fundamental para la mejora de los ecosistemas acuáticos. En este sentido se puso de manifiesto la necesidad de extender la iniciativa tomada en la cuenca del Ebro a las demás cuencas y el buscar mecanismos similares para otros tipos de ecosistemas acuáticos (lagos, humedales) de nuestro país.

Se marcan de este modo unos objetivos importantes para la comunidad científica ibérica y, con esta perspectiva, se concluyó que la Asociación Española de Limnología debería jugar un papel importante en la consecución de los mismos. Para tal fin la AEL intentará promover algunas iniciativas en el futuro inmediato.

Como dato posterior al congreso, hemos vuelto de las vacaciones y ya tenemos noticias de las intenciones del gobierno respecto al Plan Hidrológico Nacional, ¿se avecinan grandes cambios con el fin de milenio o una vez más los agoreros yerran y tendremos más de lo mismo...?. Eso es algo que veremos en el próximo milenio.

Los coordinadores del Taller

Eugenio Rico. Universidad Autónoma de Madrid. E-mail: [eugenio\\_rico@uam.es](mailto:eugenio_rico@uam.es)  
M<sup>a</sup> Rosa Miracle. Universidad de Valencia. E-mail: [miracle@uv.es](mailto:miracle@uv.es)

## **Manifiesto sobre cianobacterias tóxicas**

La Asociación Española de Limnología en su asamblea general del 15 de Junio de 2000, desea manifestar:

1. Su gran interés y preocupación por los problemas que pueden causar los afloramientos de cianobacterias en aguas tanto de ecosistemas acuáticos continentales como de zonas costeras de la Península Ibérica, Baleares, Azores y Madeira.
2. La toxicidad por cianobacterias supone un alto riesgo a corto y largo plazo tanto de salud pública, cuando aparecen en embalses destinados al consumo, como a la fauna y flora acuática
3. La resolución del problema que suponen estos episodios exige un conocimiento más profundo de las causas y mecanismos responsables tanto de la aparición de los afloramientos como de la producción de toxinas en los ecosistemas acuáticos ibéricos en ambos países
4. El problema de la aparición de afloramientos de cianobacterias potencialmente tóxicas, es un problema transfronterizo dado el carácter transnacional de algunas cuencas fluviales. Por tanto cualquier solución al problema requiere una colaboración activa entre España y Portugal.
5. Considerando los planteamientos anteriores se procede a la creación de un grupo de trabajo mixto Luso-Español dentro de la Asociación Española de Limnología. Dicho grupo de trabajo propiciará el estudio global de afloramientos de cianobacterias tóxicas en ecosistemas acuáticos de la Península Ibérica, Baleares, Azores y Madeira y estimulará para ello la colaboración entre distintos organismos y centros de investigación con entidades públicas y privadas encargadas del medio ambiente, salud pública y de la calidad de las aguas. Este grupo estará coordinado por los profesores Vitor Vasconcelos de la Universidade de Porto y Antonio Quesada de la Universidad Autónoma de Madrid.

Antonio Quesada. E-mail: [antonio.quesada@uam.es](mailto:antonio.quesada@uam.es)  
Vitor Vasconcelos: E-mail: [vmvascon@fc.up.pt](mailto:vmvascon@fc.up.pt)

Este manifiesto ha sido enviado a diversos Organismos e Instituciones relacionadas con el Medio Ambiente y las Aguas de España y Portugal.

## Tribuna Abierta:

### El Libro Blanco del Agua – Plan Hidrológico Nacional

Como continuación a las contribuciones publicadas en los tres números anteriores de algunos socios de la Asociación, se ha reunido el Consejo Nacional del Agua para revisar el volumen definitivo. Un ejemplar del mismo en formato PDF podeis descargarlo de la página web del Ministerio de Medio Ambiente, ya sea completo o sólo las partes que os interesen. Hasta el primero de diciembre se admitían las sugerencias sobre este texto.

Narcís Prat, miembro del Consejo Nacional del Agua nos ha hecho llegar sus comentarios sobre la reunión del Consejo (que en parte también aparecieron en el diario El Mundo) y sus sugerencias sobre el texto del Plan Hidrológico Nacional.

#### PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL Reunión del día 5.IX.2000

*NARCIS PRAT.*

*Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona.*

En su reunión ordinaria el Consejo del Agua fue informado de los trabajos realizados por el equipo técnico del ministerio que redacta el PHN ("Plan Hidrológico Nacional"). En la reunión se distribuyeron los siguientes documentos (relativos al PHN).

1 – Los trabajos técnicos agrupados en 5 volúmenes y un resumen:

1a – Análisis de los sistemas hidráulicos.

1b – Análisis de antecedentes y transferencias planteadas

1c – Análisis económicos

1d – Delimitación y asignación de recursos en acuíferos compartidos.

1e – Análisis ambientales

Resumen: Corresponden a unas transparencias de "Power Point" que resumen los volúmenes anteriores y la filosofía del plan.

2 – El documento del "Borrador de anteproyecto de ley del Plan Hidrológico Nacional".

Ultra una bienvenida y presentación del ministro y el Secretario de Estado, se procedió a la lectura del Resumen por parte del Director General de Obras Hidráulicas, en ella destacamos:

- Que se toma como referencia básica lo que dice el Libro Blanco del Agua y por tanto se considera el Segura como una cuenca deficitaria y como excedentarias el Duero, Tajo, Ebro y Norte y las otras con déficits coyunturales en general y con déficits estructurales en algunos sistemas de explotación.
- Se aceptan las aportaciones de los Planes de Cuenca.
- Se aceptan las demandas urbanas e industriales de los planes de cuenca en el horizonte de 20 años. En las cuencas deficitarias se incluye el ahorro y la reutilización.
- Regadíos: En las cuencas excedentarias se acepta la demanda máxima del Plan de Cuenca en el horizonte de 20 años. En las deficitarias el actual considerando ahorros y reutilización.
- Retornos: Se incluyen como reutilización y especialmente en las deficitarias.
- Caudal ecológico: El establecido en el Plan de Cuenca e introducido como una restricción.
- Caudal en la frontera: el establecido en el convenio de Albufeira con Portugal.
- Elementos de regulación superficiales: se asumen todos, los actuales más los planificados.
- Elementos de regulación subterránea: Excedentarias no se consideran, en las deficitarias se hace un balance recarga-bombeo y se calcula lo que se necesita.
- Conducciones: Las que hay y las del PHN.

Con esto se hace una simulación mediante un modelo hidráulico que es el que calcula el balance de las cuencas y de donde se deducen los posibles caudales a trasvasar, y constituye el documento 1a.

Sólo con las hipótesis de partida ya se ve que este no es un plan hecho con criterios de sostenibilidad y protección al medio por:

1 – Se aceptan las aportaciones de los Planes de Cuenca sin un análisis crítico. En los últimos años las aportaciones de muchas cuencas han disminuido y eso no se refleja en los Planes de Cuenca. Por eso lo que se hace es sobrevalorar los recursos existentes.

2 – Las demandas industriales y urbanas están infladas en los Planes de Cuenca ya que los consumos individuales se han calculado en dotaciones muy superiores a los 250 litros / persona y día propias de un criterio de sostenibilidad y las industriales como m<sup>3</sup> / trabajador y año, lo cual es un criterio absurdo.

3 – Aceptar en las cuencas excedentarias las demandas de riego máximas no tiene sentido es aumentar de forma importante el consumo para un uso no sostenible. En las deficitarias significa consolidar hectáreas de regadío que no debieran haberse desarrollado nunca.

4 – Considerar como los caudales ecológicos los de los Planes de Cuenca no tiene sentido ya que no se han establecido con criterios ambientales (en muchas de ellas se toma el 5-10% del caudal medio anual cuando algunos estudios hechos con metodologías biológicas sugieren que es necesario un mínimo de un 20-30%). Es necesario hacer estudios más rigurosos de esta demanda, que si es restrictiva comprometería muchos más usos.

5 – Elementos de regulación superficial: Aceptarlos todos es dar luz verde a una gran cantidad de obras hidráulicas y destruir la mayoría de los ríos españoles. Supone alrededor de un centenar de nuevos embalses.

6 – Es absurdo no implementar la regulación conjunta de aguas superficiales y subterráneas en todas las cuencas y hacerlo sólo en las deficitarias.

Únicamente por este motivo ya podemos decir que el PHN no es aceptable desde el punto de vista de la sostenibilidad y que hace falta elaborar un plan alternativo donde el ahorro, la reutilización y la conservación de los ecosistemas acuáticos sea la prioridad así como el abastecimiento a las poblaciones.

El documento 1b (el de los trasvases) es consecuencia del anterior. Es un documento estrictamente técnico que analiza alternativas y se complementa con los otros documentos, especialmente el 1e que se refiere a la afectación de los sistemas ambientales. A primera vista es un documento completo que trata suficientemente bien temas conflictivos como la cuña salina en el Ebro, donde han recogido los trabajos que se han hecho sobre el tema y se hace un caso importante a los mismos a la hora de fijar caudales mínimos y establecer cuál sería el desarrollo de la cuña.

2 – Borrador del Anteproyecto.

Es consecuencia del diagnóstico realizado en los documentos anteriores e independientemente de su redactado aporta una lista de obras al final que implica aceptar los planes de cuenca en lo que a construcción de infraestructuras se refiere y por tanto es consecuente con los documentos del punto 1 y propone la destrucción de gran parte de los ecosistemas fluviales de España.

## **PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL**

### **Documento Análisis Ambientales**

*NARCIS PRAT.*

*Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona.*

*Miembro del Consejo Nacional del Agua*

En este escrito pretendo hacer una valoración del documento del PHN Análisis Ambientales de forma independiente a los otros documentos, aunque la justificación de los trasvases del PHN hay que buscarla en aquellos, la no afección ambiental se considera como clave para poder aceptarlos y por ello aquí los examinamos. Es por ello que no vamos a hacer consideraciones sobre el porque o de donde se derivan las diferentes alternativas que aborda el PHN sino que vamos a centrarnos en los estudios ambientales realizados para ver si de forma clara demuestran que el impacto ambiental no existe o es muy limitado. Como al final los trasvases solo se limitan al Ebro, nos centraremos en esta cuenca.

El documento de Análisis Ambientales contiene 8 puntos que analizaremos separadamente:

- 1 – Introducción
- 2 – Regulaciones básicas
- 3 – Alteraciones ambientales de los trasvases
- 4 – Afecciones en origen
- 5 – Afecciones en el transporte
- 6 – Afecciones en el destino
- 7 – Índice de especies animales y vegetales citadas en el texto.
- 8 – Referencias.

#### 1 – INTRODUCCIÓN (Págs 15-16)

El documento nos advierte que los análisis ambientales realizados se realizan de forma genérica y teórica, como una primera aproximación que no puede resultar concluyente. Los recorridos sugeridos no deben considerarse concluyentes (no es un proyecto constructivo).

Se dice también que “Se ha prescindido de consideraciones sobre efecto de la derivación de caudales en las cuencas cedentes, puesto que se respeta lo establecido a este respecto en los planes hidrológicos o Convenios Internacionales”, aunque después se analiza el caso del Delta del río Ebro. El estudio se centra en los efectos sobre espacios o especies protegidas de las diferentes trazas de posibles trasvases.

Este “olvido” de los efectos sobre las posibles cuencas cedentes (según el PHN ya estudiados en el Plan de Cuenca) es uno de los aspectos más problemáticos de este análisis ya que en los planes de cuenca los análisis ambientales eran muy deficientes.

Es pues, como hemos dicho antes, un documento muy centrado en los trasvases y especialmente en los del Ebro.

#### 2 – REGULACIONES BÁSICAS (Págs. 17-27)

##### 2.1 Evaluación de Impacto Ambiental

En esta parte se nos advierte que el documento no pretende desarrollar un estudio completo de Impacto Ambiental. También nos indica que los trasvases no necesitan de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como tales aunque si las infraestructuras que se ejecuten. De todas formas recoge también los cambios en la normativa y recuerda que la directiva 97/11 (aun no traspuesta al ordenamiento jurídico español) si que, en su anexo I, incluye los trasvases. Parece que aplicando la referida legislación el trasvase como tal necesitaría de un estudio y declaración de impacto ambiental.

## 2.2 Normativa de Conservación de la Naturaleza y Directiva de Hábitats

El documento hace un repaso de la legislación actual y de la situación de la Directiva de Hábitats. Recuerda que la especie *Margaritifera auricularia* está protegida y decide incluir los LIC's ya identificados por las CCAA en las zonas que pudieran estar afectadas por las infraestructuras del trasvase.

También repasa la Directiva Marco de Aguas pero de forma muy somera. Acepta que habría que revisar el estado ecológico de los sistemas cedentes, de los de tránsito o de los de destino y que este es un aspecto a tener en cuenta. Repasa algunas cuestiones específicas como el tema del Delta del Ebro, la obligada satisfacción de los requerimientos ambientales actuales, la necesidad de participación pública (que considera asegurada por el paso del documento por el CNA y por la edición del Libro Blanco del Agua) y otros muchos aspectos relativos a la directiva. Considera que el estudio del PHN resuelve la mayoría de las cuestiones planteadas y que la Directiva no parece que pueda afectar a las magnitudes del trasvase pero si a los regímenes de explotación propios de las cuencas.

## 3 ALTERACIONES AMBIENTALES DE LOS TRASVASES (Págs. 28-47)

Este es un capítulo muy general que repasa las posibles alteraciones de los trasvases en la fase de planeamiento, construcción y operación. Es un capítulo largo y muy general.

Destacamos que los autores usando alguna bibliografía indican que "la opinión dominante en las cuencas cedentes es que no deben haber inconvenientes siempre que se hayan garantizado previa y preferentemente los aprovechamientos actuales y previsibles de la cuenca cedente y el posible trasvase se haga en precario, de forma que no pueda en ningún caso limitar el desarrollo de la cuenca de origen".

La conclusión es que se aceptan todas las obras propuestas en los planes de cuenca sin tener en cuenta su afección ambiental. Esto por si solo supone la mayor destrucción planeada de ecosistemas acuáticos en España

## 4 AFECCIONES EN ORIGEN (Págs. 48-74)

En la parte inicial de este capítulo se supone que las afecciones de trasvases solo tendrán efecto aguas abajo del mismo, que las del Ebro solo competen a España, lo cual tiene ventajas respecto a Duero y Tajo que son ríos internacionales y señala el Delta del Ebro como el lugar que hay que estudiar de forma mas detallada para evaluar el impacto ambiental de un posible trasvase, a lo que dedica el resto del capítulo.

El estudio sobre el Delta del Ebro es relativamente detallado y se basa en datos recientes (usa de forma importante la tesis de C. Ibáñez y el modelo de regresión entre extensión de la cuña salina y caudales del río).

Algunas conclusiones a las que llega son:

- El problema de falta de sedimentos se debe a la presencia de embalses y especialmente de Mequinenza y Ribarroja. El efecto real de los trasvases sería despreciable.
- No hay efecto sobre la navegación ya que el calado no disminuirá por debajo de los 2 metros.
- Respecto a la cuña salina indica que existe una amplia posibilidad de control de los flujos y la salinidad mediante la explotación de los dos embalses citados.
- Fija en 100 m<sup>3</sup>/seg el caudal ecológico (como indica el Plan de Cuenca).
- Reconoce que la cuña salina hasta la Illa de Gràcia se mantendrá en promedio 8,7 meses al año (frente a los 6,6 actuales) solo con la ejecución de las obras reconocidas en el Plan de Cuenca, aunque indica que al regular mejor el río se eliminan los 1,2 meses en que la cuña remonta el río mas allá de la Illa de Gràcia al poder mantener siempre los 100 m<sup>3</sup>/seg.
- Establece que el trasvase aumentará la duración de la cuña salina hasta 9,3 o 9,6 meses al año lo que depende del escenario que se fije según el caudal de la toma y la regulación adicional que se pueda realizar.
- Concluye que no parece que las posibles transferencias externas impliquen un grave problema desde el punto de vista de la penetración de la cuña salina si se hace una adecuada gestión de los flujos circulantes.

También dedica un apartado específico a los Caudales mínimos en el bajo Ebro utilizando el método de los Caudales Básicos de Mantenimiento. Esta es una metodología compleja que se explica en media página. Usa solo los datos de 1986-87 a 1997-98 para calcular el Caudal Básico (Qb) (con lo cual los valores tenderán a ser mas bajos que si usara la serie natural que es la que requiere el método) que fija en 80 m<sup>3</sup>/seg. Aplica el concepto de caudal de acondicionamiento (Qac) de forma algo absurda (es evidente que el calado mínimo del Ebro será superior a 15-25 cm, incluso sin agua dulce en la parte baja pues estaría ocupado por agua de mar) y calcula después el Régimen de Caudales de Acondicionamiento con un factor de variabilidad temporal. No queda claro como se calculan los factores que se proponen en la tabla 5 ni como se utiliza la figura 12 en los apartados posteriores. Después se calcula el caudal generador (periodo de retorno de 1,58 años, indispensable para conservar la morfología del cauce y su granulometría) pero se arguye que "Como realmente se está estableciendo un régimen atenuado de caudales, el caudal generador está sobredimensionado para el mantenimiento del cauce ordinario que definiría este régimen". En este punto considera necesario un estudio mas detallado para establecer este caudal generador y el caudal máximo (de forma tentativa el de periodo de retorno de 25 años) y no nos queda claro que caudales se proponen ni como esto modifica el caudal mínimo que cada año debería circular por el río. Solo sugiere que se controle a través de los embalses las sueltas aguas arriba para que se alcance tanto el caudal generador como no se sobrepase el caudal máximo. Concluye que con la metodología de los caudales de mantenimiento el volumen total a circular por el bajo Ebro es el 40% del caudal registrado en el periodo de análisis y el 20% de la aportación natural media de toda la cuenca ( que curiosamente como se indica en el documento es el valor utilizado en el libro blanco del agua). Siguiendo esta metodología se fijarían unos 120 m<sup>3</sup>/seg de media pero con una distribución estacional que nos daría valores inferiores a 100 m<sup>3</sup>/seg en verano y un "sobrante" anual medio algo superior.

En las conclusiones generales de este capítulo se indica que "el Plan Hidrológico induciría una afección ambiental adversa en el Delta del Ebro, pero de una intensidad en principio reducida, y que no llegaría a suponer un problema importante para la conservación de

este ecosistema y el mantenimiento de sus importantes valores naturales asociados”,.....”un posible trasvase de caudales en cuantías moderadas no es el elemento crítico, ni acaso de mayor importancia para la conservación de este espacio” y cita el trabajo de SEO/Birdlife para señalar otros efectos antrópicos como mas importantes en la problemática ambiental del Delta.

#### 5 AFECCIONES EN EL TRANSPORTE (Págs. 75-136)

En este capítulo se repasan de forma bastante detallada cuales serian los espacios naturales que se verian afectados por las infraestructuras de transporte de todos los posibles trasvases, incluidos los rios protegidos, los LIC's de la Directiva de Habitats, las reservas de la Biosfera, todos los datos de las bases de datos de las Comunidades autónomas y el inventario de zonas húmedas.

Los posibles itinerarios son presentados con cierto detalle y pendientes de las evaluaciones de impacto ambiental que en su caso deberán emprenderse se concluye que excepto en dos casos (Tiétar-La Roda y Almanzora-Almería) las dificultades detectadas desde el punto de vista medioambiental no son insalvables con las modificaciones necesarias para minimizar o evitar las afecciones.

#### 6 AFECCIONES EN DESTINO (Págs. 138-259).

Es curioso que este sea el capítulo mas importante del Documento. Parecería que los receptores de un trasvase solo pueden tener afecciones positivas pero en esta parte del documento se repasan todas, con un detalle especial referente a la calidad de las aguas de todas las zonas de toma y recepción de agua.

La introducción de este capítulo es especialmente significativa ya que se descarta el posible escenario de transferencias nulas ya que “los análisis realizados muestran inequívocamente que resultaría imposible a medio y largo plazo mantener los actuales niveles de aprovechamiento en las zonas deficitarias, salvo que se habiliten enormes subvenciones económicas para facilitar la desalación del agua de mar. Siendo este un supuesto claramente descartable por razones económicas y ambientales, es obligado prever los necesarios desplazamientos de recursos hídricos desde los regadíos a los abastecimientos urbanos, la modificación de alternativas de cultivo en distintas áreas y la desafección o abandono de importantes superficies actuales de riego”.

A continuación desgana una lista muy larga de los impactos esperables de un trasvase nulos agrupados en los de carácter agronómico, económico, social e ambiental. Entre estos últimos destaca el tema de la desertificación, lo cual es ciertamente discutible. No se discute si existirían medidas correctoras ni se calcula su coste como se ha calculado el de los trasvases.

La parte dedicada a la calidad del agua es larga pero repetitiva y exenta de un análisis biológico, que se limita a la normativa de vida piscícola. Se usan los datos de la red ICA y la red COCA sin tener en cuenta otros estudios (como los muy numerosos de los miembros de la Asociación Española de Limnología). Se remite a los objetivos de calidad de agua de los Planes de Cuenca establecidos según la normativa de potabilización y la de calidad de vida piscícola. Para otros datos de calidad (riberas por ejemplo) considera que están englobados en los estudiados en el documento. En total se consideran 64 parámetros fisicoquímicos (Tabla 6, pág 150). Se valoran también los posibles cambios que puedan presentarse a lo largo del trasvase.

Se analizan todas las cuencas dadoras y receptoras. No es mi objetivo analizar todos los parámetros y cuencas pero si resaltar algunas cosas.

- En diversos casos se tienen muy pocos datos (2 o 3 valores) lo cual resta credibilidad al estudio.
- El nitrato y el amonio incumplen muchas veces la normativa de vida piscícola, lo cual explica muchos de los problemas que tenemos en los ríos. No se ofrecen soluciones a este problema.
- No se habla para nada del problema de la contaminación difusa (que es la que genera la agricultura y ganadería y que en el caso del Ebro aumentará por los nuevos regadíos y por el caudal menor y más regulado del río).
- Algunas afirmaciones son demasiado rotundas como la que considera que el déficit del acuífero de La Mancha esta anulado y el deterioro del mismo contenido (p 192).
- En el caso del Ebro y del Noguera-Pallaresa probablemente existen otras informaciones de calidad de aguas mucho mejores que las usadas (como los estudios de regionalización y de objetivos de calidad realizados recientemente por la CHE en línea con la Directiva Marco del Agua).
- Se señala la problemática del aumento de sales del Ebro como importante, pero se concluye que gracias al Segre la dilución permite ser optimistas y que el aumento no será relevante (aparte de discutible, esto significa aceptar calidades de agua muy malas en la parte media del Ebro en su mayor parte debidas a los retornos del regadío).
- En la transferencia a Catalunya se sugiere que no es necesario el nuevo embalse del río Anoia (sería una estupidez mezclar las aguas del trasvase con las aguas de un río que tiene una calidad muy mala). Por ejemplo los efectos de los vertidos del río Anoia sobre los peces son especialmente importantes como los detectados últimamente de cambio de sexo de las carpas por exceso de derivados de los detergentes.
- En la pag 229 se indica como limite de la vida piscícola un pH inferior a 6 (¿??).

El punto 6.3.10 (Necesidades de depuración) se ha tratado de forma tan somera que hubiera sido mejor prescindir de él, al igual que el punto 6.4 (Efectos ecológicos sobre la biota). Este olvido es especialmente relevante a la luz de las disposiciones de la Directiva Marco que establece los parámetros biológicos como claves para definir el Estado Ecológico de un río y sus objetivos de calidad.

Los efectos socioeconómicos son según el propio documento esquemáticos y meramente indicativos, lo mismo que el dedicado a la sostenibilidad de los regadíos y demandas hídricas, por lo que no vale la pena comentarlos con detalle.

La bibliografía está muy seleccionada y es corta para un documento tan complejo.

En resumen, este documento de análisis ambientales resulta interesante y mejor que los anteriores pero a la vez es incompleto por:

- No analizar con detalle los efectos de las obras del PHE sobre la calidad del agua del río y como influirá en su estado ecológico, no solo en la parte baja sino en toda la cuenca.
- No se pregunta como solventar el espinoso problema de la falta de aportes sólidos y por ende la propia sostenibilidad del Delta.
- El fijar un caudal ecológico fijo sin un régimen de caudales permite asegurar que los impactos futuros en el río y su delta serán muy importantes. La aplicación que se ha hecho del método de caudales de mantenimiento es incorrecta y confusa.
- No se han estudiado correctamente los cambios de calidad del agua y su relación con la cuña salina (las fuertes anoxias que se producen en la parte profunda de la misma) y como ello puede evolucionar en el futuro.
- Tampoco se han estudiado los posibles efectos de la eutrofización actual y futura (que será mayor por los aportes de más regadíos) en los ecosistemas naturales del Delta (especialmente sus lagunas).

Este análisis ambiental, pues, no puede garantizar el mantenimiento del estado ecológico actual del río ni el buen estado ecológico que se debería alcanzar en el futuro si se realiza el trasvase de agua y se ejecuta el PHE en su estado actual.

Por todo ello como miembro del Consejo Nacional del Agua pido que este proyecto sea modificado en los aspectos que he mencionado anteriormente antes de su aprobación. Si se demuestra que el trasvase (y todas las obras necesarias del PHE) no afecta al estado ecológico del río y su delta se podría proponer su ejecución, en caso contrario hay que posponer esta propuesta y adoptar otra propuesta que sea compatible con la conservación de los valores naturales del río Ebro, su cuenca, su Delta y los ecosistemas marinos cercanos.

## Trabajos de Investigación

AUTOR: SERGI PLA RABES

TÍTULO: Los estomatocistos de crisofíceas de los Pirineos y su aplicabilidad como indicadores paleoambientales

Director de la Tesis: Jordi Catalán Aguilá

Facultad de Biología

Departamento de Ecología

Universidad de Barcelona

El principal objetivo de la tesis fue estudiar los restos silíceos de los estomatocistos de crisofíceas en los lagos pirenaicos y su uso como herramienta en la reconstrucción paleoambiental. Para abarcar ambos objetivos se estudiaron 105 lagos localizados en los Pirineos Centrales, desde el Ibón de Perramó (0° 30' 20" E en el Macizo del Posets) hasta el Estany de Guils (1° 48' 20" E localizado en la Cerdanya). En la selección de los lagos o ibones se intentó abarcar la máxima variabilidad de condiciones ambientales. Se estudiaron lagos de baja altitud, como el Estany Llebreta (1.615 m.s.n.m.) inmerso en un bosque montano, y lagos situados a gran altitud, como el Ibón de la Maladeta (2.954 m.s.n.m.), con escasa vegetación en su cuenca. Otros parámetros importantes para escoger los lagos fueron: su morfología (grandes, como el Ibón de Gregueña 45.4 ha, o pequeños, como el Estany Airoto Inferior, con sólo 0.2 ha); su profundidad; su estado trófico, y las características químicas del agua así como el substrato geológico.

En todos los lagos escogidos se muestreó el sedimento superficial (el primer medio centímetro), a partir del cual se enumeraron e identificaron los estomatocistos de crisofíceas. Como variables ambientales se estudiaron las características químicas del agua; la morfología del lago y las características de su cuenca (morfología, vegetación, geología.). Para describir los estomatocistos se observaron las distintas muestras mediante el microscopio electrónico de barrido. Mediante estas observaciones se obtuvieron 1.500 fotografías, describiéndose 210 morfotipos de estomatocistos, de los cuales 86 fueron nuevas descripciones. La descripción de cada estomatocisto se realizó siguiendo el protocolo propuesto por el International Statospore Working Group (ISWG).

Una vez identificados los estomatocistos en el microscopio electrónico se describieron estos con el microscopio óptico. Con ello se elaboró una correspondencia entre los estomatocistos descritos con microscopio electrónico y los observados con el óptico. La posterior enumeración de los estomatocistos en cada muestra se realizó con el microscopio óptico, contándose un mínimo de 300 estomatocistos por muestra.

Estas descripciones constituyen la mayor parte del capítulo 2 donde cada estomatocisto es descrito e identificado. A su vez para se calcularon los óptimos y tolerancias de cada estomatocisto para los siguientes parámetros: pH, alcalinidad, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitrato, sulfato, carbono orgánico disuelto siendo una aproximación su ecología.

Posteriormente, se identificaron las variables ambientales más significativas a fin de explicar la distribución de los estomatocistos. Para ello se elaboraron análisis estadísticos multivariantes (Análisis canónico de correspondencia) a partir de las variables ambientales medidas en cada uno de los lagos y los estomatocistos contados en las respectivas muestras de sedimento superficial. Se distinguieron dos grandes grupos de variables ambientales: los llamados *factores de paisaje*, como la geología del substrato la rocosa, la morfología y la vegetación de la cuenca, la morfología del lago, etc. Estos factores, a su vez, influyen directa o indirectamente, como es la meteorización de la roca, sobre un segundo tipo de factores, llamados *factores próximos*, que son los que afectan directamente a las

crisofíceas. En nuestro caso, estos se redujeron a las características químicas del agua. Las variables ambientales que inflúan directamente y de manera más importante sobre la distribución de los estomatocistos, fueron la alcalinidad, el pH, el potasio y el nitrato, constituyendo las variables ambientales factibles de ser reconstruidas. Otras variables que explican (de manera indirecta) parte de la variabilidad observada en la distribución de los estomatocistos, fueron la altitud y la geología de la roca donde está localizado el lago, la cual afecta las características químicas de la columna de agua del lago, mediante procesos de meteorización.

A partir de estas variables identificadas como significativas en explicar la distribución de los estomatocistos, se desarrollaron las funciones de transferencia correspondientes. Éstas fueron, la temperatura, la alcalinidad, el pH, el magnesio y el nitrato. Estas funciones de transferencia se aplicaron a un testigo de sedimento extraído del Estany Redó (2.240 m.s.n.m.) situado en la Vall d'Aran (Lleida). El testigo de 56 cm obtenido en el Estany Redó abarca todo el Holoceno (desde 10.000 años B.P. hasta 1994) a lo largo de 160 muestras.

Con las funciones aplicadas al testigo del E. Redó se han reconstruido los valores absolutos de las siguientes variables ambientales a lo largo del Holoceno: temperatura del aire y los siguientes parámetros químicos: la alcalinidad, el pH, el nitrato y el magnesio. Es de destacar, el hecho de ser la primera vez que se reconstruyen valores absolutos de temperatura del Holoceno en el Pirineo.

Para reforzar los resultados obtenidos en la interpretación paleoambiental se analizaron, además de los estomatocistos, las diatomeas y el registro polínico del mismo testigo de sedimento extraído en el E. Redó. Con estas reconstrucciones paleoambientales se identificaron dos periodos de importantes cambios. El primero, hace unos 8000 años, donde se observa una caída brusca en la temperatura y la precipitación, seguida de un aumento progresivo de ambos parámetros. El segundo cambio importante fue el que marcó el final del llamado "Óptimo Climático", durante el cual tanto temperatura como precipitación fueron elevados. En este final del período, que sucede hacia los 5000 años calibrados, se dio una caída brusca de la precipitación, aunque la temperatura se mantuvo más o menos constante con pequeñas oscilaciones. A partir de estos datos se concluye que el final del "Óptimo Climático", sería debido más a un cambio en la precipitación (hacia condiciones más secas) que a un cambio debido a la temperatura. En la reconstrucción de la temperatura también se puede observar el "Pequeño Óptimo Medieval", y la "Pequeña Edad de Hielo", confirmando la sensibilidad de la función de transferencia desarrollada usando los estomatocistos de crisofíceas.

**AUTOR: RAMÓN BRAVO LÓPEZ**

**TÍTULO: Factores que regulan la dinámica de las poblaciones de peces del río palancar (sierras subbéticas de córdoba).**

Director de la Tesis: José Antonio Hernando Casal  
Universidad de Cádiz.

Esta Tesis Doctoral forma parte de las investigaciones realizadas dentro del proyecto titulado "Factores que regulan la dinámica de las poblaciones y comunidades de peces en los ríos de la Península Ibérica" PB92-0093, financiado por la D.G.I.C.Y.T. realizado en colaboración entre el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y las Universidades de Barcelona, Cádiz, Oviedo y Sevilla.

Ha sido reconocida con el Premio Extraordinario de Doctorado de la Facultad de Ciencias del Mar (Universidad de Cádiz) del curso 1997/1998, y hasta el momento se han publicado dos artículos derivados de estas investigaciones en revistas científicas internacionales (Fish. Res. 44 (1999) 179-182, Arch. Hydrobiol. (2000) en prensa).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar los factores que regulan la dinámica de las poblaciones de peces del río Palancar, tributario de segundo orden del río Guadalquivir situado en el Parque Natural de las Sierras Subbéticas de Córdoba. Se trata de un típico río de carácter mediterráneo, caracterizado por una fuerte estacionalidad en su cauce en relación al régimen de precipitaciones. Además, se dio la circunstancia que las investigaciones se llevaron a cabo entre dos ciclos anuales hidrológicos bien distintos, uno que abarca desde el verano de 1994 al verano de 1995 en el que se padeció una importante sequía en la zona (la mayor en cien años) y el comienzo de un periodo de importantes precipitaciones, desde el verano de 1996 a 1997, llegando incluso a desbordarse el cauce en varias ocasiones.

El estudio incluye un detallado seguimiento de las variables ambientales, tanto a nivel físico (temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, conductividad, pH y velocidad de la corriente) como químico (concentración de los iones más relevantes y nutrientes). Se ha definido la estructura de la comunidad de macroinvertebrados y evaluado la calidad biológica del agua mediante la aplicación del B.M.W.P'.

De la comunidad de peces, formada por las especies *Barbus sclateri* (Günther, 1868), *Leuciscus pyrenaicus* Günther 1868, *Cobitis paludica* (De Buen, 1930) y *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802), se han abordado aspectos biológicos de las especies como la determinación de la edad, el crecimiento, reproducción a nivel histológico y calculado el balance energético con el medio. Estacionalmente se han cuantificado parámetros de las poblaciones como la densidad, biomasa y producción, discutiendo la validez de la metodología y modelos empleados a las características propias de los ríos mediterráneos.

Se han definido dos modelos de funcionamiento de las comunidades de peces asociados a la climatología de la zona y estacionalidad del cauce. Estos modelos describen la evolución de las poblaciones de peces durante los últimos años del periodo de sequía padecido en Andalucía y los cambios tras la llegada de un periodo de importantes lluvias.

El principal factor que reguló la dinámica de las poblaciones de peces es sin duda la climatología, existiendo unos factores propios en cada periodo climático. Durante la fase de sequía los factores más importantes fueron la marcada estacionalidad del caudal y la convergencia de las tácticas empleadas por las poblaciones para evitar la competencia. La densidad y biomasa de las poblaciones de peces fluctuaron en función del caudal, alcanzando máximos durante el periodo estival momento en el que los peces quedaban

recluidos en pequeñas pozas de agua, y mínimos tras el invierno al dispersarse los peces aguas abajo tras las escasas lluvias caídas que restablecían el cauce.

En el periodo de lluvias la estructura inicial de las poblaciones se alteró radicalmente quedando en el área de estudio tan sólo individuos grandes pertenecientes a las últimas clases de edad, capaces de remontar el río tras las avenidas de agua, y alevines de la primera clase de edad nacidos en la primavera. El tramo de estudio parece constituir el área de reproducción y alevinaje. La única variación clara de la densidad y la biomasa en este periodo se da en primavera. Al aumento de la biomasa no le correspondió otro proporcional de la densidad, ya que este se debió al desarrollo de las gónadas. Es entonces la reproducción el factor más destacado que reguló la dinámica de las poblaciones de peces en este periodo.

Por último, al detectarse la presencia de *Micropterus salmoides* en el río, especie piscívora y muy voraz, se considera un factor que afectará en un futuro el normal desarrollo de las poblaciones de peces será la depredación.

**AUTOR: RAFAEL MIRANDA FERREIRO**

**TÍTULO: Estudio anatómico de las escamas, el opérculo y el cleitro de los ciprínidos presentes en España. Su valor taxonómico.**

Directora de la Tesis: Carmen Escala Urdapilleta.  
Universidad de Navarra.

Los ciprínidos constituyen una de las familias de peces fluviales más importantes por el número de especies que incluye y su alta representación en los ríos de la Península Ibérica. Su principal interés radica en que son un importante pilar en el mantenimiento de las cadenas tróficas fluviales. Los grandes depredadores de los ecosistemas fluviales son principalmente ictiófagos y los ciprínidos constituyen una parte esencial de su dieta. El objetivo de este trabajo es poder determinar a partir de una pieza ósea (cleitro, opérculo o escama) la longitud total, el peso y la especie del ejemplar a la que pertenece dicha pieza, como herramienta de trabajo para los estudios de dieta de estos animales ictiofagos y para estudios paleontológicos. Se han estudiado 1199 ejemplares de 26 especies de ciprínidos presentes en España: *Alburnus alburnus*, *Anaocypris hispanica*, *Barbus bocagei*, *B. comiza*, *B. graellsii*, *B. guiraonis*, *B. haasi*, *B. meridionalis*, *B. microcephalus*, *B. sclateri*, *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma polylepis*, *C. toxostoma*, *Gobio gobio*, *Iberocypris palaciosi*, *Leuciscus carolitertii*, *L. cephalus*, *L. pyrenaicus*, *P. phoximus*, *Rutilus arcasii*, *R. lemmingii*, *R. rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca* y *Tropidophoxinellus alburnoides*. De cada ejemplar se han tomado una serie de medidas somáticas, entre ellas la longitud total y el peso. Posteriormente se extrajeron los opérculos, los cleitros y seis escamas de tres zonas corporales: dos del dorso anterior, dos del dorso posterior y dos de la zona media de la línea lateral. A partir de cada pieza ósea se realizó una descripción morfológica, se tomaron una serie de medidas y se contaron el número de radios en el caso de las escamas. Los resultados muestran la presencia de caracteres morfológicos estables en todos los ejemplares de cada especie.

También se ha observado que ciertas medidas óseas son buenas estimadoras de la longitud total y el peso de estos peces. Se han elaborado una serie de regresiones que permiten extrapolar la longitud total y el peso de los ejemplares a partir de estas medidas de las piezas óseas. En segundo lugar se han comparado las piezas óseas entre los distintos taxones tanto morfológica como biométricamente y se ha observado que éstas permiten diferenciar la mayoría de las especies. A partir de estas diferencias se han confeccionado una serie de claves dicotómicas para la identificación de las piezas estudiadas. La utilización conjunta de distintas piezas óseas y la exclusión de alevines asegura la determinación correcta de las especies a las que pertenecen. Por otro lado, el análisis biométrico y morfológico de los huesos es un importante aporte en el estudio de la sistemática y filogenia de los ciprínidos. Los recientes estudios filogénicos y sistemáticos, basados principalmente en análisis bioquímicos o genéticos, deben complementarse con los estudios morfológicos y osteológicos, hoy en día muy olvidados, que permitan la identificación clara de las especies.

**AUTOR: MANUEL VILLAR ARGAIZ**

**TÍTULO DE LA TESIS DOCTORAL: Redes tróficas pelágicas: una perspectiva estequiométrica**

**Directores:** Luis Cruz Pizarro y Presentación Carrillo Lechuga  
Universidad de Granada

Los modelos teóricos que relacionan las propiedades de los ecosistemas con las dinámicas de sus especies son relativamente recientes y se encuentran aún en su infancia (Hessen, 1997). En este marco, uno de los objetivos que pretendemos desarrollar en la memoria de Tesis es la de explorar estos vínculos en un sistema acuático de alta montaña, a través de la relativamente reciente aproximación "estequiométrica" (Sturner, 1992; Hessen & Andersen, 1992), según la cual las especies y los ecosistemas se hallan estrechamente unidos a través de la estequiometría.

En la presente Tesis Doctoral, la validez de la estequiometría como herramienta para indagar en los mecanismos que subyacen a los procesos que ocurren a nivel celular, de los organismos y de los ecosistemas, ha permitido constituir un marco adecuado y viable para el análisis de las interacciones directas (competencia por los recursos) e indirectas (naturaleza del reciclado de los nutrientes C:N:P) y en última instancia, para configurar un esquema general del funcionamiento de los sistemas acuáticos.

Concretamente, el estudio experimental se ha llevado a cabo a lo largo de 3 años durante el periodo de deshielo de un sistema oligotrófico de alta montaña (La Caldera, Sierra Nevada) durante los cuales se analizaron la composición elemental en carbono, nitrógeno y fósforo de las principales fracciones biológicas (bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton) y de los componentes abióticos (nutrientes principales relacionados con el nitrógeno y fósforo). Fitoplancton y bacterias mostraron una composición química muy variable intra- e interanualmente que sugiere que la limitación más intensa por P del fitoplancton ocurre a mediados del periodo estival. Tanto el zooplancton como las entradas externas de nutrientes son críticas para el crecimiento y composición elemental de las algas, mientras que tan sólo la disponibilidad de nutrientes y, en particular de P, se relacionaron con la composición de bacterias. Por una parte, el zooplancton ejerce un efecto dual de depredación y de reciclado sobre el fitoplancton, cuyo efecto neto se evidencia en la relación entre la razón N:P del fitoplancton y la biomasa del zooplancton. Por la otra, existen descensos puntuales pronunciados en las razones C:P y N:P de bacterias y fitoplancton inmediatamente posteriores a entradas de nutrientes alóctonos en la laguna que coinciden con incrementos en sus poblaciones.

Con todos estos datos de base, se llevaron a cabo experimentos *in situ* para determinar la respuesta de la comunidad biológica ante perturbaciones externas (ej. entrada de nutrientes a través de bioensayos, eliminación de depredadores, etc.) con el objetivo de comprender la respuesta funcional de las comunidades biológicas inferiores a entradas alóctonas de nutrientes vía atmosférica o de fluctuaciones en los niveles de depredación. De esta forma, la respuesta a corto (medidas de producción) y medio plazo (desarrollo de comunidades *in situ*) a la adición de P a distintas razones N:P iniciales del sustrato, revela que existen importantes diferencias estacionales en el metabolismo y desarrollo de algas y bacterias. Las poblaciones del nanoplancton (bacterias, fitoplancton y ciliados), la *P cell quota*, el volumen celular fitoplanctónico, las tasas de crecimiento y incorporación de P y las razones C:N:P de algas y bacterias en estos experimentos, proporcionan informaciones complementarias que en su conjunto sugieren que el crecimiento de las algas y bacterias se encuentra regulado por distintos factores en el transcurso del periodo libre de hielo. Así, mientras que los ciliados y el carbono orgánico de origen fotosintético podrían ser los responsables del control en el crecimiento de las bacterias durante la mayor parte del periodo de deshielo, el fósforo limitaría este crecimiento en la última etapa de este periodo. Las algas presentarían una limitación intensa por P fundamentalmente hacia mediados del periodo estival y el nitrógeno sería el factor limitante de su crecimiento hacia finales del periodo libre de hielo. El desarrollo de los ciliados en los experimentos planteados a medio plazo y su ausencia en condiciones naturales cuando la abundancia del macrozooplancton fue escasa indican la integración inexorable que existe entre los componentes microbianos y el funcionamiento clásico de las redes tróficas pelágicas (Porter, 1996).

La relación entre la estequiometría del zooplancton (%C, %N y la razón C:N) y los parámetros ontogenéticos (tasas de crecimiento y tamaño corporal), apoyan la hipótesis de que las tasas de crecimiento se encuentran estrechamente asociadas con la composición elemental de los copépodos. En este contexto, describimos un periodo de crecimiento somático intenso, donde los contenidos en C y N están estrechamente unidos a las tasas de crecimiento. Sin embargo, la ausencia de relación entre el contenido en P y las tasas de crecimiento y la gran variabilidad en el contenido en P intraestadio de *M. laciniatus* sugieren que este elemento se encuentra asociado a picos de actividad metabólica durante los procesos de muda y metamorfosis, en los que el P podría operar como un factor limitante en determinados sistemas.

Además del desarrollo ontogenético, las estrategias de vida son un factor esencial para explicar la variabilidad estequiométrica (Capítulo VII). En esta Memoria de Tesis, formulamos dos estrategias de vida fundamentales en la historia de vida del copépodo *Mixodiaptomus laciniatus*. La primera o *estrategia de crecimiento*, propia de los primeros estadios copepodíticos, estaría orientada a derivar las limitadas fuentes de carbono al desarrollo estructural siendo responsable del declive de la razón lípidos neutrales: lípidos polares hacia finales del periodo libre de hielo y que en el caso del copepodito III pasaría de 0.8 a 0.1. La segunda o *estrategia de supervivencia*, estaría representada por el estadio copepodítico V y adultos, en la cual los requerimientos para el crecimiento han sido prácticamente satisfechos y las fuentes de energía se derivan hacia el mantenimiento somático, reflejándose en la constancia temporal de la razón lipídica.

El hecho de que la composición elemental C:N:P en copépodos varíe estacionalmente para un mismo estadio y no se relacione con su alimento, no sólo refleja el que los organismos afrontan distintas estrategias de vida, sino que sugiere que la homeostasis de los copépodos no es estricta. En este contexto, redefinimos el concepto de homeostasis dentro de una perspectiva más amplia como reostasis, o la condición por la cual, los controles homeostáticos permanecen activos a pesar de que a lo largo del tiempo existe un cambio en el nivel en el que dichos controles son ajustados (Mrosovsky, 1990).

La aplicación en este estudio de los diagramas trofoquímicos propuestos por Sterner et al. (1995) indica que el alimento disponible para los nauplios se ajusta en mayor medida a los requerimientos elementales somáticos que aquel de copepoditos y adultos (Capítulo VIII). Además, la construcción de la *Red Trofoquímica* para La Caldera nos permite cuantificar la calidad del alimento de los consumidores a través de los desequilibrios angulares y al mismo tiempo, evaluar las repercusiones que a nivel del ecosistema se originan a través del reciclado de los nutrientes. Así por ejemplo, los *desequilibrios angulares negativos* ( $N:P_{\text{recurso}} > N:P_{\text{consumidor}}$ ) de las relaciones de depredación consumidor/recurso en 1995 indican la deficiencia del P en el recurso con respecto a los requerimientos del consumidor, que como consecuencia, reciclaría el N de forma más eficiente al P, lo que finalmente tendería a agudizar las condiciones de limitación de las algas por este nutriente en el sistema. Sin embargo, el *desequilibrio angular positivo* ( $N:P_{\text{consumidor}} > N:P_{\text{recurso}}$ ) obtenido en 1996 y 1997 daría lugar a la situación contraria: el N sería el elemento deficiente para los consumidores que reciclarían el exceso de P generando un reciclado con una razón N:P baja que actuaría aliviando las condiciones de limitación por P de las algas.

**AUTORA: TERESA SERRA PUTELLAS**

**TÍTULO: Particle processes in fluids. Aggregation and Breakup, scavenging and resuspension - Procesos de partículas en fluidos: agregación, desagregación, captura y resuspensión.**

Director de la Tesis: Xavier Casamitjana Vila  
Facultat de Biologia  
Universitat de Girona

En esta tesis doctoral se presentan distintos estudios de procesos de partículas en fluidos. Se han realizado tanto estudios de laboratorio como estudios de campo en distintos ambientes (uno lacustre y otro marino). También se ha propuesto un modelo teórico basado en ecuaciones de balance para describir el proceso de agregación y desagregación de partículas sometidas a un cizallamiento constante.

En el capítulo 2 se presenta el estudio del proceso de agregación y desagregación de partículas sometidas a un cizallamiento generado con un flujo de Couette. Se han realizado experimentos para distintos valores del cizallamiento ( $G$ ) y para distintos valores de la fracción en volumen de partículas que están en suspensión ( $\phi_0$ ). Se han encontrado tres regímenes diferentes para el comportamiento de las partículas en función de las condiciones experimentales ( $G$ ,  $\phi_0$ ). En el capítulo 3, se ha calculado el valor de la dimensión fractal de los agregados durante el proceso de agregación. No se ha encontrado ningún cambio en el valor de la dimensión fractal durante el proceso, hallándose un valor de  $D_3=2.24$ . Tampoco se ha observado ninguna dependencia entre la dimensión fractal y el valor de  $G$  en el rango de cizallamientos estudiados. En el capítulo 4 se ha propuesto un modelo basado en ecuaciones de balance para describir el proceso de agregación y desagregación. Utilizando un método de optimización del error, se han ajustado los resultados teóricos a los resultados experimentales mediante el uso de dos parámetros de ajuste. Se ha modificado el modelo con el fin de tener en cuenta la dimensión fractal de los agregados. Con esta modificación se han conseguido resultados más coherentes para los valores de los parámetros de ajuste que sin tener en cuenta la estructura fractal.

En el capítulo 5 se han llevado a cabo unos experimentos de laboratorio para calcular la frecuencia de colisión entre los agregados fractales y las partículas pequeñas que están en suspensión, es el proceso de captura. Los valores hallados de las frecuencias de colisión entre agregados y partículas pequeñas son considerablemente distintos de los valores propuestos por los modelos clásicos que no tienen en cuenta la dimensión fractal (conocidos como modelos rectilíneos y curvilíneos). Se han repetido los mismos experimentos para colisiones entre agregados fractales de bacterias con partículas pequeñas en suspensión. La tendencia observada para ambos tipos de agregados es similar, con lo que se demuestra la validez del uso de los agregados de partículas de látex y la posterior generalización a agregados biológicos.

En el capítulo 6 se ha realizado una descripción del comportamiento de las partículas en dos medios naturales diferentes, un medio lacustre y un medio marino. El primer estudio se ha realizado en el lago de Bañolas. En este sistema se ha hallado un fenómeno convectivo (pluma) que en su desarrollo levanta sedimento del fondo del lago y lo transporta a distintos puntos de la columna de agua. Se han desarrollado campañas de campo en distintas épocas del año en las que se han realizado perfiles de concentración de partículas en suspensión de forma *in situ*, con un medidor de partículas láser y también se han realizado perfiles de temperatura. Se ha encontrado un comportamiento distinto para las épocas de estratificación y mezcla. Los resultados muestran como este sedimento en suspensión puede llegar a afectar la calidad del agua de la columna más acusadamente en las épocas de mezcla que en las épocas de estratificación. El segundo sistema estudiado es un ambiente marino poco profundo situado en la costa catalana, cerca de Blanes (Fenals). Se analizó el efecto de una distribución de plantas marinas (*Poseidonia Oceanica*) en la distribución de partículas en suspensión para dos situaciones muy distintas desde el punto de vista energético (antes y después del paso de un frente). Se obtuvo un valor más alto de la concentración de partículas en suspensión fuera del prado que dentro. Este resultado demuestra que el efecto que tienen las plantas sobre la dinámica del fluido es el de mitigar su energía. Después del paso del frente, la cantidad de partículas en suspensión se encontró elevada tanto dentro como fuera del prado. En este caso, el efecto mitigador de las plantas ya no era tan importante y el proceso de resuspensión era elevado tanto dentro como fuera del prado.

**AUTORA: MARÍA ANTONIA RODRIGO ALACREU**

**TÍTULO: Limnología comparada de las lagunas de dos sistemas cársticos de Cuenca. Bacterias fotosintéticas de la laguna de La Cruz y la laguna Arcas-2**

Directores de la Tesis: Eduardo Vicente Pedrós / María Rosa Miracle Solé  
Departament de Microbiologia i Ecologia  
Facultat de Ciències Biològiques  
Universitat de València

En este trabajo se han caracterizado, por primera vez, dos subsistemas cársticos de la provincia de Cuenca a través de un seguimiento limnológico. En cada subsistema se reúnen una serie de pequeñas lagunas, situadas a escasa distancia unas de otras y que sin embargo presentan características muy diferentes, las cuales constituyen un buen ejemplo de estudio limnológico comparado. En concreto, se ha estudiado con detalle dos lagunas, cada una de ellas procedente de uno de los dos subsistemas cársticos: la laguna de La Cruz y la

laguna denominada Arcas-2. La primera de ellas, situada sobre un substrato calizo (dolomías cenomanenses), es de aguas carbonatadas y meromítica debido, principalmente, a la acumulación de elevadas concentraciones de hierro soluble en las capas de agua del monimolimnion. La laguna Arcas-2, localizada sobre un substrato de margas yesosas, es de aguas sulfato-carbonatadas y presenta un régimen monomítico con una marcada estratificación estival desde abril hasta octubre aproximadamente. En las dos lagunas se desarrollan densas poblaciones de bacterias fotosintéticas, constituyendo éstas el segundo objetivo del presente estudio. Dada la existencia de variadas situaciones limnológicas, es posible comparar diferentes comportamientos de estas poblaciones. Se ha estudiado, además, el efecto de factores fisicoquímicos sobre la dinámica poblacional de estas bacterias.

En la laguna de La Cruz, las bacterias fotosintéticas se disponen formando dos densas láminas microbianas a partir de la interfase óxico-anóxica, más o menos separadas en el perfil vertical. Las Clorobiáceas, que constituyen la lámina más profunda, presentan la mayor concentración celular, aunque debido a su pequeño tamaño no representan la mayoría en cuanto a biomasa fotosintética, siendo *Pelodictyon clathratiforme* la especie dominante. *Amoebobacter* sp., localizada por encima de las anteriores, es la bacteria púrpura del azufre predominante. Situadas más arriba, bien estratificadas en verano, se encuentran también importantes poblaciones de la cianobacteria cocal *Synechococcus* sp.

En esta laguna, además, se da un proceso de precipitación tumultuosa del carbonato cálcico que tiene lugar todos los veranos durante un corto período de tiempo, habiéndose seguido en este trabajo el proceso ocurrido en julio de 1988. El efecto de dicho fenómeno sobre las propiedades ópticas de las aguas de la laguna produce una respuesta en los organismos fotosintéticos, los cuales migran hacia las capas de agua más superficiales en busca de luz, al tiempo que aumentan su contenido en carotenoides. La forma precipitada del carbonato es calcita magnesiana en forma de cristales aciculares, los cuales sedimentan hacia el fondo de la laguna originando un sedimento varvado, con alternancia de bandas claras (carbonato cálcico) y oscuras (sapropel de materia orgánica y sulfuros metálicos). Este proceso causa una decalcificación de las aguas epilimnéticas del 22 %, mientras que apenas afecta al contenido en fósforo de la laguna, por ser éste extraordinariamente bajo.

La elevada producción de sulfhídrico en el sedimento y en las aguas profundas de la laguna Arcas-2 durante la estratificación estival permite que se establezca una densa y variada comunidad de microorganismos justo al nivel donde se encuentran los gradientes opuestos de extinción de oxígeno y sulfhídrico, puesto que la luz penetra más allá de la oxiclina. En esta interfase predominan las Cromatiáceas, con *Chromatium weissei* como microorganismo fototrófico principal (64 % de la biomasa fotosintética). *Thiocapsa* sp. y *Amoebobacter* sp. representan, respectivamente, el 0.2 y 2 % de biomasa bacteriana fototrófica. *C. weissei* ejerce un efecto de filtro biológico de la luz, impidiendo el desarrollo masivo de las bacterias verdes del azufre, las cuales están representadas por *Pelodictyon clathratiforme*, *Chlorobium limicola* y *Chlorobium phaeobacteroides*. En estrecho contacto con las poblaciones de bacterias fotosintéticas se desarrolla la criptomonas *Cryptomonas erosa* en elevadas concentraciones, así como la cianobacteria *Oscillatoria* cf. *ornata*. Además, conjuntamente con estas poblaciones fototróficas, se encuentran elevadas poblaciones de ciliados aerobios, anaerobios facultativos y anaerobios estrictos en sus respectivos hábitats. Se ha observado, por otra parte, como las poblaciones de bacterias fotosintéticas adaptan la biosíntesis de pigmentos antena a la energía luminosa ambiental, ya que ambos grupos de pigmentos aumentan siempre en relación con la disminución de la intensidad luminosa que llega a las respectivas poblaciones.

Se ha visto como la cuantificación de pigmentos fotosintéticos, por los métodos clásicos, en ambientes en los que coexisten varios tipos de microorganismos fotosintéticos requiere ser mejorada con el uso de metodología más específica (por ejemplo, HPLC). Dada también la necesidad de emplear sistemas de muestreo muy precisos, junto con sistemas de medida en las aguas anaeróbicas, se han desarrollado algunas adecuaciones de las técnicas de muestreo y análisis que contribuyen a reflejar mejor la realidad de las situaciones de microestratificación encontrada en los lagos marcadamente estratificados.

La microestratificación de la laguna Arcas-2, se ha estudiado a una escala temporal diaria, con el fin de observar cómo las distintas poblaciones responden a las variaciones circadianas. La mayoría de los microorganismos de la interfase de esta laguna realizan migraciones verticales diarias en el rango de 30-50 cm. Éstos adaptan su profundidad a las condiciones ambientales de luz y sulfhídrico, como estrategia para nutrirse y/o evitar depredadores. También se observó durante este ciclo diario la diferencia del biovolumen celular de *C. weissei*, en profundidad, siendo las células de la parte superior de la lámina microbiana un 20 % más grandes que las del resto del hipolimnion.

Durante este estudio se detectó también la presencia de una bacteria epibionte específica de las células de *C. weissei*, no habiéndose observado su presencia sobre otras especies de bacterias fotosintéticas. Los porcentajes de infección eran mayores en las zonas más profundas del hipolimnion, mientras que en las zonas superiores, donde se da la máxima densidad celular de *C. weissei*, se obtuvieron los valores mínimos.

AUTOR: JOSÉ MANUEL TIerno DE FIGUEROA

TITULO: **Biología Imaginal de los Plecópteros (Insecta, Plecoptera) de Sierra Nevada (Granada, ES)**

Director de la Tesis: Antonino Sánchez Ortega.  
Universidad de Granada

En la presente memoria de tesis doctoral se estudian diferentes aspectos de la biología de adultos de 16 especies de Plecópteros de Sierra Nevada. Se profundiza en el conocimiento de la fenología de este grupo de insectos: periodos de vuelo, sucesión de especies afines, diferencia de emergencia en ambos sexos, influencia de la luz en la emergencia, etc... También se analizan distintos parámetros biométricos y variaciones en tamaño producidas a lo largo del periodo de vuelo. Se estudia y cuantifica el contenido intestinal de las especies estudiadas para conocer su alimentación en estado adulto. Se describe, por primera vez, la llamada intersexual del macho de *Isoperla nevada*, y se compara con la de una especie morfológicamente afin (*I. grammatica*). Se describe,

también por vez primera, la morfología de los huevos de varias especies y se aporta información sobre distintos aspectos de la reproducción y eficacia reproductora de las especies estudiadas. A continuación se señalan resumidamente algunas de los resultados y conclusiones más relevantes del estudio:

- Las especies de plecópteros capturadas en Sierra Nevada presentan una emergencia estacional y pueden agruparse en siete categorías en función de sus períodos de vuelo: otoñal (*L. franzi paenibetica* y *L. fusca*), otoñal-invernal (*L. iliberis*), invernal (*L. maroccana*), invernal-primaveral (*C. nigra* y *L. andalusiaca*), primaveral (*N. cinerea* y *L. inermis*), primaveral-estival (*I. grammatica*, *I. nevada*, *P. marginata*, *C. nevada* y *A. triangularis*) y extendido (*P. alcazaba*, *P. meyeri* y *C. mitis*). La fenología de este grupo en Sierra Nevada se caracteriza por la presencia de períodos de vuelo relativamente largos (3 a 6 meses), que se mantienen con ligeras variaciones locales entre las distintas estaciones de muestreo en función de características concretas (altitud, temperatura, etc.). Para algunas especies el fotoperiodo parece ser el factor más importante en el desencadenamiento de la emergencia (*C. nevada*, *L. inermis* y *L. maroccana*) mientras que en otras parecen ser las diferencias en temperatura del agua (*L. andalusiaca* y *L. fusca*). Existe una segregación espacial y/o temporal entre los períodos de vuelo, o al menos entre los máximos, entre las especies del género *Leuctra* e *Isoperla* que, probablemente, tiende a disminuir la competencia interespecífica. La razón de sexos para las distintas especies estudiadas es del 50% salvo en el caso de *P. meyeri*, *C. mitis*, *L. iliberis*, *L. inermis* y *L. maroccana*. Se observa, y es cuantificada por vez primera, la existencia de protandria en la emergencia de las distintas especies (fenómeno menos acusado en especies de período de vuelo extendido, muy breve o con máximos de emergencia muy concentrados y con mayores valores en especies con período de vuelo de duración intermedia). Además se muestra que en condiciones fijas de otros factores ambientales, la emergencia de *C. mitis* está significativamente asociada a condiciones de oscuridad.

- El estudio biométrico muestra en todas las especies estudiadas, y como es habitual en los Plecópteros, que el tamaño de la hembra es superior al del macho en todos los parámetros estudiados, salvo en dos especies en la longitud del fémur, y que existen diferentes proporciones corporales entre sexos que no guardan relación con el tamaño medio de la especie. Dentro de una misma especie y sexo existen variaciones estadísticamente significativas entre poblaciones siguiendo un patrón altitudinal, térmico, ambos a la vez o no responder a ninguno de dichos patrones, lo que implica que varios factores deben estar involucrados en la determinación del tamaño y con un efecto diferencial entre distintas especies. Se comprueba estadísticamente la existencia de una disminución progresiva del tamaño de los adultos a lo largo del período de vuelo de casi todas las especies con período de vuelo no extendido. Los resultados obtenidos muestran la temperatura durante el desarrollo no explica en todos los casos la variación de tamaño a lo largo del período de vuelo, lo que se opone a la hipótesis más aceptada tradicionalmente.

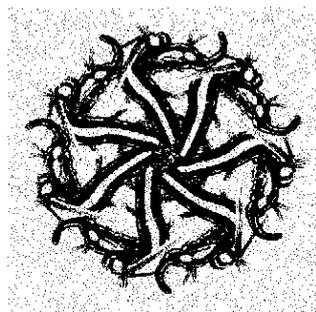
- Las especies de las familias Chloroperlidae y Perlodidae estudiadas se alimentan en estado adulto (contrariamente a lo que se ha creído habitualmente), y la proporción de los distintos componentes de la dieta cambian a lo largo del período de vuelo en relación con su disponibilidad, aunque parece existir una cierta selección por determinados polenes. En los Nemuroidea, la alimentación juega un papel importante en su estado adulto y en ambos sexos, y se compone fundamentalmente de cianofíceas y los cianolíquenes.

- La descripción de la llamada vibracional intersexual del macho de *I. nevada* apoya la distinción de esta especie e *I. grammatica*, dos especies morfológicamente muy semejantes. La complejidad de la llamada del macho de *I. nevada* hace que se la pueda considerar como un carácter derivado y que posiblemente surgiera a partir de una llamada similar a la de *I. grammatica* por modificación de la primera secuencia.

- El uso de llamadas de tamborileo, frecuentemente observado en nuestro estudio, constituye un mecanismo extendido en los Plecópteros para la localización de la pareja, aunque no constituye una pauta obligatoria para la cópula. Se describen las pautas de cortejo y dos modelos posición de cópula (en paralelo y en X). La duración de la cópula es muy variable tanto entre especies como dentro de una especie. En el caso de *L. fusca* se demuestra por primera vez que la duración de la cópula se puede ver incrementada ante intentos de desplazamiento por parte de otros machos, lo que actuaría como un mecanismo de guarda de la pareja. Se confirma la existencia de poliandria y poliginia en el grupo y la poca selectividad por parte de los machos que se deduce de la alta frecuencia de intentos de cópula erróneos.

- Se apoya la distinción tradicional entre huevos de las especies de Perloidea y Nemuroidea en función de su color, forma y presencia general de collar y disco basal de fijación solo en Perloidea. El número de micropilos por celdilla en el corion de los huevos varía entre las especies *I. grammatica* e *I. nevada*, siendo superior en el primer caso. El tamaño del huevo, dado su bajo coeficiente de variación dentro de una especie, puede constituir un carácter de interés en taxonomía en el caso de los Perloidea. En Nemuroidea, puesto que el tamaño del huevo se ve muy influido por el grado de hidratación de la membrana envolvente, el uso de este carácter como típico de especie es poco significativo. Es frecuente en algunas especies que parte de los huevos aparezcan deformados en el oviducto de la hembra, posiblemente como un mecanismo para ahorrar espacio. El número de puestas que puede realizar una hembra puede ser de hasta tres sin necesidad de realizar cópulas entre puestas. El tamaño de puesta es muy variable dentro de una misma especie. La fecundidad máxima hallada por especie puede oscilar entre 58 huevos en *L. iliberis* y 1557 en *P. marginata*. De estos datos se deduce una mayor fecundidad en general en las especies de mayor tamaño, aunque con excepciones como ocurre en el caso de algunos capnidos (*C. mitis*) y nemúridos (*N. cinerea*). Las puestas son transportadas al final del abdomen de la hembra, pero según el tamaño de la masa de huevos el abdomen aparece más o menos arqueado. La oviposición en el caso de *P. marginata* y *L. fusca* se realiza mediante cortos vuelos alternados por inmersiones del final del abdomen en el agua. En el caso de *P. meyeri*, *L. iliberis* y *L. andalusiaca*, la oviposición es realizada por la hembra que patina sobre la superficie del agua.

- Se demuestra que en la especie *I. nevada*, que las hembras de mayor tamaño producen un mayor número de huevos, aunque no huevos más grandes. También se observa una disminución de la fecundidad a lo largo del período de vuelo de la especie, probablemente debida a variaciones en el tamaño de las hembras. De lo cual se deduce que el tamaño de la hembra es un buen indicador de su potencial reproductor.



## VIII International Symposium on Aquatic Oligochaeta Bilbao, 18-22 Julio 2000

Se ha celebrado el octavo Simposio Internacional sobre los Oligoquetos Acuáticos en Bilbao, organizado por el Departamento de Biología Animal y Genética de la Universidad del País Vasco. En este evento han participado 76 especialistas venidos de un total de 30 países, lo cual da una idea de la diversidad de culturas que se han dado cita en el mismo. El simposio ha contado con un total de 76 comunicaciones, de las cuales se comentan a continuación las más relevantes, la mayoría de las cuales fueron presentadas en las sesiones orales. Estas aportaciones se discutieron en un total de 10 sesiones científicas que cubrieron un rango importante del conocimiento actual sobre la biología de los Oligoquetos Acuáticos, esto es fisiología, reproducción, alimentación, toxicidad, estudios de comunidades y ecología, los oligoquetos como vectores de transmisión del whirling-disease, zoogeografía, morfología y sistemática.

El Dr. Peter Chapman (EVS Consultants, Canada), conferenciante invitado, abrió la sesión sobre toxicidad ambiental, y presentó una importante revisión sobre el estado actual y posibilidades futuras de utilización de los oligoquetos acuáticos en la evaluación de riesgos de los contaminantes en el medio acuático. En esta misma sesión se discutieron contribuciones tan interesantes como las adaptaciones a la tolerancia al mercurio de algunas poblaciones, la utilización de metalotioneinas como biomarcadores de toxicidad a los metales, la bioacumulación de pesticidas y el papel de los oligoquetos acuáticos en la transferencia de sustancias peligrosas desde el sedimento contaminado a los peces.

En la sesión de fisiología y estudios sobre la reproducción se abordaron estudios sobre la respiración en condiciones de anaerobiosis, así como la adaptación de distintas especies a la hipoxia. Otra contribución describió la selección de sedimento por parte de los oligoquetos utilizando medidas directas en heces con el Multisizer Coulter counter. Finalmente, sendas comunicaciones versaron sobre la selección de lugares preferentes para la puesta y el ciclo espermatogénico.

Las contribuciones sobre ecología y comunidades de oligoquetos discutieron el papel de la hidráulica, la naturaleza del sustrato, o la materia orgánica como determinantes de la distribución de las especies. El papel de los oligoquetos en el ciclo del nitrógeno fue abordado en otra comunicación. Cabe destacar, así mismo, un estudio sobre las comunidades de oligoquetos del hiporreos de un río glaciar de los Alpes europeos ya que se trata de un medio escasamente conocido, con posibles adaptaciones de la fauna a la vida subterránea. Finalmente, en esta misma sesión dos contribuciones trataron sobre la ecología y la estructura de las comunidades en áreas estuarinas de Irlanda y de Norteamérica, respectivamente.

Los estudios sobre el papel de los oligoquetos en la transmisión de parásitos se reunieron en una sesión monotemática sobre la enfermedad conocida como *whirling-disease*. En ella se presentaron estudios moleculares, genéticos y filogenéticos de las especies vectores que en la actualidad se están utilizando en el avance del conocimiento de esta importante enfermedad que afecta a los salmónidos de muchas áreas de Norte América.

La sesión de zoogeografía contó con una serie de contribuciones importantes de Europa, Australia, Japón, suelos amazónicos y ambientes subterráneos de Norteamérica.

En la sesión sobre sistemática merece destacar el debate ya abierto en los eventos anteriores acerca de las relaciones filogenéticas de los grandes grupos de Clitelados y la transcendencia de dichas relaciones en la nomenclatura al uso. El Dr. Siddall (American Museum of Natural History, USA), como conferenciante invitado, abrió la sesión y realizó una propuesta muy convincente sobre la posición de los hirudíneos y su relación con los oligoquetos, usando 18S rDNA nuclear y de citocromo c oxidasa mitocondrial (subunidad I) así como caracteres morfológicos en estudios filogenéticos independientes, con resultados similares. La posición de Potamodrilidae y Aeolosomatidae fue debatida sobre la base de nuevos datos morfológicos y moleculares que soportan las tesis de exclusión de los mismos de los Clitelados. Se abordó también el estudio de la filogenia de los tubificidos Limnodrilinae utilizando caracteres ultra-estructurales de los espermatozoides. Estudios ultraestructurales permitieron así mismo abordar el estudio de la diversidad funcional y estructural de las bacterias simbiotas de tubificidos carentes de tubo digestivo.

Finalmente, resultó muy interesante la realización durante el simposio de dos cursos sobre nuevos programas estadísticos aplicables a los estudios de filogenia y a los estudios de análisis de las comunidades de oligoquetos acuáticos y la influencia de las variables físicas y químicas. El Dr. Siddall fue responsable del primero y los Drs. Reynoldson y Verdonshot del segundo. Aproximadamente 30 congresistas asistieron a dichos cursos y la impresión de los participantes fue muy favorable.

Los editores de las actas seremos Pilar Rodríguez y Piet Verdonshot.

El simposio ha sido una experiencia muy importante no sólo para los participantes sino también para los organizadores, que nos hemos enriquecido de una forma especial por el trato directo con todos los congresistas. La colaboración de todos y el buen ambiente vivido no solo en las sesiones sino en la excursión a la excavación de Atapuerca y a la Rioja, así como en todos los actos sociales

celebrados han servido para aumentar los lazos humanos de esta comunidad científica, y estamos contentos de haber contribuido a ello.

En Leioa, a 15 de Setiembre de 2000

From: PILAR RODRIGUEZ. Dpt. Biología Animal y Genética. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco  
Apdo. 644 Bilbao 48080. Spain.  
Telf. +34-946012712. Fax +34-944648500. e-mail: [ggprorop@lg.ehu.es](mailto:ggprorop@lg.ehu.es)

## La Limnología en Internet

Recuperamos una colección de enlaces a direcciones que nos pueden resultar interesantes. Aquellos que dispongan de otras aquí no citadas, rogamos nos las envíeis por los medios habituales.

Página web de la SIL: <http://www.limnology.org>

Página web de la AEL: <http://www.ceab.csic.es/~ael>

Página web dedicada a humedales: <http://www.humedalesibericos.com>

Páginas web dedicadas al agua: <http://agua.rediris.es> <http://www.pangea.org/foroagua>

Página web del Ministerio de Medio Ambiente: <http://www.mma.es>

## Agenda

### XXX Congreso de la SIL

4 - 10 febrero 2001

Melbourne, Australia.

Contacto: Irene Thavarajah, Office of Continuing Education. Monash University. Wellington Road, Clayton VIC 3168. Australia.

E-mail: [irene.thavarajah@adm.monash.edu.au](mailto:irene.thavarajah@adm.monash.edu.au). Página web: <http://www.monash.edu.au/oce/sil2001>

### 5<sup>th</sup> International Conference on Toxic Cyanobacteria (ICTC-V)

16 al 20 de julio de 2001

Noosa, Queensland, Australia

Contacto: Philip Orr

E-mail: [ictcv@bne.ciw.csiro.au](mailto:ictcv@bne.ciw.csiro.au)

### Plankton Symposium

20 al 22 de septiembre de 2001

Espinho, Coimbra. Portugal.

Contacto: Institute of Marine Research. University of Coimbra. Rua 15, 335. 4500 – Espinho. Portugal

E-mail: [planktonsymposium2001@net.sapo.pt](mailto:planktonsymposium2001@net.sapo.pt) Página web: [www.plankton-symposium.net](http://www.plankton-symposium.net)

Ver información detallada en páginas siguientes.