

LIBRO DE RESÚMENES

I JORNADAS

del Instituto Universitario
de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón

2009

10, 11 y 12 Noviembre 2009

Edificio Paraninfo
Universidad de Zaragoza

iuca
Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales de Aragón
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Zaragoza - España



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

**I JORNADAS
DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AMBIENTALES DE ARAGÓN**

10, 11 y 12 de noviembre de 2009
Edificio Paraninfo
Universidad de Zaragoza

LIBRO DE RESÚMENES

Organiza:



**UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA**

Introducción.....	9
Programa	11
Resúmenes	
Presentaciones Orales	
Conferencias invitadas.....	17
Comunicaciones	31
Presentaciones Póster	
Área Biomédica (PBM01 a PBM14).....	69
Área Ciencia y Tecnología Química (PCTQ15 a PCTQ33)	89
Área Jurídico Económica (PJE34).....	117
Área Patrimonio (PP35 a PP55).....	121
Área Territorio (PT56 a PT83).....	155
Índice de autores.....	195

Se cumple el primer año de existencia del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón de la Universidad de Zaragoza (IUCA).

Durante los primeros nueve meses, los que van de septiembre de 2008 a junio de 2009, el Instituto se ha dotado, por el procedimiento que determina el marco legal vigente, de su órgano de gobierno colegiado, Consejo, y de Director elegido por aquel, que a su vez ha propuesto al Rectorado de la UZ el nombramiento de Subdirector y Secretario. Así mismo se ha instalado la secretaria del Instituto, en una localización provisional, y se ha incorporado a la misma un técnico de apoyo. Es decir el IUCA ya dispone de una mínima infraestructura provisional para empezar a caminar.

Con la organización de estas I Jornadas del Instituto, pretendemos alcanzar un doble objetivo. Por un lado facilitar a la sociedad en general una vía de acceso al día a día del trabajo de investigación que desarrollamos. Es decir, dar a conocer nuestras líneas de investigación, objetivos, logros alcanzados y producción científica realizada.

Por otra parte, una característica importante del IUCA es su multidisciplinariedad. Por ello, estas Jornadas deben servir para provocar un efecto sinérgico que facilite la cooperación entre grupos de investigación del IUCA en líneas de investigación, proyectos, etc.

El Instituto cuenta con 149 profesores/investigadores de plantilla, 19 grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón, y con una cifra de recursos captados de seis millones de euros (2008-09) a través de convocatorias competitivas autonómicas, nacionales, europeas, y contratos. Su consolidación debe basarse a corto plazo en la continuación de la labor de investigación de excelencia que vienen realizando sus grupos con un incremento de las actividades multidisciplinarias y con su ubicación en unas instalaciones adecuadas a sus objetivos.

Zaragoza, noviembre 2009
Prof. Juan R Castillo
Director

PROGRAMA

Martes, 10 noviembre

- 08:30 Acreditaciones, entrega de documentación y colocación de posters
- 09:00 Apertura
SESIÓN I - Modera: Dra. M^a Teresa Echeverría
- 09:30 CONFERENCIA "Territorio y Medio Ambiente"
 Dr. Fernando López Martín - Presidente del Colegio de Geógrafos de Aragón
- 10:30 MOT1 "Las Actividades de GEOT"
 Dr. A. Pueyo - Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio (GEOT)
- 11:00 MOT2 "Cambios ambientales y evolución del Cuaternario"
 Dr. J. L. Peña - Grupo Paleoambientes del Cuaternario
- 11:30 MOT3 "Paisaje, territorio y medio ambiente"
 Dra. L. M. Frutos - Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial (GEDETUZ)
- 12:00 Café y colocación de Posters
- 12:30 MOT41 "Caracterización fluvial y riesgos hidrológicos"
 Dr. A. Ollero – Grupo Clima, agua, cambio global y sistemas naturales
 MOT42 "Tendencias de la precipitación en España"
 Dr. C. González – Grupo Clima, agua, cambio global y sistemas naturales
- 13:00 MESA REDONDA ARAGÓN, CLIMA Y MEDIO AMBIENTE
 Coordinan: Dr. José M^a Cuadrat y Dr. Antonio Embid
SESIÓN II - Modera: Dr. José Ignacio Arenillas
- 17:00 MOP5 "Paleontología, Patrimonio y Medio Ambiente"
 Dr. E. Liñán – Grupo Patrimonio y Museo Paleontológico
 MOP6 "El Patrimonio Paleontológico del Jurásico de la Cordillera Ibérica: su protección y la protección del Medio Ambiente"
 Dr. G. Meléndez – Grupo Patrimonio y Museo Paleontológico
- 17:30 Café y Posters
- 18:00 MOCTQ71 "GEAS: historia, presente y futuro"
 Dr. Juan R. Castillo – Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS)
 MOCTQ72 "Especiación, sensores y caracterización de materiales"
 Dr. E. Bolea – Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS)
- 18:30 CONFERENCIA "El Patrimonio paleontológico en Andalucía"
 Dr. Eduardo Mayoral - Director Dpto. Geología - Universidad de Huelva - Asesor de Paleontología - Junta de Andalucía

Miércoles, 11 noviembre

- SESIÓN III** - Modera: Dr. Juan R. Castillo
- 09:30 XOT8 "Presentación del grupo Pascológica"
 Dr. R. Reiné – Grupo Pascológica
- 10:00 XOT9 "Procesos ambientales ligados a incendios forestales"
 Dr. F. Pérez Cabello – Grupo Procesos Geoambientales en Espacios Forestales (GEOFOREST)

- 10:30 MESA REDONDA INCENDIOS FORESTALES
Dr. Jorge Bielsa - Investigador de Economía de Recursos Naturales. Dpto. Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza
Dr. Carlos Ferrer - Dpto. Agricultura y Economía Agraria de la Universidad de Zaragoza. Presidente de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos
Joaquín Lanao Senz - Ganadero de Ovino de Labuerda
Miguel Ángel Clavero - Jefe del Servicio de Gestión de Incendios Forestales y Coordinación del Gobierno de Aragón.
Modera: Dra. M^a Teresa Echeverría
Responsable Grupo GEOFOREST - Universidad de Zaragoza
- 11:30 Café y Posters
- 12:00 XOJE10 "La investigación en economía ambiental del Grupo de Investigación en Economía Pública"
Dr. R. Barberán, Dra. P. Egea – Grupo Economía Pública
- 12:30 XOJE11 "Actividades y líneas de investigación desarrolladas por el grupo AGUDEMA"
Dr. E. Colom, Dr. S. Salinas, Dr. I. Jiménez, Dra. B. Setuáin
Agua, Derecho y Medio Ambiente (AGUDEMA)
- 13:00 CONFERENCIA "Derecho al medio ambiente y medio ambiente del derecho"
Dr. Andrés Betancor - Catedrático de Derecho Administrativo – Universidad Pompeu Fabra, Barcelona
- SESIÓN IV** - Modera: Dra. Pilar Santolaria
- 16:30 XOP12 "Extinción y Reconstrucción Paleoambiental desde el Cretácico al Cuaternario"
Dr. E. Molina, Dra. B. Azanza - Grupo Extinción y Reconstrucción Paleoambiental desde el Cretácico al Cuaternario
- 17:00 XOP131 "Cambios climáticos registrados en las plataformas carbonatadas del Jurásico"
Dr. M. Aurell - Grupo Reconstrucciones Paleoambientales
XOP132 "Reconstrucción del clima y del paisaje que vivieron los homínidos del Pleistoceno"
Dra. G. Cuenca - Grupo Reconstrucciones Paleoambientales
XOP133 "20 años de investigación sobre dinosaurios en la Universidad de Zaragoza"
Dr. J. I. Canudo - Grupo Reconstrucciones Paleoambientales
- 17:30 Café y Posters
- 18:00 XOCTQ14 "Calidad y Tratamiento de Aguas"
Dra. M. P. Ormad - Grupo Calidad y Tratamiento de Aguas
- 18:30 CONFERENCIA
"El mejillón cebra en la cuenca del Ebro, situación actual y evaluación de las medidas de gestión"
Dra. Concha Duran - Jefa del Servicio de Control del Estado Ecológico – Confederación Hidrográfica del Ebro

Jueves, 12 noviembre

SESIÓN V - Modera: Dr. José Álvaro Cebrián

- 09:00 JOBM15 "Grupo de investigación en Nutrición Animal: experiencia y potencial de colaboración en objetivos medioambientales"
Dr. J. A. Guada – Grupo Nutrición Animal
- 09:30 JOBM161 "Estrategias de manejo para disminuir el riesgo de aborto asociado a Neospora Caninum en vacuno lechero"
Dr. J. Yániz - Grupo Tecnologías de la manipulación gamética
JOBM162 "Eficiencia reproductiva en vacas de leche de alta producción: efecto del microclima"
Dra. P. Santolaria - Grupo Tecnologías de la manipulación gamética

- 10:00 CONFERENCIA "La neosporosis: una enfermedad emergente y global"
Dr. Luis Miguel Ortega Mora - Catedrático de Sanidad Animal. Director del Grupo SALUVET. Universidad Complutense de Madrid
- 11:00 Café y Entrega de Premios de Posters
- 12:00 JOBM171 "Biología del espermatozoide"
Dra. M. T. Muiño - Grupo Biología y Fisiología de la Reproducción
JOBM172 "Factores medioambientales que afectan a la reproducción de la especie ovina: el fotoperiodo y la nutrición"
Dr. A. Abecia - Grupo Biología y Fisiología de la Reproducción
- 12:30 JOBM181 "Hallazgo de las legionelas productoras de bactericidas, su capacidad inhibitoria frente a ellas mismas y a bacterias gram (-) y gram (+): significado ecológico "
Dr. Rafael Gómez-Lus - Grupo Ecología de la Resistencia Bacteriana
JOBM182 "Reservorios heterólogos de bacterias enteropatógenas y resistencia a los antibióticos "
Dr. Fco. Javier Castillo - Grupo Ecología de la Resistencia Bacteriana
JOBM183 "Propiedades antimicrobianas de las sustancias naturales "
Dra. Raquel Becerril - Grupo Ecología de la Resistencia Bacteriana
- 13:00 MESA REDONDA PANDEMIAS EN EL SIGLO XXI
Dr. Ramón Cisterna - Catedrático de Microbiología Universidad del País Vasco – Lejona Bilbao
Dr. Antonio Clavel Parrilla - Catedrático de Parasitología - Universidad de Zaragoza
Dr. Carlos Martín Montañés - Catedrático de Microbiología Universidad de Zaragoza
Modera: Dr. Rafael Gómez-Lus - Responsable Grupo Inv. Ecología de la Resistencia Bacteriana – Universidad de Zaragoza

Presentaciones Orales
CONFERENCIAS INVITADAS

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

FERNANDO LÓPEZ MARTÍN

Doctor en Geografía

Delegado Territorial del Colegio de Geógrafos en Aragón

Miembro del IUCA en el grupo "Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales"

La relación territorio vs. medio ambiente es tan estrecha, directa y extensa que hace muy difícil acotar o limitar las relaciones entre ambos conceptos, y mucho menos, en su desarrollo planificador a través de la Ordenación del Territorio para la Sostenibilidad.

Bajo estas denominaciones y su indivisible relación se ha creado todo un cuerpo normativo y de instrumentos de planificación que sería tedioso enumerar, pero es inevitable saber que la **Estrategia Territorial Europea** Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio de la UE, **la Carta Europea para la Ordenación del Territorio o los Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo**, son documentos de carácter internacional que han marcado las líneas de trabajo e interpretación sobre el territorio y el medio ambiente.

En el caso de España, alrededor de los numerosos grupos de investigación y de los profesionales dedicados a este campo, se ha ido generando una nueva cultura del territorio, que ha sido plasmada en un manifiesto, dinamizado e impulsado desde el Colegio de Geógrafos y que sintetiza el camino a seguir para una correcta integración del territorio y el uso de los recursos.

Manifiesto por la nueva cultura del territorio

"La evolución que están experimentando los usos del suelo en España, principalmente a causa de los avances de una urbanización realizada de forma masiva y sobre terrenos no siempre adecuados, es muy preocupante. Este proceso está teniendo consecuencias ambientales y paisajísticas muy negativas cuyo alcance, en muchos casos, no viene siendo ni considerado, ni corregido. El actual modelo de urbanización está teniendo asimismo consecuencias perniciosas para la calidad de vida de los ciudadanos –de las que son expresión palmaria las dificultades de acceso a la vivienda, el incremento de la movilidad y el aumento de los costes de los servicios- y puede comportar efectos preocupantes para el mismo equilibrio del sistema financiero y la actividad económica, tal como han advertido en reiteradas ocasiones las autoridades fiscales y monetarias. Además, la práctica del urbanismo ha devenido demasiado a menudo sinónimo de opacidad, de "mala política" y aún de corrupción. Así, el instrumento que debería servir para ordenar los usos del territorio en beneficio de la colectividad ha acabado identificándose, en muchos casos, con una técnica ininteligible donde la participación democrática del conjunto de actores presentes en los territorios es irrelevante y prevalecen los intereses de los agentes urbanizadores. En el campo disciplinar, la propia expresión "ordenación del territorio" no ha alcanzado todavía un suficiente consenso científico-técnico, y su práctica real en la mayoría de las Comunidades Autónomas no ha llegado a ser relevante en términos político-administrativos. Así, se consume voraz y desordenadamente un recurso limitado, el territorio, sin disponer de instrumentos adecuados y sin que se atisben respuestas suficientes a los graves e irreversibles daños que en muchos lugares se están ocasionando.

La gestión prudente del territorio debe convertirse en el elemento central de un nuevo debate ciudadano. Un debate democrático en el que participen todos los actores concernidos, especialmente aquellos que menos capacidad tienen para hacer oír su voz. Es imprescindible que la sociedad española tome conciencia de que, de persistir, el mal uso y desgobierno del territorio acarrearía, tras una corta etapa de grandes beneficios privados, largos periodos de onerosos costes ambientales, económicos y sociales. La mayor capacidad técnica para transformar la naturaleza y los espacios de vida, el rápido aumento de la población y de los niveles de consumo debe ir acompañada de prudencia y respeto en el uso y la gestión de los recursos de que disponemos. Sólo así conseguiremos mantener y mejorar nuestro nivel de bienestar, sólo así aprovecharemos las grandes potencialidades de que goza nuestro territorio, sólo así evitaremos legar a las generaciones venideras una España desfigurada, plagada de riesgos y repleta de exasperaciones cotidianas, de desequilibrios territoriales, de procesos segregadores y de deterioro irreversible de elementos culturales, simbólicos y patrimoniales.

El buen gobierno del territorio, de la ciudad y del campo, como el representado en el maravilloso fresco del Palacio Comunal de Siena, es responsabilidad de todos.

Por ello debe convertirse en un tema político de primer orden, entendiendo por político no únicamente la práctica institucional o partidaria, sino también el compromiso del conjunto de los ciudadanos. Cada ciudadano tiene derecho a vivir en un ámbito digno, sano y bello, pero también tiene el deber de cuidarlo y de exigir que velen por él quienes tienen la representación de la sociedad. En este sentido hay que saludar con optimismo el incremento de las asociaciones y entidades que en toda España pugnan por preservar determinados espacios amenazados por procesos de urbanización inadecuados. Pero debemos ser capaces de dar a estos movimientos no sólo un carácter defensivo y local, sino también propositivo y general. Urge pues poner las bases de una nueva cultura del territorio. Una nueva cultura territorial que impregne la legislación estatal y autonómica, que oriente la práctica de todos los ayuntamientos y el conjunto de las administraciones, que provea el marco adecuado para el buen funcionamiento del mercado, que corrija en beneficio de la colectividad los excesos privados y que haga prevalecer los valores de la sostenibilidad ambiental, la eficiencia funcional y la equidad social..."

Esta nueva cultura del territorio debe estar sustentada en los siguientes principios, criterios y prioridades:

- 1. El territorio es un bien no renovable, esencial y limitado.**
- 2. El territorio es una realidad compleja y frágil.**
- 3. El territorio contiene valores ecológicos, culturales y patrimoniales que no pueden reducirse al precio del suelo.**
- 4. Un territorio bien gestionado constituye un activo económico de primer orden.**
- 5. El planeamiento territorial y urbanístico es un instrumento esencial para la actuación de los poderes públicos.**
- 6. El planeamiento municipal debe tener como principal objetivo facilitar el acceso a la vivienda,**
- 7. El planeamiento territorial debe proveer acuerdos básicos sobre el trazado de las infraestructuras, el desarrollo de los asentamientos y el sistema de los espacios abiertos.**
- 8. El Gobierno central y las Cortes Generales del Estado no pueden desentenderse del territorio.**
- 9. En un mundo crecientemente integrado la gestión del territorio debe atender también a los compromisos de solidaridad y responsabilidad global.**
- 10. El impulso de los valores de sostenibilidad ambiental, eficiencia económica y equidad social requiere de una nueva cultura del territorio.**

Estos principios, criterios y prioridades, necesitan de un conocimiento detallado y científico de las numerosas variables que influyen en el territorio y el medio ambiente.

Los grupos integrantes del IUCA de la Universidad de Zaragoza, en el ámbito de Territorio, son los encargados, junto a otros grupos y profesionales, de ofrecer el máximo rigor metodológico y conceptual en sus investigaciones, para proporcionar suficiente conocimiento a políticos, legisladores y sociedad civil que les permitan tomar las mejores decisiones posibles sobre el territorio y el medio Ambiente.

- Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales
- Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial (GEDETUZ)
- Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio (GEOT)
- Ordenación del Territorio, Patrimonio y Medio Ambiente (OTUR)
- Paleoambientales del Cuaternario (PALEOQ)
- PASCOLOGÍA
- Procesos Geoambientales en Espacios Forestales (GEOFOREST)

EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO EN ANDALUCÍA

EDUARDO MAYORAL

Departamento de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva
mayoral@uhu.es

El concepto de Patrimonio Paleontológico en España aparece a mediados de la década de los 90 y está relacionado con la promulgación de la Ley del Patrimonio Histórico Español de 1985 y con la Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres de 1989, que incluyeron a los bienes de interés paleontológico junto al resto de los bienes de interés histórico. Las referencias a los elementos paleontológicos en la Ley del Patrimonio Histórico (16/1985) fueron recogidas en la primera Propuesta de Estrategia Andaluza para la Conservación de la Geodiversidad en Diciembre de 2002 y aluden al hecho de los elementos paleontológicos como integrantes de los bienes muebles e inmuebles, a su consideración como Sitio Histórico, a su relación con la historia del hombre, sus orígenes y antecedentes o a su figura como objetos de excavaciones arqueológicas.

En el año 2004 la empresa Enresa publica el libro sobre Patrimonio Geológico de Andalucía donde se recogen por vez primera algunos de los yacimientos paleontológicos que más tarde han formado parte de diversos inventarios de la Administración, alcanzado en algunos casos, figuras más o menos concretas de protección legal. La importancia y dimensión del Patrimonio Paleontológico Andaluz vienen determinadas por la propia definición del término, en el que se incluyen todos los yacimientos paleontológicos y los fósiles extraídos en ellos, entendiéndose como yacimiento paleontológico todas aquellas formaciones geológicas en las que existen fósiles en cualquier estado y concentración.

La Comunidad Autónoma Andaluza posee la mayor riqueza geológica del país, lo que hace que este Patrimonio sea especialmente abundante y diverso. No hay que olvidar además, que la tipología y edad de los yacimientos es muy elevada, teniendo que considerar tanto los yacimientos de invertebrados, como los de los vertebrados, los paleobotánicos o los que tienen un especial interés por su rareza o estado de conservación. Además, la otra parte importante del Patrimonio, los Bienes Muebles, donde se incluyen todo el conjunto de colecciones paleontológicas y ejemplares alojados en Museos, Colecciones y Exposiciones locales, plantea una problemática específica y compleja, en ocasiones, muy difícil de abordar, lo que sin duda ha repercutido negativamente en su conocimiento, difusión y protección hasta hace unos pocos años.

En la última década, los fósiles han sido considerados integrantes esenciales en el ámbito del Patrimonio Geológico y la Geodiversidad, y el patrimonio que ellos conforman ha resurgido de forma especial al desarrollarse diversas iniciativas llevadas a cabo por la Junta de Andalucía, al objeto de elaborar el Inventario Andaluz de Georrecursos. Esta idea se inició en el año 2004, teniendo como resultado la obtención de 588 localidades, de las cuales sólo 109 lo fueron de interés paleontológico. Obviamente, en este Inventario no se contemplaron una gran mayoría de yacimientos, sobre todo, de Andalucía occidental (Cádiz, Sevilla, Córdoba y Huelva), aunque ha constituido un primer paso, para conocer básicamente el estado de la cuestión y poder ampliar, mejorar y corregir los problemas y/o carencias detectadas.

De hecho, en el último Documento Borrador de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad, elaborada por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en octubre de 2008, se señalan los objetivos básicos y los planes y/o programas relacionados con la Geodiversidad, donde los yacimientos paleontológicos alcanzan especial relevancia. Se señala el marco legislativo y la vía competencial para conseguir la protección de este riquísimo Patrimonio, bajo las figuras legales que permite la legislación actual.

A este respecto hay que resaltar que la entrada en vigor de determinadas leyes, como la Ley 14/2007 de 26 de noviembre del Patrimonio Histórico de Andalucía, han perjudicado notablemente la investigación, difusión y protección de nuevos yacimientos paleontológicos. Esta ley elimina la figura del paleontólogo como director o responsable de un Proyecto de Investigación y restringe el ámbito de actuación, única y exclusivamente, a la paleontología ligada a la historia del hombre. Y aún en estos casos, sólo un arqueólogo puede dirigir este tipo de proyectos. Esperemos que en un plazo breve de tiempo esta grave deficiencia pueda ser subsanada con la elaboración y puesta en vigor de una nueva ley que regule de forma específica las actividades y competencias paleontológicas.

Partiendo del presente y cara al futuro, hay que ser a pesar de todo, optimistas. La Dirección General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía ha creado la Red de Espacios Culturales de Andalucía (RECA), que integra los yacimientos arqueológicos y en consecuencia, los paleontológicos. Contempla además, la apertura de Parques Culturales y yacimientos andaluces con la dotación de servicios básicos, dirigidos a potenciar la vigilancia, conservación, difusión y el acceso público a los yacimientos. Por otra parte, ha encargado la redacción de un Inventario de Yacimientos de Interés Paleontológico, proyecto que actualmente está a la espera de su oportuna financiación.

Además, y en relación a la custodia del patrimonio mueble, la Consejería de Cultura mantiene las competencias en la gestión de los Museos, que es el ámbito ideal para la divulgación y protección de los fondos paleontológicos.

En cuanto a las vías de protección, al margen de las puramente legislativas, se encuentran las relacionadas con el medio ambiente. La ley 2/89 reforzó el tratamiento de la Geodiversidad y el Patrimonio Geológico en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, mediante la incorporación de Monumentos Naturales específicamente geológicos, donde el componente paleontológico es en algunos de ellos, de gran importancia. Este hecho y la incorporación de nuevos Parques Naturales dentro de la Red de Geoparques, hacen que el futuro del Patrimonio Paleontológico Andaluz sea esperanzador, aún conscientes del enorme trabajo que queda por hacer, tanto en el ámbito estrictamente científico o investigador, como en el de la sociedad. Dichos fines han de ir dirigidos a satisfacer las demandas de cultura y ocio, bajo una correcta gestión de los recursos por parte de la Administración, y siempre al amparo de un marco legislativo adecuado, que es una de las tareas esenciales pendientes todavía de resolver.

DERECHO AL MEDIO AMBIENTE Y MEDIO AMBIENTE DEL DERECHO

ANDRÉS BETANCOR

Catedrático de Derecho Administrativo

Universidad Pompeu Fabra

andres.betancor@upf.edu

1. Una aproximación típica entre los juristas dedicados a los temas ambientales es la que afronta el problema de la eventual existencia de un derecho subjetivo al medio ambiente. Este problema se concreta en la interpretación que ha de darse a lo dispuesto en el artículo 45 de la Constitución española que reconoce que “todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.”

2. La palabra, siempre la palabra, en el centro del discurso jurídico. La Constitución habla de “derecho”, luego hay un derecho subjetivo. Hay un problema otro artículo de la Constitución, el artículo 53.3, dice que cuando se habla de derechos como el indicado debe entenderse que se refiere a principios que, por consiguiente, sólo serán derechos si una ley así lo define. Por lo tanto, para la Constitución, el derecho a disfrutar del medio ambiente es un derecho pero no es un derecho.

3. Este resultado tan contradictorio causa indignación entre los juristas. ¿Cómo puede serlo y no serlo al mismo tiempo? Esta contradicción hay que salvarla para lo que el jurista se convierte en legislador y constituyente: ¡¡Hay que salvar la Constitución de sus propias contradicciones!! Se utilizan distintas vías interpretativas para re-construir el derecho subjetivo de naturaleza, además, constitucional.

4. ¿Por qué esta obsesión en la palabra? ¿Por qué esta obsesión en los derechos subjetivos? En el fondo, los juristas somos tan jurídico-céntricos que creemos que el Derecho lo puede todo. Es un instrumento maravilloso que, como decía De Lolme en 1775 lo puede todo (salvo convertir el hombre en mujer y viceversa).

5. No comparto ni una ni otra interpretación. Mi visión del Derecho y, en particular, el Derecho ambiental ni es jurídico-céntrica ni es tampoco la de la *omnium potentiae*. Al contrario, el ambiente del Derecho es otro es el de un instrumento-técnica social que tiene sus propias peculiaridades pero también sus importantes insuficiencias. Kelsen decía que el Derecho es una técnica social específica basada en la amenaza de la sanción. Esta característica no es particularmente propia cuando se trata del Derecho ambiental. No es accidental que sea en el ámbito de la protección ambiental donde más han surgido técnicas alternativas de ordenación de conductas basadas en la alianza entre el interés propio y el interés colectivo de la protección ambiental. Esta alianza es más fructífera, a mi juicio, que la imposición autoritaria de conductas que promueve el Derecho. En algunas ocasiones es inevitable pero no puede ser, a mi juicio, el ambiente que reclama el Derecho al medio ambiente.

EL MEJILLÓN CEBRA EN LA CUENCA DEL EBRO, SITUACION ACTUAL Y EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE GESTION

CONCHA DURÁN LALAGUNA

Confederación Hidrográfica del Ebro,

Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino

Paseo Sagasta 24-28. Zaragoza 50071. cduran@cchebro.es

Incluido entre las 10 especies invasoras más peligrosas del planeta, el mejillón cebra, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), es un molusco bivalvo de agua dulce que puede alcanzar hasta 4 cm de longitud, con un aspecto similar a los mejillones marinos. Su concha tiene forma triangular y el borde externo romo, y por lo general, posee un dibujo irregular de bandas blancas y oscuras en zigzag, de ahí su nombre común "mejillón cebra". Originario de los mares Negro y Caspio, colonizó en la primera mitad del siglo XIX gran parte de Europa mediante la navegación fluvial de los ríos de esa zona y llegó a finales del siglo XX a los Grandes Lagos de Norteamérica mediante el agua de lastre del transporte marítimo. Su presencia en la cuenca del Ebro fue detectada de modo fortuito en el año 2001 en el embalse de Flix (Tarragona) y desde su llegada, la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha puesto en marcha diversas líneas de trabajo enfocadas a frenar la expansión de la plaga. Se establece en masas de agua dulce o salina, con especial preferencia por aguas estancadas o de régimen lento. A fecha septiembre 2009, se puede decir que el mejillón cebra está presente en 7 ríos de la cuenca del Ebro.

Su ciclo vital es de tres años y presenta dos fases, una larvaria invisible al ojo humano que permanece libre en la masa de agua y una fase adulta ya visible, que se fija a cualquier sustrato. Es una especie gregaria que forma colonias extensas que colonizan todo tipo de sustrato duro. Los requerimientos del mejillón cebra respecto a diferentes factores ambientales no son exigentes, lo que hace fácil su asentamiento y proliferación. Su temperatura de supervivencia oscila entre los 0 y 32 °C a niveles de profundidad entre los 2 y 14 metros. Fuera del agua es capaz de resistir entre 7-10 días. Factores determinantes en su supervivencia son el pH (entre 7,4 y 8,5) y la velocidad del agua (no se asienta por encima de 1,5 m/sg) Se reproduce con mucha facilidad –una hembra puede emitir un millón de huevos al año- lo que provoca masivas conglomeraciones que pueden taponar cualquier infraestructura.

Existen factores naturales que facilitan el transporte de larvas dentro de masas de agua de la misma cuenca, como el flujo natural de las corrientes, pájaros y otros animales. Sin embargo, los factores humanos como la navegación y el uso de cebo vivo en las actividades de pesca han acelerado la transmisión del mejillón cebra en la cuenca del Ebro. La colonización de un hábitat por parte del mejillón cebra tiene importantes efectos perjudiciales tanto ecológicos (reducción significativa de fitoplancton y zooplancton como consecuencia de su alta tasa de filtración, desestabilización del hábitat de los peces al ocupar sus zonas de freza, reducción de las poblaciones de moluscos autóctonos como la *Margaritifera auricularia*) como socioeconómicos (taponamiento y corrosión de infraestructuras) que afectan en la actualidad a regantes, ayuntamientos, centrales hidroeléctricas y nucleares, industrias, zonas recreativas y particulares. Estados Unidos estimó un coste aproximado de esta plaga en torno a 1 billón de dólares al año.

Líneas de trabajo de CHE. Los principios de actuación de la Confederación Hidrográfica del Ebro se han centrado en: prevención, control y erradicación. Las acciones concretas se recogen en el Plan de Choque con objeto de sistematizar y afrontar con la máxima energía la lucha para evitar la colonización de los espacios no afectados todavía, y reducir los efectos ocasionados por la presencia del mejillón cebra en diferentes zonas de la cuenca del Ebro o en otras cuencas. El Ministerio de Medio Ambiente ha elaborado una Estrategia Nacional de lucha contra esta invasión.

Se han realizado **abundantes estudios** encaminados a conocer mejor la especie (todos ellos consultables en la web del Organismo) entre los que se destacan: Conocimiento del modelo de expansión de la especie y de las medidas de gestión más adecuadas para frenar su dispersión; Supervivencia de la especie a la sequía como posible medida aplicable en la gestión de los embalses; Evaluación de la vulnerabilidad de los embalses de la cuenca del Ebro con mayor riesgo frente a la plaga.

Campañas de información y sensibilización. Se ha editado material diverso en torno al mejillón cebra dirigido al público en general, a usuarios con instalaciones afectadas y a la comunidad educativa tanto para primaria como para secundaria y en esta misma línea se ofrece un servicio gratuito de asesoramiento a usuarios afectados.

Seguimiento de la población. Se llevan a cabo campañas anuales de detección precoz de mejillón cebra determinando la presencia o ausencia de larvas de y se realiza un seguimiento de la población de adultos mediante la colocación de testigos en embalses.

Restricción de la navegación. Desde la aparición del mejillón cebra, se han cambiado las normas de navegación dos veces para hacerlas más restrictivas. Ahora es obligatorio desinfectar las embarcaciones al entrar y salir de una masa de agua afectada para lo que se están construyendo estaciones de desinfección, y se está procediendo al cierre de accesos en los embalses afectados

Estudio de novedosas técnicas de control. Uno de los estudios en marcha actualmente es el uso de encapsulados o biobalas. Este método consiste en la encapsulación de ingredientes activos como el cloruro potásico (KCl) o compuestos amino cuaternarios (QACs), recubiertos con material alimentario. Esta cubierta reduce la respuesta de cierre de valvas ya que el mejillón no las detecta como nocivas. Es un tratamiento que va ser estudiado en la cuenca del Ebro en primavera del año 2010 en sistemas cerrados.

Métodos de control. Ante las masivas colonizaciones de instalaciones, se buscan tratamientos para evitar daños y obturaciones. En función del grado de actuación los tipos de tratamiento son: de choque -o medidas reactivas-, en los que el objetivo es eliminar a los individuos adultos que se han adherido a los sistemas y tratamientos preventivos -o medidas proactivas-, destinados a evitar o frenar la propagación de las larvas del mejillón cebra y evitar que se adhieran a los sistemas. A grandes rasgos, los métodos de control se clasifican en tres grandes grupos: métodos de control físico, químico y biológico.

Entre los métodos físicos, los más utilizados en la cuenca del Ebro son la limpieza mecánica, el uso de técnicas de desecación en verano, el uso de pinturas antiadherentes o recubrimientos antiincrustantes, y la filtración.

Entre los métodos químicos, el cloro, en forma de hipoclorito sódico, es el agente más utilizado debido a su bajo coste y fácil disponibilidad. Sin embargo, también presenta desventajas como la corrosión de tuberías a largo plazo y la generación de componentes tóxicos. Existe un sistema de cloración intermitente que supone un importante ahorro de producto y una reducción del impacto ambiental que está resultando muy eficaz. Otro producto químico menos usado por su mayor coste, pero eficaz, es el ozono.

Todas las medidas de gestión realizadas hasta el momento indican que es posible retardar la expansión de la plaga. Tras la experiencia adquirida en estos años, se puede concluir que la herramienta más útil en el campo de la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras es la divulgación, sensibilización y concienciación de la población. La solución de este problema pasa por todos nosotros.

“

LA NEOSPOROSIS: UNA ENFERMEDAD EMERGENTE Y GLOBAL

LUIS MIGUEL ORTEGA, SILVIA ROJO, ADRIANA AGUADO, GEMA ÁLVAREZ

Dpto Sanidad Animal, Grupo SALUVET, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

Avl Puerta de Hierro s/n, 28040, Madrid. saluvet@vet.ucm.es

<http://www.ucm.es/info/saluvet/>

Neosporosis bovina: importancia, prevalencia y transmisión

Neospora caninum es un protozoo formador de quistes tisulares perteneciente al Phylum Apicomplexa. En la actualidad, es considerado el principal agente infeccioso productor de abortos en el ganado bovino en todo el mundo, originando pérdidas económicas cuantiosas. El ciclo biológico de *N. caninum* es heteroxeno facultativo. El perro y el coyote se han identificado como hospedadores definitivos eliminando en sus heces los ooquistes, que son las formas de resistencia en el medio ambiente. Hasta la fecha, se ha identificado un amplio espectro de hospedadores intermediarios entre los que se encuentra la especie bovina. Diversas especies de animales silvestres también han sido descritos como potenciales hospedadores intermediarios pudiendo actuar como reservorios del parásito para los hospedadores definitivos. En el hospedador intermediario acontecen dos estadios diferentes del parásito: el taquizoíto, que se multiplica rápidamente en diversos órganos del hospedador durante la fase aguda de la infección, y el bradizoíto que se multiplica lentamente en el interior de quistes tisulares localizados fundamentalmente en el sistema nervioso central y que se asocia a la fase crónica de la infección.

En Europa, la tasa de prevalencia de la infección por *N. caninum* observada en fetos bovinos abortados oscila entre el 4% y el 31,3% en distintos países. En España, se señalan prevalencias de la infección en fetos de entre el 22% y el 58%. En el ganado adulto se han descrito tasas de seroprevalencia muy variadas en función del país, de la aptitud del ganado y del historial abortivo. Así, en Europa se observa un incremento de la prevalencia en sentido Norte-Sur siendo la seroprevalencia individual en el ganado de aptitud láctea de tan sólo el 0,5% en Suecia mientras que en España es del 16,2%. Además, en España la seroprevalencia intra-rebaño es llamativamente más elevada, con más de un 10% de las explotaciones con seroprevalencias entre el 50% y 100%, en comparación con otros países.

N. caninum en el ganado bovino se puede transmitir de forma vertical u horizontal. La transmisión vertical vía transplacentaria de *N. caninum* en el ganado bovino ocurre cuando en la hembra gestante los taquizoítos atraviesan la placenta e invaden el feto. Este modo de transmisión es altamente eficiente siendo su tasa en algunas granjas cercana al 100% con una correlación casi perfecta entre la seropositividad de las madres y sus terneros. En este tipo de explotaciones, el aborto por neosporosis suele ser un problema endémico. Según su origen, la transmisión vertical puede ser endógena, cuando se produce una recrudescencia de la infección crónica en la hembra durante la gestación, o exógena, cuando la hembra se infecta por primera vez durante la gestación. No obstante, aunque eficiente, la tasa de transmisión vertical no explica por sí sola la epidemiología de la enfermedad y se han descrito diversas granjas en las que la falta de concordancia entre la seropositividad de madres y sus terneros, junto con otros indicadores serológicos, indica la existencia de la transmisión horizontal o postnatal, que se produce por ingestión por parte del ganado de los ooquistes que son eliminados por los perros y que contaminan el alimento o el agua. Con frecuencia, la transmisión horizontal se traduce en un brote de abortos causado por la transmisión vertical exógena al feto (patrón de aborto epidémico) y que implica importantes repercusiones clínicas y económicas en las granjas.

Control de la neosporosis bovina

La elección de las medidas de control debería realizarse “a medida” para cada explotación en función de la magnitud de la enfermedad (tasa y patrón de abortos), la prevalencia, el principal modo de transmisión y el balance coste-beneficio. El punto de partida es conocer la situación inicial de la granja mediante un diagnóstico completo desde un punto de vista colectivo. Las técnicas serológicas convencionales (ELISA e IFI) para la detección de anticuerpos específicos frente a *N. caninum* en muestras de suero son la herramienta de elección. La seroprevalencia en la granja y la seroprevalencia en las vacas abortadas nos indicarán la magnitud del problema y si éste es debido a la infección por *N. caninum*. Además la relación entre la serología materna y la de su descendencia, la distribución de los animales seropositivos por edades, la avidez de los anticuerpos frente a *N. caninum* y la comparación de los niveles de anticuerpos frente a las proteínas recombinantes rNcGRA7

y rNcSAG4 en los animales infectados nos indicarán la fase de la infección de los animales y el modo de transmisión predominante en esa granja. El abordaje serológico se debe acompañar de la aplicación de técnicas de detección del parásito en los tejidos de fetos abortados mediante la técnica de PCR, junto con la determinación de la existencia de lesiones compatibles en dichos tejidos.

Una vez conocida la situación epidemiológica de la granja, se aplicarán o reforzarán unas u otras de las siguientes medidas de control. Las medidas encaminadas a controlar o frenar la transmisión vertical se engloban en *medidas de bioseguridad, manejo de la reproducción y diagnóstico y sacrificio selectivo*. En cuanto a las *medidas de bioseguridad* se incluye (i) adquisición de animales libres de la infección y (ii) diagnóstico de todas las hembras nacidas en la explotación seleccionando solo las negativas para la reposición. Para asegurar el diagnóstico negativo de la infección se recomienda que el animal sea seronegativo en dos muestreos consecutivos tanto en el ELISA convencional como en el basado en la proteína recombinante rNcSAG4. En cuanto al *manejo de la reproducción* destaca la transferencia de embriones de hembras infectadas a no infectadas, sobre todo en el caso de reproductoras de alto valor genético. En referencia al diagnóstico y sacrificio selectivo, existen diversas estrategias de eliminación de los animales seropositivos que dependen de la seroprevalencia en la granja. Así, puede optarse desde una eliminación drástica de todas las vacas seropositivas hasta la eliminación sólo de vacas abortadas seropositivas. Por su parte, dentro de las medidas orientadas a prevenir la transmisión horizontal, se encuentran, por un lado, las *medidas para evitar la transmisión a partir de los ooquistes* eliminados por los perros (evitar acceso de éstos al pasto, pienso y agua de bebida de los bovinos) y, por otro, las *medidas para prevenir que los hospedadores definitivos se infecten* (eliminación rápida y segura de tejidos fetales y placentarios de los bovinos y control de roedores).

Por último, la vacunación se ha sugerido como una de las principales alternativas de futuro en el control de esta enfermedad que debería complementar a las medidas de manejo del rebaño indicadas anteriormente. En este sentido, existen ciertos puntos que deberían contemplarse a la hora de diseñar una vacuna frente a *N. caninum*: (a) objetivo de la vacuna (protección frente al aborto o la transmisión vertical), (b) eficacia de la vacuna tanto en ensayos experimentales como en pruebas de campo, (c) seguridad de la vacuna y (d) posibilidad de diferenciación entre animales vacunados e infectados mediante el empleo de una técnica diagnóstica sencilla. La única vacuna frente a *N. caninum* existente en el mercado -NeoGuard?- no confiere protección frente al aborto en vacas gestantes infectadas experimentalmente, y en varios estudios de campo presentó una eficacia baja frente al aborto (5,2%-54%). En la actualidad, las investigaciones se orientan, por un lado, al desarrollo de vacunas vivas atenuadas, con las que se han obtenido resultados muy prometedores en cuanto a eficacia pero cuyo reto en el futuro es su seguridad y estabilidad, y, por otro, el desarrollo de vacunas de subunidades basadas en proteínas recombinantes o sus genes en forma de vacunas ADN. El reto de estas últimas es mejorar la presentación antigénica y seleccionar la mejor mezcla antigénica que induzca respuesta inmune protectora.

Presentaciones Orales COMUNICACIONES

LAS ACTIVIDADES DEL GEOT

CALVO PALACIOS, JOSÉ LUIS, ESCOLANO UTRILLA, SEVERINO, SÁNCHEZ ORÍZ, ENRIQUE, SALVADOR OLIVÁN, JOSÉ ANTONIO, BÁÑEZ TELLO, TOMASA, PUEYO CAMPOS, ANGEL
Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
apueyo@unizar.es

El grupo en ordenación del territorio (GEOT) de la Universidad de Zaragoza desarrolla una amplia actividad de investigación aplicada en muy diversos ámbitos y escalas territoriales, siempre ligada a la ordenación y análisis territorial, social y sanitario. Los sistemas de información, especialmente los geográficos y sanitarios, y la cartografía temática son las herramientas en las que se ha especializado en los últimos años este equipo de investigación.

En esta comunicación se van a presentar los principales trabajos y resultados desarrollados por este grupo de investigación en cuatro grandes líneas de trabajo con diferentes escalas en las que están participando los diferentes miembros del GEOT:

- Estudios sociodemográficos con la aplicación de las técnicas de potenciales demográficos, cuyos resultados se plasman en cartografía de alta precisión.
- Estudios de las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad y accesibilidad de los municipios españoles.
- Tratamiento de información sociosanitaria, selección de indicadores sociosanitarios, uso de los sistemas de información geográfica y elaboración de cartografía temática para:
- Las implicaciones, en relación con la sustentabilidad social, económica y ambiental, de los modelos de urbanización difusa, en ciudades españolas y chilenas.

CAMBIOS AMBIENTALES Y EVOLUCIÓN DEL CUATERNARIO

JOSÉ LUIS PEÑA

*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
Facultad de Filosofía y Letras. Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza*

Dedicaremos esta exposición a definir especialmente las características y líneas de investigación del Grupo Paleoambientes del Cuaternario PALEOQ, complementándolo con 6 posters sobre trabajos concretos.

El Grupo está formado por 5 geógrafos, 1 geólogo y 2 biólogos. Del total de 8 componentes tres están en centros de Huesca, uno en Teruel y los cuatro restantes en Zaragoza. Como especialidades concretas predomina la geomorfología, con diversas líneas: glaciario, periglaciario, cuaternario fluvial, morfologías y depósitos kársticos, estudio del Holoceno, geoarqueología, junto con la edafología. La escala temporal se centra en el Cuaternario, es decir en los cambios ambientales producidos en este periodo, aunque centrándonos principalmente en los últimos 200.000 años. El territorio de estudio abarca el ámbito cercano: Aragón y las provincias de Lleida, Navarra, La Rioja, coincidiendo con tres unidades morfoestructurales: Pirineos, Depresión del Ebro y Cordillera Ibérica. Puntualmente también se han realizado algunos trabajos en Chile, Argentina, Grecia, Islandia y Noruega.

Lo que da unidad al Grupo es su intención de acceder desde diversas especialidades a la información paleoambiental, que se manifiesta de formas muy variadas, la mayoría de ellas como registros sedimentarios y suelos. La interacción entre estos datos permite obtener conclusiones basadas en distintos puntos de vista, que no son más que las distintas líneas de investigación especializadas de los miembros del Grupo.

En la Cordillera Ibérica los temas más importantes están relacionados con el karst externo e interno. El estudio de los sistemas de poljes, los campos de dolinas y su relación con las superficies de erosión, se complementa con el análisis de depósitos tobáceos, especialmente terrazas de carbonatos, que ofrecen señales climáticas de fases húmedas y templado-cálidas a lo largo de los últimos 200.000 años. Igualmente el estudio de los espeleotemas en cuevas (Molinos y Ortigosa de Cameros) son verdaderos archivos de la evolución cuaternaria. Este tipo de trabajos también se ha realizado en Grecia y Argentina.

Los registros de fases frías se basa en el estudio y datación de formas y depósitos glaciares y periglaciares. En este aspecto, se ha logrado en los últimos años una secuencia de eventos glaciares desde 156.000 años hasta el estudio de los actuales glaciares residuales, que están retrocediendo desde la Pequeña Edad del Hielo. Estas investigaciones se efectúan en los valles del Pirineo central: Aragón, Gállego, Cinca y Segre. Además del interés de establecer las etapas glaciares mediante dataciones con diversos métodos, hemos estado interesados en la relación de la activación glaciar con la formación de los sistemas de terraza fluvial de los ríos mencionados. Estas terrazas abarcan 11-12 niveles que ocupan una gran extensión, especialmente en la Depresión del Ebro; el conocimiento de su edad y de los tipos de suelos desarrollados sobre ellos son seguramente los mejores registros paleoclimáticos disponibles de la Península Ibérica. Por otra parte, la cartografía geomorfológica y georeferenciación de todos estos depósitos constituyen una verdadera síntesis que permiten reconstrucciones ambientales aplicables al territorio.

El nexo de unión entre estos estudios paleoambientales del Cuaternario y la situación geomorfológica actual viene dada por los registros sedimentarios holocenos y la funcionalidad de algunas formas, como son en medios de alta montaña, en donde los riesgos geomorfológicos siguen siendo importantes, destacando los aludes o avalanchas de nieve y la evolución de laderas. En este momento nuestro Grupo posee la mejor información sobre las laderas, rellenos de valle y conos aluviales holocenos. Estas morfologías holocenas contienen los registros de cambios climáticos o climático-antrópicos más recientes (últimos 12.000 años). La fuerte intervención del hombre sobre el medio en estas últimas etapas prehistóricas e históricas, a través de diferentes momentos culturales (Epipaleolítico, Neolítico, Edades del Bronce y Hierro, Épocas celtibéricas y romanas, Edad Medieval y Moderna) interfiere de forma notable sobre los registros más puramente de génesis climática de épocas anteriores. Las zonas de mayor estudio del Holoceno se centran en el entorno de Zaragoza, Las Bardenas Reales de Navarra y la confluencia Cinca-Segre, en la zona catalana.

El paisaje actual es en gran medida el resultado de las variadas herencias morfológicas creadas por los diferentes cambios globales pleistocenos y holocenos, y especialmente de las fluctuaciones más recientes, como la Pequeña Edad del Hielo (siglos XVI-XIX), desde la cual se ha ido gestando la situación climática más seca y cálida del momento actual.

En el siglo X, el avance de la Reconquista conllevó el traslado de la capital a León, haciendo perder a la ciudad parte de su importancia. Sin embargo, gracias a su contacto con la corte de Carlomagno, comenzó a fluir desde el reino de éste un río de peregrinos que entraban por los Pirineos y por el norte iban hasta Oviedo y desde ahí hacia Santiago, con lo cual el camino norte es la ruta más antigua de los peregrinos a Santiago de Compostela; así la ciudad recuperó parte de su importancia perdida. Si los primeros peregrinos usaban esta vía se debe a que más al sur el camino no era seguro en esa época porque se trataba de un territorio en que eran frecuentes las incursiones musulmanas. El camino del sur no fue seguro hasta que reyes posteriores pudieron desplazar a los musulmanes hasta más allá del río Duero.

La ciudad de Oviedo surgió sobre una colina que los romanos llamaban Ovetao. Su fundador fue el rey asturiano Fruela, hijo de Alfonso I de Asturias (yerno y sucesor del rey Fruela I de Asturias), que reinó desde el año 757 al 768. En el año 761, a no mucha distancia de la vieja civitas romana de Lucus Asturum, el monje presbítero Máximo y su sobrino Fromestano decidieron fundar un monasterio a orillas de la calzada romana que unía León con Lugo de Llanera pasando por el puerto de Pajares. Posteriormente erigieron una ermita en honor del mártir San Vicente, al que poco tiempo después se unieron dos docenas de monjes, lo que supuso la transformación del lugar en monasterio, tal y como consta en el acta fundacional firmada el 25 de diciembre del año 781, siendo su primer abad Fromestano. Obtuvo seguidamente la protección del rey Fruela I, que eligió el lugar como residencia de Munia, su mujer, y en él nació su hijo Alfonso II, que posteriormente se conocería como «el Casto».

Más tarde, el hijo de Fruela, Alfonso II el Casto trasladó la capital del reino de Asturias desde Cangas de Onís a este lugar y convirtió a Oviedo en sede episcopal. Además la fortificó y dotó de palacios, iglesias y otras estructuras, como el acueducto de los Pilares (del que sólo se conservan cinco arcos). La muralla que protegía la ciudad, de la que hoy apenas quedan partes visibles en varios emplazamientos, delimitaba una figura circular adaptada a la colina, ocupando un área de 11 ha que cobijaba a unas 6.000 personas distribuidas en tres barrios relativamente diferenciados: La Villa, que agrupaba los edificios más antiguos religiosos y civiles; Cimadevilla, mercantil y vinculada a las peregrinaciones; y Socastiello. Durante su reinado, en 812, se descubrió en Compostela una tumba que se supuso del apóstol Santiago. Alfonso II partió de Oviedo para visitar la tumba, con lo que se convirtió en el primer peregrino en ir a Santiago de Compostela, inaugurando el primer camino de peregrinos.

En el siglo X, el avance de la Reconquista conllevó el traslado de la capital a León, haciendo perder a la ciudad parte de su importancia. Sin embargo, gracias a su contacto con la corte de Carlomagno, comenzó a fluir desde el reino de éste un río de peregrinos que entraban por los Pirineos y por el norte iban hasta Oviedo y desde ahí hacia Santiago, con lo cual el camino norte es la ruta más antigua de los peregrinos a Santiago de Compostela; así la ciudad recuperó parte de su importancia perdida. Si los primeros peregrinos usaban esta vía se debe a que más al sur el camino no era seguro en esa época porque se trataba de un territorio en que eran frecuentes las incursiones musulmanas. El camino del sur no fue seguro hasta que reyes posteriores pudieron desplazar a los musulmanes hasta más allá del río Duero.

PAISAJE, TERRITORIO Y MEDIOAMBIENTE

LUISA M^a FRUTOS MEJÍAS

Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial de la Universidad de Zaragoza (GEDETUZ)

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

e-mail: lmfrutos@unizar.es

GEDETUZ es un grupo de investigación consolidado, reconocido por el Gobierno de Aragón desde 2003, que se formó para aunar las líneas de investigación de sus componentes y trabajar conjuntamente la escala local: los espacios rurales, las comarcas y las pequeñas ciudades.

El objetivo común es el análisis de esos espacios, resultado de la acción humana, que permitan la realización de diagnósticos y la presentación de propuestas estratégicas de desarrollo sostenible, desde el doble punto de vista sectorial e integrado. En las investigaciones realizadas se atiende, específicamente, a la dimensión territorial y medioambiental, con especial énfasis en Aragón, si bien se ha trabajado también sobre estos aspectos en otros ámbitos espaciales y a otras escalas.

El punto de arranque de nuestras interpretaciones espaciales tiene en cuenta, además, los cambios inducidos por las políticas agrarias, de infraestructuras o medioambientales y de las acciones de desarrollo emprendidas al amparo de las iniciativas comunitarias o por los propios agentes locales.

Las líneas de trabajo de GEDETUZ parten de las actuales teorías sobre estrategias territoriales y desarrollo local y rural, poniendo el énfasis en los aspectos micro-económicos de ese desarrollo, así como en su carácter integral, armónico, endógeno y sostenible. La dinámica y los cambios en relación con las políticas sectoriales y territoriales que defiende la Unión Europea, con un fuerte componente de protección medioambiental y paisajística y de mejora de la calidad de vida, además de la actual coyuntura socioeconómica, ponen de relieve el interés que tiene conocer la situación de estos espacios locales y rurales y su futuro.

Se asume, por ello, que en la era de la globalización, el desarrollo local y rural adquiere un nuevo sentido, como es “estar inmerso en lo local, pero consciente de lo global”. Por ello, en los últimos años nuestra atención se ha centrado en varios ejes: las zonas con Iniciativa europea LEADER; el estudio del tejido productivo, los servicios de proximidad y las infraestructuras; los espacios protegidos y el desarrollo rural, en el marco de la interrelación necesaria para la preservación tanto del medio natural como de la cultura, identidad y paisajes de los habitantes y los lugares.

La iniciativa LEADER, como es bien sabido, propone un método de planificación “de abajo a arriba” y debe tomar la forma de desarrollo endógeno y sostenible, entendiendo por “desarrollo endógeno” la capacidad de liderar el propio proceso, unido a la movilización de los recursos disponibles en ese territorio y de su potencial de desarrollo, cuando las fuentes externas hayan cesado; En cuanto al concepto de “desarrollo sostenible”, se asume como necesidad la integración de las diversas actividades (incluida la agricultura como un motor más del desarrollo rural), en equilibrio con la conservación del medioambiente y el paisaje. En este mismo marco, nuestros trabajos incluyen también los espacios afectados desde 2000 por programas PRODER y el impacto de la nueva PAC y su chequeo, tanto en lo que se refiere al primer pilar, la actividad agraria, como al segundo pilar, el desarrollo rural. La evaluación de los resultados de la aplicación de la metodología LEADER en territorios concretos ha sido, así mismo, una de nuestras tareas.

El estudio del tejido productivo, los servicios de proximidad y las infraestructuras se han centrado tanto en los espacios LEADER y PRODER como en el resto del territorio aragonés. En esta línea de trabajo se ha partido de la premisa de que la sostenibilidad es una cualidad necesaria en la consecución de un desarrollo territorial, pero para que éste sea una realidad, es necesario tener en cuenta dos aspectos esenciales y cada vez más valorados: la calidad y la competitividad. Uno de los poster presentados sintetiza algunos de los proyectos llevados a cabo, destacando los relativos a procesos espaciales recientes que afectan al tejido productivo, tanto en áreas rurales como en espacios metropolitanos, el análisis de las producciones de calidad y de la innovación en el desarrollo local y el fundamental papel de las infraestructuras y los servicios para dotar de adecuada calidad de vida a los pobladores de estos territorios.

La cuestión de fondo en la que se enmarcan los trabajos presentados, es la diversificación de las economías rurales en el nuevo contexto que impone la mundialización económica y el aumento de la competitividad a todas las escalas. Las actividades no agrarias y, en particular, la industria, aparecen como fuentes de nuevas oportunidades que hay que gestionar de manera adecuada, tanto en los ámbitos metropolitanos como en la escala local-rural. El análisis del proceso de descentralización en el área metropolitana de Zaragoza indica que el alcance difusor es más limitado del que le correspondería por su rango. La consecuencia es que Zaragoza sigue absorbiendo la mayoría de la actividad industrial, lo que explica en parte la gran concentración espacial de esta actividad en Aragón y el escaso tejido industrial de las zonas rurales y de las pequeñas ciudades. No obstante, las investigaciones sobre los sistemas productivos locales aragoneses (PYMES, mayoritariamente de carácter endógeno y otros agentes económico-sociales que mantienen entre sí relaciones de mercado y de cooperación) han puesto de manifiesto que contribuyen decisivamente al desarrollo y la articulación territorial de los espacios no metropolitanos. En este sentido, conocer el peso de las producciones tradicionales de calidad constituyen un factor de primer orden para reforzar la competitividad de las áreas rurales.

Finalmente, la disponibilidad de infraestructuras y servicios eficientes, de calidad y sostenibles es otro de los requisitos del desarrollo territorial en el que se ha incidido, poniendo de manifiesto el impacto ambiental de algunas de esas infraestructuras e invitando a los poderes públicos a realizar una gestión responsable. Igualmente se ha indagado en el acceso a los servicios básicos y las propuestas para su mejora. Añadiremos que el análisis de los servicios turísticos y su impacto en el desarrollo y en el medioambiente solapa estos enfoques con los relativos a los espacios protegidos y su papel en el desarrollo local-rural. En cuanto a nuestros estudios sobre esas cuestiones, quedan igualmente sintetizados en el poster de esta temática presentado. Se parte de la base de que existe una normativa comunitaria sobre la obligación de preservar la calidad del agua del aire, así como la flora y la fauna; pero las acciones emprendidas no han estado exentas de controversia y de tensiones. Desde GEDETUZ se ha asumido la tarea de analizar la incidencia de tales acciones en los medios locales-rurales desde dos enfoques: el estudio del papel que juegan los diversos espacios protegidos en la conservación de la biodiversidad, el patrimonio y los paisajes, centrandó la atención en los Parques Culturales, en cuya figura fue pionera nuestra comunidad autónoma, y los conflictos entre la sociedad, la administración y las organizaciones ecologistas. Los trabajos han puesto de manifiesto que una acción integrada, que contemple la protección del medio natural a la vez que el patrimonio cultural y la identidad de un territorio y que hace partícipes a los habitantes de esas zonas protegidas de la tarea de conservación y de la gestión de su uso, resulta más eficaz que los proyectos monográficos, que enfrentan a la población local con la administración al establecer limitaciones al uso humano, en aras de una protección centrada en la flora y la fauna. Se concluye que el reto está en mantener el equilibrio entre naturaleza y sociedad, para lograr un desarrollo armónico y sostenible.

En suma, las tres líneas fundamentales de las investigaciones de GEDETUZ confluyen en propuestas integradas de desarrollo territorial, sostenibles desde el triple punto de vista de lo social, lo económico y lo medioambiental.

CARACTERIZACIÓN FLUVIAL Y RIESGOS HIDROLÓGICOS

SERGIO DOMENECH¹, FRANCISCO ESPEJO², ALFREDO OLLERO³, MIGUEL SÁNCHEZ FABRE³

¹U.T.E. Información Hidrológica Ebro, Zaragoza

²Agencia Estatal de Meteorología, Delegación Territorial en Aragón.

³Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. sdome@unizar.es

Los ríos son sistemas naturales enormemente dinámicos y complejos. El grupo de investigación cuenta con experiencia de más de una década en el análisis del funcionamiento hidrogeomorfológico de sistemas fluviales, tanto en cursos de montaña como de llanura. Su estudio ha permitido identificar cambios ambientales y perturbaciones antrópicas y ha ido conduciendo hacia una línea de gran futuro: la restauración fluvial.

Desde 1996 se han desarrollado numerosos contratos de investigación sobre caracterización y evaluación de sistemas fluviales, demandados por la Confederación Hidrográfica del Ebro o por las administraciones autonómicas de Aragón y, fundamentalmente, de Navarra, entre otros. Algunos de estos trabajos se han relacionado con la implementación de la Directiva marco del Agua (2000/60/CE). Se han realizado tramificaciones geomorfológicas, caracterizaciones topográficas y sedimentarias de cauces, cartografías de cauces y llanos de inundación, análisis de efectos de infraestructuras, evaluaciones del estado ecológico desde indicadores hidromorfológicos, etc. En el equipo han participado también investigadores de la Universidad del País Vasco y de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Una aportación metodológica destacable es el índice IHG, que evalúa la calidad hidrogeomorfológica de los cursos fluviales y que, por su carácter pionero en España, está siendo aplicado en varias cuencas, tanto por el propio grupo como por otros.

En la actualidad se está participando en varios proyectos de restauración de cauces y riberas, aportando como actuación prioritaria la idea de devolver espacio al río (territorio fluvial) para su autorrecuperación. En esta línea, los miembros del grupo trabajan activamente tanto en la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (MMAMRM), donde se coordinó la mesa de trabajo sobre alteraciones geomorfológicas en los cauces, como en el recientemente creado Centro Ibérico de Restauración Fluvial (CIREF), perteneciente a la red del European Centre for River Restoration (ECRR), y cuya sede se ha ubicado precisamente en el Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

Otra de las líneas de trabajo del grupo se centra en el estudio del comportamiento hidrológico de los ríos de nuestro entorno, especialmente los pertenecientes a la cuenca del Ebro. La existencia de un buen número de aforos con series temporales prolongadas, posibilita una buena caracterización de dicho comportamiento hidrológico. En este análisis se hace especial hincapié en las crecidas, realizando un detenido seguimiento de las tendencias que se aprecian, durante las últimas décadas, en su magnitud, frecuencia y desarrollo (trazado de los hidrogramas).

Así se ha hecho, por ejemplo, tomando como referencia las dos últimas grandes crecidas del río Ebro a su paso por el sector central de su cuenca. Se han evidenciado variaciones recientes tanto en la estacionalidad como en el volumen y frecuencia de estos fenómenos extremos. Los factores atmosféricos, cambio de usos del suelo y la propia gestión de los recursos hídricos (embalses) se asocian para llegar a ese resultado en las tendencias.

La profundización en este tema, estudiándolo en diferentes sectores de la cuenca del Ebro, puede contribuir a determinar en qué medida el cambio global se manifiesta en la disponibilidad de los recursos hídricos de nuestro ámbito territorial.

El resultado de las crecidas de mayor magnitud, tanto ordinarias como extraordinarias, es la inundación de amplios sectores de la llanura aluvial. En este sentido, se ha constatado que no existe una correlación directa entre el volumen de la crecida y la superficie inundada, siendo este un aspecto que precisa también de un análisis y una clara delimitación cartográfica de las zonas inundadas. Esto nos debe conducir a delimitar zonas con diferentes niveles de riesgo y a ahondar en el tipo de

soluciones que con menor costo social, ambiental y económico parecen más adecuadas para la minimización de daños. En esta línea, se trabaja en la figura del "territorio fluvial", en cartografías de áreas inundables y en el diseño de un sistema de valoración de riesgos de inundación, avances que serán aplicables en el proceso de implementación de la Directiva Europea de Inundaciones (2007/60/CE).

TENDENCIAS MENSUALES DE LAS PRECIPITACIONES EN ESPAÑA

JOSÉ CARLOS GONZÁLEZ-HIDALGO (1-2), MICHELE BRUNETTI (2), PETER STEPANEK (3), MARTÍN DE LUIS (1).

1) *Dep. Geografía, U. Zaragoza, España* 2) *ISAC-CNR, Bologna, Italy.* 3) *Hydrometeorological Service, Brno División, Czech Republic.*
(jcgh@unizar.es)

El reciente Panel Intergubernamental del Cambio del Clima (IPCC 2007,) entre otros objetivos señaló la necesidad de realizar estudios regionales de detalle del cambio global, con especial énfasis en el análisis de las precipitaciones, por ser el elemento del clima que determina en gran medida la disponibilidad de los recursos hídricos. Estas recomendaciones son especialmente indicadas en aquellas áreas del planeta en donde las precipitaciones son escasas, torrenciales, y están sometidas a una gran variabilidad espacial y temporal, como ocurre en las áreas de clima mediterráneo. Las áreas de clima mediterráneo se sitúan en la transición subtropical de la fachada occidental de los continentes de ambos hemisferios, y España se encuadra en casi su totalidad, salvo el archipiélago Canario, en este ambiente. Sin embargo las recomendaciones del IPCC chocan con la dificultad de la ausencia de bases de datos que ofrezcan una densidad espacial que permita captar los detalles, y con la suficiente longitud en el tiempo.

En España la información climática viene siendo recogida y almacenada por la Agencia Estatal de Meteorología (antiguo INM), organismo que conserva y almacena ingentes cantidades de datos en sus archivos, los cuales forman parte de nuestro patrimonio. Esta información presenta diferentes características que no permiten su uso directo (cortes temporales en las series, datos perdidos, datos sospechosos, series y datos repetidos etc), pero sin embargo tras un análisis y control de calidad, ofrece la posibilidad de realizar reconstrucciones en un número elevado y con suficiente longitud temporal que permitan responder a los objetivos señalados por el IPCC.

Durante los últimos diez años hemos venido realizando un vaciado de los fondos documentales de la AEMET que ha permitido construir una base de datos de precipitaciones mensuales con una densidad espacial y longitud en el tiempo no lograda hasta el presente en la España Peninsular. El total de series reconstruidas es de 2670 en el periodo 1946-2005, lo que supone una densidad espacial en torno a 1 observatorio cada 200 km². La base de datos además se extiende en altitud hasta los 1500 m, aportando una información no disponible hasta el presente y de gran utilidad por ser en general áreas de precipitaciones más abundantes y donde se almacenan los recursos hídricos. En el periodo 1931-2005 (75 años) el total de series reconstruidas es de 900, y en los últimos 90 años (1916-2005) las series reconstruidas se acercan a 400. No obstante se ha observado como a ntes de 1945 la distribución de observatorios presenta un claro sesgo hacia el este y valle del Ebro, con una entidad muy baja en el centro-oeste que se está investigando en el momento actual. La nueva base de datos ha recibido el nombre de MOPREDAS (MOnthly PREcipitation DAtabase of Spain).

El análisis de las tendencias mensuales refleja la disparidad de las precipitaciones en el territorio analizado. Los resultados del test de Mann-Kendall ($p < 0,10$) permiten afirmar que no se detectan patrones generales en la España Peninsular a excepción de los meses de Marzo y Junio (signo negativo) y Octubre (signo positivo). La distribución espacial de las tendencias en los citados meses además sufre un sesgo hacia el Oeste-Sudoeste, en los casos negativos, mientras que los valores significativos de la tendencia positiva del mes de Octubre se han localizado en el cuadrante noroccidental (Galicia y Meseta Norte). En el resto de meses no hay un patrón global, si bien se observan sectores subregionales de gran homogeneidad.

La distribución espacial de los signos de tendencia aparece ligada en muchos casos a las grandes alineaciones del relieve. Las cordilleras Cantábrica, Ibérica, Béticas y Sub Béticas, y en menor medida el Sistema Central, presentan signos de tendencia (independientemente de su significación estadística) diferentes en sus vertientes.

Como consecuencia de los cambios mensuales citados, se ha podido observar un cambio de la distribución de las precipitaciones estacionales, en las que el peso porcentual de las precipitaciones de otoño ha aumentado en un sesenta por ciento del territorio, por ello se ha producido un acortamiento del periodo húmedo, y los aportes se han venido concentrando en los momentos iniciales del mismo.

PALEONTOLOGÍA, PATRIMONIO Y MEDIO AMBIENTE

ELADIO LIÑÁN

Departamento de Ciencias de la Tierra-IUCA. Universidad de Zaragoza

Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. linan@unizar.es

La Paleontología es la disciplina científica que se ocupa de la vida del pasado, y tiene como soporte material el estudio del registro fósil sobre el que basa su sistema conceptual. Los fósiles son elementos naturales que necesitan conocimientos pluridisciplinarios para su correcta interpretación; fundamentalmente geológicos y biológicos. Por otro lado, al formar parte de nuestra historia como especie biológica son también elementos patrimoniales. Los yacimientos paleontológicos excepcionales no sólo forman parte del medio ambiente sino que sirven de referencia para reconstruir los ambientes de las biosferas pretéritas y, por ello, permiten conocer mejor el funcionamiento de los ambientes de la biosfera actual, que no olvidemos son el resultado final de una larga historia evolutiva del planeta, lo que hay que conocer si queremos interpretar correctamente las causas de que se hayan desarrollado las poblaciones, comunidades, ecosistemas y biomas actuales y no otros distintos.

El Grupo Patrimonio y Museo Paleontológico tiene tres vertientes: la investigadora, la museística y la de divulgación patrimonial y científica. Abarca tanto grupos microbianos primitivos como invertebrados y plantas, a lo largo de prácticamente todos los tiempos geológicos; fundamentalmente desde los primitivos tiempos precámbricos hasta los mesozoicos. Me centraré en el Precámbrico y Paleozoico.

Una de las líneas de investigación se centra en los aspectos científicos y museológicos del origen y diversificación de los organismos pluricelulares durante la transición Precámbrico-Cámbrico en España. Esta línea contempla tres estudios principales:

- a) Las pistas fósiles y los primeros organismos pluricelulares de esqueleto calcítico que el equipo ha venido recogiendo durante más de veinte años en diversas secciones precámbricas realizadas en Sierra Morena, Montes de Toledo, Salamanca, Cordillera Cantábrica y Cadenas Ibéricas, con el fin de correlacionar el Precámbrico de España con los de otras regiones y así conocer mejor los aspectos geológicos del origen de los animales y del proceso inicial de esqueletización.
- b) La explosión cámbrica de la vida. Desde los datos aportados por el excepcional yacimiento (*Lagerstätte*) de Murero (Zaragoza), nuestro equipo viene planteando en los foros internacionales que la radiación cámbrica, que dio lugar a la aparición súbita de los filos animales, no fue sino un fenómeno escalonado de sucesivas extinciones y radiaciones que se produjo durante el Cámbrico inferior (unos treinta millones de años) y que culminaría con la gran radiación del Cámbrico Medio. Se financia con el Proyecto consólder CGL2006-12975/BTE (2006-2011).
- c) Biocronología del Cámbrico. Uno de los estudios de mayor actualidad es la correlación internacional, que trata de buscar estratotipos estándar de Series, Pisos y sus límites que den nombre a las unidades geocronológicas, a través de la *International Subcommission on Cambrian Stratigraphy (ISCS)* dependiente de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (*IUGS*), de la que dos de los doce miembros con derecho a voto son investigadores de nuestro grupo. El proyecto multidisciplinar incluye estudios mineralógicos, geoquímicos y paleontológicos, lo que permite considerar al yacimiento paleontológico de Murero según la *ISCS* como uno de los estratotipos del límite Cámbrico Inferior-Medio aplicable a la Provincia Mediterránea.

Otra línea importante de investigación estudia las comunidades de braquiópodos, trilobites y equinodermos de yacimientos ordovícicos de Europa y de parte de Sudamérica, fundamentalmente Argentina y Chile.

A estas líneas se les añade la componente museística y patrimonial a través del inventario de materiales en la Tipoteca del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza y de las acciones emprendidas con el Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Con el fin de proceder a la gestión integral del yacimiento cámbrico de Murero (el primero en ser declarado

Bien de Interés Cultural, en 1997), se han establecido diversas rutas turísticas, y se prevé la futura creación de un centro de interpretación que potenciará uno de los yacimientos de mayor interés internacional. Nuestro trabajo de divulgación científica ha incluido un reciente documental en español e inglés sobre el Cámbrico, rodado en diversos yacimientos con la colaboración de investigadores de las Universidades de Zaragoza, Cambridge, Yale, Moscú, Lund, Pekín y los museos de Historia Natural de Cardiff y Cambridge. En la actualidad se trabaja en un libro bilingüe sobre la explosión de la vida en el Cámbrico vista a través del yacimiento de Murero.

En resumen, se estudian las pistas fósiles dejadas por los organismos primitivos en el Precámbrico de España, los primeros organismos pluricelulares con esqueleto calizo en la historia de la Tierra con el fin de realizar una correlación de eventos globales entre España, Siberia, Australia y China. También se aborda el estudio sistemático, paleobiológico y evolutivo de la biota de cuerpo blando de Murero y su comparación con las biotas de Chengjiang y Burgess Shale. Ello permitirá su puesta a punto como unidad didáctica y de desarrollo rural. Finalmente se estudian los braquiópodos y la bioestratigrafía del Ordovícico con un especial hincapié en las causas de la glaciación finiordovícica (Hirnantense), la mayor de toda la Era Paleozoica. Se utilizan estudios paleontológicos, de microscopía electrónica y de microsonda, tomografía computerizada y geoquímica.

EL PATRIMONIO PALEONOLÓGICO DEL JURÁSICO DE LA CORDILLERA IBÉRICA: SU PROTECCIÓN Y LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

GUILLERMO MELÉNDEZ

Grupo Patrimonio y Museo Paleontológico

GRUPO DE ESPECTROSCOPIA ANALÍTICA Y SENSORES (GEAS) : HISTORIA, PRESENTE Y FUTURO.

JUAN R. CASTILLO

*Grupo Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)
Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón
Universidad de Zaragoza. 50009 ZARAGOZA. España*

Las líneas de investigación del grupo tienen sus cimientos en el año 1974, Tesis Doctoral de JR Castillo con la dirección del Prof J.Aznárez, primer trabajo que se desarrolla en España sobre Introducción de muestras en Espectroscopia Atómica y que da lugar a varias publicaciones internacionales. Formalmente el Grupo se constituye en 1980. A lo largo de estos años y con la evolución de líneas de investigación que se muestra en el cuadro el GEAS ha alumbrado otros cuatro grupos de investigación que hoy siguen caminos diferentes.

La producción científica del GEAS ha sido muy importante. 60 Tesis Doctorales, más de 400 artículos científicos en revistas de reconocido prestigio internacional indexadas en el JCR del ISI WOK, 700 comunicaciones científicas o conferencias invitadas en Congresos nacionales e internacionales, 24 proyectos de Plan Nacional de la Ciencia, 15 proyectos CONSID-DGA, y numerosas colaboraciones con el sector privado. Los fondos recibidos específicamente para investigación a través de proyectos, subvenciones, contratos, gastos de personal investigador, etc, alcanzan aproximadamente los 3 millones de euros. Además el grupo ha sido uno de los impulsores de la creación del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón.

Todo ello demuestra una constante trayectoria de pendiente positiva y pronunciada del grupo a lo largo de casi 30 años, con una evolución de líneas de investigación que se resume de la siguiente manera:

- **1974-1980**

Investigación Fundamental en Espectroscopia Atómica.

Electroquímica Analítica.

- **1980-2000**

Introducción de analitos en Espectroscopia Atómica y Generación de Fases Volátiles.

Sensores Opto y Electroquímicos.

- **2001...**

Nanociencia y Nanotecnología Medioambiental Analítica: Especiación Química y Funcional en sistemas acuosos pseudo-multifase.

Biosensores nanoestructurados.

A día de hoy, el grupo lo constituyen once Profesores Permanentes del Dept. de Química Analítica de la Universidad de Zaragoza, tres técnicos, y doce doctorandos, centrando su actividad en las líneas señaladas, con una característica poco común en los grupos actuales como es su transversalidad, es decir sin centrarse en un solo campo aplicado, esta estrategia ofrece un espléndido futuro de productividad y calidad científica situándose el grupo en la frontera del conocimiento.

ESPECIACIÓN, SENSORES Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

E. BOLEA, J.R. CASTILLO
Group of Analytical Spectroscopy and Sensors (GEAS),
Institute of Environmental Sciences (IUCA),
University of Zaragoza, Zaragoza, Spain
E-mail: edbolea@unizar.es

La actividad investigadora del Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS) se centra fundamentalmente en el desarrollo de tres líneas de investigación cuyo objetivo común es el desarrollo de metodología analítica que permita resolver problemas de índole medioambiental, así como en la caracterización de patrimonio cultural.

La toxicidad y movilidad de elementos potencialmente tóxicos depende de las formas físico-químicas en las que se encuentren. Esto hace necesario el disponer de una metodología adecuada para identificar y cuantificar dichas formas en aquellos entornos naturales donde puedan encontrarse. Las técnicas de separación como el fraccionamiento en flujo mediante campos (FFF) o la electroforesis de gel de poliacrilamida (PAGE), acopladas a técnicas espectrométricas como ICP-MS, así como técnicas voltamétricas, permiten abordar este tipo de estudios.

La segunda línea de investigación se centra en el desarrollo de sensores inmunoelectroquímicos que permitan la monitorización y cuantificación de micotoxinas en alimentos de forma rápida y sensible, acorde con los niveles de concentración esperados (del orden de los ng/g). Actualmente se está desarrollando un inmunosensor para la ocratoxina A (OTA), combinando las ventajas que proporcionan tanto la especificidad de los anticuerpos monoclonales como la miniaturización y sensibilidad de los electrodos serigrafiados.

La caracterización de patrimonio cultural, como en el caso de pigmentos en cerámicas, requiere de la utilización de técnicas de análisis de superficie (como técnicas de microscopía (tanto ópticas como electrónicas) o difracción de rayos X) así como de técnicas cromatográficas. Se presentarán algunos ejemplos de la evolución de los pigmentos y pinturas utilizadas durante el período románico en Aragón mediante su caracterización con dichas técnicas.

PRESENTACIÓN DEL GRUPO PASCOLOGÍA

RAMÓN REINÉ, JOAQUÍN ASCASO, OLIVIA BARRANTES, ALFONSO BROCA, CARLOS FERRER, ANGEL SÁEZ,
ASUNCIÓN USÓN, JAVIER YERA

*Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza
Dirección. rreine@unizar.es*

El Nomenclátor básico de pastos en España, aprobado por la Sociedad Española del Estudio de los Pastos en 2001, define **PASCOLOGÍA** como la *ciencia que se ocupa del estudio de los pastos en cualquiera de sus ámbitos: ecología, edafología botánica, fitosociología, fitotecnia, valoración nutritiva, producción animal, economía agraria etc.* El término **PASTO** hace referencia a *cualquier recurso vegetal que sirve de alimento del ganado, bien en pastoreo o bien como forraje.* Se trata por lo tanto de una expresión genérica, que comprende a distintos tipos de comunidades vegetales, entre las que destacan por su calidad las herbáceas.

Esta dedicación investigadora como **pascólogos** es la que une y cohesiona al Grupo que presentamos, que se formó al amparo de la primera convocatoria de Grupos de Investigación del Gobierno de Aragón (BOA del 16/10/2002). Sus ocho componentes pertenecen al **Departamento de Agricultura y Economía Agraria de la Universidad de Zaragoza**. La mitad de ellos realizan sus labores investigadoras en la **Facultad de Veterinaria de Zaragoza** (Licenciaturas en Veterinaria y en Ciencia y Tecnología de los Alimentos) y los otros cuatro ejercen en la **Escuela Politécnica Superior de Huesca** (Ingeniería Técnica Agrícola, Segundo Ciclo de Ingeniero Agrónomo y Grado en Ciencias Ambientales).

Los investigadores de PASCOLOGÍA constituyen un **Equipo multidisciplinar**, con una dilatada experiencia en el estudio de los pastos. Este carácter multidisciplinar queda de manifiesto tanto en las **Titulaciones** de los investigadores (3 Doctores Ingenieros Agrónomos, 1 Doctora en Ciencias Biológicas, 1 Doctor en Geología, 1 Doctor en Ciencias Químicas, 1 Doctor en Veterinaria y 1 Ingeniero de Montes) como en las **Áreas de Conocimiento** a las que están adscritos: Edafología y Química Agrícola; Botánica; Producción Vegetal; y Economía, Sociología y Política Agraria.

Las **Líneas de Investigación del Grupo** son:

- Tipificación espacial y análisis de la fertilidad de suelos de pastos.
- Tipificación fisionómica y fitosociológica de comunidades pascícolas naturales.
- Tipificación espacial y cartografía de pastos en superficies agrícolas.
- Delimitación cartográfica y análisis espaciales GIS de unidades de vegetación. Diversidad espacial.
- Flora vascular de pastos. Biodiversidad vegetal.
- Evaluación ecológica de pastos. Valor florístico. Valor de la comunidad vegetal. Impactos.
- Evaluación de biomasa pastable y de producción de forrajes.
- Evaluación fitológica y químico-bromatológica de pastos y forrajes.
- Evaluación zootécnica de pastos y forrajes.
- Elaboración de bases de datos de estadísticas agropecuarias.
- Fitotecnia de cultivos forrajeros.
- Conservación de forrajes.

En los dos Centros universitarios citados, el Grupo dispone de los siguientes **Laboratorios y Equipamientos**:

- **Laboratorio para la identificación y conservación de flora vascular.** Equipamiento: herbario con más de 2.000 especies, prensas, estufas, lupas binoculares y trioculares, equipo de fotografía digital, claves botánicas, etc.
- **Laboratorio de análisis y valoración químico-bromatológica de pastos y forrajes y de materias primas para la alimentación animal.** Equipamiento: molinos, balanzas analíticas, hornos de Mufla, estufas, centrifugas,

espectrofotómetros, cromatógrafo, pH-metros, equipos de análisis de fibra, proteína y grasa, frigoríficos y arcones congeladores, etc.

- **Laboratorio de análisis químico y físico de suelos.** Equipamiento: molinos, tamices, tablas colorimétricas, balanzas analíticas, hornos de Mufla, estufas, centrifugas, espectrofotómetros, equipamiento Kjeldhal, sistema de medición de parámetros electromagnéticos en suelo, conductímetros, digestores de suelos, pH-metros, guías de clasificación de suelos, etc.

- **Laboratorio de cartografía edáfica y vegetal.** Equipamiento: estaciones de trabajo equipadas con Sistemas de Información Geográfica (software ArcView, Erdas Imagine), cartoteca y colecciones de fotografías aéreas del Pirineo desde 1956, estereoscopios, etc.

- **Equipamientos de campo para muestreo edáfico y vegetal:** cartoteca, estereoscopios de campo, altímetros, brújulas, GPS, clinómetros, notebook, sondas de suelo, anillos para toma de muestras de suelo inalteradas, segadoras de forraje, dinamómetros, neveras portátiles, etc.

El Investigador Principal del Grupo PASCOLOGÍA, el Dr. Carlos Ferrer es desde junio de 2007 Presidente de la *Sociedad Española para el Estudio de los Pastos* (SEEP). Esta Sociedad Científica (fundada en 1960 y miembro de la *European Grassland Federation* -EGF- desde su creación en 1963) agrupa a más de 300 científicos de 29 Universidades españolas, 9 Centros del CSIC, 23 Centros de Investigación Agraria de todas las CCAA y otros OPIs y Entidades privadas. Ha organizado, en diferentes ciudades españolas, 48 Reuniones Científicas (de ellas 3 conjuntamente con Portugal, de carácter Ibérico, y 1 Iberoamericana) y 2 *General Meetings* de la EGF. La SEEP es además editora de la revista científica *Pastos*.

PROCESOS AMBIENTALES LIGADOS A INCENDIOS FORESTALES

FERNANDO PÉREZ-CABELLO

Grupo Procesos Geoambientales en Espacios Forestales (GEOFOREST)

LA INVESTIGACIÓN EN ECONOMÍA AMBIENTAL DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ECONOMÍA PÚBLICA

RAMÓN BARBERÁN Y PILAR EGEA

*Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Públicas
Universidad de Zaragoza
barberan@unizar.es
pilar.egea@unizar.es*

En esta ponencia se expondrán cuáles son las líneas de investigación del grupo de investigación en Economía Pública dirigidas al ámbito del medio ambiente, cuáles son los principales trabajos que se han acometido dentro de tales líneas y cuáles las principales aportaciones realizadas. Su objetivo es dar a conocer el trabajo del grupo a los restantes grupos de investigación del IUCA y a los agentes sociales interesados, facilitando de este modo la apertura de vías de colaboración en la actividad investigadora.

ACTIVIDADES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN REALIZADAS POR EL GRUPO “AGUA, DERECHO Y MEDIO AMBIENTE (AGUDEMA)”

DR. ELOY COLOM, DRA. BEATRIZ SETUÁIN, DR. SERGIO SALINAS, DR. ISMAEL JIMÉNEZ

Departamento de Derecho Público. Área de Derecho Administrativo.

Departamento de Derecho Público. Área de Derecho Internacional Público.

Departamento de Derecho de la Empresa. Área de Derecho Financiero y Tributario. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza.

E-mail: ecolom@unizar.es, bsetuain@unizar.es, ssalinas@unizar.es, ijimenez@unizar.es

AGUDEMA (Agua, Derecho y Medio Ambiente) surge formalmente como Grupo Consolidado de Investigación en la convocatoria realizada por el Gobierno de Aragón en 2002 (la primera de todas ellas). Desde entonces, ha visto reiterado este reconocimiento en todas las convocatorias sucesivas al efecto. No obstante, con carácter previo, y ya desde principios de la década anterior, el Grupo, con la denominación de Seminario Permanente de Derecho de Aguas, venía manteniendo una dedicación intensa y sistemática al estudio de las propiedades públicas (con atención especial al agua y al tratamiento ambiental de los recursos naturales), adoptando una perspectiva de interdisciplinariedad, al participar en él especialistas en diversas ramas jurídicas, así como economistas y geógrafos y otros especialistas.

La relevancia y calidad de las líneas de investigación del Grupo ha sido reconocida por las diversas Administraciones con competencias en investigación. Además del citado reconocimiento como Grupo consolidado, ha obtenido de forma ininterrumpida desde 1991 distintos **Proyectos de Investigación** públicos y en competencia, financiados por el Estado, la Comunidad Autónoma de Aragón, la Comunidad Foral de Navarra y la Universidad de Zaragoza. Todos con el objeto de analizar aspectos sustanciales en torno al agua y al medio ambiente. Se señalan ejemplificativamente los que analizaron la *“Problemática jurídica de la depuración y saneamiento de las aguas residuales”*, *“La relación entre infraestructuras, valores públicos y medio ambiente”*, *“Las políticas ambientales supraestatales, derechos humanos y mercado”* o *“La política del agua en Europa a la luz de las transformaciones derivadas de la implantación de la Directiva marco de aguas”*.

También la fecha indicada es el origen de la celebración de **atorce Jornadas anuales de Derecho de Aguas** (1991-2009, con alguna interrupción), con asistencia muy nutrida proveniente de varios países, contándose siempre con los máximos expertos en cada tema estudiado monográficamente, y publicándose sus ponencias y comunicaciones, como colección especializada, en editoriales jurídicas de primer nivel. Se destacan las de los dos últimos años: *Agua y territorio (Consideración especial de la Reforma de los Estatutos de Autonomía)*, y *Ciudadanos y usuarios en la gestión del agua*, ambas en Thomson-Civitas. Se encuentran en prensa las correspondientes a 2009: *“Régimen económico-financiero del agua. Los precios del agua”*.

Desde el curso 2002-03 AGUDEMA ha mantenido un **Programa de Doctorado propio sobre “Propiedades públicas y Medio Ambiente (Perspectivas jurídicas, económicas y geográficas)”**. A lo largo de 2009 se ha producido o está prevista la defensa de tres Tesis de otros tantos alumnos del programa, habiéndose aprobado cuatro proyectos más. Antes, en su marco sustantivo aunque no formal, se defendieron dos Tesis dedicadas al estudio del saneamiento de aguas residuales y a la energía hidroeléctrica. Ambas fueron calificadas con Sobresaliente cum laude por unanimidad, mereciendo la primera el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Zaragoza. Estas actividades formativas van a continuar en el marco de los cambios derivados de la entrada vigor del EEES, dado que el Grupo mantiene una línea propia sobre Derecho de aguas y medio ambiente dentro del *Máster Universitario en Especialización e Investigación en Derecho* que se imparte desde este curso académico.

Deben destacarse asimismo las numerosas **publicaciones** colectivas o individuales de miembros del Grupo aparecidas en forma de monografía o de artículos doctrinales. Se destacan algunas de las más recientes: *de AGUDEMA* (de buena parte de sus miembros): *El derecho al agua*, Aranzadi, 2006; *Agua, residuos y territorio. Estudios jurídicos sobre política ambiental en España y Colombia*, Universidad del Externado de Colombia, 2007; *El Derecho de Aguas en Brasil y España*, Aranzadi, 2008; *Diccionario de Derecho de aguas*, Iustel, 2007; *El derecho a un medio ambiente adecuado*, Iustel, 2008; *Ciudadanos*

y usuarios en la gestión del agua, Civitas, 2008; *Gestión del Agua y Descentralización Política*, Civitas, 2009. De Antonio Embid: "Los nuevos Estatutos de Autonomía y el reparto de competencias sobre el agua entre el Estado y las Comunidades Autónomas", *Agua y territorio (Consideración especial de la reforma de los Estatutos de Autonomía)*, Civitas, 2007; "El sector agrario", *Derecho Público Aragonés*, 4ª ed, Zaragoza, 2008; "Water Pricing in Spain", *International Journal of Water Resources Development* 21, 2005; "El sistema institucional de Riegos del Alto Aragón: historia y presente", *RAP* 168, 2005; "La STS de 20 de octubre de 2004 en relación a las cuencas internas de las Comunidades Autónomas valenciana y de Castilla-La Mancha desde la perspectiva de su ejecución y cumplimiento", *RAP* 169, 2006; "The Right to water", *International Journal of Water Resources Development* 2, 2007. De Eloy Colom: *Los procedimientos especiales de responsabilidad administrativa*, Aranzadi, 2007; "La conformación histórica del Derecho forestal", *Comentarios a la Ley de Montes*, Civitas, 2005. De Beatriz Setuáin: *El saneamiento de las aguas residuales en el ordenamiento español. Régimen jurídico*, Lex Nova, 2002; "Urbanismo y medio ambiente", *Fundamentos de Derecho urbanístico*, Aranzadi, 2007. De Ismael Jiménez: "Fiscalidad de las Aguas en España", *Lecturas de Derecho Ambiental*, 2008; "Ambiente natural y fiscalidad", *Ambiente natural, empresa y relaciones laborales*, Aranzadi, 2009. De Carmen Tirado: *La política del agua en el marco comunitario y su integración en España*, Aranzadi, 2004; "La Directiva europea que establece un marco comunitario de aguas como modelo regional de gestión", *Derecho y administración de aguas*, Universidad de Mendoza, 2007. De Sergio Salinas: "El derecho al agua como derecho humano. Contenido normativo y obligaciones de los Estados", *El Derecho al Agua como derecho humano*, Aranzadi, 2006; "Las aguas no marítimas internacionales", *Derecho y Administración de Aguas*, Departamento de Irrigación del río Mendoza, 2007. El Grupo ha realizado también **ediciones comentadas de la normativa de aguas y sistemáticas de jurisprudencia sobre propiedades públicas y medio ambiente**. Desde 1998 hasta la actualidad lleva a cabo comentarios trimestrales de la jurisprudencia en dichas materias para la revista *Justicia Administrativa*. Igualmente, varios de sus miembros han participado en un monográfico de la misma sobre "Propiedades públicas".

Es importante señalar la **vertiente internacional de las actividades del Grupo**, que en los últimos años ha tenido una intensa **relación científica con Universidades y Centros de Investigación extranjeros**, singularmente de países iberoamericanos. Se han desarrollado proyectos de investigación conjuntos sobre agua y medio ambiente apoyados por la AECI con las Universidades del Externado de Colombia (2007); Federal de Río Grande do Norte, Brasil (2007); Mendoza, Argentina (2008 y 2009); Costa Rica (2008) y Cuenca, Ecuador (2009). Está previsto seguir la colaboración con grupos de investigación en Europa, en especial en Francia y Rumanía. En este país se celebró en la Universidad Ecológica de Bucarest un Seminario Bilateral sobre *La transposición en el derecho de ambos países de la Directiva-marco de Aguas* (2008). La interrelación con grupos en el exterior se ha acompañado de relaciones con grupos de la propia Universidad de Zaragoza y con investigadores de otras Universidades españolas.

Por último, no puede quedar sin mención la **transferencia de los resultados** de las investigaciones desarrolladas por AGUDEMA. El Grupo ha participado en proyectos de elaboración normativa y asesora a Administraciones y a Empresas o particulares. Hay que destacar igualmente su colaboración regular con las actividades del Instituto Aragonés del Agua (entidad de derecho público del Gobierno de Aragón), al que asesora en los aspectos jurídicos relativos a la gestión del agua en Aragón.

EXTINCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DESDE EL CRETÁCICO AL CUATERNARIO

EUSTOQUIO MOLINA, BEATRIZ AZANZA

Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
emolina@unizar.es, azanza@unizar.es

El objetivo general es la investigación paleontológica, cronoestratigráfica y paleoambiental de los últimos 100 millones de años, tanto en medios marinos como continentales. Se hace especial énfasis en los bioeventos y en la correlación de alta resolución del Cretácico y Terciario, basada en los foraminíferos y mamíferos. Los muestreos se realizan principalmente en España donde se encuentran algunos de los mejores cortes del mundo. También se estudian muestras y cortes de otros países, tales como Túnez, México, Cuba, Argentina, Colombia, Guatemala, Francia y Dinamarca, así como de sondeos del DSDP-ODP. El estudio taxonómico y cuantitativo de foraminíferos y mamíferos constituye la base para obtener resultados de tipo bioestratigráfico, paleoecológico y evolutivo. Los datos estratigráficos y sedimentológicos son integrados con los datos paleontológicos para la reconstrucción paleoambiental y una correlación más rigurosa. Se resuelven una serie de problemas cronoestratigráficos tales como la definición de los estratotipos de límite de los pisos del Paleógeno y Neógeno Inferior, realizando muestreos de alta resolución para precisar bioeventos y definir los estratotipos de límite en los mejores cortes analizados. En definitiva, se profundiza en el estudio de los bioeventos acontecidos del Cretácico, Paleógeno y Neógeno y en su correlación de alta resolución. Se analizarán también los patrones de evolución y extinción de los foraminíferos y mamíferos. Finalmente se integran los datos paleontológicos y sedimentológicos para deducir las causas que produjeron los distintos eventos y utilizarlos con mayor precisión en la solución de problemas cronoestratigráficos.

La mayor parte de los investigadores (E. Molina, I. Arenillas, J.A. Arz, L. Alegret, S. Ortiz, R. Fenero, I. Pérez y C.A. Sánchez) son especialistas en Micropaleontología de foraminíferos, tanto planctónicos como pequeños bentónicos, y aplican los datos a la solución de problemas geológicos (bioestratigrafía, cronoestratigrafía y paleoecología) y biológicos (extinción y evolución) del Cretácico y Terciario. Colaboran muy estrechamente con otros investigadores (A. Meléndez) que investigan sobre aspectos muy complementarios de Estratigrafía, Sedimentología y Paleomagnetismo. Estudian cortes en diversos países europeos, americanos y africanos, así como sondeos de los fondos oceánicos (DSDP-ODP). Los objetivos concretos más relevantes consisten en establecer los modelos de extinción y evolución, las causas de los eventos, la definición de estratotipos de límite de los pisos del Cretácico Superior, Paleógeno y Neógeno Inferior. Se realizan estudios micropaleontológicos de las asociaciones de foraminíferos y su relación con otros grupos de fósiles marinos, como medio para alcanzar los objetivos bioestratigráficos y paleoecológicos. Estos objetivos requieren de una buena base taxonómica y del análisis cuantitativo, técnica que permite reconocer mejor los eventos de evolución y extinción, analizando diferentes índices de diversidad, de equitabilidad, de dominancia, etc. Se revisan las escalas bioestratigráficas para tratar de mejorarlas, y reconociendo y datando las distintas secuencias deposicionales. Se estudian los estratotipos y límites más importantes de los pisos del Cretácico Superior, Paleógeno y Neógeno Inferior. Destacan las investigaciones de bioestratigrafía integrada y de alta resolución sobre el límite Cretácico/Terciario, Paleoceno/Eoceno, Ypresiense/Luteciense y se buscan cortes apropiados en España para definir los estratotipos de límite de diferentes pisos que aún están pendientes de definición.

El resto de los investigadores (B. Azanza, D. De Miguel y M. Andrés) son especialistas en Paleontología de Vertebrados, concretamente en mamíferos. Los objetivos concretos son: (1) Prospección, identificación y excavación de los yacimientos de mamíferos. Se trabaja fundamentalmente en las cuencas neógeno-cuaternarias de las comunidades de Aragón y Madrid, pero se ha prospectado también en Marruecos. (2) Proponer modelos de formación de los yacimientos mediante la integración de datos paleontológicos y sedimentológicos. (3) Estudio sistemático y evolutivo de los mamíferos fósiles. En especial se realiza el estudio de los artiodáctilos rumiantes de Eurasia, África y Sudamérica. (4) Morfología funcional de la dentición y su aplicación en la inferencia de del comportamiento trófico (5) Establecer patrones de diversidad y recambio faunístico a lo largo de los últimos 20 millones de años en la región mediterránea occidental y en la región Pampeana. (6) Fundamentar las escalas biocronológicas para el Neógeno del oeste de Europa. (7) Estudios paleoecológicos, paleobiogeográficos y paleoclimáticos a partir de los mamíferos fósiles encaminado a analizar y valorar el impacto de los

cambios globales en los ecosistemas terrestres mediterráneos. El estudio sistemático y evolutivo de los grupos de mamíferos, así como análisis cuantitativos de su diversidad y tasas de extinción y originación, se plantea como la base para analizar como incide la evolución paleoambiental en la dinámica de las comunidades de mamíferos.

Estos objetivos tienen un gran interés básico, utilidad y aplicabilidad. En investigación básica por lo que aportan al conocimiento paleontológico de los foraminíferos y mamíferos, los cuales permiten estudiar los modelos y las causas de evolución y extinción. En investigación aplicada porque se trata de los grupos más útiles en bioestratigrafía y paleoecología, los primeros en medios marinos y los segundos en medios continentales, por lo que esto aporta al conocimiento geológico de un periodo de tiempo (Cretácico-Terciario) en el que se han puesto de manifiesto una serie de eventos bióticos y climáticos que han despertado gran interés, y porque suministran el sustrato histórico reciente de los ecosistemas actuales. El conocimiento de la evolución a gran escala de los sucesivos ecosistemas pretéritos hasta conformar los ecosistemas actuales (la evolución y reemplazamiento de paleocomunidades, las relaciones entre las faunas y el medio, las respuestas de la fauna a los cambios ambientales regionales o globales, la reconstrucción de hábitats, etc.), nos permite modelizar cómo han sido los cambios en el pasado y contribuir a evaluar los cambios previsibles en los ecosistemas actuales y el tipo de evolución a corto y medio plazo, lo cual tiene una aplicabilidad y utilidad práctica con vistas a posibles políticas ambientales.

CAMBIOS CLIMÁTICOS REGISTRADOS EN LAS PLATAFORMAS CARBONATADAS DEL JURÁSICO

MARCOS AURELL, Beatriz Bádenas, Javier Ipas, Javier Ramajo
Departamento Ciencias de la Tierra (Estratigrafía), Universidad de Zaragoza
maurell@unizar.es

El grupo de investigación "Reconstrucciones paleoambientales" incluye diversos investigadores de las áreas de Estratigrafía, Paleontología y Geodinámica Interna, todos ellos pertenecientes al Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza. Los tres miembros del área de Estratigrafía hemos venido desarrollando proyectos de investigación en diversos campos en los últimos años. Entre estos, hay una línea de investigación que hemos seguido de forma continua a lo largo de más de 20 años: el análisis estratigráfico y sedimentológico de las plataformas carbonatadas marinas del Jurásico a partir del estudio de los afloramientos expuestos en la Cordillera Ibérica. Es en esta línea donde hemos alcanzado un mayor número de resultados, a partir también de la colaboración con otros grupos nacionales e internacionales. La investigación actual sobre las plataformas del Jurásico se concreta en una serie de campos:

(1) Estudio sobre el origen de los ciclos de alta frecuencia registrados en las plataformas del Sinemuriense (Jurásico Inferior). Se ha estudiado en detalle un afloramiento continuo próximo a Almonacid de la Cuba (Zaragoza), estableciendo un número variable de ciclos a lo largo del mismo. El afloramiento ha sido integrado dentro de un estudio más amplio, en el que se comparan los ciclos registrados en plataformas de la misma edad expuestas a lo largo del Mediterráneo (Túnez, Marruecos, Italia, Grecia). Esta comparación pone de manifiesto la existencia de variaciones del nivel del mar debidas a cambios climáticos, pero también una fuerte impronta de la tectónica local (subsistencia, en un contexto de tectónica extensional). El trabajo en curso sobre el Sinemuriense incluye el estudio de niveles de brechas producidos por terremotos (sismitas) en la costa de Asturias.

(2) Estudio de las sucesiones hemipelágicas (ritmitas marga-caliza) del Pliensbachiense (Jurásico Inferior), expuestas en la costa de Asturias. El análisis de detalle de dos series y su correlación permite identificar una serie de ciclos de alta frecuencia, originados por la alternancia de periodos de elevada y baja actividad de tempestades. Estos ciclos elementales están a su vez agrupados en otros de mayor duración, que parecen reflejar la existencia de ciclos de variación climática (ciclos orbitales). No obstante, la diagenesis ha alterado la distribución de carbonato y con ello la señal sedimentaria y primaria. Con objeto de reconocer esta posible variación climática, se está realizando un análisis nivel a nivel de los isótopos estables (carbono y oxígeno) registrados en las conchas de belemnites y braquiópodos, muy abundantes en la sucesión.

(3) Estudio de las sucesiones del Calloviense-Oxfordiense de la Cordillera Ibérica septentrional. Estas sucesiones de plataforma abierta contienen abundantes ammonites, que permiten realizar una calibración temporal muy precisa. Se han definido ciclos de diferente duración, algunos de ellos relacionados con los ciclos orbitales de excentricidad. Se ha cuantificado, a su vez, la magnitud de la caída del nivel del mar (en torno a 40-50 m) en torno al límite Calloviense-Oxfordiense, y que se ha relacionado con una etapa de enfriamiento global. Este enfriamiento se está estudiando en la actualidad a partir del análisis de isótopos estables (conchas de braquiópodos y belemnites).

(4) El estudio de las rampas carbonatadas del Kimmeridgiense-Titónico inferior (Jurásico Superior) se ha realizado en afloramientos al sur de Zaragoza (Ricla, Mezalocha, Aguilón) y en Teruel (Sierra de Albarracín, Calanda, Sierra Palomera). Esta es la línea donde hemos alcanzado un mayor número de resultados que incluyen la reconstrucción de los diferentes ambientes sedimentarios y la caracterización de ciclos de diferente duración, desde ciclos de algunos millones de años ligados a la evolución de la subsistencia hasta ciclos de en torno a 20 mil años, ligados a cambios climáticos de origen orbital (ciclos de precesión). Las plataformas Ibéricas son un referente internacional para el análisis del Kimmeridgiense, de modo que en la actualidad estamos realizando diversos análisis comparados con plataformas de la misma edad registradas en el Jura Suizo, Normandía, Arabia Saudí, Marruecos y Túnez. Uno de los objetivos que perseguimos es conocer la posible existencia de ciclos "milenarios" que puedan controlar la intensidad de las tormentas y huracanes que afectaron a estas plataformas carbonatadas tropicales.

RECONSTRUCCIÓN DEL CLIMA Y DEL PAISAJE QUE VIVIERON LOS HOMÍNIDOS DEL PLEISTOCENO

GLORIA CUENCA-BESCÓS ⁽¹⁾, José Ignacio Canudo ⁽¹⁾, Hugues Alexandre Blain ⁽²⁾, Juan Manuel López-García ⁽²⁾, María Melero ⁽¹⁾, Raquel Rabal ⁽¹⁾, Diana Ramón ⁽¹⁾, Juan Rofes ⁽¹⁾, Victor Sauqué ⁽¹⁾

(1) *IUCA. Grupo Aragosaurus. Paleontología. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. cuencag@unizar.es*

(2) *Institut Català de Paleoecologia Humana y Evolució Social (Unitat associada al CSIC). Universitat Rovira i Virgili. 43005 Tarragona.*

El Grupo Aragosaurus desarrolla una investigación ininterrumpida desde el año 1990 en los conocidos yacimientos del Pleistoceno de Atapuerca. Esta línea se inicio en el estudio de los microvertebrados de estos yacimientos sobre todo en sus aspectos sistemáticos y bioestratigráficos. Sin dejar esta línea, se han ido desarrollando otras líneas en otros yacimientos de la Península Ibérica, lo que nos está permitiendo tener una visión más amplia del Pleistoceno ibérico. En los últimos años se está haciendo un especial esfuerzo en la investigación del Pleistoceno aragonés, donde hemos encontrado yacimientos de macrovertebrados en las tres provincias. Brevemente describimos cuales son las bases de nuestra investigación en la actualidad.

Inferencias paleoecológicas del estudio de la morfología y evolución de los molares de los mamíferos. La morfología y tamaño de los molares de los mamíferos presenta una correlación positiva con el tipo de dieta y la dieta suele tener también una correlación positiva con el tipo de clima, sustrato vegetal y disponibilidad de alimento. En los roedores especialmente la dentición hipsodonta y la complejidad de los entrantes y salientes del esmalte está relacionado con una dieta más rica en vegetación herbácea, propia de medios abiertos e indicadores por tanto de condiciones áridas en relación con molares bunodontos que presentan los roedores mejor adaptados a medios boscosos o con un sustrato vegetal arbustivo. El análisis de las poblaciones de molares en roedores permite determinar el porcentaje de medios abiertos frente a boscosos.

Inferencias paleoclimáticas de las asociaciones de pequeños vertebrados y comparación con las asociaciones de pequeños vertebrados actuales. Una vez determinada la ecología de cada uno de los taxones presentes en una asociación se estudia su evolución en una secuencia. Esto permite reconstruir los cambios climáticos a lo largo del intervalo con el registro fósil. Actualmente se está haciendo un especial esfuerzo en dos intervalos temporales dentro del Pleistoceno.

Paleoclimatología y reconstrucciones paleoambientales del último millón y medio de años mediante el estudio de las estructuras poblacionales de los mamíferos fósiles (insectívoros, quirópteros, lagomorfos y roedores) a lo largo de secuencias estratigráficas en Atapuerca, Cueva del Conde, El Mirón, Cádiz, Lugo y Tarragona en España, Gibraltar y Bois Roche en Francia.

Reconstrucciones ambientales de los últimos 40.000 años y predicción de cambios ambientales y climáticos del futuro. Las reconstrucciones ambientales de los últimos 40.000 años a partir del estudio de los pequeños mamíferos presenta una correlación positiva con el registro polínico, isotópico marino, glaciológico y fondo oceánico. La evolución del clima en los últimos 40.000 años permite sugerir líneas de tendencia en el clima de los próximos miles de años.

20 AÑOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE DINOSAURIOS EN LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

JOSÉ IGNACIO CANUDO ⁽¹⁾, Gloria Cuenca-Bescós⁽¹⁾, Ainara Badiola⁽¹⁾, José Luis Barco^(1,2), Diego Castanera⁽¹⁾, Penélope Cruzado-Caballero⁽¹⁾, Ignacio Díaz-Martínez ^(1,3), José Manuel Gasca⁽¹⁾, Daniel Gómez-Fernández⁽¹⁾, Miguel Moreno-Azanza⁽¹⁾, José Ignacio Ruiz-Omeñaca ^(1,4), Fidel Torcida Fernández-Baldor ^(1,5)

(1) IUCA. Grupo Aragosaurus. Paleontología. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. jicanudo@unizar.es

(2) Paleomás. Polígono INBISA - Empresarium - C/Retama, 17 Nave 24C, 50720 Cartuja Baja, Zaragoza,

(3) Departamento de Química. Edificio Científico Tecnológico. Universidad de la Rioja. Madre de Dios 51. 26001 Logroño / Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja

(4) Museo del Jurásico de Asturias (MUJA). 33328 Colunga, Asturias

(5) Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes, Plaza Jesús Aparicio. 09600 Salas de los Infantes, Burgos

A comienzos de la década de los 1990, un grupo de investigadores del área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza iniciamos una línea de investigación nueva en nuestra comunidad. Se trataba del estudio de los vertebrados mesozoicos, en general, y de los dinosaurios, en particular. Se comenzó a estudiar los restos directos e indirectos de dinosaurios de varias localidades del Cretácico Inferior turolense (Galve, Castellote, Peñarroya de Tastavins, etc.). El gran interés social que despertó los descubrimientos del grupo estuvo en el inicio de proyectos estratégicos de divulgación científica como es Dinópolis, y de museos como el Museo de los Dinosaurios de Arén. El grupo ha tomado el nombre de Aragosaurus, el primer dinosaurio descrito en España y dedicado a Aragón. En colaboración con otras instituciones, el equipo investiga en Asturias, Castilla-León (Burgos y Soria), Valencia (Castellón y Valencia), La Rioja y Cataluña (Barcelona y Lleida). Desde hace cuatro años desarrolla todos los años una campaña de prospección y excavación en el norte de la Patagonia argentina en colaboración con la Universidad Nacional de Comahue (Neuquén). Teniendo en cuenta el gran interés social por los dinosaurios y otras líneas de investigación que desarrolla el grupo se ha realizado un especial esfuerzo en la divulgación de los resultados a través de la web del equipo (www.aragosaurus.com) que ha recibido más de 180.000 visitas en lo que llevamos de año 2009. La investigación realizada en estos últimos 20 años se pueden sintetizar en tres líneas fundamentales: 1) Estudio de paleobiodiversidad de los vertebrados continentales del Jurásico y el Cretácico en Iberia. 2) Paleobiogeografía con dinosaurios de la Península Ibérica durante el Jurásico y el Cretácico, incluyendo sus relaciones con Gondwana (Argentina) y 3) Estudio de la extinción del límite Cretácico – Terciario en la Península Ibérica.

1) Estudio de paleobiodiversidad de los vertebrados continentales del Jurásico y el Cretácico en Iberia. El análisis de la Paleobiodiversidad, el Paleoambiente y la Paleoecología de los vertebrados mesozoicos (especialmente dinosaurios) del Jurásico Superior y del Cretácico de Aragón ha sido la línea sobre la que el grupo ha hecho un mayor esfuerzo. El conocimiento previo que se tenía era muy escaso y circunscrito a algunos yacimientos particulares. En la comunidad aragonesa afloran sedimentos continentales y de transición del Jurásico Superior y de la mayor parte del Cretácico. Es relativamente frecuente la presencia de vertebrados fósiles en estos sedimentos continentales, por lo que es un área privilegiada para conocer las variaciones de la paleobiodiversidad de vertebrados durante casi 100 millones de años. El planteamiento ha sido el estudio de todos los restos directos identificables, e indirectos (icnitas y cáscaras de huevo) recuperados. Las campañas de prospección por las tres provincias han permitido encontrar más de 100 yacimientos de vertebrados del Mesozoico, lo que hace de Aragón, la comunidad española con más yacimientos de huesos de dinosaurios. Entre estos yacimientos hay que destacar La Cantalera (Josa) y Vallipón (Castellote), donde hemos encontrado más de 20 taxones distintos de vertebrados. El interés de estos yacimientos es que representan una ventana a la paleobiodiversidad en un momento y un lugar determinado hace más de 120 millones de años. Generalmente los yacimientos de dinosaurios están compuestos por un solo individuo, y son raros en la literatura los yacimientos de acumulación que pueden representar un ecosistema más o menos completo.

Además se han encontrado y descrito ejemplares excepcionalmente bien conservados y completos, lo que ha permitido describir tres nuevos dinosaurios: el saurópodo *Galvesaurus herreroi* del tránsito Jurásico-Cretácico de Galve (Teruel), *Tastavinsaurus sanzii* del Aptiense inferior de Peñarroya de Tastavins (Teruel) y *Arenysaurus ardevoli* del Maastrichtiense superior de Arén (Huesca). Junto con estas tres nuevas especies de dinosaurios se ha descrito un ootaxón de cáscara de huevo de dinosaurio terópodo llamado *Macroolithus turolensis* en el Hauteriviense superior-Barremiense basal de Galve. El trabajo que se está realizando es la reconstrucción de la paleobiodiversidad del resto de vertebrados continentales (mamíferos, cocodrilos, pterosaurios, tortugas,...), pero el material encontrado hasta ahora es bastante fragmentario. Hay que destacar los mamíferos, cuyo registro en la época de los dinosaurios es excepcional y nos ha permitido describir tres nuevos taxones: el peramúrido *Pocamus pepelui* del Barremiense inferior de Galve y los multituberculados *Cantalera abadi* del Hauteriviense superior-Barremiense basal de Josa (Teruel) y *Lavocatia alfambrensis* de Galve. Sirva como ejemplo, que en el Barremiense (Cretácico Inferior) hemos diferenciado más de treinta taxones de vertebrados, aunque muchos de ellos solo se conoce de manera fragmentaria (dientes), por lo que no se puede identificar el taxón a que pertenecen.

El estudio de icnitas (pisadas fosilizadas) aportan una importante información sobre la paleoecología de los dinosaurios. Hay aspectos sobre su comportamiento que pueden ser únicamente descubiertas por el estudio de icnitas. Especialmente interesantes son los trabajos realizados en varios de los yacimientos propuestos para la candidatura española de las icnitas de dinosaurio ibéricas como Patrimonio Mundial de la UNESCO. Así en las Cerradicas (Teruel) y Fuentesalvo (Soria) demostramos como los terópodos de pequeño tamaño se organizaban en manadas de más de 10 individuos. La prueba era sencilla: los rastros de estos dinosaurios se distribuyen de manera paralela y a una distancia muy parecida entre los individuos. También se puede citar la descripción de una gigantesca icnita de dinosaurio terópodo del Berriasiense de Soria, o la descripción del rastro cuadrúpedo ornitópodo más antiguo a nivel mundial en las Cerradicas.

2) Paleobiogeografía con dinosaurios de la Península Ibérica durante el Jurásico Superior y el Cretácico, incluyendo sus relaciones con Gondwana (Argentina). La Península Ibérica durante el Cretácico tiene una fauna de dinosaurios con una excepcional ambigüedad paleogeográfica. Esto se debe a la posición de la península entre los continentes del hemisferio Norte (Laurasia) y los del hemisferio Sur (Gondwana). Las faunas ibéricas presentan una mezcla de elementos autóctonos, asiáticos, norteamericanos y africanos en una asociación única en el Mesozoico y de gran interés paleobiogeográfico. El trabajo que estamos realizando trata de ver en cada periodo geológico que tipo de faunas dominan, si las autóctonas o las emigrantes y cómo este proceso va evolucionando a largo del Mesozoico. En el marco del proyecto "Controles paleogeográficos y paleoclimáticos en el relevo de las faunas de vertebrados continentales durante el intervalo Jurásico Superior-Cretácico Inferior en Iberia y Patagonia" se está desarrollando la comparación de las faunas de vertebrados ibéricos el Jurásico Superior-Cretácico Inferior con los de Sudamérica. Esto nos está permitiendo reconstruir cuándo las faunas de vertebrados pangeáticos están claramente diferenciadas a ambos lados del océano atlántico y por tanto el momento exacto de la separación de los continentes africano-sudamericano y la rotura definitiva de Gondwana. En los trabajos realizados en el norte de la Patagonia se han encontrado varios nuevos saurópodos, uno de ellos dedicado a la empresa Petrobrás ("*Petrobrasaurus*"), al haberse encontrado el esqueleto en una de sus explotaciones petrolíferas.

3) Estudio de la extinción del límite Cretácico – Terciario en la Península Ibérica. Nuestro grupo investiga sobre la extinción de los dinosaurios a partir del excepcional registro del Maastrichtiense superior de los Pirineos. La extinción de estos vertebrados a partir de un cambio climático muy rápido o instantáneo es sin duda uno de los grandes temas de investigación en ciencia. Lo que estamos realizando es una evaluación del registro de dinosaurios en los últimos 200.000 años en la Península Ibérica. Esto nos está permitiendo registrar si se trató de una extinción instantánea y relacionar con la caída de un gran meteorito. O si se trató de la otra posibilidad, es decir, es que esa extinción fuera escalonada a lo largo de varios cientos de miles de años y el agente asesino habría que buscarlo en otros escenarios. A pesar de la mucha literatura científica y de divulgación que existe sobre la extinción de los dinosaurios, la realidad es que hay pocos datos fuera de Norteamérica, donde tradicionalmente se ha estudiado este proceso. Para poder tener un modelo válido a nivel global debemos conocer bien como se extinguieron los dinosaurios en diferentes partes del mundo, y en este contexto los Pirineos son un área privilegiada por tener afloramientos con dinosaurios y otros vertebrados en el final del Cretácico y en el comienzo del Terciario. Por el momento no hemos localizado el nivel estratigráfico con evidencias de impacto extraterrestre que marca el límite Cretácico-Terciario, pero se ha logrado acotar un pequeño intervalo donde se encuentra. Además se ha situado el nivel estratigráfico donde se encuentran los últimos dinosaurios, si este coincide con el nivel de evidencias de impacto o se encuentra por encima o por debajo nos dará la clave de si los dinosaurios fueron extinguidos por dicho impacto. Se puede adelantar que hemos descubierto una inesperada paleobiodiversidad en los últimos miles de años del Cretácico con la presencia de ocho dinosaurios distintos (al menos), pertenecientes a hadrosáuridos, terópodos y saurópodos.

CALIDAD Y TRATAMIENTO DE AGUAS

PEÑA ORMAD

*Grupo Calidad y Tratamiento de aguas
Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón
Universidad de Zaragoza.
50009 ZARAGOZA. España*

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICION ANIMAL: EXPERIENCIA Y POTENCIAL DE COLABORACIÓN EN OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES

J.A. GUADA, C. Castrillo, M. Fondevila y A. de Vega
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
Facultad de Veterinaria, c/ Miguel Servet, 177 50013 Zaragoza. jguada@unizar.es

El grupo de investigación en Nutrición Animal, reconocido por la DGA como consolidado desde 2003, aglutina a profesores e investigadores en formación del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos que trabajan en aspectos de nutrición y alimentación animal. Desde 1980, en que inició su actividad, hasta la actualidad, ha venido trabajando en el desarrollo y aplicación de métodos de valoración nutritiva, estudio de la fermentación y microbiología del tracto digestivo, y estimación de la ingestión en condiciones de pastoreo, con el fin de mejorar la tecnología de la alimentación animal, el aprovechamiento de los recursos regionales y el desarrollo de estrategias de producción sostenibles.

Se han evaluado nutricionalmente materias primas, piensos, aditivos y estrategias de alimentación en diversas especies animales: ovina, bovina, porcina, cunícola y animales de compañía. Además de ensayos de ingestión y producción, complementados con el análisis de nutrientes de la dieta y los productos, la metodología utilizada comprende balances de digestibilidad y estimaciones de flujos y cinética de tránsito en todo el tracto digestivo o segmentos del mismo, estudios de actividad enzimática y ecología microbiana en el tracto digestivo, caracterización de los productos de la fermentación ruminal en el caso de los rumiantes o de la fermentación cecal en el de los monogástricos herbívoros, y cuantificación de la síntesis microbiana en el sistema digestivo y de su contribución a la economía proteica del animal hospedador, bien mediante la digestión intestinal de la biomasa microbiana en los rumiantes o de la cecotrofia en el conejo. Estudios *in vivo* que se combinan con métodos *in situ* o *in vitro* para valorar la interacción entre sustratos e inóculos microbianos en las cinéticas de digestión o fermentación y en las características de los productos resultantes.

Mediante estas técnicas se han evaluado en el pasado diversos suplementos y subproductos agrícolas y agroindustriales, estableciendo estrategias de utilización por los rumiantes y permitiendo el aprovechamiento de recursos que contribuían al deterioro ambiental, con abaratamiento de raciones para vacuno y ovino. En los últimos años, se ha progresado en el desarrollo metodológico de marcadores para identificar el N de origen microbiano en el tracto digestivo y se han incorporado técnicas moleculares para la identificación de especies microbianas, a la vez que se han realizado trabajos, en colaboración con la empresa, sobre el efecto del procesado tecnológico de cereales, suplementos proteicos, piensos y forrajes en la alimentación de los rumiantes, así como materias primas y aditivos en el caso del ganado porcino y animales de compañía. Esta experiencia metodológica permitiría abordar en un marco interdisciplinar estudios sobre diversos temas con implicaciones ambientales, tales como el aprovechamiento de subproductos, la reducción de la contaminación ganadera por efluentes y gases invernadero, la interacción de la dieta con la microbiota intestinal y la patogénesis de algunas enfermedades, la producción y valoración de compuestos funcionales, la mejora de la calidad de los productos y la optimización de los sistemas de producción ganadera en el entorno socioeconómico regional.

Mención aparte exigen los estudios sobre el consumo a diente de pastos y recursos pastables por la especificidad de la metodología requerida para estimar la ingestión y el valor del pasto seleccionado por los animales. Con este fin se ha investigado la utilidad de los alcanos presentes en la cera cuticular de las plantas como marcadores de ingestión, digestibilidad y flujo digestivo. Tras su validación y caracterización en las plantas inventariadas, se han aplicado, junto con otras metodologías descritas anteriormente, al estudio de los recursos nutritivos de sistemas de producción ovina basados en el aprovechamiento a diente de alternativas de cultivos adaptados a condiciones áridas. Estos estudios se prosiguen en el marco de una iniciativa de cooperación internacional y brindan una amplia oportunidad de colaboración con interesados en la producción vegetal y la ecología de pastos. La utilidad de los herbívoros, particularmente del ganado ovino en regiones semiáridas, para fines medioambientales, como la recuperación de la fertilidad del suelo, la prevención de incendios, o la modelización del paisaje mediante el pastoreo, ha sido poco explotada en nuestra comunidad y ofrece un extraordinario potencial para su integración en estudios interdisciplinares sobre aprovechamiento sostenible de recursos propios, recuperación de pastizales y ordenación del territorio.

ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA DISMINUIR EL RIESGO DE ABORTO ASOCIADO A NEOSPORA CANINUM EN VACUNO LECHERO

JESÚS YÁÑIZ, Pilar Santolaria, Sonia Almería, Fernando López-Gatius
Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
Dirección. jyaniz@unizar.es

La neosporosis es una enfermedad parasitaria considerada en la actualidad una de las causas más importantes de aborto en ganado vacuno en todo el mundo. En España, la enfermedad ha sido descrita como el primer agente causal de aborto, y el ganado vacuno presenta prevalencias de infección elevadas (de entre el 32% al 57% de los fetos y entre el 33 y 58 % de los rebaños afectados). Estudios previos de nuestro grupo han evidenciado una altísima incidencia de los cuadros de aborto asociados a *N. caninum* en el noreste español, independientemente de la tasa de prevalencia encontrada en los rebaños. Las vacas seropositivas presentan de 12 a 18 veces mayor riesgo de abortar que las seronegativas en los mismos rebaños, con tasas de abortos del 30-44% en los animales seropositivos. Los abortos por *N. caninum* pueden tener lugar desde los tres meses de gestación hasta el final de la misma.

Cuando se detecta la presencia de la enfermedad en una explotación de vacuno, la elevada incidencia que a menudo se observa hace inviable sacrificar todos los animales sero-positivos a la vez, por lo que suele optarse por una estrategia de erradicación a medio plazo. Durante los años en que se convive con el parásito es importante buscar estrategias que minimicen el riesgo de aborto. Por ello, una parte de nuestra investigación sobre la enfermedad se centra en el estudio de posibles estrategias de manejo que disminuyan el riesgo de aborto asociado a *N. caninum* en vacas de leche.

Uno de los aspectos estudiados que ha ofrecido mejores resultados es la utilización de semen de raza cárnica en la inseminación de vacas frisonas seropositivas frente a *N. caninum*, ya que, dependiendo de la raza empleada, reduce el riesgo de aborto entre 1,5 y 3 veces. En todos los estudios realizados hasta la fecha, el semen de la raza Limusina es el que ofreció mejores resultados, por lo que se ha recomendado su utilización en vacas seropositivas a *N. caninum*, y esta medida se ha convertido en una estrategia fundamental en el control de la neosporosis a nivel internacional.

Por otro lado, la titulación de anticuerpos frente al parásito puede resultar una información muy valiosa para priorizar el orden de sacrificio de los animales. En nuestros estudios hemos observado que las altas titulaciones de anticuerpos aumentan el riesgo de aborto en vacas multíparas pero no en novillas, por lo que a nivel práctico se recomienda priorizar el sacrificio de las vacas multíparas con titulaciones elevadas de anticuerpos (>30 unidades) frente a *N. caninum*.

Por último, el clima parece jugar un papel muy importante en el éxito reproductivo y hay indicios de que las condiciones climáticas pueden influir en el riesgo de aborto asociado a *Neospora caninum*. En nuestros estudios hemos demostrado que la lluvia y la acumulación de días secos durante el segundo trimestre de gestación pueden comprometer el éxito de la gestación en vacas infectadas crónicamente por *Neospora caninum*. Se recomienda un mayor control de las condiciones ambientales durante el segundo trimestre de gestación en los animales de riesgo para disminuir la incidencia de abortos.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL2007-65521-C02-01/GAN y AGL2007-65521-C02-02/GAN.

EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS DE LECHE DE ALTA PRODUCCIÓN: EFECTO DEL MICROCLIMA

PILAR SANTOLARIA, Jesús Yániz, Irina García-Ispierto, Fernando López-Gatius.
Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
Dirección. psantola@unizar.es

La eficacia en la reproducción es un factor clave en la rentabilidad de una explotación de vacuno de leche de alta producción. En este sentido, se han realizado numerosos estudios para evaluar la influencia de diversos factores productivos sobre la fertilidad en vacas de leche (nutrición, medio ambiente, estado productivo, manejo, patologías, condiciones meteorológicas, etc.) y se han constatado importantes interacciones entre ellos. El objeto de nuestro estudio es desarrollar un estudio epidemiológico sobre los factores que afectan a la eficiencia reproductiva y sus interacciones.

Las vacas de leche de alta producción están sometidas a una fuerte demanda metabólica por la producción de leche, y la fertilidad o el desarrollo de la gestación pueden verse comprometidos ante la presencia de factores estresantes como son las condiciones meteorológicas ambientales. Temperatura, energía radiante, humedad relativa, lluvia o velocidad del viento son agentes que pueden provocar un estrés ambiental. Un índice que se ha revelado muy útil es el índice de temperatura y humedad (THI), ya que incorpora tanto los efectos de la temperatura ambiente como de la humedad relativa, y permite evaluar el impacto del estrés térmico en las vacas de leche ($THI = (0.8 \times T \text{ media} + (RH (\%) \text{ media} / 100) \times (T \text{ media} - 14.4) + 46.4)$). El número de oscilaciones diarias o en breves periodos de tiempos de la temperatura o del índice THI también se ha manifestado como un factor importante que afecta a la eficacia reproductiva.

En nuestra región la estación tiene un gran impacto en la fertilidad y en la función ovárica. La hipofunción ovárica tiene una clara distribución estacional caracterizada por una mayor frecuencia en la estación cálida (mayo a septiembre) frente a la estación fría (de octubre a abril). El estrés por calor afecta a la dinámica folicular que podría verse alterada por un desequilibrio endocrino, y cuya consecuencia sería un fallo en la ovulación. Así, en nuestra zona de estudio el fallo en la ovulación se contabiliza 3.9 veces más alto en vacas inseminadas en el periodo cálido comparadas con vacas inseminadas en periodo frío. Además, hemos constatado que cuando el THI aumenta tres días antes de la Inseminación artificial (IA), la fertilidad decrece.

El descenso de la fertilidad en periodos cálidos probablemente también este asociado a que el estrés térmico, en el día 1 tras la IA, afecta a la viabilidad del embrión. Un embrión de 1 día es más sensible a las altas temperaturas ambientales que embriones de 3, 5, y 7 días, de tal forma que a medida que el desarrollo embrionario progresa, los embriones se vuelven más resistentes. Este incremento en la resistencia puede ser debido a que las respuestas bioquímicas del embrión limitan los efectos perjudiciales de las temperaturas elevadas y de respuesta al estrés térmico.

También relacionado con la estación, está la mayor frecuencia de quistes ováricos que pueden llegar a ser cinco veces más alta durante el periodo cálido que durante el periodo frío. Por último, un periodo prolongado de altas temperaturas ambientales reduce la intensidad del comportamiento del celo, así como la proporción de ovulaciones sin signos de estro. La reciente incorporación de nuevos sistemas de enfriamiento, como ventiladores o difusores de agua, en las granjas ha ayudado a disminuir estos efectos, sin embargo todavía quedan cuestiones por resolver.

El estrés por calor también afecta a la gestación. La pérdida de la gestación es, probablemente, el desorden con mayor impacto económico que afecta al rendimiento productivo, sobre todo cuando esa pérdida ocurre entre los días 30 y 60 de gestación, es decir en la última fase de la etapa embrionario o en el inicio del periodo fetal. Entre las causas que provocan esta pérdida fetal temprana se han descrito factores asociados al manejo del animal, pero también se han encontrado evidencias de la influencia de las condiciones meteorológicas, tanto en nuestra área geográfica de estudio como en otras regiones.

En la vaca la implantación del embrión se produce durante los días 21-30 de gestación. Los complejos mecanismos de interacción que se establecen entre el embrión y su madre durante los días previos a la implantación son críticos para la

supervivencia del embrión. Según nuestros resultados, un fuerte estrés por calor durante dicho periodo preimplantacional puede comprometer la continuidad de la gestación. Así, por ejemplo, el incremento del número de horas acumuladas con THI>85 entre los días 11 y 20 de gestación favorece la pérdida de gestación (odds ratio = 1.57).

Otro factor que se manifestó como significativo fue el número de oscilaciones del THI máximo. Únicamente se registraron oscilaciones de este tipo durante los meses de diciembre y febrero, y es destacable el hecho de que estas oscilaciones de THI durante el periodo embrionario estén relacionadas con la pérdida fetal. Las oscilaciones diarias de T^o y THI, que son más frecuentes durante los meses de verano, no afectan al mantenimiento de la gestación, debido, posiblemente, a que durante las horas nocturnas las vacas son capaces de disipar el calor acumulado durante el día. En estas situaciones, de oscilaciones diarias repetidas, un incremento y adaptación de los mecanismos de termorregulación de la vaca son probablemente capaces de mantener la estabilidad térmica del animal. Sin embargo cuando las oscilaciones son esporádicas, es decir, cuando se produce una variación de las condiciones climáticas en un determinado día en relación a los días previos, se incapacita la adaptación, provocando un fallo en la termorregulación de la vaca que parece afectar a la supervivencia del embrión.

En conclusión, las condiciones climáticas acumuladas tanto durante periodos previos a la inseminación, como durante los primeros 40 días tras la inseminación pueden comprometer el éxito de la función reproductora de la vaca.

Agradecimientos: Los resultados más recientes de esta línea se han obtenidos gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL2007-65521-C02-01/GAN y AGL2007-65521-C02-02/GAN.

BIOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE

MARÍA. T MUIÑO

Grupo Biología y Fisiología de la reproducción. Universidad de Zaragoza

BIOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE

A. ABECIA

Grupo Biología y Fisiología de la reproducción. Universidad de Zaragoza

HALLAZGO DE LEGIONELAS PRODUCTORAS DE BACTERIOCINAS, SU CAPACIDAD INHIBITORIA FRENTE A ELLA MISMAS Y A BACTERIAS GRAM -NEGATIVAS Y GRAM-POSITIVAS: SU SIGNIFICADO ECOLÓGICO

RAFAEL GÓMEZ-LUS

Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Zaragoza.

Dirección:gomezlus@unizar.es

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

Recordaremos que al antagonismo bacteriano fue descrito en los albores de la microbiología por Pasteur y Joubert (1877), al comprobar el efecto inhibitorio de algunas bacterias sobre *Bacillus anthracis*¹.

En 1980, Rowbotham² describió que el crecimiento de *L. pneumophila* en medio sólido se inhibía por algunas especies, como *Bacillus* spp. y *Paeruginosa*, presentes en muestras orofaríngeas.

Flesher *et al.*³ en el mismo año, comunicaron que cepas de *Streptococcus* spp. y *Staphylococcus saprophyticus* procedentes de cultivos de frotis faríngeos, inhibían el crecimiento de cinco cepas de *L.pneumophila* serogrupo 1 y una de cada uno de los serogrupos SG2, SG3 y SG 4.

Basados en el criterio ecológico y al haber comprobado la elevada sensibilidad *in vitro* de las legionelas a bacterias gram-negativas [BGN] (géneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, y *Aeromonas*, así como géneros de la familia *Enterobacteriaceae* (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Proteus* y *Salmonella*)^{4,5} y en menor grado a bacterias gram-positivas[BGP] (géneros *Staphylococcus* y *Streptococcus*), se ha ampliado este estudio con el análisis de la actividad de las legionelas sobre diversas cepas de BGN y BGP.

Aunque la actividad bacteriocinogénica de las legionelas no había sido detectada con anterioridad, recientemente hemos demostrado⁶ que 20 especies del género *Legionella* y 8 serogrupos de *L. pneumophila* son productores de bacteriocinas (BL o BLIS⁷, de bacteriocin-like o bacteriocin-like inhibitory substance, respectivamente)

MATERIAL Y MÉTODOS

Para obtener las bacteriocinas, cada cepa de legionela se siembra en placas de petri(10 cm) de BCYE(Buffered Charcoal Extract)-a ceto glutarato, con un inóculo de 10⁴ ufc y se incuban a 36°C y un 10% de CO₂ y durante 2-4 días. Mediante tubos de vidrio estériles se obtienen tacos de 8mm de diámetro, que se conservan en placas de petri selladas a 4°C, estando ya preparados para ensayarse frente a las cepas receptoras. Las legionelas cuya sensibilidad a las bacteriocinas vamos a probar, se siembran en placas de BCYE, se colocan en su superficie con pinzas, 6 tacos de las cepas cuya capacidad productora vamos a evaluar.

El estudio de la actividad de legionelas frente a BGN y BGP se hace con la misma técnica pero utilizando los medios de cultivo adecuados: para cada especie: Agar Mueller Hinton, Agar sangre(Columbia) y Agar Chocolate enriquecido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comenzaremos por analizar el comportamiento de 10 cepas de *L.pneumophila* pertenecientes a los serogrupos :SG1(3), SG2(1), SG3(1), SG4(1), SG5(1), SG6(1), SG10(1),y SG12(1). Las tres cepas de Lp1(Knoxville, Philadelphia y UZ74573) poseen el mismo patrón de bacteriocinas con actividad frente a los SG1-SG6, SG10 y SG12. La relación entre las 3 cepas del SG1 se caracteriza porque la estirpe Knoxville inhibe a Philadelphia, en tanto que la cepa UZ74573, es activa frente a las dos.

A su vez, de los restantes 7 SGs, los mejores productores son el SG6 y el SG12, con patrones casi idénticos, siendo llamativo que el SG6 sea el segundo en frecuencia de aislamientos en nuestro medio, en tanto que el SG12 de aparición más

frecuente, es buen productor de bacteriocinas con actividad sobre las 3 cepas de *L. SG1*.

Todas las cepas de legionelas estudiadas producían bacteriocinas, tanto en la especie más patógena *L. pneumophila* SG1(**Lp1**), como en los restantes SGs y especies analizadas.

Existe una evidente relación entre la producción de bacteriocinas y la sensibilidad a las mismas, que varía no sólo entre las especies sino también entre los serogrupos.

BGNs frente a legionelas. De 18 especies de BGN sólo mostraron actividad frente a *L. bozemanii* SG2 las siguientes 8: *Brevundimonas vesicularis* (1), *Citrobacter freundii* (1), *C. koseri* (1), *P. aeruginosa* (3), *Salmonella typhimurium* (1), *Serratia marcescens* (1), *Shigella sonnei* (1) y *Stenotrophomonas maltophilia* (3). Asimismo, estudiamos **la actividad de 18 cepas de Legionella spp** frente a *Haemophilus influenzae* (ATCC 35056), *Neisseria sicca* (ATCC9913) y *N. lactamicus* (ATCC 2397); sobre esta especie fue limitada (sensible a *Lp1*(Philadelphia), y *L oakridgensis*) moderada en *N. sicca* (sensible a *Lp1* (Knoxville y Philadelphia), *L. anisa*, *L. gormanii* , *L. israelensis*, *L. jamestownensis* , *L. jordanis* y *L. oakridgensis* , nula en *H. influenzae*, resistente a todas las cepas. **Otro patógeno de vías respiratoria. Moraxella catarrhalis** lo hemos enfrentado a la serie probada con *H. influenzae* y no ha sido sensible a ninguna de las legionelas productoras.

BGP frente a legionelas. **La actividad de las bacteriocinas de S. aureus (ATCC25923 y UZ74755), E. faecalis (ATCC), S. agalactiae(ATCC13813), S. pneumoniae(UZ70315) y S. pyogenes (ATCC19615), frente a L. bozemanii SG1** ya que excepto *E. faecalis* las 2 cepas de *Staphylococcus* y las 3 de *Streptococcus* producían halos de 10 a 15mm. **La actividad** de 12 cepas de *Legionella* spp. frente a 2 cepas de: *S. aureus* (ATCC25923 y UZ19755) fue idéntica, ya que solamente producían inhibición las especies: *L. pneumophila* SG1 (Knoxville y Philadelphia), *L. cherrii*, *L. jordanis* y *L. oakridgensis* **La sensibilidad de S. agalactiae (ATCC13813) y S. pyogenes(ATCC19615)** a 26 legionelas fue idéntica, produciendo inhibición *L. p1* SG1 (Knoxville y Philadelphia), *L. bozemanii* SG2, *L. cherrii*, *L. dumoffii* *L. israelensis* , *L. jamestownensis*, *L. jordanis* *L. oakridgensis* y *L. parisiensis*.

Para finalizar, el hallazgo de Pasteur y Joubert, nos indujo a estudiar el poder inhibidor de 8 cepas de *Legionella* spp. frente a *B. anthracis* y *B. subtilis* , encontrando que a la primera especie la inhibían 3 (*L.pneumophila* SG1, *L. gormanii* y *L. israelensis*), pero a *B. subtilis* la inhibían también *L. cherrii* y *L. bozemanii* SG2; las especies *L. anisa*, *L. bozemanii* SG1 y *L. micdadei*, carecían de actividad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con ayudas del Gobierno de Aragón: Proyectos P056/2001 y Grupos Consolidados B24/211113

BIBLIOGRAFÍA

1. Gálvez del Postigo A., Maqueda M et al.1991. Monografías de la Universidad de Granada.
2. Flesher A.R, Kasper DL. 1980.. J Infect Dis 142,313-317.
3. Rowbotham T.J. 1980.. J Clin Pathol 33,1179-1183.
4. Gómez-Lus R ,Gómez-Lus M.L. Abarca M.S., et al.1987. Program Abstr. 3rd Eur. Congr.Clin. Microbiol.The Hage, The Netherlands, abstr.227.
5. Gómez-Lus R. , Lomba E., Gómez-Lus.P et al *Legionella*:Current status and emerging perspectives. Proceeding 4th International Symposium on *Legionella*.ASM, Washington, D.C.265-267.
6. Gómez-Lus, R , Pelaz, C, Rubio C, et al.

RESERVORIOS HETERÓLOGOS DE BACTERIAS ENTEROPATÓGENAS Y RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS

FRANCISCO J. CASTILLO

Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Zaragoza.

Dirección: gomezlus@unizar.es

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE LAS SUSTANCIAS NATURALES

RAQUEL BECERRIL*, Rafael Gómez-Lus*, Cristina Nerín**

**Universidad de Zaragoza, Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA)

** Universidad de Zaragoza, Departamento de Química Analítica, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

A lo largo de los más de 3000 millones de años de evolución, los seres vivos han ido cambiando y adaptando su relación con el entorno y con otros organismos con objeto de preservar su continuidad como especie. Un claro ejemplo son las plantas, que han desarrollado sistemas de defensa que incluyen la producción de sustancias de elevado poder antimicrobiano. Desde la antigüedad, los humanos han aprovechado dichas sustancias y las han utilizado como remedios naturales para curar diferentes enfermedades o dolencias. En el siglo XIII los aceites esenciales (AEs), sustancias obtenidas a partir de las plantas por destilación, eran dispensados en las boticas como productos farmacéuticos por sus propiedades terapéuticas (2). Los AEs son sustancias líquidas, de consistencia aceitosa, que se obtienen a partir de las diferentes partes de las plantas (flores, hojas, frutos, tallo, raíces...) y que se caracterizan por ser fuertemente olorosas. Poseen una elevada capacidad antimicrobiana, demostrando propiedades antivirales, antibacterianas, antiparasitarias, antifúngicas e insecticidas (1,2).

La composición de los AEs es muy compleja, un AE, pueden contener más de 60 compuestos individuales diferentes. Sin embargo, y debido a que las plantas superiores poseen las mismas rutas biosintéticas, muchos de estos compuestos químicos están presentes en una gran cantidad de AEs diferentes y se puedan clasificar dentro de ciertos grupos químicos. Los componentes mayoritarios pueden suponer más del 85% mientras otros componentes pueden aparecer sólo como trazas(3). La composición de los AEs procedentes de una misma especie vegetal concreta puede variar según las condiciones de crecimiento de la planta (zona geográfica, climatología...) y según el proceso de recolección y extracción (parte de la planta de la que se extrae, temporada de recogida, condiciones de extracción)(4).

Durante el siglo XIX y XX, debido a la aparición de otros antimicrobianos como los antibióticos relegó su uso farmacéutico a un lugar secundario a favor de un uso aromático o saborizante.

Actualmente, la aparición de bacterias resistentes y multiresistentes a los antibióticos y la búsqueda de conservantes alimentarios no artificiales han incrementado el interés en estas sustancias de origen natural y de alta capacidad antimicrobiana.

Referencias

- Prabuseenivasan S, Jayakumar M, Ignacimuthu S (2006) In vitro antibacterial activity of some plant essential oils BMC Complement Altern Med 30;6:39.
- Burt S (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods Int J Food Microbiol 94:223-53.
- Smith RL, Cohen SM, Doull J, Feron VJ, Goodman JI, Marnett LJ, Portoghese PS, Waddell WJ, Wagner BM, Hall RL, Higley NA, Lucas-Gavin C. Adams TB (2005) A procedure for the safety evaluation of natural flavour complexes used as ingredients in food: essential oils Food Chem Toxicol 43:345-363.
- Chorianopoulos N, Evergetis E, Mallouchos A, Kalpoutzakis E, Nychas GJ, Haroutounian SA. (2006) Characterization of the essential oil volatiles of *Satureja thymbra* and *Satureja parnassica*: influence of harvesting time and antimicrobial activity J Agric Food Chem 54:3139-45

Presentaciones Póster ÁREA BIOMÉDICA

EVIDENCE FOR AN EGF-DEPENDENT EXTRACELLULAR SIGNAL-REGULATED MAP KINASE (ERK) CASCADE INVOLVED IN RAM SPERM CAPACITATION

C. COLÁS, JA CEBRIÁN-PÉREZ, T MUIÑO-BLANCO.

Dp. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Zaragoza.

After ejaculation, mammalian spermatozoa have to undergo a maturational process called capacitation either *in vivo* during the transit through the female genital tract or *in vitro* in defined artificial media. The composition of media that support *in vitro* capacitation typically approximates that of oviduct fluid. However, unlike most other species, ram spermatozoa are difficult to capacitate *in vitro*. The cAMP-PKA pathway is partially associated to the increase in tyrosine phosphorylation during capacitation, although tyrosine phosphorylation of certain protein appears to be independent of changes in cAMP levels, suggesting the contribution of another pathway involving receptor protein tyrosine kinases and/or non-receptor protein tyrosine kinases in ram sperm capacitation. Here, we report, for the first time, the presence of epidermal growth factor (EGF) receptors in the apical ridge of acrosome, postacrosome and tail, and the extracellular signal-regulated kinase (ERK) in the apical ridge of acrosome and neck of ram spermatozoa. Also, we demonstrate that EGF is activated by phosphorylation in tyr992, tyr1045, and tyr1068, and that this activation can significantly capacitate ram sperm and increase tyrosine phosphorylation. This response is partially mediated by ERK1/2, as we prove that its phosphorylation/activation increases when EGF induces capacitation. MAP kinase kinase (MEK) may also be involved, because its inhibition implies a reduction in capacitation. The capacitating effect of EGF can be partially mediated by PKA, as we prove that inhibiting PKA reduces the EGF effect. Finally, high levels of cAMP strongly activate EGF and ERK, showing a crosstalk between both signalling systems in ram sperm capacitation.

Financiado por CICYT-FEDER AGL 2007-61229, 2008-01476.

EFFECTO PROTECTOR DE LA MELATONINA FRENTE AL ESTRÉS OXIDATIVO EN ESPERMATOZOIDES OVINOS

A. CASAO, N MENDOZA, R PÉREZ-PÉ, JA CEBRIÁN-PÉREZ, T MUIÑO-BLANCO.
Dp. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Zaragoza.

En este trabajo se ha estudiado el efecto apoptótico del H_2O_2 sobre espermatozoides ovinos y el posible efecto protector de la melatonina exógena. Para la obtención de semen se emplearon moruecos adultos, y los espermatozoides se separaron del plasma seminal mediante el método de swim-up/dextrano. La concentración de espermatozoides se ajustó a $2,5 \times 10^7$ células/ml y se establecieron cuatro grupos experimentales: control, H_2O_2 (1mM), melatonina (1 μ M) y H_2O_2 + melatonina, que se incubaron durante 1 hora a Tª ambiente. Tras la incubación, el nivel de apoptosis se determinó evaluando la traslocación de fosfatidilserina (PS) con anexina V en combinación con yoduro de propidio que permite la valoración simultánea de la viabilidad (integridad de membrana), el daño en el DNA mediante la prueba de TUNEL y la capacitación espermática mediante la tinción con clorotetraciclina (CTC). La adición de H_2O_2 aumentó el porcentaje de espermatozoides con PS invertida y positivos a TUNEL, y disminuyó el de viables. La melatonina produjo una inhibición de la capacitación espermática durante la incubación. Además, la adición de melatonina junto con H_2O_2 redujo el daño oxidativo, manteniendo valores de espermatozoides viables y con características apoptóticas similares a los grupos control. Sin embargo, el efecto protector de la melatonina no afectó al estado de capacitación ya que los porcentajes de espermatozoides capacitados vivos y reaccionados fue similar en los grupos H_2O_2 y H_2O_2 +mel, y significativamente mayores que los del grupo con melatonina. Estos resultados sugieren que la melatonina ejerce su acción antiapoptótica y e inhibidora de la capacitación del espermatozoide ovino mediante mecanismos bioquímicos diferentes.

Financiado por CICYT-FEDER AGL 2007-61229, 2008-01476.

LOS ANTIOXIDANTES COMO CRIOPROTECTORES EN LA CONGELACIÓN DE SEMEN OVINO

I. DEL VALLE, R. PÉREZ-PÉ, T. MUIÑO-BLANCO, J.A. CEBRIÁN-PÉREZ.
Dp. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Zaragoza.

Para la congelación de gametos se utilizan, de modo rutinario, productos de origen animal como la yema de huevo o la leche en polvo, con los problemas de posibles contaminaciones que ello conlleva, y gran heterogeneidad en la composición del diluyente que se traduce en resultados muy variables. El objetivo de este trabajo ha sido la formulación de un diluyente libre de estos compuestos y con propiedades similares a los diluyentes convencionales. Se ha estudiado el efecto de la adición de agentes antioxidantes como Ácido ascórbico-Ácido lipoico, Ácido oleico/linoleico-Tocoferol, GSH-N-Acetilcisteína y Melatonina-Pinolina, agrupados en parejas según posibles sinergias en su función. Igualmente, se ensayó el efecto de la adición de la mezcla de todos ellos ya que existe una relación metabólica entre estos antioxidantes. La motilidad espermática se evaluó mediante un sistema computerizado. La estabilidad, funcionalidad y permeabilidad de la membrana plasmática utilizando Carboxifluoresceína Diacetato, Yo-Pro1 y Ioduro de Propidio, respectivamente, y el potencial de membrana mitocondrial con MitoTracker todos mediante citometría de flujo. Las muestras se congelaron y se evaluaron antes de la congelación y durante una incubación de 6 horas posterior a la descongelación. Los resultados indicaron que los antioxidantes, por sí solos, no son capaces de proteger a los espermatozoides del daño de la congelación. Sin embargo, con la mezcla de ácidos lipoico y ascórbico se obtuvieron mejores valores de todos los parámetros estudiados (excepto motilidad), aunque las diferencias no fueron significativas.

Este trabajo se ha realizado gracias a las ayudas CICYT-FEDER AGL 2007-61229, DGA A-26 y DGA 040/08. Los autores agradecen a ANGRA el suministro de sementales.

EFFECT OF BETULINIC ACID ON APOPTOTIC MARKERS IN RAM SPERM

MENDOZA, N, PÉREZ-PÉ, R, CEBRIÁN-PÉREZ, JA AND MUIÑO-BLANCO, T

Department of Biochemistry and Molecular and Cell Biology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Zaragoza, Spain

The aim of this study was to investigate the effect of betulinic acid, a proapoptotic molecule that has been used to induce apoptosis in somatic cells, on ram spermatozoa. Fresh semen samples were incubated up to four hours with 0.6, 1 or 2.4 mg/ml of betulinic acid dissolved in DMSO. Controls containing the same amounts of DMSO were included. Phosphatidylserine translocation (PS, using annexinV/CFDA for simultaneous viability determination) and DNA damage (TUNEL assay) were evaluated by fluorescence microscopy. We developed a suitable protocol for determination of caspase activity by flow cytometry (Vybrant FAM Caspase-3 and -7 Assay Kit) that included ethidium homodimer (Eth) and a different dilution medium. The addition of 0.6 mg/ml of betulinic acid was able to increase the apoptotic parameters after 10 min of incubation (PS: $39.1\% \pm 4.4$ vs. $28\% \pm 1.9$; TUNEL: $5.2\% \pm 4.9$ vs. $1.8\% \pm 0.6$; caspases: $34.9\% \pm 27.7$ vs. $35.3\% \pm 16.4$, in treated and fresh samples, respectively). However, values of DMSO-control samples were similar to those in treated samples. Therefore, the observed damage might be mainly caused by DMSO rather than to betulinic acid, even when other minor concentrations of DMSO were used. These results suggest that, in these conditions, betulinic acid would not be a specific apoptotic agonist in ram spermatozoa, contrarily to that previously reported in human sperm (Grunewald et al, 2005. Fertil. Steril. 83, 1106-1112).

Grants: CICYT-FEDER AGL 2005-02614, CICYT-FEDER AGL 2007-61229 and DGA A-26/2005

CHANGES OF LIPID RAFTS IN RAM SPERMATOZOA ASSOCIATED TO CAPACITATION AND ACROSOME REACTION

COLÁS, C¹, OLLERO, M², CALLEJA L¹, PÉREZ-PÉ, R¹, MUIÑO-BLANCO, T¹, CEBRIÁN-PÉREZ, JA¹

1 Dp. Biochemistry and Molecular and Cell Biology, Fac. Veterinary Medicine, University of Zaragoza, Spain

2 Faculty of Medicine Necker, Paris, Francia.

The lipid architecture of the sperm plasma membrane plays an important role in capacitation and acrosome reaction. In this study, we investigated differences in lipid and protein composition of DRMs (detergent resistant microdomains), isolated by ultracentrifugation in an optiprep density gradient, from control, capacitated (CA) and ionophore-induced acrosome-reacted ram spermatozoa (AR). Cholesterol and the ganglioside GM1 concentrated in the 30% region of the optiprep gradient. Both treatments induced a loss of cholesterol in all fractions of the gradient, that implies in both raft and non-raft regions. However, the content of GM1 increased in CA and AR samples, which would suggest a reunification of raft-type microdomains enriched in this ganglioside, together with differences in the functionality of different lipid rafts in ram sperm. Lipidomics evidenced that DRMs of CA and AR spermatozoa were enriched in monounsaturated, while depleted in polyunsaturated fatty acids. Linoleic acid (18:2) was particularly abundant in fraction 3 (low density) of CA sperm samples, while low-density fractions of AR sperm were enriched in Oleic (18:1). 2D-electrophoresis analysis of the protein composition revealed that capacitation induced a loss of proteins in DRMs and no DRMs fractions, and remnant proteins resulted in more acidification, indicating post-translational changes.

Grants: CICYT-FEDER AGL 2005-02614, CICYT-FEDER AGL 2007-61229 and DGA A-26/2005.

EXOGENOUS MELATONIN IMPROVES EMBRYO VIABILITY OF UNDERNOURISHED EWES DURING SEASONAL ANOESTRUS

VAZQUEZ, M.I., FORCADA, F., ABECIA, J.A. AND CASAO, A.

Faculty of Veterinary, University of Zaragoza,

Animal Production and Food Sciences, Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza, Spain; isavazq@unizar.es

This study investigated the effect of exogenous melatonin and undernutrition on embryo viability in postpartum ewes during seasonal anoestrus. At parturition, 36 adult Rasa Aragonesa ewes were assigned into two groups: treated (+MEL) or not (-MEL) with a subcutaneous implant of melatonin (Melovine®, CEVA) the day of lambing. After 45 days of suckling, lambs were weaned, and ewes were synchronized with intravaginal pessaries and fed to provide 1.5 (Control, C) or 0.5 (Low, L) times daily maintenance requirements. Therefore, ewes were divided into four groups: C-MEL, C+MEL, L-MEL and L+MEL. At oestrus (Day=0), ewes were mated and embryos were recovered by mid-ventral laparotomy on Day 5 and classified according to their developmental stage and morphology. No effect of diet or melatonin treatment was observed either on ovulation rate or number of recovered ova per ewe. Melatonin treatment improved significantly the number of fertilized embryos/corpus luteum (CL) (-MEL: 0.35 ± 0.1 , +MEL: 0.62 ± 0.1 ; $P=0.08$), number of viable embryos/CL (-MEL: 0.23 ± 0.1 , +MEL: 0.62 ± 0.1 ; $P<0.01$), viability rate (-MEL: 46.6%, +MEL: 83.9%; $P<0.05$) and pregnancy rate (-MEL: 26.3%, +MEL: 76.5%; $P<0.05$). Particularly, exogenous melatonin improved embryo viability in undernourished ewes (L-MEL: 40%, L+MEL: 100%, $P<0.01$). In conclusion, this study shows that melatonin treatment, improves ovine embryo viability during anoestrus particularly in undernourished postpartum ewes.

Supported by grants AGL2007-63822 from CICYT and A-26 from DGA.

MELATONIN TREATMENT AND UNDERNUTRITION AFFECT EXPRESSION OF UTERINE ESTROGEN AND PROGESTERONE RECEPTORS IN EWES DURING THE REPRODUCTIVE AND THE ANESTROUS SEASONS

VÁZQUEZ, M I ¹; SARTORE, I ²; ABECIA, J A ¹; FORCADA, F ¹; SOSA, C ¹; PALACÍN, I ¹; CASAO, A ¹; MEIKLE, A ³

1Animal Production and Food Science, Veterinary Faculty, University of Zaragoza, Spain

2Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, University of Montevideo, Uruguay

3Laboratory of Nuclear Techniques, Faculty of Veterinary Medicine, University of Montevideo, Uruguay

Melatonin treatment in ewes increases prolificacy and fertility. A reduction in PGF2a in vitro secretion by endometrial cells after melatonin addition has been reported, suggesting that melatonin could act directly on sheep endometrium. In previous studies we have shown that undernutrition affects endometrial sensitivity to estradiol and progesterone by decreasing their receptor concentration (ER α and PR, respectively) which could explain the lower pregnancy rates found in undernourished ewes. In this study we tested the hypothesis that melatonin treatment could counteract subnutrition effects, and thus ER α and PR content in different endometrial cell types were studied in undernourished ewes. Adult Rasa Aragonesa ewes were assigned to a 2 x 2 factorial design performed both in the reproductive (RS, n=25) and anestrus seasons (AS, n=24). They were treated (+MEL) or not (-MEL) with a subcutaneous implant of melatonin for 42 days (Melovine®, CEVA) and fed to provide 1.5 (Control, C) or 0.5 (Low, L) times daily maintenance requirements from synchronization day with intravaginal pessaries. Ewes were mated at oestrus (Day=0) and slaughtered on Day 5, when pieces of uterus were collected to determine PR and ER α by immunohistochemistry. There was an effect of season on the staining intensity of PR ($P<0.0001$), and a tendency for ER α ($P=0.10$); the expression was higher during the anestrus season, being more evident in the deep stroma. No effect of undernutrition or melatonin was observed during the AS in any cell type. However, differences were found during RS: C ewes had greater ER α staining than L ewes ($P<0.05$).

EFFECT OF UNDERNUTRITION AND PREGNANCY ON HEPATIC AND ADIPOSE TISSUE GENE EXPRESSION

CARRIQUIRY, M¹; SOSA, C²; ABECIA, A²; FORCADA, F²; MEIKLE, A³

1Facultad de Agronomía, UDELAR, Uruguay. 2Facultad de Veterinaria, Zaragoza, España. 3Facultad de Veterinaria, UDELAR, Uruguay

Undernutrition decreases embryo survival and pregnancy rates in ewes. The effect of plane of nutrition and physiological status (cyclic or pregnant) on hepatic and adipose tissue mRNA expression of genes involved in the somatotrophic axis and leptin was investigated. Twenty-four ewes were fed either 1 or 0.5 times their maintenance requirements, estrus-synchronized, mated with an intact ram (n=12), and slaughtered at day 14 of estrous cycle or pregnancy (Day 0=estrus) to establish four treatment groups in a 2 x 2 factorial combination of plane of nutrition and physiological status. The abundance of mRNA of growth hormone receptor (**GHR**), **GHR1A**, insulin-like growth factor-I (**IGF-I**), leptin (**LEP**), and an endogenous control (ribosomal protein L19; **RPL19**) was measured by quantitative real time RT-PCR using SYBR Green. Abundance of mRNA of target genes was normalized to RPL19 and expressed in relative amounts to an external control ($2^{-\Delta\Delta C_T}$ -method). Data were analyzed using PROC MIXED (SAS Institute) and considered to differ when $P > 0.05$. The expression of RPL19 mRNA in liver and adipose tissue did not differ due to plane of nutrition, physiological status or their interaction. Hepatic amounts of GHR, GHR1A, and IGF-I mRNA did not differ among groups which was in agreement with similar plasma IGF-I concentrations on day 13 of the estrous cycle among ewes. Independently of plane of nutrition and physiological status, expression of IGF-I and GHR1A mRNA were highly correlated ($r=0.78$; $P < 0.001$). In adipose tissue, leptin mRNA decreased by 45% in underfed cows and was highly correlated ($r=0.68$; $P < 0.001$) with plasma leptin concentrations. Abundance of GHR mRNA in adipose tissue tended ($P=0.078$) to decrease by 27% with undernutrition which was associated ($r=0.48$; $P < 0.001$) with greater plasma NEFA levels. Expression of leptin and GHR mRNA in adipose tissue was not affected by physiological status. Results would agree with changes in nutrient partitioning towards mobilization of body energy reserves in underfed ewes. In addition, undernutrition modified hormonal components of adipose tissue that sig

CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN OVINO

TERESA MUIÑO-BLANCO, ROSAURA PÉREZ-PÉ, ADRIANA CASAO, CARMEN COLÁS, IGNACIO DEL VALLE, NOELIA MENDOZA, JOSÉ A. CEBRIÁN-PÉREZ
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177. 50013-Zaragoza. muino@unizar.es

La ganadería ovina constituye una actividad clave para el desarrollo del mundo rural, generando actividad económica y contribuyendo en gran medida a estabilizar la población y al desarrollo sostenible, así como a la conservación de razas autóctonas, todos ellos asuntos de gran interés para nuestra región. El ganado ovino también contribuye al mantenimiento y limpieza de los montes ya que el modo más eficaz de mantener limpio un cortafuegos es abrirlo al pastoreo, y, con sus heces no sólo se produce abono orgánico sino que también se amplía la dispersión de semillas favoreciendo la biodiversidad.

Sin embargo, la moderna tecnología de la Producción Animal presenta escaso desarrollo en la ganadería ovina, lo que hace que este sector se encuentre en clara desventaja frente a sus competidores del ámbito ganadero, dentro del contexto europeo. Por ello, la transferencia de tecnología constituye un objetivo fundamental para reconducir los sistemas de explotación de la especie ovina hacia un sistema plenamente competitivo. El desarrollo de la Biotecnología aplicada a la Reproducción en la especie ovina supone un verdadero reto debido, especialmente, a las condiciones de explotación de esta especie por la escasa aceptación que han tenido los avances tecnológicos en este sector.

Nuestro equipo, denominado Biología del Espermatozoide, se enmarca en los planes Nacionales y Autonómicos dentro del Área de Ganadería, en el apartado concreto de Mejora de las Tecnologías de Producción Animal, y a su vez, dentro del objetivo de Mejora de las Tecnologías de Reproducción de las especies ganaderas. Además, los resultados esperables son potencialmente transferibles ya que la mejora de protocolos de congelación exitosos constituiría una herramienta sumamente útil para el desarrollo del sector ovino. Este hecho viene avalado por la participación en los diferentes proyectos de dos empresas punteras del sector ovino aragonés, la Asociación Nacional Ganaderos de Rasa Aragonesa (ANGRA) y Carnes Oviaragón (Grupo Pastores).

La obtención de dosis seminales con alta capacidad fecundante constituye un punto crítico para el progreso de la inseminación artificial, la fecundación in vitro y las nuevas tecnologías reproductivas en animales domésticos, especialmente cuando se trata de machos con alto valor genético. Desde 1991, nuestro grupo mantiene una actividad constante en el campo de la Biología del espermatozoide, aplicando la alta capacidad analítica de la cromatografía de reparto en sistemas bifásicos acuosos al estudio de espermatozoides de mamíferos, que ha resultado de gran utilidad para el abordaje experimental de cuestiones prácticas del manejo y fisiología del semen. Así, hemos realizado estudios conducentes a:

- Puesta a punto de métodos de selección de espermatozoides ovinos de alta calidad, separación de poblaciones espermáticas con distinta viabilidad, etc.
- Diseño de un método de evaluación de la calidad seminal mediante la inducción de la reacción acrosómica en ovino y bovino (fresco y congelado) posterior evaluación por marcaje fluorescente con la lectina RCA.
- Puesta a punto de un método para la cuantificación de espermatozoides portadores de cromosoma X e Y en bovino y en ovino, mediante el estudio de los polimorfismos de los fragmentos de restricción del gen ZFX y ZFY.
- Separación de poblaciones de esperma ovino enriquecidas en espermatozoides portadores de cromosoma X o Y, con alta viabilidad.
- Diseño de un método para predecir la capacidad fecundante de un eyaculado o de un semental.

Estos estudios pueden ser de gran importancia práctica ya que la Mejora Genética necesita técnicas de separación de espermatozoides de alta calidad así como disponer de técnicas de sexaje rigurosas.

El tiempo de vida fértil, relativamente corto, de los espermatozoides ovinos sigue siendo uno de los factores limitantes en la implantación de muchas de las tecnologías reproductivas en esta especie. Esta limitación podría ser superada mediante la crioconservación de espermatozoides, proceso que se practica con éxito en diversas especies. Sin embargo, en la especie

ovina, los resultados de fertilidad con semen congelado son especialmente bajos para su aplicación generalizada mediante inseminación, ya que no se han conseguido protocolos de congelación que eviten los daños que causa el proceso en los espermatozoides de esta especie. Se ha sugerido que una de las causas de la pérdida de capacidad fecundante del semen congelado podría ser la *capacitación* espermática prematura producida por la congelación. Por ello, es de gran interés realizar un estudio profundo de la capacitación, para intentar evitar que dicho proceso sea inducido de modo prematuro por la congelación.

Aunque la capacitación espermática ha sido extensamente estudiada en diversas especies, como humano, ratón, o cerdo, el conocimiento que se tiene de este proceso en el espermatozoide ovino es muy escaso. Cabe resaltar que nuestro grupo publicó por primera vez que

- La fosforilación en tirosinas de ciertas proteínas de la membrana plasmática del espermatozoide ovino se relaciona con el estado de capacitación
- El *cold-shock* induce cambios moleculares similares a los inducidos por la capacitación, y que ciertas proteínas del plasma seminal eran capaces de impedir y reparar estos cambios.

Desde entonces, hemos profundizado en el conocimiento de los daños de membrana provocados por la criopreservación en el espermatozoide ovino, su relación con la capacitación y la capacidad protectora de ciertas proteínas del plasma seminal. Hemos comprobado que

- Tanto la capacitación *in vitro* como el choque térmico por frío tienen efectos similares en el espermatozoide ovino, puesto que ambos inducen cambios en la membrana (inversión de fosfatidil serina) y fragmentación del ADN.
- Las proteínas del plasma seminal capaces de proteger al espermatozoide ovino frente al estrés pueden actuar como descapacitantes, y también podrían estar involucradas en la interacción entre gametos.
- Y hemos conseguido la identificación, separación y clonación de proteínas del plasma seminal ovino capaces de proteger y reparar el daño provocado por el frío a la membrana espermática.

Actualmente, se está iniciando el estudio de la expresión de dichas proteínas en un sistema *in vitro*, con objeto de disponer de ellas para su utilización como crioprotectores.

CARACTERIZACIÓN DE LOS MECANISMOS DE RESISTENCIA A QUINOLONAS EN AEROMONAS SPP DE ORIGEN CLÍNICO

ANTONINA ARIAS, CRISTINA SERAL, F. JAVIER CASTILLO, C. RUBIO-CALVO, R. GÓMEZ-LUS
Dpto de Microbiología, Medicina Preventiva y salud Pública, Universidad de Zaragoza
Facultad de Medicina, c/ Domingo Miral s/n. macarios@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El género *Aeromonas* está ampliamente distribuido en la naturaleza, si bien su hábitat fundamental es acuático y puede encontrarse, incluso, en el agua de consumo clorada. Además del agua también pueden actuar como vehículos de transmisión los alimentos. Como productor de patología humana causa infecciones oportunistas de diferente localización y es un enteropatógeno productor de diarrea. Entre los antimicrobianos que pueden usarse para el tratamiento de las infecciones que produce figuran en lugar destacado las quinolonas.

Los dos mecanismos principales de resistencia a quinolonas son de codificación cromosómica y responden a modificaciones en la diana, debidas a mutaciones que producen cambios en la ADN-girasa (*gyrA*) y/o en la topoisomerasa IV (*parC*), o a una disminución de la concentración intracelular del fármaco consecutiva a impermeabilidad o a sobreexpresión de bombas de expulsión.

Recientemente, se han descrito mecanismos de mediación plasmídica que, por su carácter transferible, constituyen una amenaza potencialmente importante. Los genes plasmídicos *qnr*, clasificados actualmente en cinco familias, codifican proteínas que protegen a la ADN-girasa y la topoisomerasa IV, promoviendo una resistencia de bajo nivel que puede traducirse en niveles más altos de resistencia y provocar fracaso terapéutico si se asocia a mecanismos complementarios de resistencia. Otros dos mecanismos plasmídicos de resistencia descritos son la producción de la aminoglicósido acetiltransferasa AAC(6)-Ib-cr y la síntesis de QepA.

OBJETIVOS

El propósito de este estudio fue conocer el estado y evolución de la resistencia a esta familia de antimicrobianos en cepas de *Aeromonas* spp aisladas de pacientes con diarrea y caracterizar los mecanismos de resistencia involucrados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre 2000 y 2007 se aislaron mediante coprocultivo 382 cepas, de las que 129 (33,76%) fueron resistentes a ácido nalidíxico. Escogimos 40 cepas de entre las resistentes para profundizar en su caracterización y análisis. Para conocer los mecanismos de resistencia prevalentes en nuestro entorno hemos estudiado la presencia de mutaciones cromosómicas en la región QRDR y la resistencia plasmídica.

La identificación se realizó usando el sistema semiautomático WIDER I y se completó mediante pruebas bioquímicas convencionales y por PCR-RFLP mediante la amplificación del gen 16S rDNA seguido de digestión enzimática de los amplicones con *Eco105I* y *Mbol*.

Determinamos las CIMs a tres fluorquinolonas: norfloxacin, ofloxacin y ciprofloxacino. Las CIMs se determinaron también frente a los mismos antimicrobianos en presencia de 20mg/l de Phe-Arg-beta-naftilamida para estudiar la presencia de bombas de expulsión de tipo AcrAB.

Las mutaciones en la región QRDR se estudiaron mediante amplificación y secuenciación de *gyrA* y *parC*. La presencia de los genes *qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, *qepA* y *aac(6)-Ib-cr* se realizó por PCR y su caracterización por secuenciación.

RESULTADOS

La resistencia a ácido nalidíxico en los aislados clínicos de pacientes con diarrea ha fluctuado entre valores del 25,7% al 52,1%, con una media del 35,1%.

De las 40 cepas seleccionadas 24 se identificaron como *A. veronii* bv *sobria* y 16 fueron *A. caviae*.

Respecto a la actividad de las fluorquinolonas encontramos que ésta fue mayor para ciprofloxacino seguido de ofloxacino y de norfloxacino con CIM₉₀ de 4 mg/l para ciprofloxacino, 8 mg/l para ofloxacino, 32 mg/l para norfloxacino y 512 mg/l para ácido nalidíxico. Las CIMs a ácido nalidíxico se redujeron de dos a seis diluciones en presencia del inhibidor, pero las CIMs de ciprofloxacino no se vieron afectadas, indicando que las bombas de expulsión cooperan en la resistencia de alto nivel a ácido nalidíxico pero tienen una repercusión escasa o nula sobre ciprofloxacino.

Todas las cepas presentaron una mutación en la posición 83 de la región QRDR del gen *gyrA*. El análisis de las secuencias de este gen mostró una sustitución AGC->ATC que se tradujo en la sustitución de un aminoácido Ser-83-Ile. En cuatro cepas la sustitución fue Ser-83-Val y en tres Ser-83-Arg. No encontramos sustituciones en el aminoácido 87, que se ha descrito como segunda diana. Tampoco encontramos mutaciones dobles en *gyrA*. En 19 cepas encontramos alteraciones en la región QRDR de *parC*. En trece de ellas la sustitución fue Ser-80-Ile, en cinco fue Ser-80-Arg, y en una la sustitución fue Ser-80-Thr. Las diferentes sustituciones encontradas en los genes *gyrA* y *parC* no fueron predictivas del patrón de sensibilidad ni de los valores de las CIMs.

La mutación en el gen *gyrA* es el factor más importante en la resistencia al ácido nalidíxico, pero no es el único, contribuyendo a la sobreexpresión de bombas de eflujo AcrAB a modular la CIM final.

Sólo una cepa de *A. caviae* fue portadora del gen *qnrS2* y encontramos dos aislados portadores del gen *aac(6)-Ib*, aunque no se encontró la variante -cr. Es la primera vez que se detecta el plásmido *qnrS2* en una cepa clínica de *A. caviae*. La importancia de este hallazgo guarda relación con su carácter plasmídico, que implica capacidad de transferencia horizontal, su amplio rango de hospedadores y su posible co-selección con otros genes y vehículos de resistencia.

El carácter acuático del reservorio natural de *Aeromonas* plantea interrogantes acerca del origen y selección de los mecanismos de resistencia a quinolonas encontrados en este género, que también produce patología humana y se encuentra en los animales y en los alimentos. Probablemente, la llegada a las corrientes fluviales de estos antimicrobianos a través de los residuos agrícolas y de granjas de animales de abasto permite ejercer presión selectiva en este nicho, máxime cuando las quinolonas se eliminan sin modificación sustancial y están entre los fármacos que pueden persistir más tiempo en el medio ambiente.

En el medio acuático se encuentran diferentes especies bacterianas y fúngicas que producen una amplia variedad de compuestos bioactivos, incluyendo algunos antibióticos. Las bacterias que habitan en nichos ecológicos tan competitivos tienden a desarrollar resistencia natural a algunos antimicrobianos como parte de una estrategia destinada a superar los efectos letales que podrían tener algunos de los compuestos o metabolitos inhibidores que producen y liberan al medio otros microorganismos que compiten por ocupar y desarrollarse en el mismo nicho. Por tanto, no es sorprendente la presencia en ecosistemas acuáticos de microorganismos resistentes, que han podido evolucionar y seleccionarse en ausencia de la presión selectiva que produce el uso terapéutico de los antibióticos. Así pues, no es menos apreciable la presión selectiva que pueden ejercer sobre *Aeromonas* los residuos de antimicrobianos y desinfectantes que alcanzan, tras su uso en medicina, veterinaria y agricultura, el hábitat acuático.

El origen clínico de las cepas analizadas en este estudio añade a este complejo panorama la posibilidad selectora que se deriva del uso médico de las quinolonas.

De cualquier modo, una vez emerge un mecanismo de resistencia, si encuentra un huésped apropiado, puede mantenerse y propagarse. Si además el gen responsable de este mecanismo de resistencia se localiza en un elemento genético móvil, a la transmisión vertical se suma la posibilidad de su transferencia horizontal, y con ello una mayor garantía de persistencia y propagación.

ALTERACIONES ULTRAESTRUCTURALES BACTERIANAS PRODUCIDAS POR SUSTANCIAS NATURALES

RAQUEL BECERRIL*, RAFAEL GÓMEZ-LUS*, CRISTINA NERÍN**

**Universidad de Zaragoza, Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA)

** Universidad de Zaragoza, Departamento de Química Analítica, Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos, las plantas, y sus productos derivados, han sido utilizados por numerosas civilizaciones como medicina tradicional. Dentro de este tipo de sustancias, los aceites esenciales (AEs) se caracterizan por sus demostradas propiedades antivirales, antibacterianas, antiparasitarias, antifúngicas e insecticidas (1, 2).

Los AEs son sustancias líquidas, aromáticas de consistencia aceitosa que se obtienen a partir de las diferentes partes de las plantas (flores, hojas, frutos, tallo, raíces...) generalmente por destilación. (1) A partir del siglo XIII los AEs comenzaron a ser utilizados como productos farmacéuticos por sus propiedades terapéuticas, sin embargo, durante los siglos XIX y XX su uso farmacéutico quedó relegado a un lugar secundario a favor de un uso aromático o saborizante (2). Actualmente, la aparición de bacterias resistentes y multiresistentes a los antibióticos y la búsqueda de conservantes alimentarios no artificiales han incrementado el interés en estas sustancias de origen natural y de alta capacidad antimicrobiana.

OBJETIVO

Estudiar las alteraciones ultraestructurales que los aceites esenciales de orégano y canela producen en las bacterias

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron dos cepas bacterianas de colección, una gram positiva *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 y otra gram negativa, *Echerichia coli* ATCC 25922.

Ambas bacterias fueron expuestas a los aceites esenciales de orégano y canela y observadas a través de Microscopía electrónica de transmisión TEM y microscopía electrónica de barrido SEM. Las bacterias tratadas con AEs fueron fijadas en glutaraldehído y procesadas en un gradiente de alcoholes. En el caso del TEM, el proceso continuó con óxido de propileno y araldita, tras el cual secciones ultrafinas fueron teñidas con acetato

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las bacterias a los AEs muestran un amplio rango de anormalidades, más destacadas en *E. coli* que en *S. aureus*. *E. coli* tratada con orégano muestra zonas de material precipitado más denso, localizadas principalmente cerca de la envoltura nuclear y las zonas apicales, probablemente debidas a la precipitación de proteínas (22).

El espacio periplásmico de *E. coli* se encuentra alterado, especialmente en las bacterias tratadas con extracto de canela. Su tamaño es mayor e irregular. Hay que destacar además que en las zonas con una zona periplásmica aumentada no se observan Pili, en contraste con regiones normales.

Por otra parte, ambas bacterias muestran daño en la pared celular, con desorganización su estructura, formación de blebs y pérdida de material citoplasmático. Rasooli y col (3) observaron las mismas alteraciones en *Listeria monocytogenes* tratada con timol y Gustafson y col (4) en *E. coli* tratada con extracto del árbol del té. Estas alteraciones se corresponden con la capacidad de los hidrocarburos para interaccionar con estructuras hidrofóbicas (5).

Considerando la variabilidad en cuanto a las alteraciones producidas y a los constituyentes químicos de los AEs, es probable que la actividad antibacteriana del orégano y la canela no se produzca a través de un mecanismo de acción específico y único si no que actúe sobre diferentes dianas en la célula. Por esta razón es necesario seguir realizando ensayos que ayuden a entender el mecanismo de acción antibacteriana de estas sustancias.

BIBLIOGRAFÍA

- Prabuseenivasan S, Jayakumar M, Ignacimuthu S (2006) In vitro antibacterial activity of some plant essential oils BMC Complement Altern Med 30;6:39
- Burt S (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods Int J Food Microbiol 94:223-53.
- Rasooli I, Rezaei MB, Allameh A (2006) Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of the thyme essential oils on *Listeria monocytogenes* Int J Infect Dis 10:236-41
- Gustafson JE, Liew YC, Chew S, Markham J, Bell HC, Wyllie SG, Warmington JR. (1998) Effects of tea tree oil on *Escherichia coli*. Lett Appl Microbiol. 26:194-8
- Sikkema J, de Bont JA, Poolman B. (1995) Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons Microbiol Rev 59:201-22.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA BIODIVERSIDAD PROTOZOARIA DEL RUMEN DE LA CABRA MONTÉS, MEDIANTE MÉTODOS MORFOLÓGICOS Y ELECTROFORESIS EN GEL CON GRADIENTE DESNATURALIZANTE (DGGE)

GABRIEL DE LA FUENTE, A. BELANCHE, L. ABECIA, B.A. DEHORITY Y M. FONDEVILA
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
Facultad de Veterinaria, c/ Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza. gfuente@unizar.es

La cabra montés (*Capra pyrenaica*) es una especie protegida que habita en las zonas montañosas españolas. De las dos subespecies existentes, la *C. pyrenaica hispanica* está presente en los Pirineos y en el Sistema Ibérico. No existen apenas estudios acerca de sus particularidades en cuanto a fisiología y microbiología digestivas, más allá de lo que se conoce en otras especies similares. Por proximidad genética, tamaño y, probablemente hábitos alimenticios, la cabra doméstica (*Capra hircus*) puede ser un referente adecuado.

Las muestras analizadas corresponden a líquido ruminal (1 h postsacrificio) procedente de 15 individuos de cabra montés y de 3 de cabra doméstica, localizados en términos municipales del Maestrazgo turolense. Los ejemplares de cabra montés fueron distribuidos en grupos atendiendo a su sexo y edad: machos adultos (n = 4), hembras adultas (n = 7) y animales jóvenes menores de 2 años (n = 4). Los tres ejemplares de cabra doméstica fueron hembras mayores de 2 años de edad.

En el líquido ruminal se estudio la concentración total de células protozoarias mediante recuento óptico en una cámara de Sedgewick-Rafter, y la distribución por especies mediante tinción de los núcleos con azul de metileno y de las placas esqueléticas con lugol, contando un mínimo de 500 células por grupo de especies y animal. También se extrajo ADN para el estudio de la biodiversidad de la fracción ribosómica de 18S mediante DGGE. Tras la obtención de la matriz de similitud, se empleó el método de agrupamiento UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic averages) para la construcción del dendrograma correspondiente

Los recuentos ópticos mostraron una diversidad muy baja en las muestras de cabra montés, observándose únicamente hasta 8 especies o formas, todas ellas del género *Entodinium* (*E. obivos*, *E. damae*, *E. parvum*, *E. exiguum*, *E. dubardi*, *E. caudatum f. dubardi*, *E. caudatum f. caudatum* y *E. dilobum*). Este perfil se confirmó con el reducido número de bandas mostrado por DGGE que en algunos casos llegó a ser de únicamente tres, indicando una gran homogeneidad genética en la fauna ruminal de estos animales. El análisis por DGGE presentó una mayor variabilidad en cuanto al número de especies de protozoos que las caracterizaciones ópticas, oscilando entre tres y diez bandas.

Las diferencias existentes entre fenotipo y genotipo hacen que no siempre se pueda establecer una relación directa entre los resultados obtenidos por recuento óptico y por DGGE, siendo necesario el aislamiento y la secuenciación del genoma de las distintas especies de protozoos. La observación de distintas formas protozoarias en su clasificación óptica puede deberse al efecto de las condiciones ambientales, que pueden modular la morfología celular, más que a diferencias genéticas.

En las tres muestras de la cabra doméstica, hubo presencia de células de géneros pertenecientes a las subfamilias Diplodiniinae y Ophryoscolecinae, hasta un total de 23 especies de protozoos, mostrando claras diferencias con la comunidad protozoaria ruminal de la cabra montés.

EMPLEO DE LA CEBADA VERDE COMO DIETA DE INVIERNO PARA EL GANADO OVINO EN PASTOREO

GENARO OLMOS, Abdelhafid Keli, Antonio de Vega, José Antonio Guada
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza. avega@unizar.es

El valor nutritivo de la cebada de secano pastada verde por el ganado ovino fue determinado con 120 ovejas distribuidas en un diseño factorial 3x2x2, con tres cargas ganaderas (15, 30 y 45 ovejas/ha), dos periodos de aprovechamiento (14 y 28 días) y dos réplicas en el espacio.

Semanalmente se registró el peso de las ovejas, la composición química de la biomasa y la altura de las plantas. Al final de cada periodo de pastoreo se realizó un balance de digestibilidad con 12 ovejas alimentadas con el cereal cosechado diariamente.

Las hojas de la cebada presentaron un mayor contenido en proteína bruta que los tallos en ambos periodos, mientras que los contenidos en componentes de la pared celular fueron superiores para las hojas del primer balance y para los tallos del segundo. El segundo periodo se caracterizó por una menor concentración de proteína y una mayor de componentes de la pared celular que el primero, lo que se vio reflejado en menores coeficientes de digestibilidad.

Las cargas ganaderas óptimas y las ganancias de peso individuales fueron mayores para los periodos de aprovechamiento de 14 días, permitiéndose con esta pauta un mayor tiempo de recuperación del cultivo antes de la cosecha.

DISEMINACIÓN DEL GENOTIPO B DE *Giardia duodenalis* EN ESPAÑA

PILAR GOÑI^A, Débora Esmeralda Aldana^a, Antonio Clavel^{a*}, Cristina Seral^b, María Antonia Remacha^b, Lucía Buera^a, Carmen Aspiroz^c, Francisco Javier Castillo^a.

^aDepartamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza. ^bDepartamento de Microbiología. Hospital de León. León, España. ^cServicio de Microbiología. Hospital Royo Villanova. Zaragoza. España.
Dirección. pgoni@unizar.es

Giardia duodenalis es el protozoo flagelado más frecuentemente detectado como causa de gastroenteritis, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Este protozoo afecta principalmente a niños de entre 1 y 5 años, siendo el agua contaminada y el contacto directo los principales vehículos de transmisión. Son destacables, su resistencia a las concentraciones de cloro utilizadas en la potabilización del agua y la baja dosis necesaria para causar infección (1-10 quistes). *G. duodenalis* presenta una gran diversidad genética, habiéndose identificado hasta el momento 7 genotipos diferentes, que se denominan de A a G. En humanos, solo se habían descrito los genotipos A y B, indicando especificidad entre el parásito y su hospedador, hasta que en 2008, un estudio realizado en Egipto documenta la detección del genotipo E de ganado, en humanos.

Se han realizado estudios para determinar la posible asociación entre genotipo y sintomatología, aunque hay controversia con los resultados obtenidos. En un estudio realizado en Zaragoza, Sahagún y col (2008) asocian genotipo All con giardiosis sintomática, mientras que el genotipo B daría lugar a infección asintomática. Otros autores han asociado síntomas y persistencia con genotipo B, mientras que el genotipo A se asocia con diarrea más frecuente o no se ha conseguido establecer una relación entre genotipo y síntomas.

El conocimiento de las vías de transmisión y el control de la giardiosis precisan de estudios en profundidad que permitan determinar cuales son los genotipos circulantes en diferentes zonas y que consecuencias se derivan de sus variaciones.

El objetivo de este trabajo es estudiar los genotipos de *Giardia* circulantes en nuestra área geográfica utilizando para ello técnicas moleculares basadas en la amplificación por PCR de un fragmento del gen que codifica la Triosafosfato isomerasa (*tpi*)

MATERIALES Y MÉTODOS:

Doscientas once muestras, diagnosticadas, mediante concentración y examen microscópico, como positivas para *Giardia duodenalis*, en Hospitales de Zaragoza y en el Hospital de León durante los años 2004 a 2007, fueron enviadas al Laboratorio de Parasitología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza para su genotipificación. El ADN fue extraído por el método de Boom y para la PCR se utilizaron los cebadores y las condiciones previamente descritas. Los fragmentos obtenidos para el genotipo A se sometieron a RFLP con *RsaI* para diferenciar el genotipo AI del All

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El 86.7% de las muestras fueron positivas para el genotipo B de *Giardia duodenalis*, mientras que el 13.3% restante correspondió a infecciones mixtas, que contenían *Giardia* genotipos All y B simultáneamente. No se encontró ninguna muestra que únicamente presentara el genotipo AI ó el genotipo A II.

Hay variaciones en la distribución geográfica de los genotipos. Así, aunque dentro del genotipo A, el subgenotipo All es más frecuente entre humanos, en algunas zonas predomina el AI. En algunos pacientes sólo se ha detectado uno de los genotipos A.

En un trabajo que realizamos en Zaragoza durante los años 2002-2004, con 108 aislamientos analizados, se observó que el genotipo All estaba presente en un 39.8%, el genotipo B en un 56.5% y aparecía el genotipo mixto All+B en un 3.7%. No se encontró el genotipo AI.

Comparando los dos estudios, se aprecia un incremento del genotipo B de aproximadamente un 30%, y del genotipo mixto en un 9.6%. En este período de estudio 2004-2007, a diferencia del trabajo anterior, no encontramos ningún paciente que solo presentara el genotipo All.

El incremento del número de muestras con genotipo B sugiere que este genotipo puede adaptarse mejor al hospedador o a las condiciones ambientales, lo que le supone una ventaja competitiva para su supervivencia y diseminación frente al genotipo All.

El incremento de infecciones mixtas es un dato interesante ya que una infección con genotipos mixtos puede reflejar la ingestión de quistes de fuentes contaminadas con una mezcla heterogénea del parásito, más propia de una fuente de infección medioambiental, con una población heterogénea de parásitos o más difícilmente de transmisión directa desde personas infectadas con un genotipo mixto. No se conocen las consecuencias, en cuanto a la sintomatología, de las infecciones mixtas.

La diseminación de un genotipo B, más virulento y variable ya se ha descrito en Noruega en 2004.

En nuestro estudio los pacientes con *Giardia* del genotipo B eran asintomáticos o con poca sintomatología en concordancia con lo encontrado por Sahagún y col. Por otra parte la ausencia o disminución de la sintomatología puede a su vez favorecer la diseminación de este genotipo de *Giardia duodenalis*.

BIBLIOGRAFÍA:

- Sahagún J, Clavel A, Goñi P, Seral C, Llorente MT, Castillo FJ, et al. Correlation between the presence of symptoms and the *Giardia duodenalis* genotype. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2008; 27: 81–83.
- Foronda P, Bargues MD, Abreu-Acosta N, Periago MV, Valero MA, Valladares B, et al. Identification of Genotypes of *Giardia intestinales* of human isolates in Egypt. Parasitol Res 2008; 103(5): 1177-1181.
- Boom R, Sol CJA, Salimans MMM, Jansen CL, Wertheim-van Dillen PME, van der Noordaa J. Rapid and simple method for purification of nucleic acids. J Clin Microbiol 1990; 28: 495–503
- Amar CFL, Dear PH, Pedraza-Díaz S, Looker N, Linnane E, McLauchlin J. Sensitive PCR-restriction fragment length polymorphism assay for detection and genotyping of *Giardia duodenalis* in human feces. J Clin Microbiol 2002; 40: 446–452
- Robertson LJ, Hermansen L, Gjerde BK, Strand E, Alvsvåg JO, Langeland N. Application of genotyping during an extensive outbreak of waterborne giardiasis in Bergen, Norway, during autumn and winter 2004. Appl Environ Microbiol 2006; 72(3): 2212-2217

Presentaciones Póster
ÁREA CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA

DEPURACIÓN DE EFLUENTES VINÍCOLAS MEDIANTE TRATAMIENTOS FOTO-FENTON EN FASE HETEROGÉNEA Y LODOS ACTIVOS (TREATMENT OF WINERY WASTEWATER BY HETEROGENEOUS PHOTO-FENTON AND ACTIVATED SLUDGE)

ROSA MOSTEO, NATIVIDAD MIGUEL, JORGE RODRÍGUEZ, MARÍA P. ORMAD, JOSÉ L. OVELLEIRO
*Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-mail: nmiguel@unizar.es*

Durante las distintas actividades que se desarrollan para la elaboración del vino, se generan aguas residuales que proceden mayoritariamente del lavado de depósitos, filtros e instalaciones en general. Este vertido origina una contaminación al medio hídrico que, si bien puede calificarse como no tóxica, posee un alto contenido en materia orgánica disuelta y de sólidos suspendidos, así como un pH relativamente ácido, en la mayoría de los casos.

Como consecuencia de la aparición del Decreto 38/2004 las industrias de la Comunidad Autónoma de Aragón que vierten al alcantarillado sin tratamiento previo, tienen la obligación de instalar sus propios sistemas de depuración si superan los límites de vertido marcados en el artículo 16 de dicho Decreto. Habitualmente los vertidos vinícolas superan dichos límites por lo que deben de instalar tratamientos de depuración en sus instalaciones.

La utilización de procesos de oxidación avanzada y sistemas biológicos aerobios secuenciales presenta ciertas mejoras respecto a los tratamientos tradicionales, ya que mediante el proceso de oxidación avanzada se produce la degradación parcial de la materia orgánica y se disminuye la concentración de ciertos compuestos inhibidores de los sistemas biológicos aerobios, tales como los polifenoles. La técnica Foto-Fenton ($\text{luz}/\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$), es una de las tecnologías de oxidación avanzada que parecen más adecuadas, eficaces, fiables y económicas para operar en condiciones ambientales. Estudios previos realizados en nuestro grupo de investigación muestran que los procesos Foto-Fenton en fase homogénea y heterogénea producen una degradación parcial de la materia orgánica presente en los vertidos vinícolas, suficiente para poder ser utilizados como etapa previa a un tratamiento de lodos activos. Además, la utilización de luz solar natural como fuente de radiación del proceso Foto-Fenton produce una disminución de los costes del tratamiento produciendo un acercamiento a una posible aplicación real.

En este trabajo se presenta como alternativa a la depuración de los vertidos vinícolas la utilización de sistemas combinados, compuestos por un proceso Foto-Fenton en fase heterogénea y un sistema biológico basado en lodos activos.

Las muestras utilizadas para este estudio son vertidos vinícolas reales procedentes de las operaciones de limpieza de los depósitos de encubado de vino tinto utilizados durante el proceso de elaboración del vino.

Los experimentos foto-Fenton se realizan en el exterior del laboratorio de Tecnologías del Medio Ambiente de la Universidad de Zaragoza. La experimentación se realiza durante los meses de mayo y junio, meses en los cuales la irradiación solar en Zaragoza es mayor.

En el reactor se introducen 5 litros de vertido vinícola real, una dosis de H_2O_2 de 0,1 M y un lecho de catalizador, el cual ha sido desarrollado en nuestro grupo de investigación. La muestra se somete a agitación durante toda la experimentación para trabajar en mezcla perfecta para evitar procesos de fermentación e introducir oxígeno al sistema, necesario para que se lleve a cabo el proceso Foto-Fenton. Para llevar a cabo el seguimiento del proceso, se realizan medidas de COT, H_2O_2 , pH y concentración de polifenoles en función del tiempo de tratamiento. La duración de los experimentos foto-Fenton depende de los resultados de degradación de la materia orgánica a diferentes tiempos de tratamiento, pero con la limitación de que si se quiere que este proceso tenga aplicación real a nivel industrial no se aconseja que el tiempo total de tratamiento sea superior a 1 ó 2 días.

El proceso biológico de lodos activos se aplica a la muestra pretratada por foto-Fenton. La experimentación se realiza en la planta piloto de lodos activos en etapa simple con recirculación. Las capacidades del reactor y del decantador son 3,2 y 2,3

litros respectivamente. El ambiente aerobio en el reactor (O_2 disuelto $>2\text{mg/l}$) se consigue mediante el uso de compresores que toman el aire de la atmósfera y lo introducen en el reactor a través de difusores. Las burbujas de aire mantienen el contenido del reactor en una condición de mezcla perfecta. La temperatura de trabajo esta próxima a $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Es necesario realizar un acondicionamiento de los vertidos vinícolas parcialmente degradados mediante procesos Foto-Fenton, que consta de las siguientes etapas:

- Eliminación del peróxido de hidrógeno mediante la adición de bisulfito sódico.
- Neutralización.
- Adición de nutrientes de nitrógeno y fósforo hasta una relación de $\text{mgO}_2/\text{l} : \text{N:P:100:5} : 1$

La concentración de microorganismos presentes en el reactor biológico se mantiene durante toda la experimentación en 1800 mg/l (medidos como Sólidos Suspendidos Volátiles, SSV). Se seleccionan como caudal de alimentación fresca y caudal de alimentación combinada $0,5$ y 1 l/h respectivamente.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en esta experimentación, un sistema compuesto por un tratamiento Foto-Fenton en fase heterogénea acoplado a un tratamiento biológico basado en lodos activos puede ser una alternativa real para el tratamiento de aguas residuales procedentes de la elaboración del vino ya que,

- Los vertidos vinícolas reales se degradan parcialmente mediante procesos Foto-Fenton en fase heterogénea con dosis de peróxido de hidrógeno de $0,1\text{ M}$ a las 24 horas de tratamiento, alcanzando rendimientos de degradación de materia orgánica próximos al 50% . El sistema de reacción utilizado no produce pérdidas por volatilización de la materia orgánica. Además este estudio también muestra que la degradación de la materia orgánica depende de la radiación que recibe la muestra.
- El tratamiento de lodos activos en simple etapa funciona correctamente cuando se tratan los vertidos degradados parcialmente mediante la etapa previa (Proceso Foto-Fenton heterogéneo). La fauna microbiana detectada en el reactor es adecuada para la degradación de la materia orgánica presente en el vertido y las características de sedimentabilidad del fango son buenas. En esta etapa se alcanza un rendimiento medio de degradación de materia orgánica del 90% , presentando el efluente una concentración de materia orgánica medida como DQO de $128\text{ mgO}_2/\text{l}$ inferior al límite de vertido marcado en el Decreto 38/2004 que hace referencia a vertidos a la red de alcantarillado municipal.

INFLUENCIA DE LA MATRIZ ACUOSA EN LA DEGRADACIÓN DE PLAGUICIDAS MEDIANTE OZONIZACIÓN Y OZONIZACIÓN CATALÍTICA (INFLUENCE OF THE AQUEOUS MATRIX ON THE PESTICIDES DEGRADATION BY OZONATION AND CATALYTIC OZONATION)

*NATIVIDAD MIGUEL, María P. Ormad, Munia Lanao, Rosa Mosteo, José L. Ovelleiro
Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-mail: nmiguel@unizar.es*

Los plaguicidas son un grupo de sustancias sintetizadas artificialmente usadas para combatir las plagas y mejorar la producción agrícola. Sin embargo, son sustancias generalmente tóxicas para los organismos vivos y difícilmente degradables. La utilización de plaguicidas puede influir en la calidad de las aguas debido a que estos compuestos pueden atravesar el suelo y subsuelo y contaminar aguas superficiales y subterráneas. En Europa, los plaguicidas son considerados Contaminantes Prioritarios según la legislación vigente en materia de aguas (Directivas 2000/60/CE, 2006/11/CE). Aunque en general la concentración de estas sustancias detectadas en las aguas naturales es muy pequeña, supera en muchos casos la máxima concentración permitida en aguas de abastecimiento humano en España (RD 140/2003). En consecuencia, el tratamiento utilizado en el sistema de producción de agua potable, debe garantizar la eliminación de este tipo de sustancias o reducir al menos su concentración por debajo de los límites establecidos en la legislación. En la mayoría de las plantas de producción de agua potable los plaguicidas pueden ser eliminados de las aguas en las etapas de oxidación y adsorción sobre carbón activo pero estas técnicas presentan una serie de inconvenientes. La adsorción sobre carbón activo no elimina los plaguicidas sino que los transfiere de un medio a otro generando así un nuevo problema de contaminación. Con respecto a las etapas de oxidación, normalmente llevadas a cabo con cloro o hipoclorito sódico, el inconveniente radica en la formación de subproductos como los trihalometanos (THMs), sustancias con probado poder cancerígeno.

Los inconvenientes que plantean las técnicas convencionales han derivado en la investigación de otros tratamientos alternativos para la eliminación de contaminantes. Entre ellos, se encuentran los procesos de oxidación avanzada (POA), que están basados en la generación de radicales y que no producen en principio ningún tipo de subproducto. Estos procesos se pueden llevar a cabo haciendo uso de distintas sustancias, como ozono, peróxido de hidrógeno, catalizadores metálicos, etc.

La sustitución del cloro o hipoclorito por ozono en las etapas de oxidación presenta múltiples ventajas dado que el ozono presenta un elevado poder oxidante y en principio no genera subproductos peligrosos como los THMs (Von Gunten 2003; Sorlini et al., 2005). El ozono puede reaccionar por dos vías: vía directa (pH ácido) o vía radicalaria (pH básico) (Oppenländer, 2003).

Al pH de un agua natural pueden coexistir ambos mecanismos de reacción del ozono. La vía radicalaria puede favorecerse con la presencia de OH^- , peróxido de hidrógeno, UV y catalizadores metálicos. El resultado de la adición de un catalizador metálico, TiO_2 generalmente, al ozono es el proceso denominado ozonización catalítica. El TiO_2 favorece la producción de radicales libres a partir del O_3 así como la adsorción del O_3 y los contaminantes facilitando su reacción. Tanto la ozonización como la ozonización catalítica son procesos altamente influenciados por diversidad de factores como la naturaleza de los contaminantes, el pH, la temperatura, la composición química de la disolución, etc.

El objetivo de este trabajo de investigación es estudiar la degradación de 44 plaguicidas orgánicos, los cuales se detectan de forma sistemática en las aguas del río Ebro, mediante los procesos de ozonización y ozonización catalítica. Este estudio se realiza sobre diferentes matrices acuosas para ver su influencia sobre la degradación de plaguicidas: agua destilada (pH=5.5, COD=0mg/L), agua natural procedente del río Ebro (pH=8, COD=3mg/L) y "agua sintética" (pH=6, COD=3mg/L) formada por una disolución de ácidos húmicos en agua destilada simulando las condiciones del carbono orgánico disuelto del agua natural usada.

Los tratamientos estudiados se aplican con una dosis de ozono de 3 mg/L, dosis habitualmente utilizada en estaciones de

tratamiento de agua potable reales, y una dosis de TiO_2 de 1 g/L, concentración utilizada en estudios previos de nuestro grupo de investigación (Miguel et al., 2007; Lanao et al., 2007) y determinada como óptima en las etapas de desinfección (Rincón and Pulgarín, 2003; Coleman et al., 2005).

Estos tratamientos se aplican sobre disoluciones de 500 ng/L de cada plaguicida estudiado en las tres matrices acuosas partiendo de pH 8. Estos plaguicidas son: alacloro, aldrín, ametrina, atrazina, clorfenvinfos, clorpirifos, pp'-DDD, op'-DDE, op'-DDT, pp'-DDT, desetilatrazina, 3,4-dicloroanilina, 4,4'-diclorobenzofenona, dicofol, dieldrín, dimetoato, diurón, a-endosulfán, endosulfán-sulfato, endrín, a-HCH, b-HCH, c-HCH, d-HCH, heptacloro, heptacloro epoxi A, heptacloro epoxi B, hexaclorobenceno, isodrín, 4-isopropilanilina, isoproturón, metolacloro, metoxicloro, molinato, paration etil, paration metil, prometón, prometrina, propazina, simazina, terbutilazina, terbutrina, tetradifón y trifluralina.

El análisis de estos plaguicidas se realiza mediante GC/MS (cromatografía de gases / espectrometría de masas) previa extracción sólido-líquido (Método EPA 525.2).

Tras la aplicación de los distintos tratamientos y de acuerdo a los resultados obtenidos se extraen las siguientes conclusiones:

- El pH de las disoluciones de plaguicidas, la composición de las matrices acuosas y la reactividad de los plaguicidas influyen en su degradación.
- Los tratamientos estudiados son más efectivos en agua destilada debido a la presencia de scavengers en el agua natural y sintética.

DEGRADACIÓN DE CLOROFORMO MEDIANTE PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA CON O₃, H₂O₂, TiO₂ Y RADIACIÓN (CHLOROFORM DEGRADATION BY ADVANCED OXIDATION PROCESSES WITH O₃, H₂O₂, TiO₂ AND RADIATION)

NATIVIDAD MIGUEL, María P. Ormad, Munia Lanao, Rosa Mosteo, José L. Ovelleiro
Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-mail: nmiguel@unizar.es

Las aguas que circulan por la superficie y/o subsuelo adquieren una composición química, consecuencia de la acción disolutiva que ejercen, en su recorrido, sobre los minerales solubles de las rocas y de compuestos orgánicos procedentes de la degradación de la materia orgánica. Esta composición natural de las aguas se ve alterada por cuatro focos de contaminación: aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales, vertidos incontrolados y aguas de escorrentía de zonas agrícolas. Por tanto, para que el agua sea apta para consumo humano es necesario someterla a un proceso de potabilización realizado en las Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP). El objetivo es reducir en un agua natural los contaminantes presentes para que pueda ser consumida sin tener efectos nocivos sobre la salud humana. Este tratamiento consta de una serie de operaciones más o menos complejas en función de la calidad del agua bruta. En la mayoría de las ETAP se utiliza cloro o hipoclorito sódico como agente oxidante y desinfectante. Sin embargo, el uso de estos agentes plantea como inconveniente la generación de subproductos peligrosos como los trihalometanos (THM) al reaccionar con la materia orgánica natural que contiene el agua a tratar.

Este inconveniente ha derivado en la investigación de otros tratamientos alternativos para la eliminación de contaminantes. Entre ellos, se encuentran los procesos de oxidación avanzada (POA), que están basados en la generación de radicales y que no producen en principio ningún tipo de subproducto. Estos procesos se pueden llevar a cabo haciendo uso de distintas sustancias, como ozono, peróxido de hidrógeno, catalizadores metálicos, radiación UV, etc., las cuales generan especies reactivas del oxígeno (ROS) que son capaces de degradar contaminantes mediante mecanismos radicalarios. Las ROS formadas se pueden dividir en dos grupos: ROS primarias, formadas por los radicales hidroxilo (OH[•]) y superóxido (O₂^{-•}), y ROS secundarias, formadas por el peróxido de hidrógeno (H₂O₂/H₂O[•]) y los radicales hidroperóxido (HO₂[•]).

Uno de los THM detectados normalmente en el agua en mayor concentración es el cloroformo. Además, se trata de un "probe compound" de las distintas ROS generadas en los POA. Este compuesto requiere los dos tipos de ROS primarias, O₂^{-•} para comenzar su degradación y OH[•] para completarla. Por tanto, se puede utilizar para conocer el POA que produce una mayor generación de ROS (Watts et al., 1999; Smith et al., 2004).

El objetivo de este trabajo de investigación es estudiar la degradación de cloroformo mediante diferentes POA y por tanto, conocer en cuál de ellos la generación de ROS es mayor. Los POA estudiados se llevan a cabo haciendo uso de ozono, peróxido de hidrógeno, dióxido de titanio, radiación y las combinaciones entre ellos.

Los tratamientos estudiados se aplican con una dosis de ozono de 3 mg/L, dosis habitualmente utilizada en ETAP reales, y una dosis de TiO₂ de 1 g/L, concentración utilizada en estudios previos de nuestro grupo de investigación (Miguel et al., 2007; Lanao et al., 2007) y determinada como óptima en las etapas de desinfección (Rincón and Pulgarín, 2003; Coleman et al., 2005). En cuanto a la dosis de H₂O₂ estudios previos han determinado un ratio en peso "óptimo" de H₂O₂/O₃=0.5 (Bellamy et al., 1991) y una dosis óptima para la minimización del potencial de formación de THM de 680 mgH₂O₂/L cuando se encuentra en combinación con TiO₂ (Canché, 2007).

Estos tratamientos se aplican sobre disoluciones de cloroformo (Carlo Erba, calidad para análisis) en agua destilada con una concentración de 800 mgC/L. El análisis de cloroformo se lleva a cabo mediante medidas de Carbono Orgánico Disuelto (COD) y concentración. Para medir el COD se utiliza un analizador de carbono orgánico total de la marca Shimadzu (modelo

TOC- V_{CSH}) de acuerdo al método estándar 5310B. Para determinar la concentración de cloroformo durante los tratamientos aplicados se utiliza el método EPA 524.2, basado en sistema "head space" acoplado a un cromatógrafo de gases/espectrómetro de masas (HS/GC/MS).

Los tratamientos y dosis aplicadas, y los resultados obtenidos se resumen en la tabla 1.

Tratamiento	O ₃ (mg/L)	H ₂ O ₂ (mg/L)	TiO ₂ (g/L)	Radiación	% reducción COD	% eliminación CHCl ₃
1	3				30	30
2	3	1.5			20	20
3	3		1		40	40
4	3	1.5	1		50	50
5	3	680	1		60	60
6		1.5			10	10
7		680			0	0
8		680	1		10	10
9		680	1	X	55	55
10		1.5		X	0	0
11		680		X	0	0
12			1		20	20
13			1	X	30	30
14				X	0	0

Tabla 1.- Tratamientos aplicados.

Tras la aplicación de los distintos tratamientos y de acuerdo a los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La degradación de cloroformo se puede usar como indicador de la generación de ROS en los AOPs estudiados.
- La mayor generación de ROS producida durante los 14 tratamientos estudiados se obtiene a través de O₃/H₂O₂/TiO₂ y TiO₂/H₂O₂/radiación mediante los cuales se logra un porcentaje de degradación de cloroformo entre 50 y 60%.
- El TiO₂ mejora la producción de ROS, y por tanto la degradación de cloroformo, en el tratamiento de ozonización, el H₂O₂ no debido a las condiciones de pH.
- El H₂O₂ mejora la producción de ROS durante el tratamiento fotocatalítico.

ESTUDIO DE LA RECUPERACIÓN DE ENTEROCOCCUS SP. EN AGUAS TRATADAS CON TiO₂/H₂O₂/LUZ SOLAR

MUNIA LANAO, María P. Ormad, Natividad Miguel, Rosa Mosteo, Jorge Rodríguez y José L. Ovelleiro
Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12.
50009 Zaragoza (España). Tlf: +34 976761156 E-mail: mlanao@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores logros del siglo XX ha sido conseguir disponer de agua potable para la realización de una gran diversidad de actividades, además de aportar una mejora en la sanidad y prevención de enfermedades.

Sin embargo, los tratamientos convencionales de cloración para la potabilización de las aguas naturales están generando una creciente preocupación por la formación de subproductos cancerígenos derivados de la desinfección con cloro. Como consecuencia, los esfuerzos se están dirigiendo hacia el desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento que eviten la aparición de esos subproductos nocivos para la salud humana.

La Fotólisis, técnica basada en irradiación solar, es una fuente de desinfección interesante en los países con alta irradiancia solar. Combinada con un catalizador (TiO₂ Fotocatálisis) o con H₂O₂, se mejoran los resultados al favorecerse la generación de radicales ROS, principalmente OH •, que a pesar de tener una corta vida útil, son altamente activos en la oxidación de sustancias orgánicas y en la inactivación de bacterias, virus y protozoos.

OBJETIVOS

- Estudiar la influencia de los tratamientos de fotólisis, fotólisis/H₂O₂, fotocatalálisis y fotocatalálisis/H₂O₂ en la inactivación de *Enterococcus* sp (indicador bacteriano fecal de obligado análisis según RD 140/2003).
- Determinar la capacidad de *Enterococcus* sp. para superar el estrés causado tras los tratamientos de desinfección aplicados.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El análisis y cuantificación de *Enterococcus* sp. se llevó a cabo siguiendo la norma UNE-EN ISO 7899-2. Se analiza la resistencia de este indicador fecal ante la aplicación de las técnicas siguientes:

- Fotólisis: la iluminación es generada por una cámara solar Hanau Subset (Subset CPS+). El espectro solar de trabajo comprende valores de 320 a 800nm. Se utiliza una intensidad de 500 W/m² durante 30 minutos.
- Fotocatálisis: a la acción de la luz solar se le añade un catalizador como es el dióxido de titanio en forma 80% anatasa y 20% rutilo. Dosis utilizada, 1g/L.
- Fotólisis y fotocatalálisis combinado con H₂O₂: se utiliza una dosis de H₂O₂ (Carlo Ebra) de 0.04mM para valorar la acción de este agente sobre los procesos anteriormente descritos.

Finalmente, se determina la capacidad de las bacterias para superar el estrés causado por los tratamientos realizados. Tras cesar la irradiación solar bajo las condiciones estudiadas, la población bacteriana de Enterococos se recupera tras 3h en oscuridad. Por lo que tras el tratamiento fotolítico o fotocatalítico, combinado o no con peróxido de hidrógeno, debería de adicionarse una dosis residual de cloro que evitara un recrecimiento bacteriano y así, asegurar la calidad de las aguas tratadas (Rincón and Pulgarín, 2003).

CONCLUSIONES

Tras los distintos tratamientos realizados basados en luz solar sin filtro de ventana, *Enterococcus* es capaz de superar el estrés causado por los mismos y desarrollar mecanismos de reparación celular que le permite volver a recuperar sus funciones y multiplicarse de nuevo.

No hay diferencias significativas entre los cuatro tratamientos sin filtro de ventana ya que en todos ellos, las longitudes de onda son muy dañinas ($\lambda < 300\text{nm}$) y no se puede observar el efecto del resto de factores (TiO_2 y H_2O_2).

Sería necesario tras un tratamiento basado en irradiación solar, combinado o no con TiO_2 o H_2O_2 , una dosis residual de cloro para evitar un recrecimiento bacteriano.

En los tratamientos con filtro en el que las longitudes de onda más agresivas son eliminadas, se observa el efecto positivo de la adición de TiO_2 y H_2O_2 sobre el tratamiento fotolítico por sí mismo, consiguiéndose niveles mayores de inactivación.

DESINFECCIÓN AVANZADA CON UV/VIS, TiO₂ Y H₂O₂ PARA LA ELIMINACIÓN DE *Clostridium perfringens* Y *Enterococcus* sp.

MUNIA LANAO, María P. Ormad, Natividad Miguel, Rosa Mosteo and José L. Ovelleiro

Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza (España). Tlf: +34 976761156 E-mail: mlanao@unizar.es

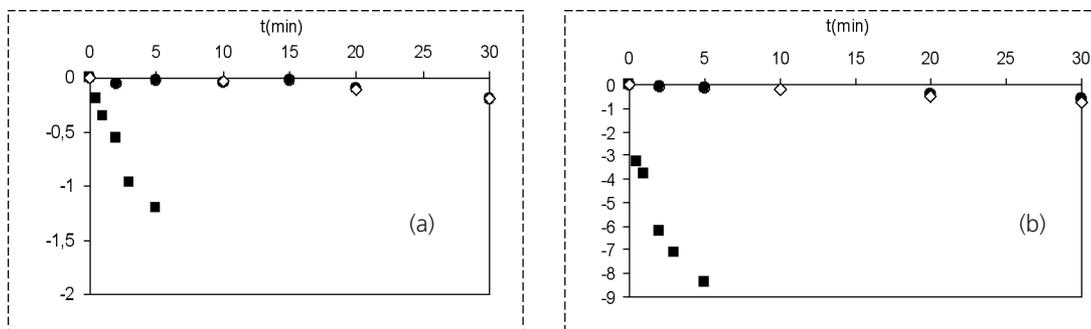
Actualmente, son necesarios procesos de tratamientos de aguas cada vez más complejos con el objetivo de conseguir una óptima calidad para el consumo humano. Sin embargo, los procesos de desinfección convencional, basados principalmente en la adición de cloro, producen la generación de subproductos con carácter carcinógeno (Rook, 1974). Por esta razón, es necesario encontrar nuevos tratamientos que permitan obtener un agua de buena calidad, pero libre de subproductos peligrosos para la salud humana (EPA, 1999).

Las técnicas de oxidación avanzada (AOPs), se basan en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes. Estas técnicas se pueden definir como los procesos de oxidación que implican la formación de radicales hidroxilo (OH \cdot), entidades que se caracterizan por su alto potencial de oxidación, siendo muchos y diversos los compuestos orgánicos susceptibles de ser eliminados o degradados.

La fotocatalisis con TiO₂, es una AOPs, basada en la activación de un catalizador, generalmente TiO₂, por irradiación. Los radicales \cdot OH, superóxido (O₂ \cdot^-), hidroperóxido (HO₂ \cdot) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂), son especies denominadas ROS (reactive oxygen species), y son generadas en la superficie del catalizador (Maness, 1999). Además, la adición de peróxido de hidrógeno a la fotocatalisis con TiO₂ mejora la velocidad de fotodegradación, obteniéndose mejores resultados.

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de estos dos indicadores, *Enterococcus* sp. y *C. perfringens* (tanto células vegetativas como esporos) durante los siguientes tratamientos de desinfección avanzada: UV/VIS (fotólisis), UV/VIS/TiO₂ (fotocatalisis), fotólisis/H₂O₂ y fotocatalisis/H₂O₂ y evaluar la capacidad desinfectante de cada uno de ellos.

Las curvas de inactivación de células vegetativas de *C. perfringens* tienen las pendientes más acusadas (Figura 1). Los niveles de inactivación obtenidos con los cuatro tratamientos son: 1.20 log con fotólisis, 8.4 log con fotólisis/H₂O₂, 5.9 log con fotocatalisis con TiO₂ y 6.9 log con fotocatalisis/H₂O₂.



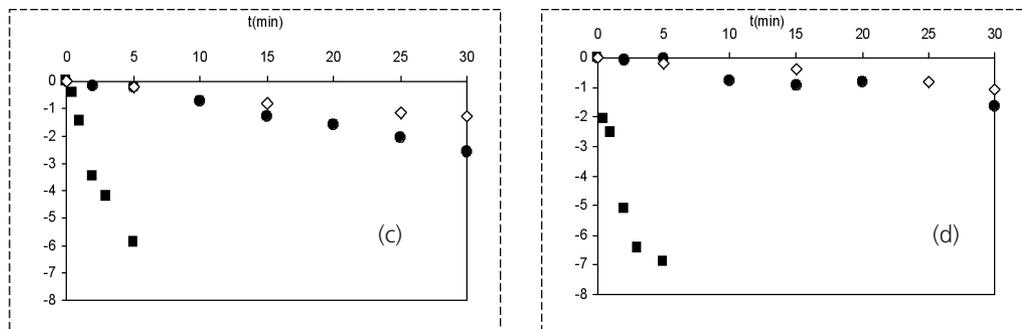


Figura 1. *C. perfringens* (?), *Enterococcus sp.* (?) y esporas *C. perfringens* (◇) curvas de inactivación durante los tratamientos de desinfección de fotólisis (a), fotólisis/H₂O₂ (b), fotocatalisis (c) y fotocatalisis/H₂O₂ (d). Condiciones de operación: intensidad de luz 500 W m⁻², [TiO₂]: 1g L⁻¹, [H₂O₂]: 0.04mM.

En los que se refiere a esporas y *Enterococcus sp.*, son necesarios tratamientos más largos para conseguir adecuados niveles de inactivación (3log). Las esporas, tras 30 minutos de tratamiento, presenta los siguientes resultados de eliminación: 0.19 log fotólisis, 0.78 log fotólisis/H₂O₂, 1.3 log con fotocatalisis con TiO₂ y 1.1 log con fotocatalisis/H₂O₂. Por otro lado, los niveles de desinfección para *Enterococcus sp.* son los siguientes: 0.2 log fotólisis, 0.61 log fotólisis/H₂O, 2.58 log con fotocatalisis con TiO₂ and 1.65 log con fotocatalisis/H₂O₂.

Para los tres indicadores bacterianos estudiados, la adición de TiO₂ o H₂O₂ supone una mejora en la capacidad de desinfección que la que provoca la luz por si sola. Sin embargo, no hay interacción entre la luz, TiO₂ y el H₂O₂. La combinación de estos tres agentes no produce efecto de sinergia.

Los tratamientos estudiados, salvo la fotólisis, consiguen alcanzar altos niveles de inactivación para las tres formas bacterianas estudiadas. La fotocatalisis es más desinfectante que la fotólisis respecto a *Enterococcus sp.* y esporos de *C. perfringens* el tratamiento más efectivo contra las células vegetativas.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE ADSORCIÓN PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUAS

JOSÉ MATESANZ, M^a Peña Ormad, Alejandra López Barcos, N.Miguel, J.L.Ovellido
*Department of Chemical Engineering and Environmental Technologies,
University of Zaragoza,
c/Pedro Cerbuna, 12, 50009. Zaragoza, Spain.
Tel: 97476100. Fax.: 976762142 matesanz@unizar.es*

En las aguas superficiales se encuentran diferentes compuestos orgánicos que se forman a partir de procesos biológicos que se dan en las aguas prepotables y en aguas residuales. A estos compuestos se les denomina materia orgánica natural (NOM).

Una de las etapas fundamentales de los procesos de tratamiento de esta agua naturales para ser utilizadas en el consumo humano, es la preoxidación bien con cloro (NaClO, ClO₂, Cl₂), o bien con ozono. El objeto de esta etapa es eliminar y evitar la aparición de organismos cuya eliminación posterior sería complicada.

Un inconveniente de esta desinfección, es que cuando se utiliza cloro o derivados en cantidades excesivas, se forman compuestos orgánicos clorados entre los que destacan los trihalometanos (Rodríguez et al., 2001). Dada la gran cantidad de población expuesta a estos compuestos, se indagó sobre su toxicología, encontrándose evidencias que atribuían a los THMs un posible carácter cancerígeno (E.P.A, 1999).

En este mismo sentido, la incorporación del Real Decreto 140/2003 de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, establece el límite admisible para los Trihalometanos de 100 mg/L. Como consecuencia, las estaciones de tratamiento de aguas potables, deben evaluar la necesidad de modificar sus propios sistemas de tratamiento o almacenamiento, de forma que se garantice el cumplimiento de la actual normativa en materia de control de aguas de abastecimiento humano.

Las técnicas de oxidación avanzada pueden suponer una alternativa para la eliminación efectiva de algunos contaminantes detectados de manera sistemática en las aguas de la cuenca del Ebro, así como para evitar la formación de subproductos peligrosos durante el tratamiento. Estas técnicas consisten en la aplicación de diferentes agentes desinfectantes (Ozono, peróxido de hidrógeno, dióxido de cloro, dióxido de titanio..), así como de sus combinaciones con la aplicación de diferentes fuentes de energía o de otros reactivos. El principal problema de estas técnicas es el alto coste de los reactivos, como el ozono, el peróxido de hidrógeno o las fuentes de energía como la luz ultravioleta [2], por ello se han de determinar específicamente todas las características de los reactivos empleados, y parece aconsejable estudiar el uso de catalizadores (como el dióxido de titanio), para reducir las cantidades de los reactivos, y suavizar las condiciones requeridas.

Los resultados que aquí se presenta forman parte de un estudio más amplio "Aplicación de Técnicas de Oxidación Avanzada en la Potabilización de Aguas Naturales de la cuenca del Ebro" (Proyecto CTM2005-04585, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia), y nuestros objetivos son:

Por un lado, intentar establecer en el dióxido de titanio el grado de importancia que tiene la adsorción en la eliminación de los THM's (y de sus precursores), frente a su principal mecanismo de eliminación de estos compuestos, que es su poder catalítico en la oxidación de los mismos.

Por otro, estudiar en las mismas muestras en las que realizamos nuestros estudios de eliminación de THM's por diferentes técnicas de Oxidación Avanzada, los resultados que obtendríamos si empleásemos la técnica mas tradicional, la adsorción con carbón activo.

En concreto, para evaluar estos aspectos estudiamos la adsorción en:

Adsorbatos: uno de los grupos de precursores de los trihalometanos más habituales, los ácidos humitos; los subproductos

de desinfección de una muestra sintética de ácidos húmicos clorada, y una muestra sintética de tricloruro de metano. Como adsorbentes, se han empleado: carbón activo y dióxido de titanio.

METODOLOGÍA ANALÍTICA

Durante el desarrollo de este trabajo se utilizan los procedimientos analíticos que se enumeran en la tabla 1. Tabla 1.- Parámetros físico-químicos analizados

Parámetro	Instrumento	Marca	Modelo	Error	Método Normalizado
pH y Temperatura	pH-metro	Crison	GLP21	$\leq 0,02$ pH $\leq 0,3^\circ\text{C}$	4500-HB Standard Methods
Conductividad	Conductímetro	Crison	Basic30	$\leq 0,5\%$	Norma UNE-EN 27888:1994
Turbidez	Turbidímetro	Hanna	LP 2000	$\leq 5\%$	ISO 7027 International Standard
Carbono Orgánico Total	Analizador de Carbono Orgánico Total	Shimadzu	TOC-VCSH	5-10%	5310 B Standard Methods

RESULTADOS

El rendimiento en la eliminación de ácidos húmicos por medio de carbón activado (figura 1) es muy elevada (se obtiene un valor máximo de 97,84%.) pero también son muy altas las cantidades de adsorbente empleadas.

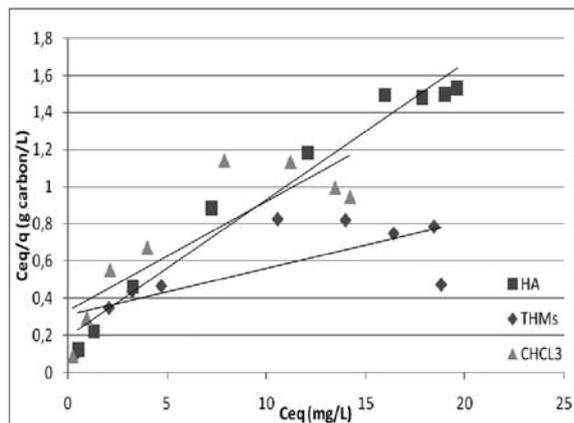


Figura 1.- Isotermas de adsorción de carbón activo sobre materia orgánica natural, trihalometanos y tricloruro de metano.

En relación a los experimentos realizados con el dióxido de titanio, la principal conclusión alcanzada es que: en las condiciones de trabajo planteadas, que intentan inhibir que se produzca la fotocatalisis, el dióxido de titanio no se comporta como un buen adsorbente, ya que el porcentaje en la eliminación de carbono orgánico total es muy bajo.

REFERENCIAS

"EPA Guidance Manual. Alternative Desinfectans and Oxidants". Office water. EPA 815-R-99-OP4. (1999).

Rodriguez, F.J; Pérez, A.; Orozco, B; Sanlloriente, M^o.C.; Ibeas, M^o.V. "Efectos de la ozonización sobre la formación de trihalometanos durante la desinfección final del agua potable con cloro". Tecnología del agua, n^o 218, 60-66, (2001).

DEGRADACIÓN DE CLORPIRIFOS MEDIANTE PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

Rocío Murillo, Judith Sarasa, Munia Lanao y José Luis Ovelleiro
Departamento de Ingeniería Química y Medio Ambiente.
Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España.
Tel: 976761156, e-mail: rmurillo@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El Clorpirifos se utiliza comúnmente para controlar insectos en las cosechas de algodón, granos, frutas, alfa y remolacha. En Honduras el clorpirifos se utiliza mayoritariamente como plaguicida para proteger las cosechas de bananos, el producto de exportación más importante del país. Se han encontrado residuos de este plaguicida en la fruta y en muestras de agua del lavado del banano [1].

Los procesos de oxidación avanzada (AOPs) han sido definidos como tratamientos que se basan en la generación de radicales altamente reactivos, especialmente el radical hidroxilo (OH) [2]. La generación de los radicales OH^\bullet se inicia utilizando ozono (O_3), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), dióxido de titanio (TiO_2), radiación UV, ultrasonido etc. y combinación entre ellos. De estos, los procesos $\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}_2$, $\text{O}_3\text{-UV}$, $\text{H}_2\text{O}_2\text{-UV}$, y el proceso de catálisis heterogénea son una promesa para purificar aguas naturales y residuales [3]. Este estudio evalúa el efecto de los radicales hidroxilo en el tratamiento de aguas contaminadas con este plaguicida. En particular, se estudió la degradación del clorpirifos utilizando tratamiento foto-Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}/\text{luz}$), TiO_2/luz , $\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2/\text{luz}$ y Ozono.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los experimentos se realizaron con una solución sintética de clorpirifos la cual se preparó agregando 30 mg de clorpirifos en 1 L de agua Milli-Q. La solución se agitó continuamente durante 7 días para obtener la máxima concentración del contaminante.

Los experimentos foto-Fenton se realizaron con 20 ml de muestra en viales de vidrio de 40 ml. La luz se aplicó mediante una cámara Solar Atlas Suntest CPS+ XLS durante 60 minutos. Se investigó el rendimiento de dos catalizadores: cloruro férrico (FeCl_3) y sulfato ferroso (FeSO_4) en un rango de 5 a 15 mgL^{-1} . La concentración de H_2O_2 utilizada fue entre 0,005 y 0,5 M y el pH desde 2 a 4,5. También se realizaron experimentos con luz solar natural durante 90 minutos.

Los experimentos fotocatalíticos con TiO_2 se realizaron utilizando la cámara solar mencionada anteriormente con 100 ml de muestra en viales de vidrio de 120 ml durante 60 minutos y agitación continua. Las dosis de TiO_2 utilizadas fueron de 10 a 1000 mgL^{-1} . También se comprobó el efecto de añadir H_2O_2 utilizando concentraciones de 0,01 a 0,05 M.

Los experimentos con ozono se realizaron con un litro de muestra en un reactor de vidrio de 2 L a pH neutro. El ozono se generó "in situ" en el laboratorio con un generador de ozono Fischer 500 durante 30 minutos de reacción. La cantidad de ozono consumido fue determinado por iodometría (Metodo 2350 E del "Standard Methods" [4]).

También se realizaron experimentos complementarios con la solución de clorpirifos sin agregar ningún reactivo (blanco).

Durante toda la experimentación, se tomaron muestras a diferentes tiempos de la reacción. Todas las muestras fueron agitadas durante 2 minutos con 4 ml de hexano utilizando un Vortex para extraer los compuestos. Las muestras se analizan mediante GC/MS, siguiendo el método 6410B del "Standard Methods" [4].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 compara la evolución de clorpirifos (como concentración final, C , dividida por la concentración inicial, C_0) frente al tiempo para cada AOP experimentado, en condiciones óptimas de tratamiento. Como se puede ver, este plaguicida puede ser eliminado en un corto período de tiempo, aunque el tratamiento foto-Fenton demuestra ser el más rápido. Resultados similares fueron obtenidos con foto-Fenton y TiO_2 por otros autores [5].

Se ha demostrado que en los experimentos foto-Fenton la degradación con FeCl_3 fue ligeramente más eficiente que con FeSO_4 . Las condiciones más apropiadas para este tratamiento fueron: 10 mgL^{-1} de Fe^{3+} , $0,01 \text{ M}$ de H_2O_2 y $\text{pH } 3,5$. Con estas condiciones óptimas se logra la eliminación total de clorpirifos en 15 minutos.

Los resultados muestran que la dosis efectiva de TiO_2 en el sistema TiO_2/luz es 1000 mgL^{-1} . Sin embargo, la degradación mejora cuando a la dosis más pequeña de TiO_2 (10 mgL^{-1}) se agrega H_2O_2 en concentración $0,02 \text{ M}$. La eliminación total se observó a los 20 minutos en ambos casos. En los experimentos de ozonización la degradación total de este plaguicida se obtuvo después de 30 minutos.

El efecto de la luz natural del sol como fuente de fotones en el tratamiento foto-Fenton también se investigó en este estudio. La figura 2 muestra que la degradación de este plaguicida se puede lograr con luz solar natural, aunque la reacción es más lenta. Por lo tanto este tratamiento se podría implementar en Honduras ya que en este país la radiación solar es muy alta todo el año.

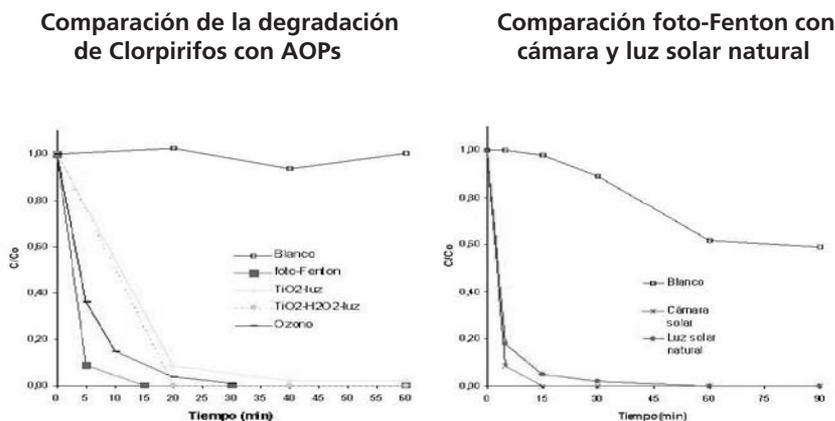


Figura 1

Figura 2

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Kammerbauer J. and Moncada J. (1998). Pesticide residue assessment in three selected agricultural production systems in the Choluteca River Basin of Honduras. *Environmental Pollution*, 103 171-181.
- [2] Glaze, W. H. (1987). Drinking-water treatment with ozone. *Environmental Science and Technology* 21 224-230.
- [3] Zhou H. and Smith D.W. (2002). Advanced technologies in water and wastewater treatment. *Journal of Environmental Engineering Science* 1 247-264.
- [4] American Public Health Association (2005) "Standard methods for the Examination of Water & Wastewater". 21st Ed. Washington, D.C.
- [5] Peñuela G. and Barceló D. (1997). Comparative degradations kinetics of chlorpyrifos in water by photocatalysis with FeCl_3 , TiO_2 and photolysis using solid-phase disk extraction followed by gas chromatographic techniques. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 62 135-147.

POSSIBILITIES OF IEF AND 2D-GEL ELECTROPHORESIS WITH LA-ICP-MS FOR THE SPECIATION OF CU AND ZN BOUND TO NATURAL ORGANIC MATTER

María S. Jiménez, Laura Rodríguez, María T. Gómez and Juan R. Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (UCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA, Spain
jimenezm@unizar.es

Humic substances represent a significant proportion of total organic carbon in the global carbon cycle, constituting the major organic fraction in soils (between 70% and 80%) and the largest fraction of natural organic matter in stream, river, wetland, lake, sea and ground waters.

Humic substances are operationally divided into humic acids (HA, insoluble in acid) and fulvic acids (FA, soluble in both acidic and alkaline media). Dissolved humic substances represent the majority of dissolved organic matter (DOM). One of the most important characteristic of humic substances is their ability to interact with metal ions to form water-soluble, colloidal, and water-insoluble complexes of varying properties and different chemical and biological stability.

In this work, the use of 1D-PAGE, IEF and 2D-PAGE as separation techniques, and LA-ICP-MS as detection system, have been described to study the distribution of metal-dissolved organic matter complexes in environmental samples.

DOM organic fractions were well characterized by the three separation techniques (1D-PAGE, IEF and 2D-PAGE) obtaining a large dispersion of molecular sizes with two maximum peaks: the biggest one around 3 kDa, and the smallest one around 80 kDa. The use of 1D-Tris Borate method [1] using low intensity (10 mA) and Borate as trailing ion previous to LA-ICP-MS measurements, allowed obtain the distribution of metal-DOM complexes in a compost sample maintaining metal-DOM complexes stability.

It was observed that metals were associated with the smallest size fraction (around 3 kDa), similarly as results obtained previously by HPSEC, FIFFF, Ultrafiltration and ICP-MS. Subsequently, the use of 2D-PAGE method (IEF and 1D-Tris Borate PAGE) followed by LA-ICP-MS confirmed the results obtained by 1D and IEF separately and added information about HS molecular size distribution.

Maria S. Jiménez, Maria T. Gomez, L. Rodriguez, L. Martinez, Juan R. Castillo, *Anal. Bional Chem.*, 2009, 393, 699-707.

The authors acknowledge the financial support from the Ministry of Science and Innovation (project no. CTQ 2006-00894 BQU).

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE ELECTROPHORETIC PROCEDURE ON THE DETECTION OF METALS BOUND TO PROTEINS BY SUBSEQUENT LA-ICP-MS

María T. Gómez, Laura Rodríguez, María S. Jiménez and Juan R. Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA, Spain
mcotin@unizar.es

Laser ablation (LA) inductively coupled plasma (ICP) mass spectrometry (MS) has been increasingly used as a system to detect metals bound to proteins after separation by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE). Because of this, it is of great importance to keep the integrity of the metal-protein bindings during the procedure. As previously reported, when heteroatom-containing proteins are investigated, the interactions metal-protein are strongly enough to remain intact during electrophoresis.

Nevertheless when the object of the study are metal-binding proteins with weaker interactions it can occur that the metals are lost during the process and they cannot be detected bound to the proteins subsequently by LA-ICP-MS. This fact makes necessary the development of new procedures to separate proteins preventing the loss of metals bound to these proteins.

Starting from a previous paper [1], we have carried out some experiences to determine the influence of some factors concerning the electrophoretic procedure in the detection of metals by La-ICP-MS of two proteins (superoxide dismutase (SOD), containing Zn and Cu, and alcohol dehydrogenase (ADH), containing Zn). Not only the influence of the nature of the electrophoretic method has been studied, but also the effect of other aspects such as intensity applied, trailing ion chosen and post-separation gel treatment.

For a denaturing PAGE of SOD, tricine as trailing ion is recommended. While non denaturing PAGE based on tricine is better for ADH in order to maintain the integrity of metal-protein binding.

Regarding to the intensity applied, as higher it is the possibilities of metal-protein binding losses are higher. All the results have demonstrated that it is preferred to avoid staining steps because they can alter the stability of the metal-binding proteins and prevent detecting metals bound to them.

María S. Jiménez, María T. Gómez, L. Rodríguez, L. Martínez, Juan R. Castillo, *Anal. Bioanal. Chem.*, 2009, 393, 699-707.

The authors acknowledge the financial support from the Ministry of Science and Innovation (project no. CTQ 2006-00894 BQU).

STUDY OF THE SIZE-BASED BIOAVAILABILITY OF METALS ASSOCIATED TO NATURAL ORGANIC MATTER BY STABLE ISOTOPE EXCHANGE AND QUADRUPOLE ICP-MS COUPLED TO AS-FIFFF

Francisco Laborda, Sergio Ruiz-Beguería, Eduardo Bolea, Juan R. Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain
flaborda@unizar.es

The potential bioavailability of a metal in a solid environmental sample (soil, sediment, sludge, compost...) can be determined by isotopic exchange. Although this methodology was developed for radioactive isotopes, enriched stable isotopes can also be used. Basically, a suspension of the sample is spiked with a small amount of the enriched isotope, which reequilibrates with the exchangeable fraction of the metal in the solid. At equilibrium, the enriched isotope should be distributed equally in the exchangeable fraction of the solid (considered potentially bioavailable) and in the solution (assumed fully exchangeable). The isotope ratio is measured in the solution and the bioavailability calculated as:

$$E = \frac{1}{m_{\text{sample}}} \frac{M_{\text{sample}} m_{\text{spike}}}{M^b A_{\text{sample}}^b} \frac{IR_{\text{spike}} - IR_{\text{measured}}}{IR_{\text{measured}} - IR_{\text{sample}}}$$

where E is the bioavailability (mg kg⁻¹); m_{sample} , the mass of sample (kg); M_{sample} , the atomic weight of the element in sample; M^b : the atomic weight of isotope b; A_{sample}^b , the abundance of isotope b in the sample; m_{spike} , the mass of the isotope spiked in the sample; IR_{measured} , the isotope ratio (a/b) in the spiked sample; IR_{spike} , the isotope ratio (a/b) in the spike; IR_{sample} , the isotope ratio (a/b) in the sample.

Metals can be associated to different forms of organic matter and colloids in the aqueous extract, which can show different bioavailabilities. When isotope ratios are measured directly in the aqueous extracts, an averaged bioavailability is obtained. In order to get detailed information about the metal bioavailability with respect to molecular mass and colloid size, the isotopic exchangeability has been investigated by on line coupling of a size-based separation techniques (asymmetric flow field flow fractionation, As-FIFFF) to quadrupole ICP-MS.

Acquisition parameters for isotope ration measurements were selected as a compromise between sampling frequency and attainable precision. Results for copper and lead in organic amendments will be presented.

This work has been sponsored by the Spanish Ministry of Science (CTQ 2006-00894 BQU).

ASYMMETRIC FLOW FIELD-FLOW FRACTION COUPLED TO ICP-MS FOR THE CHARACTERIZATION AND DETERMINATION OF ENGINEERED NANOPARTICLES: SILVER NANOPARTICLES IN CONSUMER PRODUCTS

Francisco Laborda, Eduardo Bolea, Javier Jiménez-Lamana, Juan R. Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA, Spain
flaborda@unizar.es

Engineered nanoparticles (ENPs) are being using in a wide range of consumer products. A number of techniques are available for characterization of these nanoparticles and related nanomaterials (e.g., microscopy or lighth scattering based techniques). However, studies related to their potential toxic effects or their occurrence in the environment require more selective and sensitive analytical methods.

Asymmetric Flow Field-Flow Fractionation (As-FIFFF) allows the separation over a wide range of sizes (from mm to a few nm) depending on the separation mode (normal or steric), allowing the size characterization of nanoparticles suspensions, but also to monitor processes of aggregation/dissolution or interaction with other substances or particles.

The coupling of As-FIFFF with ICP-MS ensures a multielement detection capability of inorganic nanoparticles in accordance to the trace concentrations expected in environmental studies.

In spite of the potential capabilities of the hyphenated technique AsFIFFF-ICP-MS, available methods are scarced and its performance has not been fully exploited yet.

A methodological approach for size characterization and quantitation of silver nanoparticles and a critical evaluation of its analytical performance (detection limits, resolution...) will be presented. First results of its application to consumer products will also be included.

This work has been sponsored by the Spanish Ministry of Science (CTQ 2006-00894 0894).

VOLTAMETRIA DE PARTICULAS SOLIDAS INMOVILIZADAS EN ELECTRODOS DE PASTA DE CARBON: ESPECIACION Y DETERMINACION DIRECTA DE ARSENICO, CADMIO, PLOMO Y COBRE EN COMPOST.

Gemma Cepriá, Sonia Labarta, Sahnounia Hamida, Francisco Laborda, Juan R. Castillo
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)
Instituto de Investigación de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Universidad de Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. España.
gcepria@unizar.es

La actual forma de vida en las ciudades genera una gran cantidad de residuos sólidos que se acumulan en los vertederos ya saturados. Una opción para reducir su volumen y poder aprovechar parte de esos materiales es transformarlos en compost.

Dada la diversidad del origen de los residuos sólidos urbanos, se introducen en el compost metales pesados en formas fisicoquímicas muy diversas, que afectan de formas diferentes a los entornos y a los seres humanos. Además, dada la moderna tecnología asociada a estos residuos, el contenido en metales pesados, es mayor que en el compost de origen vegetal o agrícola. Por ello es interesante disponer de una metodología que permita su detección en concentraciones por debajo de los valores admitidos por la legislación de una forma sencilla y rápida.

En este trabajo se presenta un procedimiento que utiliza la voltametría de partículas inmovilizadas sobre la superficie de un electrodo de pasta de carbono, en el que no es necesario ningún tratamiento previo de la muestra.

Los voltagramas obtenidos en HCl 1 M ofrecen información sobre Pb y Cu presentes en compost de residuos sólidos urbanos. En tampón de ácido acético-acetato se obtiene información acerca de la presencia de óxidos de hierro (III). También fue posible detectar y cuantificar el contenido en arsénico inorgánico y diferenciar y cuantificar As(III) que es la especie más tóxica y móvil de arsénico.

Los límites de detección en tampón de ácido acético-acetato para cadmio, cobre y plomo fueron de 1, 160 y 190 mgKg⁻¹, respectivamente y de 0,03 mgKg⁻¹ y 0,3 mgKg⁻¹ para As(III) y As inorgánico total respectivamente. Estos límites de detección están por debajo de los límites legales recogidos por la normativa española para estos materiales, ya que el Real Decreto 824/2005 establece unos límites de 3, 400 y 200 mg Kg⁻¹ para cadmio, cobre y plomo respectivamente.

Este trabajo ha sido subvencionado por la SGPCCC del Ministerio de Medio Ambiente. Y el proyecto CTQ 2006-00894 del MICINN

CHARACTERISATION AND EVOLUTION OF PIGMENTS AND PAINTING TECHNIQUES DURING ROMANESQUE PERIOD IN ARAGON (SPAIN): A CONTEXT OF FRONTIER

JOSEFINA PÉREZ-ARANTEGUI¹, Paz Marzo², Jorge Sánchez², Carlos Pardos¹, José Luis Abad³, José Ramón García³

1 Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)

Environmental Sciences Institute (IUCA)

University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain

jparante@unizar.es

2 Research Laboratory for Cultural Heritage. Government of Aragon. Zaragoza

3 Antique SL, Art Restoration. 22270 Almodévar (Huesca)

In the medieval period, the north-eastern area of the Iberian Peninsula experienced many political and cultural changes due to the loss of the Islamic influence and the development of new Christian kingdoms that spread towards the South. From a cultural point of view, the period between the 11th and the 13th century was characterized by the Romanesque style, with European influences, and developed in architecture, painting and sculpture.

At the south of the Pyrenees, Aragon was an example of this Romanesque expansion but in a political context of frontier and frequent wars. Nevertheless, many examples of Romanesque buildings were constructed in all the territory with beautiful examples of architectural painting decoration. This is why the characterisation and comparison of the different painting techniques and used pigments were considered in order to know the expertise and the evolution of these decoration techniques during Romanesque period in the area.

Several decorated buildings were chosen to sample, including important examples as cathedrals but also small churches, in the north of Aragon. Scanning Electron Microscopy with Energy-Dispersive X-ray Analysis was the technique used to study the samples, due to their tiny size and because we need to analyse all the pictorial layers. The study was completed with the determination of the organic components by Gas Chromatography. The analytical results show the use of a limited pigment palette, but, whose combination obtains a splendid visual effect of different colours.

Acknowledgements: This study was financially supported by CTPP03/2005 research project of the "Comunidad de Trabajo de los Pirineos" (Aragon-Catalonia-Aquitaine) and Diputación General de Aragón (DGA).

BLACK PIGMENTS IN THE CARVED DECORATION OF ALABASTER OBJECTS: chemical characterization of pitch and wax

JOSEFINA PÉREZ-ARANTEGUI¹, Erika Ribechini², Carlos Pardos¹, Maria Perla Colombini²

1 Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)

Environmental Sciences Institute (IUCA)

University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain

jparante@unizar.es

2 Dept. Chemistry and Industrial Chemistry, University of Pisa, 56126 Pisa, Italy

Black or very dark pigments are often used or observed in the decorations of artworks, but their origin and composition could be sometimes not very clear, especially when they can be of organic nature and undergone a restoration. Carbon-based blacks are found in many artistic expressions, but other pigments like bitumen, tar, pitch and resin have been also documented [1,2]. Within the framework of a project on the study and restoration of several alabaster objects from the Museum of Zaragoza (Spain), the origin and possible reactivity of the pigments used in the carved inscriptions of some panels of two alabaster tombs dated from the mid 16th c. AD were investigated.

An analytical protocol based on optical microscopy (OM), scanning electron microscopy (SEM), analytical pyrolysis in the presence of hexamethyldisilazane followed by gas chromatography/mass spectrometry (Py-GC/MS) and gas chromatography/mass spectrometry after alkaline hydrolysis, solvent extraction and trimethylsilylation (GC/MS) was used for the chemical characterisation of the microsamples from black inscriptions collected from the two alabaster tombs. Py-GC/MS and GC/MS analyses were performed using establishing protocols described in detail in ref. [2,3,4].

OM and SEM analyses highlighted the presence of an amorphous very dark-brown substance, from translucent to opaque, constituted by C and O. Py-GC/MS and GC/MS analyses provided detailed molecular compositions, highlighting the presence of a wide range of compound classes including diterpenoid acids (di-dehydroabietic acid, dehydroabietic acid and 7-oxo-dehydroabietic acid), tricyclic abietanes with a high degree of aromatisation such as retene, mid- and long-chain monocarboxylic fatty acids, n-alkanols, and n-alkanes. Characteristic biomarkers and their distribution patterns [4] indicated that a mixture of pine pitch and beeswax was used in the realisation of the black inscriptions.

In both alabaster tombs, the carved inscriptions were filled using a mixture of pine pitch and beeswax. In fact, resins were often mixed with waxy materials in order to harden and colour the material. The technique resulted in a black, very dark decoration which stands out from the white alabaster.

Acknowledgements: J. Pérez-Arantegui acknowledges the Spanish Ministries of 'Education and Science' and 'Science and Innovation' (Subprograma de estancias de movilidad de profesores e investigadores: PR2007-0506 and PR2008-0362)

References

1. B. H. Berrie (Ed.), *Artists' pigments*, vol. 4 (National Gallery of Art, Washington, 2007).
2. A. Andreotti, I. Bonaduce, M. P. Colombini, F. Modugno, E. Ribechini, *Internat. J. Mass Spectrom.* 284: 123 (2009).
3. F. Modugno, E. Ribechini, M. P. Colombini, *J. Chromatogr. A* 1134: 298 (2006).
4. E. Ribechini, F. Modugno, M. P. Colombini, R. P. Evershed, *J. Chromatogr. A* 1183: 158 (2008).

NANOSTRUCTURED ELECTROCHEMICAL APTASENSORS FOR OCHRATOXIN A (OTA) DETERMINATION

Laura. Bonel, Patricia. Duato, Juan C. Vidal, Juan R. Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain
lbonel@unizar.es

Ochratoxin A is a naturally occurring mycotoxin produced primarily by *Aspergillus ochraceus* and *Penicillium verrucosum* usually present in a variety of foods. It is mainly found as a contaminant of cereals, cereal products and coffee beans. Previously, we have developed a device based on Quartz Crystal Microbalance sensor for OTA determination.

In the literature has been reported the combination of electrochemical immunosensor using gold nanoparticles (AuNPs), carbon nanotubes (CNTs) or magnetic beads (MBs). Nanostructured materials have proven as one of the most powerful tool in new technologies and research, due to their absolutely peculiar properties at nanometer size scale.

The interesting approach of this work is related to the using of a selective aptamer to OTA. Aptamers are nucleic acids (DNA or RNA) that selectively bind to low molecular weight organic or inorganic substrates or to macromolecules such as proteins. Anyway, this work is the first step in the realization of an assay for OTA based on the use of the specific aptamer exploiting the known advantages of these biomimetic receptors. In literature only two papers report the development of an assay for OTA detection using specific aptamer.

A disposable electrochemical assay involving MBs and carbon-based screen-printed electrodes (SPCEs) was developed for the detection of OTA. The Streptavidin Paramagnetic Particles consist of a magnetite core coated with streptavidin. Thus, these particles combine convenient magnetic separation technology with the versatility and high affinity of the biotin-streptavidin interaction. The assay was based on a direct competitive format in which a DNA aptamer biotinylated was used as biorecognition element, and horse-radish-peroxidase (HRP) was used as enzymatic label.

All steps of the assay were carried out onto MBs; only the electrochemical detection was performed transferring the functionalized MBs onto the working electrode of a SPCE. In this assay there is a competition step between OTA and OTA-HRP, finally hydroquinone (HQ) and H_2O_2 were added as co-substrate and substrate. The enzymatic product was determined by DPV.

The performance of the assay in terms of sensitivity, reproducibility and selectivity were studied. The calibration curve carried out shows a LOD and LOQ 0.2 and 6 $\mu\text{g/l}$ respectively and the average coefficient of variation (ACV) resulted 8 %.

Finally, this approach will be applied to the analysis of some OTA sample

INMUNOSENSORES AMPEROMÉTRICOS NANOESTRUCTURADOS PARA OCRATOXINA A (OTA) BASADOS EN ELECTRODOS SERIGRAFIADOS FUNCIONALIZADOS CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Patricia Duato, Juan C. Vidal, Laura Bonel and Juan R. Castillo
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)
Instituto de Investigación de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Universidad de Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. España.
pduato@unizar.es

La Ocratoxina A (OTA) es una micotoxina nefrotóxica, teratogénica, carcinogénica e inmunotóxica en humanos y animales. La OTA se produce en una gran diversidad de alimentos y bebidas como cereales, café, frutos secos, vino, etc La identificación y determinación de micotoxinas a niveles de 0,01 a 10 ppb en estos alimentos es muy importante debido a los efectos adversos que pueden producir en la salud, por lo que existe una elevada restricción en la legislación de micotoxinas.

Después de HPLC con detección por fluorescencia molecular, los métodos de inmunoensayo ELISA son los más empleados en el análisis de micotoxinas en alimentos, debido a la alta especificidad de los anticuerpos (sobre todo monoclonales) y su disponibilidad para las diferentes micotoxinas. Sin embargo, el uso de biosensores de afinidad (inmunosensores) en el análisis de micotoxinas se encuentra todavía restringido debido fundamentalmente a la dificultad de regeneración del biosensor.

La molécula de OTA es electroactiva, sin embargo la oxidación directa de la OTA requiere potenciales muy elevados (alrededor de +1,50 V.) lo que unido a las bajas concentraciones que deben de medirse y a la falta de selectividad, hace imposible la determinación voltamétrica o amperométrica directa mediante un sensor. Por éste motivo, es imprescindible el uso de anticuerpos específicos de OTA para alcanzar la selectividad necesaria.

En este trabajo se está desarrollando un inmunosensor rápido y sensible para OTA, combinando las ventajas que proporcionan tanto la especificidad de los anticuerpos monoclonales como la miniaturización y sensibilidad de los electrodos serigrafados. Las partículas magnéticas (MBs) son un tipo de partículas muy empleadas en biosensores analíticos. La capacidad de unión de las MBs varía en función de su tamaño y composición y también en función del tamaño del ligando. Es bien sabido que las MBs aumentan la señal generada, debido al aumento del área de la superficie, y que producen un aumento en la cinética de las reacciones, porque las partículas en disolución no necesitan migrar muy rápido.

Se está trabajando en el desarrollo de un inmunosensor competitivo directo inmovilizando en la superficie de las MBs funcionalizadas con estreptavidina el anticuerpo monoclonal biotinilado específico para la OTA (mAbOTA-biotina). La competición de la OTA con un conjugado de OTA-HRP genera la señal amperométrica que se detecta por DPV. Se usó biotina 10000 ppm (1% caseína) para evitar interacciones inespecíficas. El sustrato electroquímico empleado fue hidroquinona/ H_2O_2 .

En conclusión, hay que resaltar que los inmunosensores de OTA basados en los SPCEs permiten una determinación rápida y específica de la OTA a niveles de los ppbs y que el uso de MBs aumenta la sensibilidad del proceso de transducción.

El trabajo ha sido financiado con cargo al Proyecto P 27-2007 del Gobierno de Aragón. P. Duato agradece a ACP SA la concesión de una beca

SOLID PHASE MICROEXTRACTION COUPLED TO REVERSE PHASE-HPLC IN THE CHARACTERIZATION OF NATURAL ORGANIC MATTER

E. Peña, A. Lopez, E. Irisarri, I. Tello, J. Jiménez, M.A. Gomez, J.R.Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain
jcastilo@unizar.es

Common characterization of the main component of Natural Organic Matter (Humic Substances) is carried out by Size Exclusion-HPLC techniques depending on the size of the compounds. However studies using Reversed Phase separation, depending on the polarity of the compounds could give useful complementary information.

We will present the results of a study developed by the technique of Solid Phase Microextraction (SPME), as a rapid method for extraction, and preconcentration coupled with HPLC separation using Reverse Phase and UV-VIS Diode Array detection.

The application of SPME requires a previous and significant optimization process of the large number of variables affecting the extraction. It was implemented by a Plackett-Burman design for 7 factors at 2 levels, where its influence is considered in two stages: i) extraction: fiber type, time, Temperature, stirring time, and salting-out effect. And ii) re-extraction: solvent and time.

The separation of the extracts was carried out by HPLC with Reverse Phase C-18 and mobile phase Acetonitrile / water gradient. The total development is achieved within 22 min. Cleaning and conditioning steps are necessary. The response to the extraction of samples is evaluated based on two chromatographic criteria: Number of peaks and concentration recovery.

The results showed the highest influence of fiber type and the solvent desorption. So that the best conditions were obtained with PDMS fiber and Acetonitrile/water/80/20%v/v. The working range was 0.01-100 mg / l of Humic Substances

The method has been applied to the characterization of Humic Substances in samples of different origins: Leonardite and natural waters, and to characterize the Humic Substances decomposition by using different oxidation processes

We thank the financial support of the Spanish Department of Science. Project CTQ 2006-00894 BQU

INORGANIC ANTIMONY SPECIATION IN RIVER WATERS BY GENERATION OF VOLATILE HALIDE AND ICP-AES.

Daniel Sipiera, Angel Lopez-Molinero, Juan R.Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain
jcastilo@nizar.es

In this work the generation of volatile halides as a mean to enhance the yield of sample introduction in atomic spectrometry has been studied for a certain number of elements. Antimony, as Sb(III and V), has been volatilized with bromide in sulphuric acid media and Sb determined by ICP-AES.

We will present the results of an experimental study that deals with the selection of conditions for determination of both species Sb(III) or/and Sb(V) in natural river water of Aragon.

The study comprises application of experimental designs to derive the influence of principal variables. In this sense, Sulphuric acid concentration, volume and bromide concentration were the most significant variables influencing the detection. After that, it was found that, in certain conditions, both species were detected. Also individual species could be detected even in presence of the other. The analytical procedures could be applied in linear range from 0.05 ug/ml to 5.0 ug/ml, with Limit of detection in the order of 1.5 ng/ml.

Addition of species such as As(III) and/or iodide behave as catalyst and modified their volatility. So the volatility of Sb(III) with bromide in presence of As(III) was reduced to a minimum. In the same conditions Sb(V) suffers of a significant enhancement of its sensitivity. The kinetic characteristics of both volatile species were studied by UV-VIS Molecular Spectrophotometry. Volatility constants and energy of volatilization were determined in analytical conditions. Constant in the order of 0.2 s^{-1} and energy round 20 Kcal/mol were calculated. These values were compared with other volatile halide.

The methods, in optimum analytical conditions, were applied to the analysis of two river waters. Their results were validated by alternative standard procedures and also by the recovery of spiked samples.

The work has been supported by Project CTQ 2006-00894 of the MICINN

A VALIDATION METHODOLOGY TO DETERMINE OCHRATOXINE A IN FOODS BY HPLC WITH FLUORESCENCE AND UV-VIS

Enrique. Irisarri , Angel Lopez-Molinero, Juan R.Castillo
Analytical Spectroscopy and Sensors Group (GEAS)
Environmental Sciences Institute (IUCA) University of Zaragoza, 50009 ZARAGOZA. Spain
kike.iri.82@hotmail.com

Ochratoxin A (OTA) is a naturally occurring mycotoxin produced primarily by *Aspergillus ochraceus* and *Penicillium verrucosum* usually present in a variety of foods. It is mainly found as a contaminant of cereals, cereal products and coffee beans.

Our research group works in the development of immunoelectrochemical sensors and aptasensors to establish rapid and sensitive methods for monitoring and quantifying OTA in contaminated food. The analytical use of these sensors need well established methods, with solid, and safe procedures, useful to validate the results. Several standard methods for OTA determination have been established by HPLC – RP using fluorimetric detection, with a detection limit at the order of 0.1 ug/L. In our laboratory a study has been accomplished in order to evaluate between different analytical methods and assess the most useful in control and validation of analytical results in cereals, grapes, must and wines. Currently, the key step is found in the clean-up process. Different immunoaffinity columns, IAC's, can be used, and a critical comparison will be performed.

We checked HPLC separation with RP C-18 and alternatively fluorimetric and UV-VIS detection are evaluated. Best results were obtained by fluorimetric detection, with linear range between: 20-400 ug/l, and a detection limit of 7 ng/mL. The chromatographic conditions: mobile phase, eluents mixtures, isocratic and gradient procedure have been evaluated. The chromatograms, in optimum conditions, are obtained in 15 min.

The optimized method has been applied to the analysis of certified reference material of OTA in wheat samples, and a certified reference material BCR 471, blank sample. Results are in accordance with values certified. The method is used in our laboratory to validate the analytical results obtained with our new ochratoxine sensors.

We thank the financial support of the Aragon Government Project PM 27-2007 and the E.Irisarri's grant to the ACP SA

Presentaciones Póster
ÁREA JURÍDICO ECONÓMICA

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS MERCADOS DE ACEITES USADOS Y REGENERADOS Y DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS APLICADAS

Asunción Arner, Ramón Barberán, Jesús Mur*

*Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública. * Departamento de Análisis Económico.*

Universidad de Zaragoza

aarner@unizar.es barberan@unizar.es jmur@unizar.es

Los efectos medioambientales de una inadecuada gestión de los aceites usados son altamente contaminantes (un litro de aceite usado es capaz de contaminar un millón de litros de agua, cinco litros de aceites usado quemado contamina el aire que un ser humano puede llegar a respirar en tres años,...), constituyendo un residuo peligroso. Los aceites usados tienen, sin embargo, un elevado valor económico dado que mantienen los hidrocarburos originales de la composición de lubricantes, existiendo un importante mercado para este residuo. Las alternativas de gestión de los aceites usados son la regeneración, o proceso por el que se obtienen nuevos aceites base de los aceites usados para la fabricación de lubricantes, y la combustión o aprovechamiento energético de los aceites usados. La legislación medioambiental establece la prioridad de la regeneración como opción medioambiental de gestión de aceites usados, pero en su desarrollo ha requerido continuamente de la intervención pública. En la actualidad, la recogida de aceites usados alcanza su máximo desarrollo mediante una regulación medioambiental más estricta de la combustión y la intervención pública se sustituye por un mecanismo de mercado financiado por el consumidor final.

El análisis de las políticas públicas para promover el desarrollo de la regeneración se aborda desde el análisis y estimación de los mercados de aceites usados y aceites usados destinados a regeneración. La estimación se realiza desde una perspectiva microeconómica del funcionamiento del mercado, partiendo de la caracterización y análisis de otros mercados de residuos. Los resultados ponen de manifiesto la necesidad de las subvenciones para mantener la viabilidad económica de la actividad de la regeneración. El análisis de la eficiencia de las políticas para favorecer la regeneración de aceites usados contempla las intervenciones tradicionales de mercado como los impuestos, las subvenciones y los estándares de material reciclado. A diferencia de los estudios sobre otros residuos, los resultados determinan que un estándar de material reciclado constituye la política más eficiente para favorecer la regeneración. El sistema integrado de gestión de residuos (SIGAUS), mediante el que el R.D. 679/2006 establece la responsabilidad del productor en la gestión de aceites usados, se asemeja a un estándar de material reciclado y es eficiente.

Presentaciones Póster
ÁREA PATRIMONIO

BIOEVENTOS DE INTERÉS CRONOESTRATIGRÁFICO DURANTE EL MAASTRICHTIENSE MEDIO CON FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS EN ZUMAIA (GUIPÚZCOA)

IRENE PÉREZ RODRÍGUEZ, José Antonio Arz e Ignacio Arenillas
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
irenepr@unizar.es

La sección costera de Zumaia (Guipúzcoa) es una de las de mayor importancia cronoestratigráfica de España, presentando un registro estratigráfico continuo desde comienzos del Cretácico superior hasta el Eoceno inferior. Ya en el *Second International Symposium on Cretaceous Stages Boundaries*, celebrado en Bruselas de 1995, fue considerada como una de las secciones estratigráficas de referencia del piso Maastrichtiense (Odin, 1996). En este trabajo se presentan los resultados del estudio de las asociaciones de foraminíferos planctónicos de la parte media del Maastrichtiense de Zumaia que podrán ser aplicados en una futura división de este piso en dos subpisos.

Desde el punto de vista estratigráfico, el intervalo estudiado pertenece a la formación Zumaia-Algorri de la Cuenca Vasco-Cantábrica y se corresponde con la unidad 7 definida por Wiedmann en 1988. Se trata de una sección muy bien expuesta consistente en 27 metros de margas rojas con turbiditas intercaladas y delgadas capas de caliza a techo, todas ellas depositadas en un ambiente de cuenca marina profunda. La metodología llevada a cabo consistió en un muestreo detallado de la parte media del Maastrichtiense, llegando a una resolución máxima de 25 cm en torno al primer registro conocido de *Abathomphalus mayaroensis*, una especie clásicamente utilizada para identificar las rocas de los últimos 3,5 millones de años del Cretácico. Estas muestras fueron disgregadas finamente en el laboratorio y atacadas con ácido acético al 80% durante 4 a 7 horas y se lavaron en una torre de tamices, separando la fracción mayor de 100 micras. Posteriormente se realizaron análisis cualitativos y cuantitativos de las asociaciones de foraminíferos planctónicos. El análisis cuantitativo se basó en la identificación de alrededor de 300 ejemplares en muestras representativas obtenidas previamente con un microcuarteador.

El análisis cualitativo de las muestras ha permitido asignar estos materiales a dos biozonas: las Zonas de *A. mayaroensis* y de *Globotruncanita stuarti* propuestas por Lamolda et al. (1998). Se han identificado un total de 59 especies y se han reconocido los siguientes bioeventos de interés cronoestratigráfico: (1) el primer registro de *Racemiguembellina fructicosa* (que se produce a 0,5 m de la base de la unidad 7 de Wiedmman); (2) el primer registro de *A. mayaroensis* (a 8,5 m); (3) el último registro de *Globotruncana ventricosa* (a 9 m); (4) el último registro de *Globotruncana linneiana* (a 18 m) y (5) el último registro de *Contusotruncana fornicata* (a 20 m). Todos estos biohorizontes estratigráficos podrían ser considerados en el futuro por el *Maastrichtian Working Group* como (bio-)eventos marcadores del límite Maastrichtiense inferior/superior.

Por otra parte, se llevaron a cabo análisis cuantitativos sobre 14 muestras micropaleontológicas. Los datos se han agrupado para obtener información acerca de las variaciones en las frecuencias de los diferentes géneros, llegando a la conclusión de que el género más abundante durante este intervalo de tiempo fue *Heterohelix*, seguido de los géneros *Globotruncana*, *Pseudotextularia* y *Globigerinelloides*. El predominio de géneros cosmopolitas es más marcado coincidiendo con los bruscos descensos en la relación isotópica $\delta^{13}\text{C}$ identificados por Paul et al. (2001). Estos descensos a su vez podrían estar relacionados con entradas episódicas de masas de aguas septentrionales profundas, frías y ricas en nutrientes en la Cuenca Vasco-Cantábrica (Alday et al., 2004). Bajo estas condiciones de *upwelling* está demostrado que para el Maastrichtiense existe una relación entre (1) una mayor productividad primaria y (2) un aumento en la frecuencia de los géneros de foraminíferos planctónicos *Heterohelix* y *Globigerinelloides* paralelo a un descenso en la frecuencia de *Globotruncana* y *Pseudoguembelina* (MacLeod et al., 2001). Aplicando estos resultados previos en las asociaciones estudiadas, en la parte media del Maastrichtiense de Zumaia se han reconocido hasta 3 episodios de alta productividad, dos de los cuales están relacionadas con 3 de los bioeventos de interés cronoestratigráfico mencionados con anterioridad. Con los datos disponibles hasta el momento, cabe destacar que la presencia de *A. mayaroensis* parece estar relacionada con los intervalos de alta productividad, sugiriendo que puede existir una relación causa-efecto. Aunque son necesarios más datos para confirmar esta relación, dicho sesgo en la distribución estratigráfica de *A. mayaroensis* en Zumaia disminuye su interés cronoestratigráfico como marcador del límite Maastrichtiense inferior/superior.

REFERENCIAS

- Gómez-Alday, J.J., López, G., Elorza, J. 2004. Evidence of climatic cooling at the Early-Late Maastrichtian boundary from inoceramid distribution and isotopes: Sopelana sections, Basque Country, Spain. *Cretaceous Research*. 25, 649-668.
- Lamolda M.A. Peryt D. 1998. The Maastrichtian of the Zumaya section. 24º Coloquio Europeo de Micropaleontología, 87-92.
- MacLeod K.G., Huber B.T., Pletsch T., Rol U., Lucera M. 2001. Maastrichtian foraminiferal and paleoceanographic changes on Milankovitch timescales. *Paleoceanography*. 16, 133-154.
- Odin, G.S. 1996. Definition of a global boundary Stratotype Section and Point for the Campanian/Maastrichtian boundary. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Sciences de la Terre* 66 suplement, 111-117.
- Paul, C.R.C., Lamolda, M.A. 2007. C

EXTINCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL LÍMITE CRETÁCICO/TERCIARIO EN EL GOLFO DE MÉXICO, CARIBE, EUROPA Y NORTE DE ÁFRICA.

EUSTOQUIO MOLINA, Laia Alegret, Ignacio Arenillas, José Antonio Arz y Alfonso Meléndez
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
emolina@unizar.es

El evento popularmente conocido como del límite Cretácico/Terciario, o más correctamente denominado Cretácico/Paleógeno (K/Pg), es uno de los mejor estudiados y mejor datados, concretamente en 65 Ma. El estratotipo del límite K/Pg fue definido en la base de la arcilla que contiene la anomalía de iridio en el corte de El Kef, Túnez. Este evento constituye una de las crisis biológicas más relevantes de la historia geológica, se utilizó para marcar el límite entre las Eras Mesozoica y Cenozoica y se conoce ya desde el siglo XIX. En términos simples, el Mesozoico puede caracterizarse como la era de los dinosaurios, cuya extinción permitió una gran radiación evolutiva de los mamíferos, que se acentuó a comienzos del Eoceno. La extinción K/Pg ha despertado un gran interés científico y social al ser atribuida al impacto de un gran meteorito.

Los mejores cortes del límite K/Pg para estudiar el patrón de extinción de los foraminíferos se encuentran en Túnez (El Kef, Aïn Settara, Elles) y en España (Agost, Caravaca, Zumaya), y los mejores para estudiar las evidencias del impacto meteorítico se encuentran en el Golfo de México y Caribe, concretamente en México (Coxquihui, El Mimbral, La Lajilla y La Ceiba) y en Cuba (Loma Capiro, Peñalver y Santa Isabel). De todos ellos se puede tomar el de El Kef como referencia por su gran continuidad, gran riqueza en foraminíferos planctónicos y pequeños bentónicos, así como por ser el estratotipo del límite K/Pg (Arenillas *et al.*, 2000; Molina *et al.*, 2006). Los foraminíferos planctónicos muestran un patrón de extinción en masa catastrófica que afectó a más del 70% de las especies, que se extinguieron súbitamente en coincidencia con el nivel que contiene las evidencias de impacto meteorítico. La presencia en el Daniense de ejemplares de algunas especies cretácicas puede deberse a la reelaboración alocrónica, ya que se trata de las más pequeñas y abundantes y, por lo tanto, con más probabilidades de ser retrabajadas; además, no se encuentran en el Daniense de todos los cortes continuos del tránsito K-Pg y suelen tener peor conservación o color. Si se descuentan las especies de supervivencia dudosa, la extinción en masa catastrófica afectaría aproximadamente al 90% de los foraminíferos planctónicos. Los foraminíferos bentónicos batiales y abisales fueron menos afectados por el evento K/Pg debido a que su alimentación no dependía directamente de la fotosíntesis al vivir en la zona afótica, así en el corte de El Kef se aprecia que muchas especies se comportaron como especies Lázaro y volvieron a aparecer durante la etapa de recuperación.

La causa que desencadenó el evento de extinción fue seguramente el impacto de un gran meteorito de aproximadamente 10 km de diámetro en la Península de Yucatán, donde se encuentra un cráter enterrado (Chicxulub) de unos 170 km de diámetro. Otros cráteres como Manson, Kara, Kamensk, etc., que fueron también atribuidos al límite K/Pg han sido posteriormente datados como de otras edades. En los cortes estudiados aparecen varias evidencias del impacto (anomalía de iridio, microtectitas, espinelas de níquel, cuarzos con metamorfismo de choque, etc) que se concentran en un solo nivel en los cortes alejados del Golfo de México. Dicho nivel coincide exactamente con la extinción en masa y puede establecerse la relación de causa y efecto, dado que es la explicación más plausible. Los ambientes más afectados fueron los terrestres y los marinos pelágicos, y la catástrofe fue tan súbita que no hubo tiempo para que actuara la selección natural. Los isótopos de carbono y de oxígeno indican que se produjo un gran descenso de la productividad y de la temperatura. La vaporización del meteorito y del material impactado, así como el humo de los incendios produjo un oscurecimiento global de la atmósfera durante varios meses que provocó el cese de la fotosíntesis y un gran descenso de la temperatura ("invierno de impacto"). El registro paleobotánico parece mostrar pocas extinciones, pero sí grandes cambios paleoambientales que incluye la deforestación y brusco descenso temporal de la diversidad (efecto Lázaro), dominando durante la etapa de supervivencia unas pocas especies oportunistas de tipo desastre, principalmente de helechos. Además, hay evidencias de lluvia ácida y de anoxia o hipoxia en los fondos marinos. El impacto produjo enormes olas tsunami en el área del Golfo de México, la desestabilización y ruptura de las plataforma marina, generando una megaturbidita, que en algunos cortes cubanos llega a ser un enorme olistostroma y a alcanzar cientos de metros de potencia (Alegret *et al.*, 2005).

Referencias:

- Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J.A., Díaz, C., Grajales, M., Meléndez, A., Molina, E., Rojas, R. & Soria, A.R. 2005. Cretaceous/Paleogene boundary deposits at Loma Capiro, central Cuba: Evidence for the Chicxulub impact. *Geology*, 33, 721-724.
- Arenillas, I., Arz, J.A., Molina, E. & Dupuis, Ch. 2000. An independent test of planktic foraminiferal turnover across the Cretaceous/Paleogene (K/P) boundary at El Kef, Tunisia: catastrophic mass extinction and possible survivorship. *Micropaleontology*, 46, 31-49.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J.A., Gallala, N., Hardenbol, J., von Salis, K., Steurbaut, E., Vandenberghe, N. and Zabhib-Turki, D. 2006. The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, "Tertiary", Cenozoic) at El Kef, Tunisia: Original definition and revision. *Episodes*. 29(4), 263-273).

CRONOESTRATIGRAFÍA Y RECONSTRUCCIONES PALEOAMBIENTALES DEL PALEOCENO Y EOCENO INFERIOR EN EUROPA Y NORTE DE ÁFRICA.

IGNACIO ARENILLAS, Laia Alegret, Eustoquio Molina y Silvia Ortiz
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
ias@unizar.es

El Equipo de Investigación de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza ha estudiado desde hace más de 20 años las variaciones de las asociaciones de foraminíferos (planctónicos y bentónicos) durante el Paleoceno y Eoceno inferior (Arenillas y Molina, 1997; Molina et al., 1998), con el objetivo de identificar (bio-)eventos de interés cronoestratigráfico e interpretar sus causas paleoambientales (paleoclimáticas y paleoceanográficas). El Paleoceno abarca 9,7 millones de años (Ma) de la historia de la Tierra, desde hace 65,5 Ma (límite Cretácico/Terciario o K/T) hasta hace 55,8 Ma (límite Paleoceno/Eoceno o P/E). Está dividido en tres pisos: Daniense, Selandiense y Thanetiense. Los estudios más precisos se han centrado en los eventos marcadores de los límites cronoestratigráficos del Paleoceno, es decir, además del límite K/T (o Maastrichtiense/Daniense) y del límite P/E (o Thanetiense/Ypresiense), los límites Daniense/Selandiense (D/S) y Selandiense/Thanetiense (S/T). Para ello, se ha analizado la evolución de las asociaciones de foraminíferos de una gran cantidad de secciones estratigráficas, principalmente de España (Zumaya, Caravaca, Alamedilla, Campo), Italia (Possagno, Gubbio), Israel (Ben Gurion), Egipto (Dababiya, Gebel Aweina, Qreiya) y Túnez (Sidi Nasseur). Entre todos estos cortes destaca Zumaia/Zumaya (Guipúzcoa), el cual fue propuesto como candidato para definir los límites K/T y P/E, y ha sido recientemente elegido como estratotipo para los límites D/S y S/T. Los estratotipos de límite (al igual que los estratotipo de piso) forman una parte muy importante del Patrimonio Geológico y Paleontológico, por su valor científico así como cultural y didáctico.

Si exceptuamos el del límite K/T, el (bio-)evento más importante acontecido en este intervalo de tiempo es el del límite P/E hace 55,8 Ma. Este evento es conocido como Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno (*PETM* en inglés) debido a que se caracterizó por un brusco aumento de la temperatura global que marcó el fin del Paleoceno y el comienzo del Eoceno. Este tipo de eventos se conocen como "eventos hipertermales", y son consecuencia de un intenso calentamiento climático por efecto invernadero, en general provocado por la emisión de grandes cantidades de CH_4 a la atmósfera. Este gas invernadero está acumulado en los fondos oceánicos en forma de hidratos de metano (por acumulación de materia orgánica durante millones de años), y su disociación depende de la temperatura de las aguas profundas de los océanos. En la actualidad se desconoce la causa inicial del calentamiento de las aguas profundas en el evento P/E, habiéndose propuesto diversos detonantes como un incremento en la actividad volcánica, pequeños impactos cometarios, cambios en las corrientes oceánicas, o cambios orbitales cíclicos. Sí que existe consenso en cuanto a los efectos paleoclimáticos, paleoceanográficos y paleobiológicos de este evento de calentamiento, gracias en gran parte al estudio de las asociaciones de foraminíferos y de análisis de isótopos estables en sus conchas. Además de por un brusco descenso de la relación isotópica $\delta^{13}\text{C}$ (CIE, o *Carbon Isotopic Excursion*, consecuencia de la liberación de isótopos ligeros al sistema océano-atmósfera), el límite P/E está marcado por una extinción en masa de foraminíferos bentónicos de medios profundos (batiales y abisales) conocida como BEE (*Benthic Extinction Event*). A diferencia de la extinción en masa catastrófica (geológicamente instantánea) que afectó a los foraminíferos planctónicos como consecuencia de un impacto meteorítico en el límite K/T, se ha demostrado que la extinción de los foraminíferos bentónicos en el límite P/E fue progresiva (gradual) pero rápida, con una duración de unos 10 mil años (Alegret et al., 2009). El BEE es uno de los principales marcadores cronoestratigráficos del límite P/E, el cual se fijó en la base del CIE. El episodio de calentamiento climático duró aproximadamente unos 150 a 200 mil años, durante el cual se registran valores bajos del $\delta^{13}\text{C}$, drásticos cambios en las asociaciones de foraminíferos bentónicos y planctónicos, y el aumento de la disolución del carbonato cálcico (incluyendo las conchas calcáreas de los foraminíferos) debido a la acidificación de los océanos. Esto último se debe a que la acumulación del CH_4 (y su producto de oxidación: CO_2) se produjo no sólo en la atmósfera (origen del calentamiento climático) sino también en los océanos, lo que provocó el ascenso del nivel de compensación de la calcita y la lisoclina.

Además del PETM, que es el evento de calentamiento global de mayor intensidad, se conocen otros eventos hipertermales en el Paleoceno y Eoceno inferior. Algunos de ellos han sido utilizados como eventos-guía para situar los límites D/S y S/T,

al menos de manera auxiliar. El estratotipo del límite D/S se ha definido en Zumaya, concretamente en el contacto entre la Formación Calizas de Aiztgorri y la Formación Itzurun. El evento elegido como marcador del límite D/S fue una radiación evolutiva de nanofósiles calcáreos (*Fasciculithus*) de hace aproximadamente 61,7 Ma. La naturaleza de este evento no es bien conocida, aunque tiene características litológicas, geoquímicas y micropaleontológicas que lo asemejan al evento hipertermal acontecido en el límite P/E (Arenillas et al., 2008). El estratotipo del límite S/T también ha sido definido en Zumaya, siendo el evento marcador elegido para situar este límite un evento paleomagnético, en concreto la inversión de polaridad magnética de la base de la magnetocronozona C26n que ocurrió hace unos 58,7 Ma. El límite S/T está situado cerca de otro evento hipertermal, el Evento de Calentamiento del Paleoceno Medio de hace unos 58,9 Ma, el cual también ha sido reconocido en Zumaya (Bernaola et al., 2007).

REFERENCIAS

- Alegret, L., Ortiz, S., Arenillas, I., Molina, E. (2005). Paleoenvironmental turnover across the Paleocene/Eocene Boundary at the Stratotype section in Dababiya (Egypt) based on benthic foraminifera. *Terra Nova* **17**, 526-536.
- Alegret L., Ortiz S. & Molina E. (2009). Extinction and recovery of benthic foraminifera across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at the Alamedilla section (Southern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **279**, 186-200.
- Arenillas, I., Molina, E. (1997). ?Análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno de Caravaca (Cordilleras Béticas): Cronoestratigrafía, bioestratigrafía y evolución de las asociaciones.? *Revista Española de Paleontología*

CRONOESTRATIGRAFÍA Y PALEOECOLOGÍA A TRAVÉS DEL LÍMITE EOCENO INFERIOR (YPRESIENSE)/EOCENO MEDIO (LUTECIENSE)

SILVIA ORTIZ, Laia Alegret, Juan Cruz Larrasoaña, Eustoquio Molina
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
silortiz@unizar.es

La Época Eoceno abarca unos 22 millones de años de la Era Cenozoica, desde el límite Paleoceno/Eoceno (55,8 Ma) al límite Eoceno/Oligoceno (33,9 Ma). El Eoceno fue crucial en el desarrollo de muchas de las características actuales de la Tierra. Se produjo una reorganización de las placas tectónicas que dio lugar a nuevas configuraciones paleogeográficas, cambios en los modelos de circulación oceánica y finalmente, se produjo la transición de un clima cálido o “invernadero” sin casquetes de hielo en los polos, a un clima más frío y heterogéneo con casquetes polares en el Oligoceno. Los estudios paleoambientales y paleoceanográficos sobre el Eoceno se han centrado tradicionalmente en el límite Paleoceno-Eoceno, uno de los mayores eventos de calentamiento del Cenozoico y el límite Eoceno/Oligoceno. Sin embargo, el límite Eoceno Inferior/Medio o Ypresiense/Luteciense (Y/L) ha recibido mucha menos atención, incluso cuando corresponde al final del Óptimo Climático del Eoceno Inferior, un momento crucial en la evolución climática ya que es cuando comenzó el deterioro del clima. De este modo, el estratotipo de la base del Piso Luteciense o límite Y/L ha sido uno de los últimos estratotipos del Periodo Paleógeno (Paleoceno, Eoceno y Oligoceno) en definirse.

El Grupo de Trabajo del Ypresiense/Luteciense, dirigido por Eustoquio Molina, investigador principal del Equipo de Investigación de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza, ha desarrollado una intensa búsqueda desde que en 1993 fue establecido por la *International Comisión on Stratigraphy*. Dicha búsqueda llevó al muestreo y estudio de secciones en Israel, Italia, Francia, Marruecos, México y Argentina. En España se han estudiado numerosas secciones en las Cordilleras Béticas (Alamedilla, Fortuna, Agost) y en los Pirineos (Anotz, Erro, Gorrondatxe). Sin embargo, la transición Ypresiense-Luteciense está representada por un hiato o periodo sin sedimentación, incluidos los estratotipos clásicos para el Ypresiense (Bélgica) y el Luteciense (Cuenca de París), lo cual también ha dificultado en gran medida la definición del estratotipo. Finalmente, durante un reciente congreso internacional (septiembre, 2009) organizado por el Grupo de Trabajo se eligió la sección para albergar el estratotipo del límite Y/L entre las secciones continuas de Agost y Gorrondatxe, siendo esta última la elegida por consenso. Los estratotipos son las unidades básicas en cronoestratigrafía y forman una parte muy importante del Patrimonio Geológico y Paleontológico, por su valor científico así como cultural y didáctico.

El intenso estudio micropaleontológico (foraminíferos, nanofósiles calcáreos) y magnetoestratigráfico (estudio de las inversiones de polaridad del campo magnético terrestre registradas en las rocas) de las secciones de Agost y Gorrondatxe ha demostrado que los distintos eventos usados tradicionalmente para situar el límite Y/L, que se creían sincrónicos, ocurren en realidad en diferentes niveles (Payros et al., 2007; Larrasoaña et al., 2008). Esto ha llevado incluso a enmendar la Escala Cronoestratigráfica Estándar para la transición Ypresiense-Luteciense, corrigiendo la correlación entre las diferentes escalas bioestratigráficas y magnetoestratigráfica. Este nuevo marco ha permitido la elección de la primera aparición de *Blackites inflatus* (nanofósil calcáreo) hace 48 millones de años como evento marcador del límite Y/L.

El estudio micropaleontológico ha permitido llevar a cabo la reconstrucción paleoambiental de la transición Ypresiense-Luteciense y realizar interesantes inferencias paleoecológicas (Ortiz et al., 2008). Las asociaciones de foraminíferos bentónicos de las secciones de Agost y Gorrondatxe se caracterizan por un alto contenido en especímenes reelaborados y epifíticos (viven sobre plantas). Ambas secciones se caracterizan por la presencia de turbiditas (corrientes de turbidez) intercaladas y su localización paleogeográfica en un talud continental donde las áreas de aguas profundas están muy cerca de las zonas costeras. De este modo, parece razonable que los abundantes foraminíferos reelaborados y epifíticos hayan sido transportados por las turbiditas. Los bolvívidos son otro grupo de foraminíferos bentónicos que son también muy abundantes en Agost y Gorrondatxe. Estos especímenes tienen un modo de vida infaunal (viven dentro del sedimento, generalmente en los primeros 10 cm), el cual se relaciona con medios mesotróficos y eutróficos, es decir, con altos aportes de materia orgánica. Por lo tanto, su alta abundancia se debe probablemente al aumento del flujo de materia orgánica al fondo oceánico provocado por la acción de las turbiditas.

El conocimiento de la paleoecología de los foraminíferos es fundamental para así poder identificar el efecto de turbiditas y otros procesos de transporte sedimentario en las asociaciones y de este modo, identificar las asociaciones autóctonas, esencial en estudios cronoestratigráficos.

REFERENCIAS

- Payros, A., Bernaola, G., Orue-Etxebarria, X., Dinarès-Turell, J., Tosquilla, J., Apellaniz, E. (2007). Reassessment of the Early-Middle Eocene biomagnetostratigraphy based on evidence from the Gorrondatxe section (Basque Country, western Pyrenees). *Lethaia*, 40: 183-195.
- Ortiz, S., Gonzalvo, C., Molina, E., Rodríguez-Tovar, F.J., Uchman, A., Vandenberghe, N., Zeelmaekers, E. (2008). Palaeoenvironmental turnover across the Ypresian-Lutetian transition at the Agost section, southeastern Spain: In search of a marker event to define the Stratotype for the base of the Lutetian Stage. *Marine Micropaleontology*, 69: 297-313.
- Larrasoña, J.C., Gonzalvo, C., Molina, E., Monechi, S., Ortiz, S., Tori, F., Tosquilla, J. (2008). Integrated magnetobiostratigraphy of the Early/Middle Eocene transition at Agost (Spain): implications for defining the Ypresian/Lutetian boundary stratotype. *Lethaia*, 41: 395-415.

EVENTOS CLIMÁTICOS DEL OLIGOCENO BASADOS EN EL REGISTRO DE FORAMINÍFEROS DE FUENTE CALDERA (CORDILLERAS BÉTICAS, GRANADA)

RAQUEL FENERO, Laia Alegret, Eustoquio Molina y Silvia Ortiz
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
rfenero@unizar.es

Los foraminíferos bentónicos son excelentes indicadores de las condiciones paleoambientales en el fondo marino. Por ello son empleados desde antiguo para realizar reconstrucciones paleobatimétricas, dado que su abundancia, diversidad y composición específica muestran tendencias más o menos regulares en función de la profundidad. Además, son una herramienta muy útil para realizar reconstrucciones paleoambientales, y se consideran unos excelentes indicadores de la productividad de los océanos y de la oxigenación de las aguas del fondo.

El Oligoceno corresponde a un momento de la historia de la Tierra en el que se registran importantes cambios climáticos. El Oligoceno constituye una época de enfriamiento, que posiblemente comenzó con la creación de grandes extensiones de hielo en la Antártida, registrándose variaciones importantes en el nivel del mar. No obstante, durante esta época de enfriamiento generalizado se registran en ambos hemisferios una serie de fluctuaciones en la temperatura, incluyendo etapas más cálidas (Evento de Calentamiento del Oligoceno superior) y etapas frías (los eventos de enfriamiento o glaciaciones Oi y Mi). Se considera que el Oligoceno es un periodo marcado por drásticas oscilaciones climáticas que se registran con frecuencias orbitales, con algunos de los más extremos eventos de enfriamiento (eventos Oi) registrándose en amplitudes de baja oblicuidad. En el Oligoceno inferior se alcanzó un máximo enfriamiento global denominado evento de glaciación Oi1. Nuevos cambios climáticos se registran durante el Oligoceno superior (Chatiense), que se caracteriza por un evento de calentamiento global con varios eventos de glaciación (Oi2b, Oi2c) intercalados, que culminarán en el Mioceno inferior con el evento de glaciación Mi1.

Además, el Oligoceno se caracteriza por importantes cambios paleogeográficos. La apertura de los pasos de Drake y de Tasmania separó definitivamente la Antártida de Suramérica y de Australia hace unos 34 Ma, en torno al límite Eoceno-Oligoceno. Estos cambios paleogeográficos generaron una corriente circum-antártica (la Corriente Circumpolar Antártica), que aisló la Antártida mediante un anillo de agua fría, provocando el enfriamiento y glaciación del continente antártico. Aunque tradicionalmente se ha considerado que el Pasaje de Drake se abrió hace unos 34 Ma, separando la Antártida de Suramérica, estudios posteriores han cuestionado el origen de la ACC al considerar una edad de apertura del Pasaje de Drake más tardía, lo cual llevó a estos autores a sugerir que la existencia de aguas frías alrededor de la Antártida fue una consecuencia de la glaciación, y no el desencadenante de la misma, siendo posible que la ACC se originara con posterioridad. Por otro lado, y a pesar de que tradicionalmente se ha sugerido que la glaciación en la Antártida se produjo mucho antes que en el hemisferio Norte, dando como resultado la existencia de casquetes polares únicamente en el hemisferio Sur, recientemente se ha propuesto que la glaciación comenzó al mismo tiempo en ambos hemisferios, durante el Eoceno medio-Oligoceno inferior o incluso antes.

La sección de Fuente Caldera es el mejor corte español conocido del tránsito Eoceno-Oligoceno, ya que fue propuesto como candidato para la definición del límite Eoceno/Oligoceno. Se encuentra situada en el sector central de las Cordilleras Béticas (zona Subbética), al norte de la provincia de Granada. La sección de Fuente Caldera permite estudiar una serie muy potente desde el Eoceno inferior (Ypresiense) hasta el Oligoceno superior (Chatiense).

El análisis cuantitativo realizado a las asociaciones de foraminíferos bentónicos de la sección de Fuente Caldera permite observar los cambios paleoambientales producidos a lo largo del Oligoceno. Los foraminíferos bentónicos indican una profundidad de depósito batial superior-media (unos 700m) para la sección estudiada. La influencia de corrientes de turbidez es evidente a lo largo de toda la sección estudiada, que contiene algunos niveles con abundantes foraminíferos bentónicos reelaborados desde zonas someras. Además, se trataba de una zona con un elevado aporte de materia orgánica refractaria, tal y como indica el elevado porcentaje de bolivínidos a lo largo de toda la sección. En la parte inferior de esta sección (Rupeliense) se ha identificado un intervalo de 37 m de espesor de calcarenitas muy bioturbadas, resultado de una drástica

caída del nivel del mar que se podría relacionar con el máximo glacial del Oligoceno. Asimismo en la mitad superior del perfil estudiado se ha reconocido el Evento de Calentamiento del Oligoceno Inferior (Alegret et al., 2008).

REFERENCIAS:

- Alegret, L., Cruz, L.E., Fenero, R., Molina, E., Ortiz, S. y Thomas, E., 2008. Effects of the Oligocene climatic events on the foraminiferal record from Fuente Caldera Section (Spain, western Tethys). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 269: 94-102.

APLICACIONES AMBIENTALES DE LOS FORAMINÍFEROS

LAIA ALEGRET, Ignacio Arenillas, José Antonio Arz, Raquel Fenero, Eustoquio Molina, Silvia Ortiz, Irene Pérez, Carlos A. Sánchez
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
laia@unizar.es

“El caso de las tres especies de protozoos (no recuerdo los nombres) que aparentemente seleccionan granos de arena de diferentes tamaños, es probablemente el hecho más maravilloso que he oído. Es increíble que tengan el poder mental para hacerlo, y cómo cualquier estructura o tipo de viscosidad puede conducir a este resultado sobrepasa todo entendimiento”.
Charles Darwin, carta a W.B. Carpenter, 1872

El Equipo de Investigación de Micropaleontología de la Universidad de Zaragoza se ha especializado en el estudio de un grupo de organismos unicelulares, los foraminíferos. Muchos son los motivos por los cuales se han realizado estudios intensivos de foraminíferos de diversos tipos y distintas edades, tanto fósiles como actuales. Una de las principales razones de este interés radica en la distribución de los foraminíferos, que ocupan el hábitat más extenso del planeta (los océanos). Sus faunas reflejan cambios medioambientales, siendo muy sensibles a los niveles de contaminación, acidificación de las aguas, cambios en la temperatura de los océanos, etc., tanto en medios actuales como en los sedimentos del pasado. Además, presentan una gran abundancia y diversidad, permitiendo datar las rocas con precisión y estudiar las distintas teorías ecológicas.

Los foraminíferos (Filo Rhizopoda, Orden Foraminiferida) son un grupo de protistas eucariotas con un núcleo diferenciado y con seudópodos flexibles. Su cuerpo protoplasmático está cubierto por una concha orgánica enriquecida en sustancias minerales que son secretadas por el organismo (fundamentalmente conchas calcíticas), o bien recogidas del medio y soldadas con un cemento (conchas aglutinadas). Las conchas, que están constituidas por cámaras, presentan una morfología muy variable, desde simples tubos hasta complicadas espirales. Se han catalogado más de 30.000 especies de foraminíferos, tanto vivos como extintos. Son muy abundantes en medios marinos, y en función de su modo de vida se diferencian dos grandes grupos: los foraminíferos bentónicos, que habitan en o sobre el fondo marino, y los foraminíferos planctónicos, que flotan en la columna de agua. Los foraminíferos planctónicos forman parte del plancton marino que flota en las capas superficiales de los océanos, y al morir sus conchas son arrastradas pasivamente por las corrientes marinas, y caen al fondo del mar.

Los foraminíferos están estrechamente ligados a las condiciones del medio en el que habitan, y son por tanto muy sensibles a las variaciones ambientales. Así, los foraminíferos son utilizados como indicadores de la profundidad del medio (desde medios muy someros de plataforma, hasta las llanuras abisales), temperatura de las aguas, la productividad, el volumen total de hielo, así como de las características geoquímicas del agua (pH, concentración de metales traza), y contaminación del medio. Las variaciones en el hábitat de las diferentes especies de los foraminíferos bentónicos y planctónicos son indicativas de la evolución climática.

Una línea de investigación con un gran potencial en estudios ambientales es el análisis geoquímico de las conchas de los foraminíferos. Los foraminíferos precipitan sus conchas calcíticas en equilibrio con las aguas marinas, por lo que el análisis isotópico de las conchas calcíticas permite estudiar las variaciones isotópicas del oxígeno y del carbono marinos, entre otros elementos. Los resultados obtenidos ofrecen claves sobre cambios ambientales. Por ejemplo, los análisis de isótopos de carbono en conchas de foraminíferos aportan información sobre la productividad marina y sobre el ciclo del carbono en general, siendo también empleados para monitorizar la circulación de las corrientes marinas. Los análisis de isótopos del oxígeno aportan información sobre la temperatura y el volumen de hielo. Asimismo, el análisis de la concentración de algunos elementos químicos presentes en pequeñas cantidades en las conchas de los foraminíferos es utilizado en la investigación paleoceanográfica y paleoclimática.

INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS GLOBALES EN LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE GRANDES MAMÍFEROS DEL MEDITERRÁNEO NOROCCIDENTAL DURANTE LOS ÚLTIMOS 6 MILLONES DE AÑOS

María Andrés, BEATRIZ AZANZA, Daniel DeMiguel
Departamento de Ciencias de la Tierra - IUCA
azanza@unizar.es

El equipo de investigación en macromamíferos fósiles de la Universidad de Zaragoza viene estudiando desde hace 15 años la evolución a gran escala de los sucesivos ecosistemas terrestres de la región mediterránea noroccidental hasta conformar los ecosistemas actuales (la evolución y reemplazamiento de las paleocomunidades de mamíferos, las relaciones entre las teriofaunas y el medio, las respuestas de los mamíferos a los cambios ambientales regionales o globales, la reconstrucción de hábitats, etc.), con el fin de modelizar cómo han sido los cambios en el pasado y contribuir a evaluar los cambios previsibles en los ecosistemas actuales. El objetivo último es incidir sobre los modelos ecológicos suministrando información del sustrato histórico de los ecosistemas actuales, incorporando la dimensión temporal y como método de contrastación y elaboración de hipótesis. En este sentido, los ecosistemas neógenos (miocenos y pliocenos) son idóneos para ello ya que se encuentran representados todos los grupos de mamíferos existentes en la actualidad y son los únicos sistemas no alterados por el hombre. Por otra parte, la región mediterránea noroccidental, reconocida como una provincia zoogeográfica al menos desde el Mioceno superior, ofrece extraordinarias oportunidades para realizar estudios paleosinecológicos encaminados a analizar la influencia de los cambios ambientales regionales (asociados a cambios climáticos globales) en la dinámica y estructura de las comunidades de mamíferos, dado que en ella se localizan algunas de las cuencas sedimentarias neógenas más ricas a nivel mundial en yacimientos de vertebrados y con más larga tradición en la investigación paleomastológica.

Los cambios ambientales afectan a la estructura y dinámica de las comunidades, aún cuando cada especie reaccione de forma independiente a la influencia combinada de factores bióticos y abióticos del medio. Por ello, evaluar hasta qué punto los cambios climáticos son los responsables últimos de las reestructuraciones de las comunidades subsecuentes a los eventos de recambio y/o dispersión faunística de los grandes mamíferos terrestres ("Turnover-pulse hypothesis"; "Court Jester hypothesis") o son las interacciones bióticas ("Red-Queen hipótesis"), es una tarea compleja que requiere un análisis metodológico multidisciplinar que trate de aunar no sólo el mayor aporte posible de datos, sino también el cruce de distintos tipos de análisis, en los cuales cada uno de ellos constituya al mismo tiempo soporte y control de los otros. Así, el estudio de la evolución de las comunidades de mamíferos en el entorno mediterráneo noroccidental durante los últimos 6 Ma, se aborda contrastando y comparando: (1) datos paleoclimáticos obtenidos por medio de análisis de los isótopos del oxígeno y a partir de espectros bioclimáticos de las sucesivas teriofaunas; (2) datos sobre el tipo de plantas y cobertera vegetal y cómo inciden sobre el tipo de alimentación y dieta de los herbívoros (que se infieren de los isótopos del carbono y de las marcas de desgaste que quedan reflejadas sobre sus dientes); (3) las adaptaciones morfofuncionales y estrategias evolutivas de las distintas especies, (para ello es básico el estudio sistemático y evolutivo de los distintos grupos de mamíferos, así como estudios biomecánicos y ecomorfológicos), (4) los patrones de diversidad y recambio faunístico (a partir de las tasas de extinción y aparición), para ello es básico establecer la sucesión de teriofaunas dentro de un marco biocronológico a partir de la ordenación y calibración temporal de los yacimientos combinando datos bio- y magnetoestratigráficos con métodos multivariantes; (5) datos sobre la calidad del registro y la representatividad de las teriofaunas analizadas con respecto a las comunidades pretéritas (mediante diversas técnicas numéricas y análisis de los posibles sesgos tafonómicos); y (6) la paleoecología de las comunidades de mamíferos, analizadas siguiendo diversas metodologías que en última instancia se basan en la estimación de variables ecológicas (tipo de locomoción, dieta, peso corporal, etc.) de las especies extintas. El equipo de la Universidad de Zaragoza aborda este complejo análisis en colaboración con investigadores de distintas instituciones españolas, italianas y argentinas, especialistas en otros grupos de mamíferos o en otras técnicas de inferencia paleoecológica y paleoclimática.

Se ha detectado que a lo largo del intervalo temporal analizado tuvieron lugar varios pulsos de recambio faunístico y/o dispersión coincidentes temporalmente con los cambios climáticos globales (Azanza et al., 1999, 2000) y señalado la

correlación altamente significativa entre la tasa de apariciones y algunas variables climáticas obtenidas a partir de la curva global de temperatura estimada a partir de las variaciones en la composición isotópica del oxígeno en microfósiles marinos (Azanza, 2000). El rango y distribución de tallas corporales entre las especies que integran una comunidad de mamíferos permite caracterizar, en parte, su estructura. Como indicador de la talla corporal se ha utilizado el peso, ya que éste parámetro facilita la comparación entre animales de diferente morfología corporal y puede ser estimado para las especies extintas a partir de ecuaciones alométricas según el grupo taxonómico. Se ha analizado las variaciones en la espectro de tallas entre las sucesivas teriofaunas que se asocian con estos pulsos y discutido su relación con los cambios ambientales (clima y cobertera vegetal) reconocidos (Prado et al., 2004; Rodríguez et al., 2004). Durante el Plioceno, el espectro de tallas se mantuvo estable pese a que tuvieron lugar algunos bioeventos (que conllevaron importantes cambios en la composición taxonómica de las paleocomunidades) coincidiendo con importantes cambios climáticos. El espectro de tallas comenzó a cambiar de manera significativa en el Pleistoceno inferior tras el evento conocido como "Wolf event" coincidiendo la expansión de los ambientes esteparios y la instauración de ciclos glaciares e interglaciares de moderada amplitud. Sin embargo los cambios más importantes tuvieron lugar hace 1.0 Ma tras el "Recambio Galericense" y coincidiendo con el cambio en la periodicidad (de 41 a 100 Ka) de los ciclos glaciares-interglaciares. Los datos obtenidos sugieren que la instauración de la teriofauna mediterránea actual tuvo lugar a partir de esa fecha, si bien la estructura actual de las comunidades del mediterráneo noroccidental se adquirió en épocas muy recientes tras la extinción de la megafauna al final del Pleistoceno.

REFERENCIAS

- Azanza, B., Alberdi, M.T. & Prado, J.L. 1999. Large Mammal Diversity and Turnover patterns during the Mio-Pleistocene in Northwestern Mediterranean area. *Revista de la Sociedad Geológica Española*, 12, 113-122.
- Azanza, B., Alberdi, M.T. & Prado, J.L. 2000. Large Mammal Turnover Pulses correlated to the Latest Neogene Glacial Trends in Western Europe *Geological Society of London, Special Publication*, 181, 161-170.
- Rodríguez, J., Alberdi, M.T., Azanza, B. & Prado, J.L. 2004. Body Size Structure in Northwestern Mediterranean Plio-Pleistocene. *Mammalian Faunas. Global Ecology & Biogeography* 13(2), 163-176.
- Prado, J.L., Alberdi, M.T., Azanza, B., Rodríguez, J. 2004. Patterns of body-size change in Large Mammals during the late Cenozoic in the Northwestern Mediterranean. *Libro Homenaje Emiliano Aguirre*, 4(2), 464-479.

EL DESGASTE DENTAL COMO HERRAMIENTA PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE HÁBITAT PASADOS Y CLIMAS. FLEXIBILIDAD TRÓFICA DEL PRIMER LINAJE DE CERVIDAE COMO RESPUESTA A UN CAMBIO CLIMÁTICO DEL MIOCENO

DANIEL DEMIGUEL, Beatriz Azanza, María Andrés
Departamento de Ciencias de la Tierra - IUCA, Universidad de Zaragoza
demiguel@unizar.es

El comportamiento trófico hace referencia al tipo de alimento que consumen las especies y también, de forma secundaria, a la forma en la que lo obtienen. Junto con las adaptaciones locomotoras y la talla corporal, el comportamiento trófico es uno de los factores determinantes de la segregación de las especies en los ecosistemas y, por ello, su estudio es uno de los objetivos fundamentales de la ecología. Hasta la fecha, diversas técnicas se han centrado en la reconstrucción de las adaptaciones alimenticias de los mamíferos extintos. Entre ellas, caben destacar las basadas en el desgaste dental, ya sea mediante el estudio de las marcas microscópicas que el alimento deja en los dientes (microdesgaste), o atendiendo a cómo el desgaste afecta a la morfología oclusal del diente (mesodesgaste). Gracias a que el estilo alimenticio de los mamíferos herbívoros proporciona información sobre la disponibilidad, tipo y diversidad de la vegetación del entorno, micro- y mesodesgaste son metodologías ampliamente utilizadas también en la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática. El estudio alimenticio de *Procervulus*, el linaje más primitivo que se conoce de la familia Cervidae, constituye un extraordinario ejemplo para estudiar las adaptaciones de los mamíferos herbívoros a los cambios ambientales y climáticos.

El género *Procervulus* apareció durante el Mioceno inferior, hace aproximadamente unos 18.5 millones de años (MN3, zona A), sobrevivió a un calentamiento global conocido como “*Mid-Miocene Climatic Optimum*” (MMCO), y se extinguió finalmente en un periodo de enfriamiento global que tuvo lugar durante el Mioceno medio (~14 millones de años) que conllevó el depósito de hielo en la Antártida con la formación permanente del casquete antártico oriental. El estudio combinado de micro- y mesodesgaste dental nos permite reconstruir su comportamiento trófico con la finalidad última de establecer la capacidad de respuesta de este linaje a los cambios climáticos, averiguando como adaptó sus dietas a las nuevas condiciones ambientales.

Ninguno de los taxones estudiados del Mioceno Inferior y Medio de Aragón exhibe un desgaste dental que pueda atribuirse al de una especie ramoneadora o pacedora, sino que responde al desgaste típico de una especie de dieta intermedia. Sin embargo, y a pesar de esta homogeneidad, las sucesivas especies a lo largo de unos 4 millones de años muestran una clara tendencia a incrementar la proporción de hierba y de abrasivos en sus dietas. Ello sugiere una cierta capacidad de respuesta a los cambios ambientales, dado que los cambios de comportamiento trófico se asocian a cambios de hábitat. Los datos obtenidos para los representantes más antiguos de *Procervulus* son coherentes con el desarrollo de ambientes mixtos bajo un clima relativamente cálido y húmedo, y en donde las zonas cerradas y la vegetación arbórea serían abundantes. Contrariamente, los datos de las poblaciones más modernas reflejan escenarios más áridos, estacionales y abiertos, y con una elevada diversidad de hierbas y de partículas abrasivas. Los resultados aquí obtenidos concuerdan con las inferencias paleoambientales realizadas mediante datos de paleobotánica y micromamíferos. Este importante cambio ambiental tuvo lugar durante el periodo de calentamiento global MMCO.

FÓSILES “VIRTUALES” CÁMBRICOS EN EL PARQUE NATURAL DEL MONCAYO

SAMUEL¹ ZAMORA, Imran A. Rahman², Jorge Esteve¹, Enrique Arrechea³, Isabel Pérez-Urresti¹, Eladio Liñán¹

1Área y Museo de Paleontología-IUCA, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, E-50009 Zaragoza, España. samuel@unizar.es, jorgeves@unizar.es, isaperez@unizar.es, linan@unizar.es

2Faculty of Life Sciences, University of Manchester, Manchester M13 9PT, UK,

3Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza, Gobierno de Aragón, 50071 Zaragoza, España. earrechea@aragon.es

El Cámbrico es uno de los periodos más fascinantes de la historia de la vida debido a la aparición de los principales filos de animales actuales. Esta aparición e incremento en la disparidad morfológica es lo que se ha bautizado como la Explosión de la Vida. Los orígenes y las causas de este evento son uno de los puntos más discutidos de la Paleontología.

Aragón es una de las regiones más importantes de Europa para el estudio del Cámbrico y sus fósiles debido a tres razones principales, i) la gran extensión de rocas disponibles, ii) buenos afloramientos y iii) abundancia y buena conservación de los fósiles. De todos los yacimientos cámbricos de nuestra región el más conocido e importante es Murero en la Comarca de Daroca. Sin embargo existen otras regiones fosilíferas cuyo estudio es todavía muy incipiente. Entre ellas se encuentra la que aquí presentamos, localizada en las cercanías de Purujosa, dentro del Parque Natural del Moncayo.

El Parque Natural del Moncayo ocupa 11.140 Has de la Sierra homónima, sobre los municipios de Tarazona, San Martín de la Virgen del Moncayo, Lituénigo, Litago, Trasmoz, Añón, Talamantes, Calcena y Purujosa. La declaración del Parque Natural se produjo mediante la aprobación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Comarca del Moncayo, mediante Decreto 73/1998, del 31 de marzo, del Gobierno de Aragón. Este Espacio Natural Protegido muestra una gran variedad de sistemas naturales, representativos de su posición en transición entre las grandes unidades naturales atlánticas y mediterráneas del interior de la península ibérica. El mosaico de formaciones geológicas, orientaciones y altitudes hace de este espacio un enclave singularmente rico en diversidad biológica, particularmente en lo referente a la flora. Por otra parte, como en todos los sistemas naturales europeos, la intervención del hombre continuada desde hace treinta siglos ha generado formaciones vegetales humanizadas, que aún han diversificado más los hábitats presentes en el Parque.

Desde el punto de vista geológico, las rocas cámbricas del Parque Natural del Moncayo se encuentran en una secuencia estratigráfica casi continua que abarca desde la formación Jalón (Marianense, Cámbrico inferior) hasta el Grupo Acón (Languedociense, Cámbrico medio), representando un intervalo temporal de unos 13 millones de años.

Todas las formaciones que afloran en esta región tienen fósiles, estando representados multitud de grupos paleontológicos como los trilobites, braquiópodos, poríferos, equinodermos, moluscos y otros de afinidad incierta. Actualmente, los trabajos están centrados en dos de estos grupos: los trilobites y los equinodermos, cuyo completo registro y excepcional conservación permiten realizar trabajos de excepcional detalle. De entre estos últimos destaca un misterioso grupo que vivió poco tiempo: los Cincta.

Precisamente, uno de estos trabajos ha sido la reconstrucción mediante microtomografía de rayos X (MRX) del equinodermo cincta más antiguo del mundo, encontrado en rocas de la Formación Mansilla (Leoniense, Cámbrico medio basal) dentro del Parque Natural del Moncayo. Esta técnica permite estudiar los fósiles accediendo a las partes internas o a aquéllas que han quedado ocultas en la roca, sin necesidad de destruir los ejemplares. En este caso concreto, se analizaron tres fósiles cuyas regiones dorsales y frontales eran inaccesibles mediante técnicas tradicionales. De cada fósil, se obtuvieron un total aproximado de 500 “rodajas” en 2 dimensiones que fueron analizadas independientemente. El resultado fueron tres modelos tridimensionales computerizados de los fósiles que representan fielmente todos sus detalles; es lo que vulgarmente conocemos como “fósiles virtuales”.

El resultado del trabajo ha sido la descripción de un nuevo género y una nueva especie, bautizados como *Protocinctus mansillaensis* Rahman y Zamora, 2009. Además, gracias a esta técnica se han podido analizar y conocer aspectos internos antes inabordables y discutir la paleobiología de este grupo. Los extraños animales llamados cincta surgieron durante un breve espacio de tiempo, durante el Cámbrico medio, y terminaron por extinguirse poco tiempo después. Sin embargo, su anatomía es clave para reconstruir la filogenia de los equinodermos y ha aportado datos importantes de la historia pre-radial de este grupo.

Entre los trilobites hay que destacar la presencia de un gran número y variedad (5 géneros) de trilobites encontrados en posición defensiva de enrollamiento. Estos trilobites enrollados representan uno de los hallazgos más antiguos en el registro fósil. El gran número de ejemplares y la gran diversidad de tipos de enrollamiento ayudarán en futuras investigaciones a conocer la evolución y desarrollo de este tipo de comportamiento en los artrópodos, que es el grupo predominante en la biosfera actual

La colaboración entre los científicos, las administraciones, las entidades privadas y los buenos aficionados, son vitales para una mayor sensibilización, conocimiento y protección de nuestro rico patrimonio paleontológico. En este caso concreto, se muestra cómo unos pequeños fósiles aragoneses hasta ahora desconocidos pueden ayudar a enriquecer nuestro patrimonio, aumentar la riqueza del espacio natural donde se han encontrado y, a la vez, estar publicados en una revista científica de vanguardia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto Consolider CGL2006-12975/BTE ('MURERO') del Ministerio de Educación y Ciencia de España y al Grupo Consolidado E-17 de la Consejería de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón. El programa Europa de la CAI financió a S. Z. una estancia de investigación en el Imperial College (Londres) para la realización de tomografías.

LOS BRIOZOOS Y LOS CAMBIOS PALEOCLIMÁTICOS DEL ORDOVÍCICO TERMINAL

Andrea Jiménez-Sánchez¹, Enrique Villas¹

1 Área y Museo de Paleontología, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza
<andrea@unizar.es> <villas@unizar.es>

La extinción de varios géneros de briozoos en paleocontinentes tropicales, simultáneamente con su emigración hacia las aguas mediterráneas más frescas durante el Katiense superior, añade nuevos argumentos a favor del modelo de un calentamiento global propuesto para el pre-Hirnantense (Ordovícico Superior). Un incremento de la temperatura en los trópicos, junto con el bajo rango de tolerancia de algunos géneros a ese incremento en la temperatura, habría provocado su extinción. Simultáneamente, temperaturas similares a las que previamente había habido en los trópicos podrían haberse desarrollado en latitudes intermedias, permitiendo que otros géneros estenotérmicos se refugiaran en estas latitudes.

Sin embargo, este incremento en la temperatura del margen mediterráneo de Gondwana durante el Katiense superior no sólo estuvo vinculado a cambios climáticos globales, sino que se vio favorecido por su continuo desplazamiento hacia latitudes más bajas, pasando de posiciones polares en el Ordovícico Inferior a posiciones intermedias en el Ordovícico Superior. Una forma de cuantificar el desplazamiento propuesto para el margen mediterráneo de Gondwana es compararlo con que el sufrieron otros márgenes de Gondwana, que deberían haber sufrido cambios equivalentes. Puesto que la presente Australia se considera que tuvo latitudes tropicales durante todo el Ordovícico, el desplazamiento de Gondwana debió de ser una rotación en el sentido de las agujas del reloj, con el lado ecuatorial del paleocontinente (la presente Australia) actuando como "pivote de rotación". De ser esto cierto, el acercamiento del margen mediterráneo de Gondwana hacia el ecuador sería opuesto al movimiento del lado continental opuesto, p. ej. el margen preandino de Gondwana, que se habría movido hacia el Polo Sur. Si la Precordillera Argentina ocupó el margen de Gondwana durante el Ordovícico, en las proximidades de las actuales Península Antártica y Sudáfrica, como consideran los autores que defienden su pertenencia continua a ese gran paleocontinente, el terreno Precordillera podría ser la clave para probar la rotación propuesta para Gondwana.

IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES DE LA PRESENCIA DE ESPORAS DE SCHIZAEACEAE EN EL ALBIENSE (CRETÁCICO INFERIOR) DE LA PROVINCIA DE TERUEL

Uxue Villanueva-Amadoz, Luis Miguel Sender, Javier Ferrer
Departamento Ciencias de la Tierra (Área Paleontología), Universidad de Zaragoza
uxuevil@unizar.es, lmsender@unizar.es, joferrer@unizar.es

Se ha constatado una gran abundancia de esporas de helechos de la familia Schizaeaceae en las Formaciones Escucha y Utrillas de edad Albiense medio-Cenomaniense inferior en la Provincia de Teruel, presentando una gran variedad de tipos morfológicos. El estudio palinológico de esta familia ha proporcionado una valiosa información bioestratigráfica, así como de los paleoambientes y paleoecosistemas presentes en este área durante el intervalo Cretácico Inferior – Cretácico Superior.

La familia Schizaeaceae comprende unas 170 especies vivas de helechos aunque se conoce desde el Jurásico en Inglaterra por la presencia de esporas *in situ* de los helechos *Klukia* y *Stachypteris* (van Konijnenburg-van Cittert 1981). Representa un excelente grupo como modelo para el estudio de los eventos evolutivos y ecológicos durante el Mesozoico debido a que poseen un registro fósil muy completo con esporas distintivas para cada periodo temporal y porque presentan unas preferencias climáticas, edáficas y de hábitat muy determinadas.

Tanto los palinomorfos de la Formación Escucha, como los de la Formación Utrillas y de la unidad Margas de Transición indican un clima subtropical, por la abundancia y diversidad de esporas de pteridofitas. Entre ellas destacan las schizáceas por sus implicaciones paleoecológicas debido a su presencia en la actualidad en zonas de climas subtropicales o tropicales (Tryon y Lugardon, 1991). Este grupo se encuentra representado fundamentalmente por los géneros *Cicatricosisporites*, *Contignisporites*, *Costatoperforosporites*, *Distaltriangulisporites*, *Fisciniasporites*, *Klukisporites*, *Microfoveolatosporis*, *Nodosisporites* y *Plicatella*.

Tryon, A.F., Lugardon, B., 1991. Spores of the Pteridophyta. Springer-Verlag, U.S.A., 648 p.

Van Konijnenburg-van Cittert, J.H.A., 1981. Schizaeaceous spores in situ from the Jurassic of Yorkshire, England. Review of Palaeobotany and Palynology 33: 169-181.

IMPORTANCIA PALEOAMBIENTAL Y PATRIMONIAL DE LOS REGISTROS DE HELECHOS FÓSILES DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA PROVINCIA DE TERUEL.

Luis Miguel Sender¹, Javier Ferrer¹, Uxue Villanueva-Amadoz¹, Cristóbal Rubio^{1,2}

¹Departamento Ciencias de la Tierra (Área de Paleontología), Universidad de Zaragoza.

²Paleoymás, Actuaciones Museísticas y Paleontológicas, La Cartuja Baja, Zaragoza.

lmsender@unizar.es, joferrer@unizar.es, uxuevillanueva@yahoo.es, c.rubio@paleoymas.com

La mayor parte de los registros de plantas fósiles del Cretácico Inferior de la provincia de Teruel se encuentran en los depósitos de la formación Escucha. La sucesión completa de esta formación ha sido interpretada como una megasecuencia derivada de la implantación de un sistema de delta - estuario con influencia mareal, asociado a amplias llanuras fluviales de inundación y a ambientes pantanosos. Los registros de helechos fósiles destacan tanto por su abundancia como por su diversidad en los miembros medio y superior de esta formación, y constituyen una herramienta muy útil para el estudio de los ambientes y ecosistemas del pasado.

Los depósitos de origen fluvial y palustre del miembro medio de la formación Escucha se caracterizan por la abundancia y excepcional preservación de ejemplares de la especie *Ruffordia goepperti* (familia Schizeaceaceae), pinnas y del helecho del género *Onychiopsis* (familia Dicksoniaceae). Las pinnas vegetativas y fértiles de estos helechos se encuentran en conexión en los ejemplares estudiados lo que sugiere que habrían sido transportados desde un hábitat cercano. Estos registros poseen características similares a los encontrados en los depósitos pantanosos del Cretácico Inferior de Inglaterra y China. Este hecho indicaría que estos helechos estaban especializados en la colonización de esos ambientes.

Los depósitos de llanura de inundación proximal correspondientes al miembro superior de la formación Escucha contienen grandes concentraciones de pinnas primarias del helecho *Weichselia reticulata* (familia Matoniaceae). Este registro indica que esta especie se encontraría bien adaptada a la colonización de los ambientes saturados en agua cercanos a las orillas de los cauces fluviales del Cretácico Inferior de Teruel. Los depósitos de overbank del miembro superior se caracterizan ocasionalmente por el registro de pinnas primarias del helecho *Sphenopteris latiloba* y pinnas de varias especies correspondientes al género *Acrostichopteris*. Los registros de estos dos taxones conservan sus delicadas pinnulas con sus estructuras reproductoras todavía en conexión.

El conjunto de los registros de helechos del Cretácico Inferior constituye un bien patrimonial de enorme interés dada la escasez, a nivel mundial, de este tipo de fósiles con una conservación tan extraordinaria. La excepcional preservación de la mayoría de los ejemplares de helechos fósiles los convierte en elementos museísticos de primer orden, e incluso algunos de los fósiles de helechos encontrados pueden ser observados in situ debido a su gran tamaño y a las buenas condiciones de afloramiento. Este hecho permitiría que pudieran ser expuestos al público para ser visitados y empleados como recurso sociocultural, ayudando a la proyección turística de las localidades en donde han aparecido.

AUNANDO INVESTIGACIÓN Y DIVULGACIÓN EN EL YACIMIENTO DE MURERO: LA “RUTA PARADOXIDES”.

Dies Álvarez, M^º.E.^{1,3}, Liñán, E.^{2,3} y Gámez Vintaned, J.A.^{2,3}

1 Dept. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza. 22003-Huesca. medies@unizar.es

2 Área de Paleontología y Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza. Dept. de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza. gamez@unizar.es

3 Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón - IUCA. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza.

Desde que Verneuil (1862) citara por primera vez la existencia de la “fauna primordial” en la localidad zaragozana de Murero, este yacimiento ha adquirido fama mundial, convirtiéndose en una cita clásica en lo que al estudio de los trilobites del Cámbrico europeo se refiere.

En el Área de Paleontología y Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza trabajamos desde hace más de 25 años en este yacimiento, que no deja de ofrecer sorpresas en cada nueva campaña de campo.

Entre otros hallazgos, se han encontrado géneros y especies de trilobites comunes con otros puntos de Europa (Francia, Italia, Alemania, República Checa, Escandinavia, Polonia, Rusia), África (Marruecos), Asia (Turquía, India, China), Norteamérica e incluso Australia, proporcionando interesantes herramientas de correlación internacional.

Además de su contenido en trilobites, braquiópodos, equinodermos e icnofósiles, Murero se ha revelado como un yacimiento con fósiles de conservación excepcional, en el que se han encontrado organismos de cuerpo blando como paleoescolécidos, lobópodos, artrópodos, esponjas o algas, que le han conferido la categoría de *fossil Lagerstätte* con contenidos equiparables a los del afamado yacimiento canadiense de la *Burgess Shale*.

Como complemento de los trabajos de investigación, se realizan trabajos de divulgación (exposiciones, libros, conferencias, etc.) con el fin de acercar al público general los resultados más importantes.

Con este fin, el Gobierno de Aragón desarrolló un Plan Director para la rambla de Valdemiedes en el que se incluyen varias rutas temáticas sobre el terreno que explican los aspectos más relevantes del yacimiento. Su materialización va a permitir efectuar recorridos en el campo de una manera cómoda (se ha acondicionado el terreno, facilitando la visita del grupo más amplio posible de la población). Además, las rutas ofrecen información para satisfacer el interés de visitantes sin conocimientos previos en la materia.

La primera de estas rutas se ha denominado “Ruta *Paradoxides*” y se ha inaugurado recientemente. En ella se han colocado ocho mesas de interpretación en las que se desarrollan conceptos generales de Geología (“estrato”, “formación”, “tiempo geológico”, “discordancia”,...) y de Paleontología en s.s., con una introducción a los distintos grupos fósiles presentes (trilobites, braquiópodos, esponjas, algas, equinodermos,...), prestándose especial dedicación –por su abundancia e importancia científica– a los trilobites paradoxidos y solenopleurósidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución a los proyectos: Consolider CGL2006–12975/BTE (“MURERO”; Ministerio de Educación y Ciencia-FEDER–EU), Multidisciplinar PM067/2006 (Gobierno de Aragón) y Grupo Consolidado E–17 (“Paleontología del Neoproterozoico-Mesozoico: Patrimonio y Museo Paleontológico”; Gobierno de Aragón). Paleomás S.L. ha llevado a cabo los trabajos de adecuación del yacimiento para las visitas, así como la maquetación, diseño, impresión y colocación de las mesas en el campo. Isabel Pérez, Santiago Alberto y Eduardo Martín realizaron varias de las figuras utilizadas en los paneles informativos.

YACIMIENTOS DE FÓSILES DEL JURASICO EN LA CORDILLERA IBÉRICA COMO ARCHIVOS DE LOS AMBIENTES MARINOS DEL PASADO

Guillermo Meléndez, Javier Ramajo, Jorge Colás, Isabel Pérez-Urresti, Diana Ramón, Larisa Doguzhaeva
Departamento de Ciencias de la Tierra, (Paleontología) Universidad de Zaragoza.
gmelende@unizar.es, j.ramajo@igme.es, jcolas@unizar.es, isaperez@unizar.es dianapaleontologa@gmail.com

El Patrimonio geológico constituye el registro visible de la Historia de la Tierra. Como tal, constituye una riqueza natural no renovable. Tanto la declaración de Digne (1ª reunión sobre Geoparques; 1991) sobre la protección del Patrimonio geológico y natural como todos los demás documentos elaborados por la comunidad geológica inciden en la necesidad de proteger y preservar en lo posible el registro rocoso de la Tierra, promoviendo la definición de puntos de especial interés y de áreas especialmente protegidas en áreas de mayor relevancia geológica. Así han surgido numerosas iniciativas de protección del patrimonio geológico en los distintos países, amparados por la Administración. En la actualidad. Este objetivo, de un interés fundamental como defensa contra las agresiones que diariamente sufre el Patrimonio natural, y más concretamente el patrimonio geológico por parte de las acciones antrópicas. Dentro de lcontexto de las Ciencias Ambientales, el patrimonio geológico ocupa un papel fundamental, al constituir el soporte básico; el basamento sobre el que se asienta la naturaleza y la vida.

El proyecto recientemente iniciado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) de propuesta de *Lugares de Interés Geológico* (LIGs) para el territorio español ha supuesto un significativo paso adelante en el proceso de demarcación y definición de puntos significativos por su importancia científica, su valor patrimonial o su potencial como elemento geoturístico. La importancia y la trascendencia de la definición de los Lugares de Interés Geológico (LIGs) deriva por un lado de su origen como iniciativa por parte de la Administración. Por otro lado, del hecho de que supone un paso de enorme importancia en la definición de áreas protegidas, en las que los rasgos geológicos del paisaje gozarán de una protección real y efectiva contra eventuales afecciones como obras públicas, construcción, explotaciones (canteras, minería) o destrucción por otros motivos, quedando de esta manera accesibles para su uso didáctico e investigador. Los criterios básicos en la definición de LIGs abarcan un amplio abanico de caracteres geológicos y también de carácter didáctico. Es fundamental también el carácter relevante desde un punto de vista paisajístico, más allá del valor científico intrínseco que pueda tener un punto de interés. Esto lleva inevitablemente a la conclusión de que rasgos o factores como la espectacularidad, belleza o magnitud de un rasgo geológico, así como su singularidad, son siempre factores que cuentan de manera primordial en la definición de áreas de interés y especial protección.

En el caso de los afloramientos de Jurásico Medio-Superior marino en la Cordillera Ibérica (provincias de Zaragoza, Teruel, Guadalajara, y Valencia) se ha realizado la selección, descripción y valoración patrimonial de un número preliminar de veinte afloramientos especialmente destacables atendiendo fundamentalmente a sus valores históricos, estratigráficos, paleontológicos y geodidácticos. Entre los principales puntos propuestos en la Rama Aragonesa destacan los afloramientos clásicos del sector de Ricla-La Almunia (SO de Zaragoza), de Aguilón Belchite (S de Zaragoza) y el de Sierra de Arcos-Calanda al SE de Zaragoza. En la Rama Castellana, se ha seleccionado un conjunto de secciones clásicas en los sectores de Sierra Menera (Pozuel-Alustante) y Sierra de Albarracín (Moscardón-Frías) por su especial valor científico e histórico.

La protección del patrimonio paleontológico (yacimientos fosilíferos), no debe limitarse a su inventariado, valoración y protección en el ámbito de la comunidad científica, sino que debe mostrar una vertiente aplicada frente a las afecciones producidas por obras públicas u otro tipo de actuaciones sobre el territorio. El marco legislativo (autonómico y estatal) vigente desde 1985 contemplaba el patrimonio paleontológico como un integrante del patrimonio histórico, subordinado al patrimonio arqueológico, lo que ha hecho que se produzca una disociación entre la protección del mismo y la del patrimonio geológico. La reciente aprobación de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, incluye al patrimonio paleontológico dentro del patrimonio geológico. En este trabajo se muestra una serie de realizaciones plasmadas como informes de impacto sobre el patrimonio paleontológico, que incluyen una valoración, delimitación y protección de diferentes yacimientos paleontológicos. Estos informes se sitúan en distintos contextos geológicos de la Comunidad Autónoma de Aragón y son resultado de actuaciones como obras públicas (carreteras, líneas de alta velocidad, líneas de alta tensión, o actividades que afectan a la ordenación del territorio (Planes Generales de Ordenación Urbana, actuaciones urbanísticas, proyectos de apertura de canteras, instalación de parque eólicos, etc..)

En los últimos 15 años y en el marco de diversas actuaciones y trabajos realizados para distintas empresas y organismos, los autores han realizado una serie de informes de impacto sobre el patrimonio paleontológico encaminados a la valoración, delimitación y protección de diferentes yacimientos paleontológicos, en distintas áreas de la Cordillera Ibérica y los Pirineos. Estos informes se han elaborado siempre en el marco de diferentes actuaciones relacionadas con las obras públicas y otras actividades sobre el territorio:

Dentro de las mismas se puede hablar de un primer grupo en el cual se engloban los informes realizados sobre el impacto de obras públicas lineales sobre yacimientos paleontológicos.

1) Informes sobre el impacto del trazado de la línea de Alta Velocidad (AVE) sobre los yacimientos jurásicos del área de Ricla. Este trabajo consistió en la delimitación de los yacimientos paleontológicos de edad Jurásico Medio y Superior, que iban a ser afectados por el trazado de la vía del Tren de Alta Velocidad (AVE). Como dichos yacimientos no podían ser protegidos se procedió a la realización de una excavación de urgencia de los mismos así como a la localización y numeración de un corte estratigráfico complementario al que iba a ser cubierto por la vía del tren.

2) Informes sobre la afección del trazado de carreteras, como por ejemplo el realizado con vistas al proyecto de mejora y adecuación del trazado de la carretera N-232 en las proximidades de Ráfales (Teruel). La modificación del trazado de la carretera y la construcción de una cantera en las proximidades del corte clásico del Jurásico Medio-Superior estudiado por numerosos autores suponían una grave afección a este afloramiento (Fig. 1a) en el cual se ha definido el corte tipo de la unidad litoestratigráfica definida como Formación Ráfales. Todo ello ha obligado a la realización de un estudio con vistas a la delimitación del área a proteger para que no se vea afectada, así como a la realización de una supervisión paleontológica cuando se produzcan los movimientos de tierra previstos en la obra. Otro segundo grupo lo constituyen los informes realizados sobre actuaciones relacionadas con la ordenación del territorio. Estas actuaciones incluyen actividades tales como la realización de planes de ordenación urbana, de proyectos de actuaciones urbanísticas o de instalación de parques eólicos, o redes eléctricas. Estos informes se han realizado siempre durante la fase previa a la realización de las obras o durante su fase de planeamiento. Entre los mismos podemos destacar como ejemplos los siguientes:

1) El informe sobre los yacimientos paleontológicos en los términos municipales de Binacua y Santa Cruz de la Serós (Huesca). Este informe consistió en la valoración, estudio, muestreo y delimitación de dos yacimientos paleontológicos correspondientes a materiales carbonatados de edad Luteciense-Biarrizziense (Eoceno medio-superior), con vistas a su protección dentro del Plan general de Ordenación Urbana de esta localidad. La conclusión fundamental fue la delimitación de un área perimetral de obligada protección en torno a los principales afloramientos de facies recifales.

2) Informe de patrimonio de los yacimientos Paleontológicos de la finca "El Aguallí" en el término municipal de Ricla Zaragoza (Fig. 2A): Su objetivo era el estudio, catalogación y delimitación de los yacimientos paleontológicos de edad Jurásico Inferior y Medio, situados en la proximidades de esta finca. Dichas unidades presentan unos excepcionales valores patrimoniales desde el punto de vista paleontológico y geológico, especialmente geodidáctico, como la sección de los materiales del Toarciense (Fm. Turmiel) y la base del Jurásico Medio propuesta como sección de referencia para Europa occidental. Estos valores han llevado a la propuesta y tramitación de esta área como LIG, y los hacen susceptibles de ser protegidos, frente a los planes de urbanización que se habían propuesto sobre estas fincas. En el informe se rechaza cualquier propuesta de desarrollo urbanístico y se delimita mediante cartografía geológica las diferentes unidades del Jurásico en este punto, y las áreas donde se encuentran los yacimientos a proteger.

3) Informes previos de impacto paleontológico sobre tendidos u otro tipo de instalaciones que puedan asentarse sobre yacimientos paleontológicos. Se señala la instalación de una línea de alta tensión entre Puebla de Valverde y Camarena (Teruel). Dos de los postes de alta tensión afectaban a materiales fosilíferos del Bajociense (Fm. Pedregal) y uno de ellos a los del Oxfordiense (Fm. Yátova). Se delimitaron los afloramientos afectados, señalando la necesidad de respetar dichas áreas y los afloramientos. Las secciones del Bathoniense-Oxfordiense han sido objeto de un muestreo y estudio paleontológico. Igualmente, la instalación de una línea de aerogeneradores en los alrededores de Galve (Teruel) plantea problemas semejantes. En este caso el impacto sobre yacimientos fosilíferos es claramente menor porque todos los postes se asientan sobre materiales poco fosilíferos de la Fm. Higuieruelas. Se ha señalado los principales afloramientos con la recomendación de respetarlos. Por otra parte, aspectos de carácter paisajístico, natural (proximidad de una ZEPO) e histórico aconsejan desplazar los postes a un lugar distante del emplazamiento previsto

LOS GEOTOPOS PALEONTOLÓGICOS COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA E INSTRUMENTO PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

GUILLERMO MELÉNDEZ, Julia Escorihuela, Georgia Fermeli, Monse Soria
 Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontología), Universidad de Zaragoza
 gmelende@unizar.es, jumidosiv@gmail.com, gfermeli@uoa.gr, msoria@educa.aragon.es

Por Geotopos se entiende los puntos o lugares de carácter local y dimensiones reducidas con una serie de caracteres que los hacen especialmente interesantes para su utilización como herramientas didácticas. Su definición y clasificación han resultado ser fundamentales en Didáctica de la Geología. Los geotopos deben presentar ciertos rasgos que permitan la interpretación sencilla de un determinado problema geológico, estratigráfico, paleontológico, geomorfológico, etc. Los geotopos pueden formar parte de, o coincidir con, otros rasgos geológicos de mayor orden, (exomuseo, monumento natural, parque geológico) pero un geotopo es un elemento con diferente categoría dentro del patrimonio geológico.

Como componentes sobresalientes del paisaje los geotopos presentan un especial valor geológico, geomorfológico, paleontológico, etc. Como restos o relictos de la Historia de la Tierra proporcionan una buena visión de la Historia de la vida, del clima o del paisaje (Stürm, 2005). De acuerdo con Theodosiou *et al.* (2006) se puede distinguir categorías de geotopos con valores muy diferentes en función de sus valores más prominentes y de su posible utilización. Así se puede hablar de geotopos científicos, educativos, culturales, ecológicos, turísticos, estéticos, etc. Si bien todos los geotopos deben desarrollar una función eminentemente didáctica, dentro de los geotopos científicos nuestro estudio se centra más concretamente sobre los geotopos que muestran problemas paleontológicos y geológicos (estratigráficos y tectónicos, fundamentalmente). Con frecuencia, los geotopos se definen dentro de ambientes urbanos, como las losas o sillares de construcción en algunos edificios, o formaciones rocosas interesantes en los parques públicos, donde juegan un importante papel didáctico para mostrar las relaciones entre naturaleza, geología y actividad humana. La concienciación social por la Geoconservación (la conservación del Patrimonio geológico) y su definición y protección en los ambientes urbanos o periurbanos hace que jueguen un importante papel para los alumnos de la enseñanza primaria y secundaria. Los criterios de selección de geotopos deben cubrir un amplio espectro, y pueden encontrarse en ambientes diversos; urbanos, suburbano y rurales.

En el caso concreto de los geotopos educativos, los criterios de selección pueden sintetizarse en los siguientes puntos (un geotopo debe mostrar):

- (1) Claridad: mostrar rasgos geológicos prominentes y claros.
- (2) Diversidad de rasgos geológicos, al objeto de hacerlo más didáctico.
- (3) Visibilidad, al objeto de hacerlo visible y reconocible desde la distancia.
- (4) Accesibilidad, fácil acceso a los visitantes, estudiantes, investigadores...
- (5) Carácter Natural del yacimiento, al menos mantener caracteres naturales originales.
- (6) Cumplimiento de las regulaciones sobre salubridad y seguridad.
- (7) Localización a escasa distancia de escuelas y centros de estudio.
- (8) Material educativo suplementario, incluyendo publicaciones divulgativas, referencias, material comercializable. Este último criterio es especialmente importante en los geotopos educativos.

Otros criterios relevantes de cara a su consideración como tales son:

- (9) Rareza de los mismos, o bien, encontrarse en riesgo de destrucción.
- (10) El hecho de constituir una parte de áreas protegidas o señaladas de mayor magnitud.

En el presente trabajo se propone una clasificación de los geotopos urbanos en tres categorías principales y se muestra algunos ejemplos de geotopos en Grecia (Atenas y diversas áreas extra urbanas) y en España (Cordillera Ibérica, en áreas extra urbanas).

En los geotopos de tipo 1 los rasgos geológicos de carácter prominente u obvio constituyen la atracción misma en sí. Es el caso de las formaciones rocosas que constituyen el basamento sobre el que se asientan las casas o los edificios de algunos

pueblos típicos (e.g. en Albarracín) o en otras localidades, y que permiten realizar explicaciones geológicas inmediatas destacando su ligación con el desarrollo humano. En los geotopos de tipo 2, la presencia de elementos geológicos naturales es limitada, pero en cierta manera existe. Es el caso de yacimientos Arqueológicos como el de Kerameikos en Atenas (Grecia), fuertemente vinculados a la ciudad. En ambos casos es posible establecer vínculos entre la geología y el desarrollo histórico, social y cultural de la ciudad.

En los geotopos de tipo 3 los rasgos geológicos originales (afloramientos, formaciones rocosas) no se encuentran directamente a la vista. En esta categoría se incluyen muchos puntos de los centros de las ciudades, edificios, parques, etc, en donde la posibilidad de encontrar geotopos típicos puede ser mínima. En estos casos, para promocionar el patrimonio geológico debemos "crear" un recurso geológico; lo que se denomina un "Geotopo atípico". Este rasgo lo constituyen los monumentos, edificios, calles, zonas peatonales en donde es posible reconocer los rasgos geológicos de la piedra de construcción, su estructura y contenido fosilífero, configurando de esta manera lo que forma una auténtica "geología urbana". En esta categoría se puede reconocer numerosos elementos de interés en todas las ciudades y edificios. En la ciudad de Zaragoza es especialmente relevante la piedra de Calatorao, empleada abundantemente como material de construcción y ornamental, la caliza de Rudistas del Pirineo y las calizas y areniscas lacustres del Valle del Ebro, en ocasiones muy fosilíferas, utilizadas abundantemente como material de construcción. En ciudades como Atenas, quizás el elemento de construcción (geotopo urbano) de mayor importancia lo constituye el mármol triásico de las canteras de Penteli, de donde proviene el material de construcción de la Acrópolis.

El Parque Geológico de Aliaga como punto integrador de geotopos científicos, geológico-paleontológicos y educativos:

El Parque Geológico de Aliaga, una de las zonas de mayor importancia geológica de España y Europa, forma parte del Parque Cultural del Maestrazgo y a través de éste, de la Red Europea de Geoparques (*European Geoparks Network*) y de la red *Global Geoparks de Unesco*.

El Centro de Visitantes del Parque Geológico de Aliaga es un elemento que sirve como complemento y refuerzo a la visita a este enclave turolense de notable interés científico y didáctico.

En el Centro de Visitantes puede encontrarse, una exposición sintética, mediante paneles y muestras de fósiles y rocas de los contenidos del Parque; juegos de manipulación e interactivos; un audiovisual que expone la filosofía del proyecto y resalta el interés cultural de la geología y paleontología, destacando la mascota del Parque Geológico, "**ULI-TOUCASIA**". El nombre fue seleccionado en el colegio público de Aliaga. En este sentido, se realizó un concurso en el cual participaron todos los alumnos del colegio de la localidad, exponiendo sus diferentes ideas y el nombre ganador resultó ser Uli-Toucasia. *Uli* por el nombre de uno de los participantes y *Toucasia* por el fósil que aparece en tres Puntos del recorrido del Parque Geológico.

La Toucasia tiene gran atractivo para los visitantes del Parque. Existen tres publicaciones con relación a la *ULI_TOUCASIA*.

- Cuaderno de trabajo sobre el Parque Geológico de Aliaga.
- Uli-Toucasia. Historia del mar que se fue.
- Carpeta didáctica "*Exploramos el Parque Geológico de Aliaga*"; CD multimedia con la Uli-toucasia. Además de itinerarios virtuales, cuestionarios interactivos, cuadernos para alumnos y guía para el profesor.

LA CANTALERA (JOSA, TERUEL): UN YACIMIENTO EXCEPCIONAL PARA CONOCER LA BIODIVERSIDAD DE LOS VERTEBRADOS CONTINENTALES EN LA TRANSICIÓN ENTRE EL HAUTERIVIENSE Y EL BARREMIENSE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

JOSÉ IGNACIO CANUDO ⁽¹⁾, José Manuel Gasca ⁽¹⁾, Marcos Aurell ⁽²⁾ Ainara Badiola ⁽¹⁾, Hugues Alexandre Blain ⁽³⁾, Penélope Cruzado-Cabalero ⁽¹⁾ Daniel Gómez-Fernández ⁽¹⁾, Miguel Moreno-Azanza ⁽¹⁾, Raquel Rabal ⁽¹⁾, José Ignacio Ruiz-Omeñaca ^(1,4)

(1) IUCA. Grupo *Aragosaurus*. Paleontología. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna 12. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza. jicanudo@unizar.es

(2) Ciencias de la Tierra (Estratigrafía), Pedro Cerbuna 12. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

(3) Institut Català de Paleoecologia Humana y Evolució Social (Unitat associada al CSIC). Universitat Rovira i Virgili. 43005 Tarragona.

(4) Museo del Jurásico de Asturias (MUJA). 33328 Colunga, Asturias

Los descubrimientos de restos fósiles de dinosaurios en la secuencia del Cretácico Inferior de España se han incrementado notablemente en los últimos años, siendo en general fragmentarios y difícilmente identificables a nivel específico. De manera excepcional se han recuperado ejemplares bastante completos que han permitido describir nuevos dinosaurios como *Tastavinsaurus* o *Galvesaurus*. Estos descubrimientos espectaculares nos proporcionan una valiosa información sistemática y paleobiogeográfica, sin embargo en términos de conocer la biodiversidad de los ecosistemas solo nos ofrecen datos puntuales. En este sentido, los yacimientos con una acumulación de diferentes taxones son de mayor interés al informarnos de la biodiversidad de vertebrados que vivían en el ecosistema donde se formó el yacimiento o su entorno. Estos yacimientos de acumulación son por el momento escasos en el Cretácico Inferior de la Península Ibérica, si lo comparamos con la abundancia en el Terciario de la Cordillera Ibérica, donde existieron posiblemente más factores de acumulación biogénicos y geológicos.

Uno de esos yacimientos donde hay una acumulación extraordinaria de macro y microrestos de vertebrados del Cretácico Inferior es La Cantalera (Josa, Teruel). Nuestro equipo lleva trabajando más de 10 años recuperando material fósil proveniente de prospecciones superficiales después de periodos de lluvias, excavaciones puntuales y lavado-tamizado de unas 3 toneladas de sedimento. En cuanto a vertebrados, el material fósil óseo está compuesto mayoritariamente por dientes aislados, pero también material postcraneal desarticulado. También son abundantes las cáscaras de huevo. La conservación de los restos fósiles es muy variable, habiendo recuperado desde una serie semiarticulada de un ornitópodo hasta restos postcraneales completos, dientes mudados, dientes funcionales. Pero también son muy abundantes las esquilas inidentificables, con y sin signos de transporte. Estas diferencias en la conservación es el resultado de la gran complejidad tafonómica del yacimiento, donde han intervenido elementos de acumulación biogénicos y geológicos. Se ha abordado alguno de los aspectos de esta acumulación como es la abundancia de dientes mudados de ornitópodos. Esto se ha interpretado como que La Cantalera era un área de alimentación de los ornitópodos, y la abundancia es el resultado de la caída de los dientes por reemplazamiento de los desgastados por la abrasión de las plantas.

La Cantalera se trata del yacimiento con mayor biodiversidad de vertebrados en el tránsito Hauteriviense - Barremiense en la Península ibérica y posiblemente del mundo. Hemos identificado 31 taxones: un actinopterygio (*Actinopterygii* indet.), dos anfibios (*Albanerpetonidae* indet. y *Discoglossidae* indet.), un quelonio (*Pleurosternidae?* indet.), un lagarto (*Paramacellodidae?* indet.), cuatro crocodylomorfos (cf. *Theriosuchus* sp., *Bernissartidae* indet., *Goniopholididae* indet., cf. "*Chiquitosuchus*" sp.), dos pterosaurios (*Istiodactylidae?* indet., *Ornithocheiridae?* indet.), cuatro dinosaurios ornitópodos (*Iguanodontidea* indet., *Hadrosauroidae?* indet., "*Hypsilophodontidae*" indet., *Rhabdodontidae?* indet.), un tireóforo (*Polacanthidae* indet.), un saurópodo (*Euhelopodidae* indet.), once terópodos (*Carcharodontosauridae?* sp., *Baryonychinae* sp., aff. *Paronychodon* sp., *Maniraptora* indet. 1, 2 y 3, *Dromaeosaurinae* indet. 1, 2 y 3, *Velociraptorinae* indet. y *Avialae?* indet.) y tres mamíferos multibuberculados (*Cantalera abadi*, *Eobaataridae* indet., *Plagiaulacidae* indet.). También están representadas cáscaras de huevo asignadas a dinosaurios (*Elongaloolithidae*, *Prismatoolithidae*, cf. *Spheroolithidae*), a cocodrilos (*Krokoolithidae*) y a tortugas (*Testudoolithidae*).

La Cantalera se formó en un medio palustre donde se desarrolló una lámina de agua intermitente. La asociación de los vertebrados de La Cantalera presenta algunas diferencias con las de medios lacustres de la transición Hauteriviense – Barremiense de otras áreas de la Cordillera Ibérica. Entre estas diferencias se puede apuntar la ausencia de condictios, la presencia meramente testimonial de los actinopterigios, escasez de quelonios, presencia exclusivamente de mamíferos multituberculados, menor diversidad de saurópodos y mayor diversidad de ornitópodos.

LOS PEQUEÑOS VERTEBRADOS FÓSILES COMO HERRAMIENTAS DE RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

GLORIA CUENCA-BESCÓS ⁽¹⁾, María Melero-Rubio ⁽¹⁾, Ignacio Martínez ⁽²⁾, Hugues Alexandre Blain ⁽³⁾, Juan Manuel López-García ⁽³⁾, Juan Rofes ⁽¹⁾, Juan Luis Arsuaga ⁽²⁾, José María Bermúdez de Castro ⁽⁴⁾, Eudall Carbonell ⁽³⁾

(1) IUCA. Grupo *Aragosaurus*. *Paleontología*. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. cuencag@unizar.es

(2) Centro de Investigación (UCM-ISCI) sobre Evolución, y Comportamiento Humanos-UAH, Madrid

(3) Institut Català de Paleoecologia Humana y Evolució Social (Unitat associada al CSIC). Universitat Rovira i Virgili. 43005 Tarragona.

(4) Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Burgos.

La estructura de las asociaciones de pequeños vertebrados del yacimiento Pleistoceno de Gran Dolina, en Atapuerca (Burgos) muestra importantes cambios ambientales y climáticos en la transición del Pleistoceno Inferior al Medio (900-600Ka). Entre los que se pueden citar, el empobrecimiento de los bosques, el aumento de los prados secos y la disminución de humedales. Estos cambios ambientales conllevan una pérdida de diversidad en las comunidades de pequeños vertebrados.

La evaluación de la estructura de las asociaciones de pequeños vertebrados fósiles del yacimiento de Gran Dolina se realiza mediante una descripción estadística de las asociaciones fósiles utilizando el segundo teorema de Shannon como índice de la diversidad específica, el cual da una idea de la entropía o distribución de los individuos de cada taxón, en cada asociación. Se ha estudiado 49 taxones de pequeño vertebrados representados por un total 12,359 individuos, de los cuales 6,205 son de mamíferos y 6,154 son de anfibios y reptiles.

Uno de los resultados más relevantes de este trabajo es el descubrimiento de la apertura del paisaje a partir de la evolución de las asociaciones de pequeños vertebrados durante o poco tiempo después del límite Pleistoceno inferior-medio. El paisaje abierto, menos arbolado y con más praderas podría explicar la rápida expansión de la especie *Homo heidelbergensis* por Europa. Se han recuperado 30 individuos en la Sima de los Huesos (Atapuerca), y también se ha encontrado en numerosos yacimientos centro europeos (Heidelberg-Mauer, Weimar, etc).

LA SEDIMENTACIÓN EN LAS PLATAFORMAS MARINAS AL FINAL DEL JURÁSICO (KIMMERIDGIENSE) EN LA CUENCA IBÉRICA

MARCOS AURELL & Beatriz Bádenas

Departamento Ciencias de la Tierra (Estratigrafía), Universidad de Zaragoza
maurell@unizar.es

El poster que mostramos, titulado *Distribution of non-skeletal grains across shallow carbonate ramp areas (Kimmeridgian, Spain)*, fue presentado en un congreso internacional de Sedimentología el pasado mes de Septiembre. Mediante este poster queremos ilustrar una de las líneas de investigación del grupo *Reconstrucciones Paleoambientales*, referente al estudio de las rampas carbonatadas del Kimmeridgiense-Titónico inferior a partir de los afloramientos del suroeste de la provincia de Teruel (Sierra de Albarracín). Esta es la línea donde hemos alcanzado un mayor número de resultados que incluyen la reconstrucción de los diferentes ambientes sedimentarios y la caracterización de ciclos de diferente duración, desde ciclos de algunos millones de años ligados a la evolución de la subsidencia hasta ciclos de en torno a 20 mil años, ligados a cambios climáticos de origen orbital (ciclos de precesión). En concreto, el poster muestra una serie de mapas de distribuciones de los diferentes tipos de sedimentos registrados a lo largo de los diferentes estadios de evolución de la plataforma.

UNA APORTACIÓN SOBRE LA DIVERSIDAD DE LAS CÁSCARAS DE HUEVO DE VERTEBRADOS EN LA TRANSICIÓN ENTRE EL HAUTERIVIENSE Y EL BARREMIENSE (CRETÁCICO INFERIOR) DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

MIGUEL MORENO-AZANZA ⁽¹⁾, José Ignacio Canudo ⁽¹⁾, José Manuel Gasca ⁽¹⁾

(1) IUCA. Grupo *Aragosaurus*. *Paleontología. Facultad de Ciencias. Pedro Cerbuna 12. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza. mmazanza@gmail.com*

El yacimiento de La Cantalera se encuentra situado tres kilómetros al oeste de Josa (Teruel). Se encuentra situado en un pequeño afloramiento de la Formación Margas y Calizas de Blesa. Los niveles fosilíferos se concentran en unas arcillas grises con abundantes restos fósiles del Hauteriviense superior-Barremiense basal. El yacimiento se formó en un ambiente palustre restringido, con episodios de desecación periódicos. La mayor parte del material fósil recuperado proviene del lavado-tamizado de unas 3 toneladas de sedimento. El triado de los concentrados ha permitido recuperar más de 3.000 fragmentos de cáscara de huevo. Los fragmentos de cáscara de huevo se han estudiado utilizando lupa binocular, estereomicroscopio de luz polarizada y microscopio electrónico de barrido. Se han identificado un total de nueve ootaxones incluidos en Elongaloolithidae, Prismatoolithidae, Spheroolithidae?, Krokolithidae y Testudoolithidae.

Elongaloolithidae está representada por *Macroolithus turolensis* Amo-Sanjuán, Canudo y Cuenca-Bescós 2000 y Elongaloolithidae indet. Las cáscaras de esta oofamilia presentan el morfotipo ratite, con dos capas de diferente ultraestructura y una transición brusca entre ellas. *M. turolensis* se trata de un ootaxón muy abundante y exclusivo del tránsito Hauteriviense-Barremiense de la Cordillera Ibérica. Presenta una característica ornamentación que varía de linearituberculada a sagenotuberculada y un espesor mayor 1.200 μm . Elongaloolithidae indet. presenta cáscaras de menor espesor (450 μm). La ornamentación externa es sagenotuberculada, pero mucho más tenue que en *M. turolensis*.

Prismatoolithidae está representada por *Prismatoolithus* sp. y Prismatoolithidae indet. Las cáscaras de esta oofamilia se caracteriza por presentar dos capas de diferente ultraestructura separadas por un límite difuso. *Prismatoolithus* sp. son cáscaras lisas y con un espesor de 400 μm . Prismatoolithidae indet. son cáscaras de 700 μm de espesor, con ornamentación compactituberculada (poco frecuente en esta oofamilia) formada por nodos con una forma triangular característica. Estas cáscaras pertenecen a un nuevo oogénero sin describir.

Spheroolithidae se encuentra pobremente representada por una decena de fragmentos de cáscara. Estos fragmentos los hemos diferenciado en cf. Spheroolithidae indet. 1 y 2 de manera provisional. Las cáscaras incluidas en cf. Spheroolithidae indet. 1 presentan un morfotipo prolatoesferulítico, una ornamentación dispersituberculada y un espesor de unos 420 μm . Las incluidas en cf. Spheroolithidae indet. 2 presentan un morfotipo prolatoesferulítico, una ornamentación sagenotuberculada y un espesor de 800 μm . Las variaciones de espesor y patrón de ornamentación se han descrito en Spheroolithidae dentro de un mismo ootaxón, incluso en un mismo huevo. Por tanto, estos dos morfotipos podrían pertenecer al mismo ootaxón.

Krokolithidae está representada *Krokolithes* sp. Este ootaxón presenta cáscaras de 300 μm de espesor, con superficie ondulada y unidades de cáscara de ultraestructura tabular, más anchas que altas, con una característica forma trapezoidal. Además, en algunos ejemplares se distingue una capa externa, también de estructura tabular, de 25 μm de espesor medio. Testudoolithidae se encuentra representada por dos ootaxones (Moreno-Azanza et al. 2010). Las cáscaras de esta oofamilia presentan un espesor entorno a las 600 μm , y unas singulares unidades de cáscara en forma de seta. Son extremadamente porosas y no pueden asignarse a ninguno de los oogéneros descritos. Los dos ootaxones se diferencian entre sí por el patrón de distribución y la forma de las aberturas de poro, así como en la ornamentación.

Las cáscaras asociadas a dinosaurios terópodos (Elongaloolithidae y Prismatoolithidae) son las más diversas, lo cual coincide con la gran diversidad de dientes de terópodos presentes en el yacimiento. Es significativo la gran escasez de cáscaras

asociadas a dinosaurios ornitópodos (Spheroolithidae), cuyos dientes son muy frecuentes en el yacimiento. También es sorprendente la presencia de un tipo de cáscara de cocodrilos (Krokolithidae) cuando en La Cantalera están representados al menos cuatro taxones. La estructura de la cáscara de huevo de los cocodrilos es muy conservadora, y similar morfología puede presentarse en diferentes especies. Los restos de tortugas son escasos, sin embargo las cáscaras de tortuga (Testudolithidae) son relativamente frecuentes. Las diferencias entre la asociación fósil de las cáscaras de huevo y los restos directos encontrados en el yacimiento de La Cantalera se puede explicar porque solo una parte de los vertebrados representados por restos directos hacían sus puestas en o en el entorno del yacimiento de La Cantalera.

INVESTIGACIONES SOBRE LA PINTURA MURAL ROMANA EN BILBILIS

Manuel Martín- Bueno, Carlos Sáenz Preciado
Dpto. de Ciencias de la Antigüedad
Fac. de Filosofía y Letras Universidad de Zaragoza.
Grupo de Investigación URBS
[martín@unizar.es](mailto:martin@unizar.es), [casaenz@unizar.es](mailto:casaez@unizar.es)

La ciudad romana de *Bilbilis* (Calatayud, Zaragoza), fundada hacia el cambio de era por el emperador Augusto, es sin duda alguna uno de los mayores referentes peninsulares en el estudio de la pintura mural romana. Por su volumen, riqueza y calidad, los conjuntos pictóricos recuperados en el transcurso de las excavaciones dirigidas desde 1971 por la cátedra de arqueología de la Universidad de Zaragoza bajo la dirección del Prof. Manuel Martín-Bueno, hace de este yacimiento un lugar privilegiado para su investigación, fruto de la cual son los conjuntos pictóricos, que una vez restaurados, se exhiben actualmente en el Museo de Calatayud.

Los trabajos desarrollados en *Bilbilis*, se han visto reflejados en numerosas publicaciones de carácter científico, así como se han presentado en congresos de carácter nacional e internacional, sin olvidar la tesis doctorales, tesinas, etc. realizados y las que en este momento se están efectuando.

El hecho de que encontremos presentes en *Bilbilis* la totalidad de los estilos pictóricos que Roma desarrolló a lo largo de su historia, y el extraordinario estado de conservación de muchos de ellos, llevó a la formación de equipos multidisciplinares para su estudio. Así, arqueólogos, restauradores, químicos, biólogos, sin olvidar a los museógrafos trabajan conjuntamente en su recuperación y estudio, tanto para su exhibición *in situ* en pleno yacimiento, como para su contemplación en la salas del museo.

Un ejemplo de este trabajo y esta línea de investigación, es el poster que aquí presentamos. La Casa del Ninfeo, ubicada en la zona central del yacimiento, cuyas excavaciones se iniciaron en el año 2002 han aportado ricos y variados conjuntos pictóricos pertenecientes al III y IV estilo pompeyano, debiendo destacarse la localización de una capilla-larario (*sacellum*) cuya decoración se había conservado en parte *in situ*, siendo éste un hallazgo excepcional dentro de la arqueología española.

Actualmente, gracias a los trabajos realizados por el equipo de arqueólogos y restauradores de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II dependiente de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Dpto. de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, se ha completado su estudio y restauración, pudiendo contemplarse el fruto de esta labor en el Museo de Calatayud en donde se ha convertido en uno de sus principales focos de atracción.

PRESAS ROMANAS EN ARAGÓN: EL EMBALSE ROMANO DE MUEL.

Paula Uribe Agudo, Ángeles Magallón Botaya.
Departamento de Ciencias de la Antigüedad. Arqueología.
Grupo de Investigación URBS. Universidad de Zaragoza.
uribe@unizar.es, amagallo@unizar.es

Dentro de las líneas de investigación del Grupo URBS figura el estudio íntegro de las ciudades romanas del Valle Medio del Ebro, por esta razón hemos iniciado una serie de proyectos encaminados a un mejor conocimiento de los sistemas de abastecimiento de agua de las mismas y de las infraestructuras hidráulicas existentes en el VME.

Aragón conserva importantes vestigios de las obras hidráulicas que construyeron los romanos destinadas al abastecimiento de las ciudades y a la explotación agrícola del territorio. Los casos de las presas de Almonacid de la Cuba y la Pared de los Moros en Muniesa, los acueductos de Albarración-Cella y el de la ciudad romana de Los Bañales en Uncastillo, a los que sumamos la presa de Muel, son algunos de los testimonios de las grandes obras realizadas para compensar el déficit hídrico existente y para hacer frente a las necesidades de la población romana.

LA PRESA ROMANA DE MUEL

El embalse romano de Muel es uno de los vestigios romanos más relevantes que se conocen en el *territorium* de la colonia Caesaraugustana y uno de los más importantes de la Península Ibérica. Completamente aterrado desde antiguo, conserva los restos una importante presa en la que un equipo multidisciplinar de la Universidad de Zaragoza está realizando excavaciones arqueológicas.

Se trata de una gran dique construido en el siglo I d.C, prácticamente al mismo tiempo que se funda la ciudad de *Caesaraugusta*. La presa es conocida desde antiguo ya que, directamente sobre la misma, se construyó en el siglo XVIII una ermita dedicada a la Virgen de la Fuente, cuyas pechinas fueron pintadas por Goya en 1770.

En la actualidad, debido a su colmatación antigua se halla prácticamente intacta, como se puede apreciar en el muro de la presa que conserva y como están demostrando las excavaciones que han puesto al descubierto la parte interior del muro que conforma el dique propiamente dicho. Construido en un aparejo a soga y tizón de *opus quadratum* compactado con mortero, en sus sillares se pueden observar las marcas de los responsables de la construcción e incluso algunos de los numerales que indican el orden de la colocación de los sillares.

Gracias a las posibilidades que ofrece el proyecto multidisciplinar: "Presas romanas en Aragón, Análisis de la construcción, procesos de sedimentación y determinación cronológica de la presa romana de Muel" (Universidad-CONSI+D) y de la aportación económica de la Dirección General de Patrimonio de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte se están realizando excavaciones arqueológicas que han descubierto parte de la cara interior de la presa antigua que medía más de 90 m de longitud, 13 de altura y 10 de anchura.

El equipo multidisciplinar "Presa de Muel" está formado:

Dirección y Coordinación:

Dras. Paula Uribe Agudo y Ángeles Magallón Botaya (Área de Arqueología. Grupo URBS).

Arqueólogos de campo:

Dr. Manuel Martínez Bea, Dr. Rafael Domingo Martínez, Lcdo. Javier Fanlo Loras, Lcdo. Fernando Pérez Lambán. (Universidad de Zaragoza).

Sedimentología: Drs. Arsenio Gómez y José Luis Peña Mone (Universidad de Zaragoza)

Palinología: Dr^a M^a José Iriarte Chiapusso (Universidad del País vasco).

Cartografía y Topografía Georreferenciada: Lcdo. Jorge Angas (3D Scanner. Patrimonio e Industria).

Presentaciones Póster
ÁREA TERRITORIO

CRECIDAS RECIENTES EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO EBRO: ASPECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y DE LA GESTIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

SERGIO DOMENECH ZUECO¹, Francisco Espejo Gil², Alfredo Ollero Ojeda³, Miguel Sánchez Fabre³

¹U.T.E. Información Hidrológica Ebro, Zaragoza

²Agencia Estatal de Meteorología, Delegación Territorial en Aragón.

³Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. sdome@unizar.es

La cuenca del Ebro es la mayor de la Península Ibérica y la tercera de las que drenan sus aguas al Mar Mediterráneo, en cuanto a superficie se refiere. El tramo medio del río Ebro es especialmente interesante porque constituye un importante eje poblacional y económico en una región semiárida, como es la Depresión. Los procesos de crecida son fenómenos muy comunes en el tramo medio del Ebro pero la combinación del descenso de caudales, la construcción de presas, y la expansión y recrecimiento de defensas en el río, generaron en el último cuarto de siglo XX un periodo inusualmente tranquilo en cuanto a eventos de crecida. Sin embargo, con el cambio de siglo parece que el tramo Medio del Ebro ha entrado en una nueva dinámica, con eventos de crecida mayores y más frecuentes que se producen en otras épocas del año. Los eventos más importantes fueron los de Febrero de 2003 y Marzo-Abril de 2007. El presente trabajo analiza estas tendencias recientes y examina sus posibles causas desde un punto de vista hidrometeorológico, de la gestión de inundaciones con desembalses y de la llanura de inundación. Las consecuencias de las crecidas recientes en el tramo Medio del Ebro han reabierto el debate sobre las posibles medidas de gestión del riesgo.

APLICACIÓN DEL ÍNDICE IHG A LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS DE LAS MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN NAVARRA

Elena Díaz¹, Askoa Ibisate¹, Sergio Domenech², Francisco Espejol³, Alfredo Ollero⁴, Miguel Sánchez Fabre⁴

¹Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco.

²U.T.E. Información Hidrológica Ebro, Zaragoza

³Agencia Estatal de Meteorología, Delegación Territorial en Aragón.

⁴Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. sdome@unizar.es

La evaluación del funcionamiento hidrogeomorfológico de los sistemas fluviales es fundamental para determinar su estado ecológico y para la urgente y necesaria búsqueda de soluciones a su actual problemática ambiental. Diseñado en 2007 por el propio equipo de trabajo, el índice hidrogeomorfológico IHG contabiliza, a partir de un detallado trabajo de campo y de documentación cartográfica y fotogramétrica, las presiones e impactos antrópicos sobre los elementos, procesos y funciones hidrogeomorfológicas del sistema fluvial. Evalúa los siguientes parámetros:

- la calidad funcional del sistema fluvial, analizando la naturalidad del régimen de caudal, la disponibilidad y movilidad de sedimentos y la funcionalidad de la llanura de inundación,
- la calidad del cauce, verificando la naturalidad del trazado y de la morfología en planta, la continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales y la naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral),
- la calidad de las riberas, midiendo su continuidad longitudinal, anchura, estructura, naturalidad y conectividad transversal.

Se explica la metodología de aplicación del índice y su puesta en práctica en el estudio de los efectos de las minicentrales hidroeléctricas en los cursos medios y bajos de los ríos Aragón y Arga (Navarra).

Para ello se ha aplicado el IHG a los tramos superior e inferior a cada presa, así como a los tramos cortocircuitados, en los que se ha cortado un meandro con el canal de derivación hidroeléctrica. En líneas generales, los valores más bajos de calidad hidrogeomorfológica se obtienen en esos subtramos cortocircuitados, debido a la reducción de caudal y de aporte sedimentario, siendo crecientes los procesos de incisión

TEJIDO PRODUCTIVO, INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS PARA UN DESARROLLO TERRITORIAL DE CALIDAD Y SOSTENIBLE

EUGENIO CLIMENT, ANA ISABEL ESCALONA, BLANCA LOSCERTALES
 GRUPO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (GEDETUZ)
 Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
 ecliment@unizar.es, aescalon@unizar.es, bloscer@unizar.es

La sostenibilidad es una cualidad necesaria en la consecución de un desarrollo territorial. Para que éste sea una realidad, es necesario tener en cuenta dos aspectos esenciales y cada vez más valorados: la calidad y la competitividad. Los integrantes del grupo GEDETUZ en los últimos años han venido trabajando en diversas líneas de investigación que tratan de resaltar la importancia de estos aspectos en el desarrollo territorial en Aragón. Los proyectos que se citan a continuación así lo confirman: "Desarrollo sostenible y medio ambiente en las áreas de montaña. El turismo rural" (1998-2000), "Cambios organizativos en los sistemas productivos locales de España. Análisis regional comparativo de los procesos de innovación en el territorio. El caso de Aragón" (2000-2003), "Desarrollo sostenible y proceso de comarcalización. *Politique de Pays* en Aragón y en Aquitania" (2001-2003), "Accesibilidad a servicios básicos y calidad de vida en el espacio rural aragonés" (2003), "Desarrollo rural y competitividad en los espacios rurales. Acción global y localización" (2003), "La localización industrial y la competitividad territorial en el área metropolitana de Zaragoza" (2004), "Tejido empresarial y sistemas socio-productivos locales en áreas rurales desfavorecidas en España: el caso de Aragón" (2003-2006), "Desarrollo territorial, redes institucionales y procesos de innovación socioeconómica en Aragón" (2006-2009), "Terminales para el transporte internacional en Aragón. Análisis espacial, económico y funcional del aeropuerto de Zaragoza" (2008), "La Denominación de Origen Cariñena. Una apuesta por la singularidad y la calidad en un mundo globalizado" (2008-2009), "Nuevos retos para el desarrollo territorial. Los espacios del vino y del calzado en la provincia de Zaragoza" (2009) o "Gobernanza, innovación y convenciones en las comarcas vitivinícolas de Aragón: tipología y prospectiva de Denominaciones de Origen a partir de la teoría de los *mundos de producción*" (2008-2011).

El panel que se presenta recoge los resultados de algunos de los citados proyectos y está organizado en tres bloques temáticos: 1) procesos espaciales recientes y tejido productivo en áreas rurales y entornos metropolitanos, 2) las producciones de calidad en el desarrollo local y 3) Infraestructuras y servicios para la calidad de vida.

Bloque temático 1: Procesos espaciales recientes y tejido productivo en áreas rurales y entornos metropolitanos

La cuestión de fondo en la que se enmarcan los trabajos presentados, es la diversificación de las economías rurales en el nuevo contexto que impone la mundialización económica y el aumento de la competitividad a todas las escalas. Las actividades no agrarias y, en particular, la industria aparecen como fuentes de nuevas oportunidades que hay que gestionar de manera adecuada. Se presentan dos trabajos complementarios sobre el tejido productivo aragonés y los procesos recientes que le han afectado.

El primero se centra en el espacio funcionalmente vinculado con la capital regional. Es sabido que la desconcentración metropolitana es un factor de primer orden en el desarrollo industrial de los espacios periurbanos y rurales próximos, que se convierten en destinos de las nuevas industrias y de las que se trasladan desde los grandes centros industriales. El análisis de estos procesos en el entorno metropolitano de Zaragoza indica que el alcance de este proceso difusor es más limitado del que le correspondería por su rango de gran ciudad. La consecuencia de este fenómeno es que Zaragoza sigue absorbiendo la mayoría de la actividad industrial, lo que explica en parte la gran concentración espacial de esta actividad en Aragón.

El segundo trabajo se centra en la identificación y caracterización de los sistemas productivos locales en Aragón. Se entiende por sistema productivo local un conjunto de PYME, mayoritariamente de carácter endógeno, y otros agentes económico-sociales que, a escala local, mantienen entre sí relaciones de mercado y de cooperación en orden a la producción de bienes y servicios, constituyendo áreas especializadas en una determinada actividad productiva. La identificación se lleva a cabo

mediante un procedimiento estadístico y cartográfico. Para llevar a cabo la caracterización se investigan: los atributos de las empresas, sus relaciones de mercado y cooperación, el tipo de agentes sociales implicados, la gobernanza resultante de la interacción entre empresas y agentes y, finalmente, la capacidad de innovación. Los sistemas productivos locales identificados se distribuyen por diversas áreas de Aragón, contribuyendo decisivamente al desarrollo y la articulación territorial de los espacios no metropolitanos.

Bloque temático 2: Las producciones de calidad en el desarrollo local

Las producciones tradicionales de calidad constituyen un factor de primer orden para reforzar la competitividad de las áreas rurales. Se presenta un trabajo en el que se analiza el territorio de la Denominación de Origen Cariñena desde una perspectiva medioambiental y socioeconómica, poniendo especial énfasis en los diversos procesos que explican su evolución, dinamismo, problemática y competitividad reciente. No cabe duda de que las condiciones naturales han sido un importante factor para comprender su vocación vitivinícola. Uno de los principales resultados de este trabajo es la confirmación, avalada por los diferentes actores locales, del papel desempeñado por la DO Cariñena como herramienta adecuada de desarrollo territorial sostenible en el marco de la globalización económica. La DO avala la calidad de una producción singularizada, debida a las características naturales del medio en el que se da, pero además refrenda la importancia del modo de hacer de los diferentes actores económicos. La vitivinicultura en la actualidad debe ser competitiva, aunando precisamente la tradición con la modernidad y la innovación.

Bloque temático 3: Infraestructuras y servicios para el desarrollo territorial y la calidad de vida.

La disponibilidad de infraestructuras y servicios eficientes, de calidad y sostenibles es otro de los requisitos del desarrollo territorial. El estudio realizado sobre el aeropuerto de Zaragoza indica que éste contribuye de forma razonablemente eficiente a satisfacer la demanda de movilidad por vía aérea de la población de su entorno más y menos cercano. El estudio contempla la preocupación que suscita este modo de transporte por su elevado impacto ambiental. Por ello en la conclusión se invita a los poderes públicos a realizar una gestión responsable de la demanda de movilidad de viajeros y mercancías en Aragón, como principal reto en el camino de la sostenibilidad del transporte del aeropuerto de Zaragoza.

La mejora del acceso a los servicios básicos es un punto clave en las políticas enfocadas a reducir las disparidades entre las áreas rurales menos favorecidas y el resto del territorio. El estudio sobre la provincia de Teruel confirma que, debido al intenso proceso de concentración de la población en las cabeceras comarcales de la provincia, la mayoría de la población disfruta de un buen acceso a dichos servicios. En cambio en el resto de las localidades, que se reparten por la mayor parte del territorio provincial, el acceso a los servicios es inadecuado y supone serios problemas a una población local poco numerosa, dispersa y notablemente envejecida. Ello plantea un reto complejo y de no fácil solución para la ordenación del territorio.

DESARROLLO RURAL Y SOSTENIBILIDAD: ACCIONES DE PROTECCIÓN INTEGRADORAS O CONFLICTIVAS

Ana Castelló Puig; Luisa M^a Frutos Mejías; M^a Luz Hernández Navarro; Pascual Rubio; Enrique Ruiz Budría. Grupo consolidado GEDETUZ

*Universidad de Zaragoza. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
GEDETUZ, e-mail: lmfrutos@unizar.es*

La protección de la naturaleza no es una preocupación nueva en el mundo, pero si se ha puesto de manifiesto la necesidad de tomar medidas urgentes a partir de los años ochenta del pasado siglo. Europa, España y las Comunidades Autónomas han respondido, dotándose de unas normas que permiten preservar la calidad del agua y del aire y delimitar espacios de especial protección. Pero aunque buena parte de la población, de los técnicos y de los políticos son conscientes de la necesidad de proteger el medio en el que vivimos, acotar espacios y establecer los límites a su uso, todo ello no está exento de controversia. Uno de los problemas es que esos espacios a proteger se sitúan en zonas deprimidas, que han perdido muchos habitantes y cuya economía es precaria. Pero también entran en juego la falta de comunicación entre los partes afectadas, el encasillamiento en estereotipos, y el juego político.

Las figuras de protección son numerosas e incluyen diferentes grados de restricciones a la utilización de esos espacios y sus recursos. En Aragón se incluyen en la Ley 6/1998, de 19 de mayo y la Ley 8/2004 de 20 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente. Tales figuras de protección abarcan desde un concepto puramente naturalista, que ampare la biodiversidad de flora y fauna y la calidad del aire y el agua, hasta un enfoque más integrador y cultural, que considera el territorio como un patrimonio que aúna la naturaleza y las obras humanas, sintetizado todo ello en el paisaje. A este respecto son paradigmáticos, como expresión de ambas concepciones, los casos del Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) de la Zona Esteparia de Monegros Sur, en la depresión del Ebro aragonesa, y los Parques Culturales del Río Vero y de Albaracín, dos de los cinco aprobados en Aragón.

El Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) de la Zona Esteparia de Monegros Sur es un espacio ubicado en la depresión del Ebro aragonesa, integrada parcialmente en un Plan de Regadíos a principios del siglo XX. Ese Plan de riegos, actualmente inconcluso se reinició en las últimas décadas se ha reiniciado cuando ya en la unión Europea se habían establecido normas para la protección de aves y flora, por lo que, tras la denuncia de organizaciones ecologistas, se exigió a España y a Aragón que restringiera la transformación en regadío y definiera zonas de protección en estas áreas esteparias. Se delimitó así un amplio sector como Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA) y en el año 2000 se elaboró el PORN citado, que abarca 259.560 has, si bien el espacio a proteger es de 71.588 has (27% de la superficie), repartido entre quince términos municipales, afectados de modo desigual. La población suma 32.943 habitantes, repartidos en pequeños pueblos, con la excepción de Fraga (13.191) y Caspe (8.486). La actividad de sus habitantes es básicamente agropecuaria, con excepción de Fraga.

En el proceso seguido se ha contado con una alta participación de los habitantes de la zona y de otros expertos en estos temas. No obstante, abierto el periodo obligatorio de alegaciones, alcaldes y agricultores hicieron frente común, rechazando dicho PORN, pues consideraban que mermaba considerablemente sus posibilidades de desarrollo, pese a incluir compensaciones. Pese al reajuste, que resolvió algunos problemas, sigue habiendo un rechazo por parte de la población local, que o bien ignora las compensaciones o desconfía de que la Administración lleve a la acción estos compromisos. La consulta de las alegaciones y las encuestas realizadas permiten obtener una conclusión: en este tipo de planes de protección se enfrentan dos percepciones y dos conceptos diversos del sentido de pertenencia a los territorios. En el caso de la protección de espacios naturales, la Administración alega cuestiones legales, técnicas y ambientales mientras la sociedad local argumenta sobre bases económicas, culturales, de identidad o emotivas.

El caso de los Parque Culturales es distinto. Se crearon al amparo de la Ley del 12/12 de 1997, en la que se hace referencia a la compatibilidad entre la declaración de Parque Cultural y la Declaración de Espacio Natural Protegido, siendo necesaria

la estrecha colaboración entre distintos Departamentos del Gobierno de Aragón. Son, por tanto, figuras especialmente interesantes para la conservación, difusión, gestión y aprovechamiento del patrimonio natural y cultural, con potencialidad para la dinamización socioeconómica local-rural; en ese marco se encuadran los Parques Culturales del Río Vero y de Albarracín.

Le Parque Cultural del Río Vero, entre la sierra de Guara, en el Prepirineo, y el somontano de Barbastro, se orienta a la puesta en valor del patrimonio natural y cultural del su entorno, derivada de una interpretación del territorio en la que destaca la conjunción del buen hacer de la gestión local, del protagonismo de las personas y, en definitiva, del capital humano y social, que ha sabido revalorizar un recurso no considerado previamente como tal.

Es un ejemplo claro de respuesta positiva del medio rural para no quedar marginado y poder competir territorialmente, aprovechando simbiosis, los recursos naturales, humanos y culturales. La acción innovadora ha contemplado necesariamente la protección y la transformación del patrimonio en un bien a considerar en el mercado. A la hora de planificar el proceso de desarrollo se ha tenido en cuenta no descuidar el papel de las señas de identidad local, como punto fuerte, para conseguir unos resultados positivos que, favoreciendo la cohesión social, se extiendan igualmente al terreno económico cultural y medioambiental, a fin de conseguir la competitividad territorial. Además, se ha introducido la participación externa: tanto la Mancomunidad (1993-2002) como la nueva estructura comarcal y la iniciativa LEADER han sabido entender que las claves para su desarrollo trascienden sus propias fronteras y la importancia de poner en valor el recurso humano en su más amplia dimensión. Se puede hablar de una apuesta holística, de un proyecto con implicaciones multidimensionales (socioculturales, económicas, ambientales, político- administrativas), con la planificación de estrategias pensando en un futuro respetuoso con el medioambiente y la sostenibilidad y favorecedor del encuentro entre la cultura y el desarrollo económico local.

El Parque Cultural de Albarracín esta formado por cinco municipios, partícipes del calificativo de rural profundo. Están ubicados en el Sistema Ibérico, en un contexto de montaña media mediterránea continentalizada y caracterizados por una accesibilidad extremadamente baja y una debilidad de su tejido productivo, pero disponen de un patrimonio cultural-ambiental de alto valor, que supone una fortaleza para el aprovechamiento turístico-cultural del espacio. Albarracín es el nodo central del Parque y cuenta con una dilatada experiencia en la protección, valorización y aprovechamiento turístico-cultural, liderada en los últimos años por la Fundación Santa María. Sus actuaciones están actuando como motor de desarrollo, a lo que se suma la gestión del parque, interviniendo en la valorización de las potencialidades de los demás municipios. Las acciones se orientan a buscar el desarrollo local de un territorio en declive demográfico y económico. Los principales objetivos del Parque enfatizan en la necesidad de diversificar la oferta laboral; garantizar el mantenimiento de los usos y costumbres tradicionales; incrementar la disponibilidad de servicios; para la población, generar una oferta cultural.

No ha habido conflictos en la creación de los parques Culturales. El reto es, por tanto, coordinar las posturas contrapuestas, mantener diálogos convincentes y educar en el conocimiento y el respeto al medioambiente, ofreciendo a la población local alternativas reales de desarrollo y participación directa en la protección y gestión de los recursos.

LA POBLACIÓN EN EL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

MARÍA ZÚÑIGA, Angel Pueyo, María Sebastián, José Luis Calvo Palacios
*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio,
Universidad de Zaragoza
C/ Pedro Cerbuna 12, 50.009 Zaragoza. mz@unizar.es*

Este poster presenta una de las líneas de trabajo del grupo de investigación GEOT (Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio) del departamento de Geografía y Ordenación del Territorio entre los años 2004 y 2008. Esta investigación se materializó en la publicación del tomo Demografía del Atlas Nacional de España, editado por el Instituto Geográfico Nacional y por el Centro Nacional de Información Geográfica.

La obra "Demografía" publicada en octubre de 2008 tiene su precedente en los fascículos "Información demográfica" y "Potenciales demográficos" del Atlas Nacional de España (I.G.N. 1992), que se publicaron en 1992 momento desde el cual el Instituto Geográfico Nacional no había elaborado un trabajo con unos contenidos de demografía tan específicos.

No es extraño que el Atlas Nacional de España integre entre sus contenidos un volumen dedicado a la Demografía ya que la Geografía de la Población es una de las ramas en las que más se ha trabajado con la cartografía temática. Históricamente, la demografía ha sido un banco de pruebas para el desarrollo e innovación de las representaciones espaciales con mapas coropléticos, de puntos, con figuras proporcionales al valor representado, cartogramas o coremas, de acuerdo con los presupuestos de la semiología gráfica y con la disponibilidad de los recursos tecnológicos del momento. La incorporación de la informática y los sistemas de información geográfica, las animaciones y los nuevos soportes electrónicos de visualización han mejorado la presentación y análisis de las distribuciones demográficas que ayudan a lograr un conocimiento más profundo del territorio.

Es por esto que se considera la cartografía, y este trabajo en concreto, una herramienta útil para conocer mejor la distribución espacial de la población española, poder interpretar sus indicadores más significativos y analizar algunas de sus características funcionales y estructurales. Sin embargo esto no es un estudio demográfico en sí mismo, sino la posibilidad de poder hacerlo atendiendo a la diversidad de las distribuciones en el territorio.

El Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional de España ha dirigido la monografía, y la dirección científica ha estado a cargo de los profesores José Luis Calvo y Ángel Pueyo, del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza. Se ha contado con la colaboración del Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza (GEOT) con María Zúñiga como coordinadora científica y del Instituto Nacional de Estadística (INE) que ha proporcionado los datos demográficos. La publicación consta de un volumen impreso de 386 páginas, acompañado de un DVD con el libro electrónico en formato PDF y ficheros de mapas relevantes actualizados a la fecha más reciente disponible en el momento de la edición.

Este poster tiene como objetivo analizar las principales características de este monográfico intentando que, a través de las mismas, se perciba el complejo proceso de diseño y elaboración que ha sido necesario para llevar a buen término este proyecto. Se muestran además una serie de ejemplos de la cartografía que compone el atlas.

El objetivo principal del Atlas Nacional de España es "*contribuir a la comprensión de la cambiante y compleja realidad que representa*". La asunción por parte del equipo científico de esta idea hizo que se reflexionara profundamente acerca de "*quien va a comprender*" para tenerlo en cuenta en el proceso de diseño. La respuesta es obvia: la sociedad en general. Por lo tanto resulta imprescindible que los contenidos sean lo más completos posible en lo que refiere tanto a la temática como a las fechas de representación, que se tenga en cuenta a todo el rango de lectores potenciales, tanto los más acostumbrados a trabajar con cartografía como los que no lo están, de manera que deben incorporarse mapas de distintos nivel de complejidad y apoyar su lectura con material complementario.

A consecuencia de todas estas exigencias el volumen "Demografía" tiene una serie de características particulares: la representación cartográfica está basada en la Semiología Gráfica de Jaques Bertin; la secuencia temporal que se ha utilizado es excepcionalmente amplia; se ha trabajado a diferentes escalas para dar una información de mayor o menor detalle y facilitar diferentes niveles de interpretación y se ha procurado ordenar sistemáticamente la cartografía en series comparables de mapas o en su defecto se ha recurrido a los mapas individuales. Se ha utilizado una estructura temática clásica dedicando cada capítulo a cada uno de los grandes aspectos de la demografía, pero también se han incorporado nuevos ámbitos de estudio que permitieran completar la comprensión del panorama demográfico español.

CRONOLOGÍA DE LOS REGISTROS ALUVIALES CUATERNARIOS DE BARDENAS REALES DE NAVARRA: CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES

CARLOS SANCHO, José Luis Peña, Luis Alberto Longares, Arsenio Muñoz, Edward Rhodes, Eric McDonald, Gerardo Benito
Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. E-mail csancho@unizar.es

La Bardena Blanca, incluida en el Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra (Cuenca del Ebro), constituye una amplia depresión, que supera las 25.000 ha, excavada en materiales predominantemente lutíticos de edad Mioceno. El fondo de esta depresión se encuentra a unos 300 m de altitud y está rodeada por relieves estructurales asociados con materiales terciarios calcáreos y areniscosos y por restos de niveles aluviales culminantes del Pleistoceno inferior, que llegan a superar los 600 m de altitud.

Esta depresión erosiva se encuentra tapizada por diferentes secuencias morfosedimentarias aluviales del Pleistoceno superior y Holoceno. En la actualidad está drenada por un sistema de barrancos (Grande-Andarraguía-Limas) que desemboca en el Ebro cerca de Tudela. Los diferentes procesos erosivos presentan una elevada tasa de funcionalidad actual en un contexto climático semiárido con 13 °C de temperatura media y 350 mm de precipitación anual.

La información pluridisciplinar suministrada por reconocimientos geomorfológicos, sedimentológicos y edafológicos y por dataciones absolutas realizadas en el Laboratorio de Radiocarbono de la Universidad de Zurich y en el Laboratorio de Luminiscencia de la Universidad Nacional de Australia ha permitido diferenciar en el registro aluvial la depresión erosiva de la Bardena Blanca una secuencia de etapas evolutivas con resultados morfopedosedimentarios claramente diferenciables, que pueden agruparse en dos contextos morfogenéticos y paleoambientales pertenecientes al Pleistoceno superior y Holoceno respectivamente.

Durante el Pleistoceno superior la actividad aluvial está registrada por niveles de glacis y sedimentación de gravas asociadas con canales entrelazados. Es posible diferenciar tres pulsaciones sedimentarias. La más antigua está representada por segmentos proximales de glacis cercanos a los relieves circundantes en varios sectores de la Depresión y dirigidos hacia el centro de la misma. Está formado por unos 2 m de gravas heterométricas masivas con intercalaciones arenosas. Localmente los cantos están imbricados. El suelo presenta un desarrollo complejo con horizontes de diagnóstico Bt, Btk, Bkm y Bk. La edad suministrada por la luminiscencia es $91,7 \pm 7,3$ ka.

Las dos siguientes pulsaciones sedimentarias están formadas por restos de niveles de gravas, de escaso espesor, claramente encajados en el nivel de glacis anterior, que se apoyan sobre el sustrato terciario y aparecen fosilizadas por sedimentos de unidades posteriores. Como consecuencia no se conservan superficies morfogenéticas y suelos asociados. Las edades obtenidas oscilan entre $50,3 \pm 2,5$ y $54,0 \pm 2,5$ ka para la primera pulsación y entre $20,6 \pm 0,9$ y $15,0 \pm 0,7$ ka para la segunda. Una diferencia destacable entre ambas etapas es la orientación de las paleocorrientes. La primera, dirigida hacia el N-NE parece indicar un nivel de base relacionado con el río Aragón, mientras que la segunda parece coincidir con el drenaje actual dirigido hacia el O-SO y constituido por el río Ebro.

El inicio del Holoceno marca una drástica modificación de los ambientes sedimentarios, de manera que el predominio de secuencias de gravas da paso a niveles casi exclusivamente limoarenosos.

En este contexto es posible diferenciar, a su vez, dos situaciones paleogeográficas. Inicialmente, en un ambiente de llanuras de arena-barro y áreas confinadas de playa-lake tiene lugar la acumulación de una secuencia que supera los 15 m de espesor. El suelo presenta un desarrollo ligero con horizontes Bw y Bt. Los análisis de luminiscencia y radiocarbono indican que la edad de la base de esta unidad se sitúa en torno a los 11 ka, mientras que el techo alcanzaría los 7 ka.

Posteriormente, y en relación con la actividad aluvial de una red de drenaje próxima a la actual claramente conectada con el río Ebro, se diferencian tres unidades morfosedimentarias menores que conforman una secuencia compleja de terrazas

encajadas y superpuestas. El nivel de base se mantendría relativamente estable. Los suelos desarrollados sobre las superficies morfogénicas correspondientes presentan una escasa evolución con horizontes Bw en los niveles iniciales. De manera sintética las edades asignadas a cada componente de esta secuencia, en base a datos de luminiscencia y radiocarbono, serían 6-3, 2.5-1 y 0.5-0.2 ky respectivamente.

Las etapas más antiguas con acumulación de gravas, del Pleistoceno superior, parecen asociarse con episodios climáticos de características frías, algunos de ellos registrados regionalmente en sistemas glaciares y fluviales pirenaicos e ibéricos, mientras que los episodios de acumulación de sedimentos finos, correspondientes al Holoceno, deberían asociarse con circunstancias de mayor aridez y actividad de eventos extremos. En la unidad más reciente, las prácticas antrópicas de uso del territorio de Bardenas Reales han podido modular la respuesta morfosedimentaria final de los sistemas aluviales.

Agradecimientos: Este trabajo constituye una contribución de los Proyectos BTE2003-01296 y CGL2006-08973 financiados por el Ministerio de Educación y Ciencia y fondos FEDER y del Grupo de Investigación PaleoQ del Gobierno de Aragón.

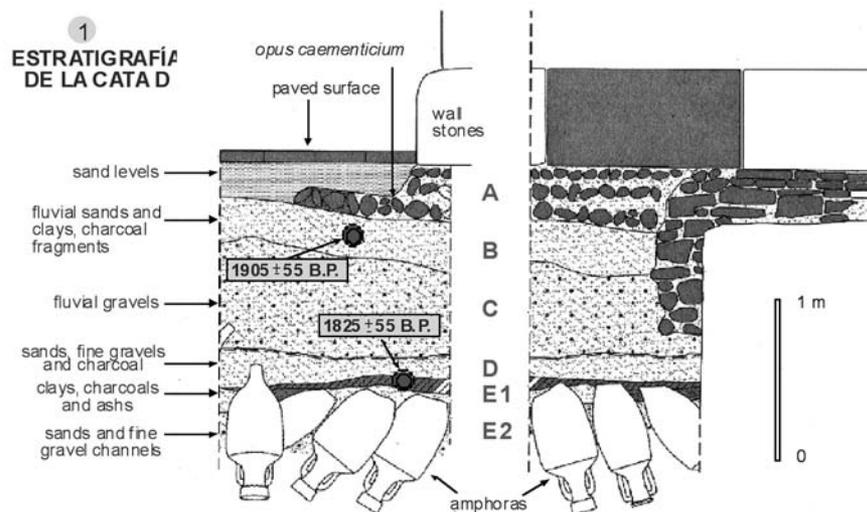
GEOARCHAEOLOGICAL CONTRIBUTION CONCERNING THE ROMAN CITY WALL OF CAESARAUGUSTA IN THE SECTOR OF THE SANTO SEPULCRO (ZARAGOZA, SPAIN)

JOSÉ LUIS PEÑA, Francisco Escudero, Virginia Rubio, Ana Constante y Francisco Pellicer
 Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
 jlpena@unizar.es

Este poster fue presentado recientemente en el Congreso Old'man River, en la Universidad de Ghent (Bélgica). Es una muestra de los trabajos en la línea de investigación de Geoarqueología que realiza el Grupo Consolidado de Investigación Paleoaambientes del Cuaternario PALEOQ. El objetivo del trabajo es aprovechar la información ofrecida por algunas catas efectuadas por el Servicio de Arqueología del Ayuntamiento de Zaragoza, para reconstruir la evolución reciente de un sector muy concreto de la antigua muralla romana de la ciudad de *Caesaraugusta*. Esta muralla rodeaba la ciudad romana y se conserva especialmente bien en el sector del convento del Santo Sepulcro y en la Zuda. El trabajo se centra en el primero de estos lugares, con la intención de conocer la edad de los sedimentos que sirven de apoyo a los cimientos de la muralla y, como consecuencia, aproximarnos más aún a la fecha de la construcción conservada.

Algunos datos se conocían desde las excavaciones efectuadas por Luis de la Figuera (1927) e Iñiguez (1959), éstas últimas para dejar a la vista la base de la muralla, que queda a 4,5 m respecto al nivel de la calle. En ambos casos se describe la existencia de una acumulación importante de ánforas por debajo de un nivel de relleno sobre el que se apoya la muralla.

De las diferentes catas que se han efectuado por el Ayuntamiento al pie del muro (sector 1), una de las más interesantes y completas corresponde a la cata D.



En el esquema aparecen reflejados una serie de niveles. Los primeros sillares del muro se asientan sobre una argamasa de *opus caementicium* (A), que asimismo está apoyada en niveles arenosos fluviales. Otro conjunto de niveles depositados por el río Ebro (B, C, D), con un espesor de poco más de 1 m reposan sobre los niveles E, en los que se encuentran las ánforas romanas. Éstas aparecen perfectamente colocadas en posición imbricada, boca abajo y vacías y han sido parcialmente removidas por la corriente. La presencia de cenizas y fragmentos de carbón nos indica que son materiales removidos de la orilla del río. Su datación mediante Carbono 14 nos ha permitido situar la crecida fluvial en torno al año 100 d.C., por lo que la muralla tuvo que construirse con posterioridad a dicha fecha, de manera que no se trata de la muralla fundacional de la ciudad, y seguramente se construyó hacia el siglo III, como opinan algunos autores.

Las excavaciones efectuadas posteriormente en un solar cercano de la Plaza Tenerías puso al descubierto otro campo de ánforas (sector 2), continuación del observado en la muralla (sector 1). Se ha pensado que la función de estas cerámicas era para el drenaje de terrenos que, entre los ríos Ebro y Huerva, debieron sanearse para la ampliación de la ciudad. En este sector, las ánforas fueron recubiertas artificialmente por escombros, sin intervención fluvial.

Finalmente la excavación de la muralla hacia el sur (sector 3) ha permitido observar una profunda zona de marismas, seguramente en la antigua confluencia de los dos ríos, que ha dado una datación de 1168 a.C. Todo parece indicar que desde la primitiva ciudad, se iría generando progresivas ampliaciones que invadirían el espacio fluvial del río Huerva y precisarían de un proceso de saneamiento a partir del uso de ánforas.

Como conclusión, la ciudad ibérica (*Salduie*) y la posterior fundación romana se instaló junto a la confluencia de los ríos Ebro y Huerva. El margen meridional tuvo que ser de difícil ocupación debido a la humedad y a las sucesivas inundaciones de ambos ríos, por lo que se planeó su saneamiento en torno al siglo I o inicios del II. También en estos momentos o ligeramente posteriores se construye la muralla romana de la zona de Santo Sepulcro, sobre los sedimentos fluviales de una crecida importante del Ebro en torno al año 100 y que ocupó una parte del campo de ánforas.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE LA EVOLUCIÓN DE LOS GLACIARES DEL MACIZO DE LA MALADETA (1981-2005)

JAVIER CHUECA¹, Asunción Julián¹, Juan Ignacio López-Moreno²

1.-Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

2.- Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

jchueca@unizar.es

El presente trabajo analiza y cuantifica las pautas de degradación glaciaria para el periodo 1981-2005 en uno de los macizos montañosos donde el fenómeno glaciario, a escala pirenaica, todavía presenta una notable entidad: el macizo de la Maladeta (Fig. 1).

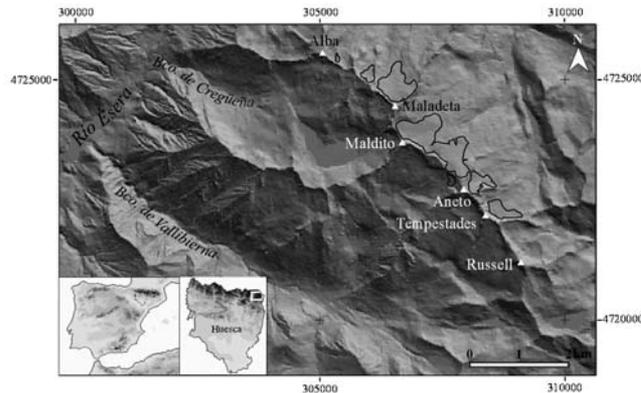


Fig. 1: Localización del área de estudio con la ubicación de los glaciares y heleros actuales del macizo de la Maladeta.

Los aparatos glaciares que se han incluido en el estudio incluyen la totalidad de cuerpos de hielo con rasgos de glaciar (o, como mínimo, glaciar-helero) existentes en el macizo en 1981: glaciar-helero de Alba y glaciares de la Maladeta, Aneto, Barrancs, Tempestades, Salenques occidental y Coronas. Los aparatos de muy reducida extensión, con categoría ya entonces de simple helero o helero-nevero no se han contemplado en el análisis (Salenques oriental, Cregüeña occidental y oriental y Llosás).

Para cuantificar las pérdidas de superficie y volumen se ha recurrido a distintos materiales y métodos, insertados en el contexto de un Sistema de Información Geográfica (SIG): i) análisis de fotografías aéreas del periodo 1981-2005; y ii) comparación de modelos digitales de elevaciones (MDE) de los años 1981 y 1999. Una vez calculadas (para el conjunto del macizo y a escala individual, por aparatos), estas pérdidas se han puesto en relación con distintos factores que controlan la evolución glaciaria: i) de carácter climático general: estudiándose la evolución de las temperaturas (media, máxima y mínima) y de la precipitación en las últimas décadas en el entorno del macizo de la Maladeta; y ii) de índole más local, que influyen en la evolución de detalle de cada aparato: radiación solar, altitud, tamaño inicial, etc.

La evolución glaciaria observada en el macizo de la Maladeta entre 1981 y 2005 está caracterizada por las notables pérdidas de extensión y volumen registradas en todos sus aparatos glaciares (Fig. 2). Estos cambios, que muestran una tendencia similar a la mencionada para el periodo reciente a escala global, están en relación con las variaciones climáticas generales registradas en la zona durante la etapa analizada, sobre todo con la menor acumulación de nieve y el aumento en las temperaturas máximas. Sin embargo, existen diferencias de detalle significativas en la magnitud de estos cambios, que se relacionan fundamentalmente con la orientación de cada glaciar (que controla las entradas de radiación solar), su altitud y su tamaño inicial.

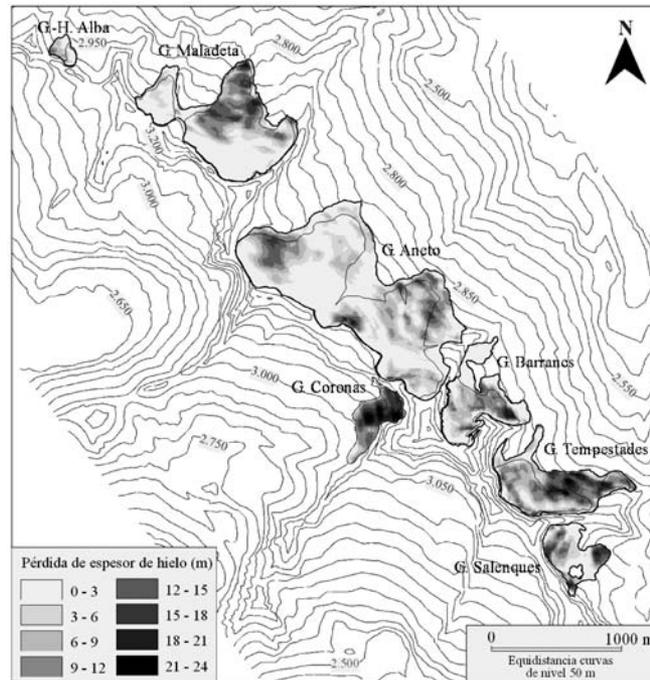


Fig. 2: Pérdidas de extensión superficial (perímetros de 1981 y 2005) y volumen en los glaciares analizados.

El periodo comprendido entre 1981 y 1999 ha sido una de las etapas en las se ha perdido más superficie y volumen glaciados desde el final del último máximo de la Pequeña Edad del Hielo. Los comienzos de la década actual parecen indicar una continuidad de las condiciones negativas para el desarrollo glaciar. Además, los escenarios climáticos previstos para el siglo XXI predicen para las zonas de montaña Mediterránea un incremento térmico y un descenso de la precipitación que supondrían un claro deterioro de los balances de masa. De esta forma, y en esos contextos, el descenso generalizado de las superficies glaciadas y el volumen de hielo, y la próxima desaparición de los aparatos ubicados en las zonas más desfavorables -como el sector pirenaico analizado-, serían un hecho.

BIBLIOGRAFÍA

- CHUECA, J., JULIÁN, A. y LÓPEZ MORENO, J.I. (2003). Variations of Glaciar Coronas, Pyrenees, Spain, during the 20th century. *Journal of Glaciology*, 49 (166), pp. 449-455.
- CHUECA, J., JULIÁN, A. y RENÉ, P. (2004). Estado de los glaciares en la cordillera pirenaica (vertientes española y francesa) a finales del siglo XX. En: BENITO, G. y DÍEZ HERRERO, A. (Eds.). *Contribuciones recientes sobre geomorfología (Actas VIII Reunión Nacional de Geomorfología)*. SEG-CSIC, Madrid, pp. 91-102.
- CHUECA, J., JULIÁN, A., SAZ, M.A., CREUS, J. y LÓPEZ MORENO, J.I. (2005). Responses to climatic changes since the Little Ice Age on Maladeta Glacier (Central Pyrenees). *Geomorphology*, 68, pp. 167-182.

CARTOGRAFÍA DE ZONAS PROBABLES DE SALIDA DE ALUDES EN EL VALLE DE ORDESA (PIRINEO CENTRAL) MEDIANTE EL EMPLEO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

ASUNCIÓN JULIÁN, Javier Chueca

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
ajulian@unizar.es

Los aludes de nieve constituyen un fenómeno frecuente que afecta a extensos sectores del Pirineo aragonés. En estos momentos son ya varios los trabajos de cierto detalle centrados en la caracterización de distintos tipos de aludes y en la cartografía de zonas susceptibles a su desencadenamiento (Julián y Chueca, 1999, 2008; Julián *et al*, 2001; Chueca y Julián, 2004; Palomo *et al.*, 2008). Uno de los sectores pirenaicos especialmente representativo, tanto por la frecuencia de las avalanchas como por tratarse de un territorio en el que las actividades recreativas ligadas a la montaña alcanzan una gran relevancia, es el valle de Ordesa.

En este trabajo, tomando como referencia la cartografía previa de zonas probables de aludes del Valle de Ordesa (Julián y Chueca, 1999) y la caracterización y tipología de canales de aludes establecidos para dicho sector (Chueca y Julián, 2004), seleccionamos una serie de cuencas de acumulación (las correspondientes a canales de aludes de dinamismo medio) en las que cartografiamos las zonas probables de salida de avalanchas, utilizando para ello el sistema de información geográfica ArcGIS. Los criterios considerados en la delimitación de dichas zonas han sido pendientes favorables (28°-45°), cubiertas favorables (sin bosque), y altitud de la isoterma de 0°C (para los meses de diciembre a mayo). A estas tres variables se aplicó una evaluación multicriterio de tipo booleano, obteniéndose la delimitación de zonas susceptibles al desencadenamiento de aludes en las cuencas consideradas.

Por otra parte, la incorporación de la variable de radiación solar mensual nos ha permitido clasificar estas zonas en cuatro grados de susceptibilidad al desencadenamiento de aludes en función de los valores de radiación registrados en las mismas. Los intervalos de radiación solar global que consideramos para determinar el grado de susceptibilidad a la desestabilización de la nieve, y por tanto, al desencadenamiento de aludes, fueron los siguientes: susceptibilidad baja: < 65 KWhm⁻²; susceptibilidad media: 65-130 KWhm⁻²; susceptibilidad alta: 130-195 KWhm⁻²; y susceptibilidad muy alta: > 195 KWhm⁻².

Los resultados obtenidos aparecen reflejados en la figura 1. En esta figura hemos cartografiado las cuencas de acumulación correspondientes a los diez canales de aludes de dinamismo medio, y la evolución mensual de la susceptibilidad a la desestabilización del manto nival en las mismas a lo largo del período diciembre-mayo.

En el mes de diciembre la mayor parte de la superficie de las cuencas en las que puede originarse un alud presenta un grado de susceptibilidad bajo (38,4% respecto del total de las cuencas) y tan sólo un 2,8% lo hace en grado medio, debido a los bajos valores de radiación que se producen en este mes. En el mes de enero estos dos intervalos tienden a equilibrarse algo más, registrándose un 25,9% de susceptibilidad baja y un 15,8 de susceptibilidad media. En febrero la superficie afectada por una susceptibilidad media supera ya a la de susceptibilidad baja (34,9% y 6,8% respectivamente). En el mes de marzo, el incremento de los valores de radiación que se registran en la zona se traduce en un predominio de los sectores con susceptibilidad alta (25,4%), seguido de los de susceptibilidad media (14%), estando casi ausentes los de susceptibilidad baja (0,2%). En abril, toda la superficie de las cuencas en las que puede arrancar una avalancha, se engloba preferentemente dentro del intervalo de grado alto (34%) y en menor medida en el de grado medio (2,6%). Por último, en mayo, la elevada altitud a la que se sitúa la isoterma de 0°C (2.557 m), reduce considerablemente la superficie en la que podría desestabilizarse la nieve; sin embargo, el importante incremento de los valores de radiación solar implica que, cuando se registran nevadas tardías en esas cotas, la susceptibilidad a la movilización de la nieve sea muy alta (9,8%) o alta (5,2%), estando ausentes los intervalos de susceptibilidad baja y media.

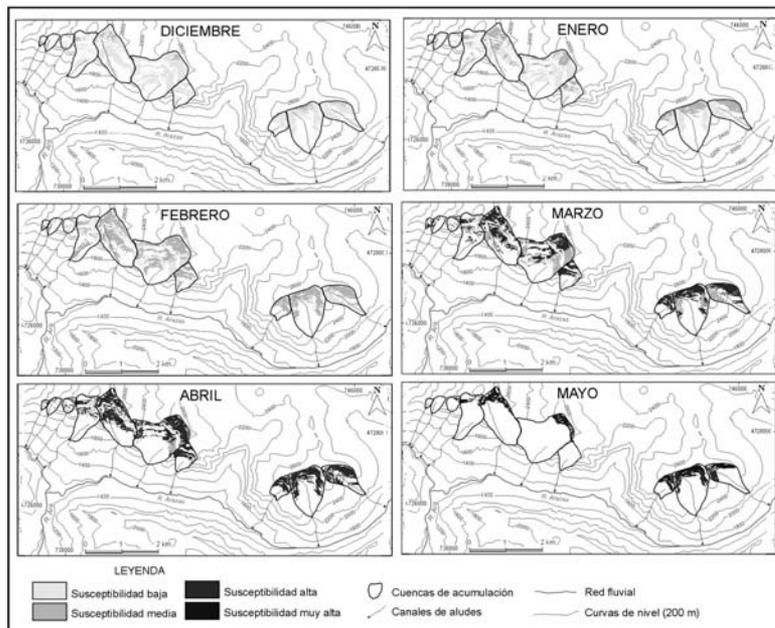


Fig. 1. Evolución de la susceptibilidad al desencadenamiento de aludes (zonas de salida).

REFERENCIAS

- Chueca, J. y Julián, A. (2004), Caracterización y tipología de canales de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo central español). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 99 (1-4), 93 - 103.
- Chueca, J., Julián, A., López Moreno, J.I., Peña, J.L., y Camins, J. (2004), Análisis de la evolución reciente de los glaciares del macizo de la Maladeta (Pirineo Central español): cuantificación de pérdidas de superficie y volumen, *Boletín Glaciológico Aragonés*, 5, 164 pp.
- Julián, A. y Chueca, J. (1999), Cartografía de zonas probables de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo aragonés), *Geographicalia*, 37, 73 - 86.
- Julián, A. y Chueca, J. (2008), Cartografía de zonas de salida de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo central español): factores condicionantes y evolución temporal, *Trabajos de Geomorfología en España, 2006-2008*. Sociedad Española de Geomorfología, 413-416.
- Julián, A., Peña, J.L., Chueca, J., Zabalza, J., Lapeña, A. y López, I. (2001), Cartografía de zonas probables de aludes en el Pirineo aragonés: metodología y resultados, *Boletín de la A.G.E.*, 30, 119 - 134.
- Palomo, M., Julián, A. y Chueca, J. (2008), Aplicación de un análisis multicriterio a la delimitación de zonas probables de aludes (valle del Aguas Limpias, Pirineo central español), *Trabajos de Geomorfología en España, 2006-2008*. Sociedad Española de Geomorfología, 417-420.

TOPOSECUENCIA DE SUELOS EN EL BASAL DE BALLOBAR (HUESCA)

David Badía, Clara Martí
 Escuela Politécnica Superior, Universidad de Zaragoza
 Crtra Cuarte s/n 22071 HUESCA

El Basal es una depresión excavada en depósitos carbonatados (calizas y margas) del Oligoceno Superior (Chattiense-Ageniense), situada a unos 250 m de altitud, al oeste de la población bajocinqueña de Ballobar (Huesca); dependiendo de la pluviometría se comporta como una laguna estacional o como un salobrar (criptohumedal). Diferentes orlas de vegetación se suceden en la depresión, aparentemente motivadas por cambios en la propiedades del suelo. Por la biodiversidad de sus hábitats, ha sido incluida en la Red Natural de Aragón, como LIC y ZEPA. Además, observaciones preliminares revelan la excepcionalidad y singularidad de *El Basal* respecto a otros salobreres de Aragón, tanto por lo que respecta a su vegetación como a sus suelos. La depresión se ve rodeada por plataformas estructurales, a las que se une con laderas y rellanos. En este trabajo se caracterizan los suelos de las diferentes geoformas presentes en El Basal: la depresión, rellanos y plataformas, a modo de toposecuencia.

Sobre plataforma estructural (Plana de Javierré) los suelos presentan un potente endopedión petrocálcico (mallacán) cuya base entra en contacto con calizas decimétricas superpuestas a margas policromas; hacia los bordes de la plataforma, aunque decreciendo en espesor, se mantiene el mallacán (Calcisol pétrico). El suelo en rellanos, con las calizas a poca profundidad, es un Regosol epiléptico (calcárico, esquelético). El paso de la plataforma a la depresión (El Basal) supone un brusco aumento de la salinidad y la sodicidad, del contenido de limo y arcilla, y la pérdida de estabilidad estructural del suelo. El suelo del borde de la depresión, clasificado como Regosol endoléptico (calcárico, hiposálico, sódico), pasa en el centro de la forma a Solonchak hipersálico (sóxico, clorídico), en base a su mayor salinidad y espesor; en estos últimos suelos, los iones dominantes en el extracto de pasta saturada son los cloruros y el sodio, no siendo despreciables los nitratos.

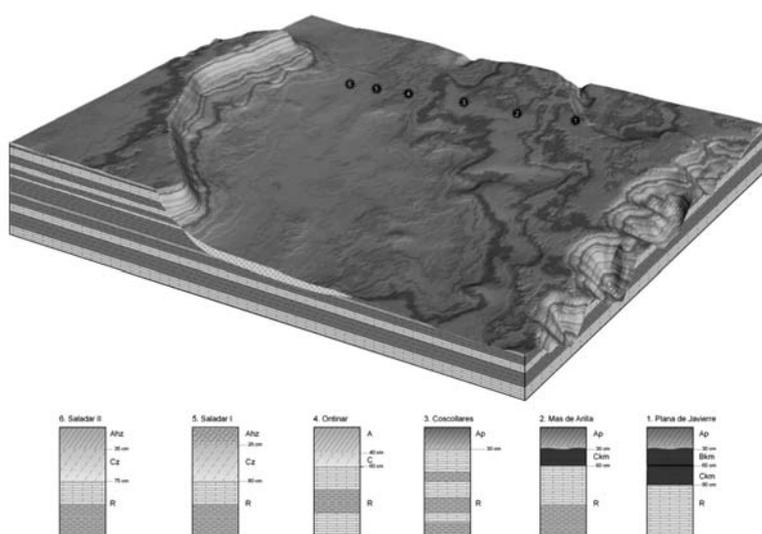


Fig. 1. Toposecuencia de suelos en El Basal de Ballobar

CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN HERBÁCEA EN LOS PRADOS DE SIEGA DEL PIRINEO DE HUESCA

RAMÓN REINÉ¹, Cristina. Chocarro², Antonio Juárez², Olivia Barrantes¹, Alfonso Broca¹ Y Carlos Ferrer¹

¹Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza. rreine@unizar.es

²Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.

Este trabajo se enmarca en un proyecto interdisciplinar (PM076/2007 del Gobierno de Aragón), dirigido por el Dr. Ramón Reiné, y que trata de identificar las prácticas culturales favorecedoras de la conservación de la biodiversidad vegetal en los prados pirenaicos.

En los meses de junio y julio de 2008, en fechas próximas al primer corte de la hierba, se muestrearon un total de 104 prados repartidos entre los valles de Tena, Broto, Gistaín y Benasque, del Pirineo oscense. El muestreo consistió en un inventario florístico de los 100 m² centrales de cada parcela. La cobertura de cada especie se estimó transformando (Van der Maarel, 1979) los índices fitosociológicos de abundancia-dominancia a porcentajes. La producción se estimó mediante corte de una muestra de 0,25 m² obteniendo la materia seca en laboratorio. A partir de estos valores se calcularon las coberturas de gramíneas, leguminosas y "otras", la riqueza florística, el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') y el índice de Pielou (J) para estimar la equitabilidad (Magurran, 1988). Se asignó a cada especie su forma biológica según Raunkiaer y los índices de Ellenberg de luz (L), humedad (H), acidez edáfica (R), nitrógeno (N) y salinidad (S). Mediante el paquete estadístico SPSS se estimaron medias, desviaciones estándar, máximos, mínimos y una matriz de correlaciones de Pearson entre los parámetros descritos. A partir de los datos de presencia-ausencia de las especies en cada inventario florístico, se realizó un análisis multivariante de dos vías (TWINSPAN) (Leps y Smilauer, 2003), que nos permitió establecer una clasificación de las parcelas en función de su composición florística. Posteriormente, la asignación fitosociológica de cada parcela se realizó con la ayuda del programa VEGANA (Departament de Biologia Vegetal de la Universidad de Barcelona).

El total de especies vegetales inventariadas fue de 182, 29 de ellas pertenecientes a la familia de las gramíneas, 23 a leguminosas y 130 a otras familias botánicas. La producción se correlaciona positivamente con la uniformidad, la cobertura de gramíneas, las especies indicadoras de luminosidad y nitrógeno, y la altura de la hierba; y lo hace negativamente con la riqueza de especies y la pendiente. Por otro lado, la riqueza específica tan sólo presenta correlaciones positivas con la diversidad, la cobertura del grupo "otras" y la pendiente, y está negativamente correlacionada con la cobertura de gramíneas, la altura de la hierba y los índices de Ellenberg de luz, humedad, acidez edáfica y nitrógeno.

Prácticamente todas las parcelas están consideradas como hábitats de interés comunitario según la Directiva 97/62/CE. La mayoría de ellas, el 72%, pertenecen a la alianza *Arrhenatherion*, y están incluidas en el hábitat 6510. El 22% de los prados se clasificaron dentro de la alianza *Trisetum-Polygonion*, y se incluirían en el hábitat 6520. Con menor porcentaje (5%) se identificaron algunas parcelas de la alianza *Bromion*, del hábitat 6210, comunidades vegetales que pese a ser segadas, podrían considerarse en el Pirineo como de transición hacia los pastos de puerto.

Como conclusión general, los ganaderos del Pirineo de Huesca continúan gestionando prados con aceptables producciones de materia seca y además mantienen una alta riqueza específica y diversidad. A pesar de que entre producción y biodiversidad no existe una correlación positiva, parece que el modo de manejo mantiene ambos parámetros a niveles deseables para la sostenibilidad ecológica. Por otro lado, comparando los resultados medios de este muestreo con trabajos anteriores (Chocarro *et al.*, 1990; Ferrer *et al.*, 1990; Maestro *et al.*, 1990; Santa María *et al.*, 2003), constatamos que nuestros valores medios no difieren de los apuntados por esos autores, por lo que deducimos que en los últimos 20 años no se han producido variaciones en la vegetación de estos prados que pudieran ser atribuibles al manejo o a cambios medioambientales. La protección de estas comunidades deberá velar por la continuidad de la gestión ganadera de las mismas.

Parámetros controlados	Media	Dev. st.
Producción (kg MS/ha)	4316,1	1311,8
Riqueza específica (Nº Esp.)	32,8	7,6
Índice de Shannon-Weaver (H')	2,55	0,28
Equitabilidad (J)	0,73	0,05
Altura máxima de la hierba (cm)	1,47	0,29
Altura media de la hierba (cm)	0,84	0,31
Altitud de la parcela (msm)	1329,4	160,1
Pendiente de la parcela (%)	14,8	12,4

Formas Biológicas (%)	Media	Dev. st.
Fanerófitos	0,14	0,64
Caméfitos	5,83	2,95
Hemicriptófitos	76,52	7,51
Geófitos	2,59	2,87
Terófitos	14,82	7,03
Sin clasificar	0,10	0,49

Índices de Ellenberg	Media	Dev. st.
Luz (L)	6,63	0,33
Humedad (F)	4,28	0,36
Acidez (R)	6,05	0,34
Nitrógeno (N)	4,21	0,46
Salinidad (S)	0,14	0,04

	Nº de especies (%)		Coberturas (%)	
	Media	Dev. st.	Media	Dev. st.
Gramíneas	27,21	6,60	44,26	12,57
Leguminosas	17,38	4,57	18,58	8,39
Otras	55,41	8,72	37,17	13,70

Matriz de Correlaciones. Prueba de Pearson (n=104 parcelas). Significación: p<0,01 **; p<0,05 *.

	Nº Esp.	H'	J	Gram.	Leg.	Otras	L	F	R	N	S	Alt.	Pend.	Alt.hba	Prod.
Nº Especies	1	0,75**	0,19	-0,41**	-0,09	0,43**	-0,48**	-0,64**	-0,41**	0,75**	-0,01	0,19	0,28**	-0,48**	-0,24*
Diversidad (H')	0,75**	1	0,78**	-0,42**	-0,02	0,40**	-0,37**	-0,44**	-0,30**	0,49**	-0,06	0,10	0,14	-0,35**	0,01
Equitabilidad (J)	0,19	0,78**	1	-0,23*	0,07	0,17	-0,11	-0,05	-0,07	-0,02	-0,08	0,01	-0,06	-0,08	0,23*
Gramíneas	-0,41**	-0,42**	0,23*	1	-0,19*	-0,80**	0,30**	0,43**	0,17	0,47**	0,08	-0,07	-0,15	0,44**	0,29**
Leguminosas	-0,09	-0,02	0,07	-0,19*	1	-0,43**	0,20*	0,05	0,23*	0,09	0,27**	-0,17	-0,07	-0,09	-0,01
Otras	0,43**	0,40**	0,17	-0,80**	-0,43**	1	-0,40**	-0,42**	-0,30**	-0,49**	0,24*	0,16	0,18	-0,37**	-0,26*
Luz (L)	-0,48**	-0,37**	-0,11	0,30**	0,20*	-0,40**	1	0,68**	0,89**	0,67**	0,09	0,26**	-0,20	0,31**	0,18
Humedad (F)	-0,64**	-0,44**	-0,05	0,43**	0,05	-0,42**	0,68**	1	0,50**	0,86**	-0,08	-0,19	0,33**	0,41**	0,37**
Acidez (R)	-0,41**	-0,30**	-0,07	0,17	0,23*	-0,30**	0,89**	0,50**	1	0,63**	0,01	0,35**	-0,19	0,31**	0,14
Nitrógeno (N)	-0,75**	-0,49**	-0,02	0,47**	0,09	-0,49**	0,67**	0,86**	0,63**	1	-0,04	0,33**	-0,31**	0,56**	0,38**
Salinidad (S)	-0,01	-0,06	-0,08	0,08	0,27**	-0,24*	0,09	-0,08	0,01	-0,04	1	-0,01	-0,08	-0,11	-0,09
Altitud	0,19	0,10	0,01	-0,07	-0,17	0,16	-0,26**	-0,19	-0,35**	-0,33**	-0,01	1	0,01	-0,27**	0,08
Pendiente	0,28**	0,14	-0,06	-0,15	-0,07	0,18	-0,20	-0,33**	-0,19	-0,31**	-0,08	0,01	1	-0,16	-0,30**
Altura hierba	-0,48**	-0,35**	-0,08	0,44**	-0,09	-0,37**	0,31**	0,41**	0,31**	0,56**	-0,11	0,27**	-0,16	1	0,33**
Producción	-0,24*	0,01	0,23*	0,29**	-0,01	-0,26*	0,18	0,37**	0,14	0,38**	-0,09	0,08	-0,30**	0,33**	1

Clasificación fitosociológica a nivel de asociación vegetal y sus porcentajes de presencia en los nueve grupos de prados diferenciados por el programa Twinspan (n=número de parcelas en cada grupo).

Clasificación Fitosociológica (n)	Grupos TWINSPAN									Total (104)
	G1 (5)	G2 (9)	G3 (20)	G4 (11)	G5 (5)	G6 (15)	G7 (22)	G8 (12)	G9 (5)	
<i>Al. Arrhenatherion elatioris</i>	100,0	44,4	65,0	81,8	40,0	26,7	100,0	91,7	100,0	72,1
<i>Ophioglosso-Arrhenatheretum elatioris</i>	80,0	11,1	35,0	27,3	0,0	13,3	27,3	58,3	80,0	
<i>Rhinantho mediterranei-Trisetum flavescens</i>	20,0	22,2	15,0	45,4	40,0	6,7	31,8	0,0	0,0	
<i>Gentiano luteae-Trisetum flavescens</i>	0,0	11,1	10,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	
<i>Tragopogon-Lolietum multiflori</i>	0,0	0,0	5,0	9,1	0,0	6,7	40,9	33,3	20,0	
<i>Al. Trisetum-Polygonion bistortae</i>	0,0	44,4	30,0	9,1	0,0	73,3	0,0	8,3	0,0	22,1
<i>Trisetum flavescens-Heracleetum pyrenaici</i>	0,0	44,4	30,0	9,1	0,0	73,3	0,0	8,3	0,0	
<i>Al. Cynosurion cristati</i>	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
<i>Cynosuro cristati-Trifolietum repentis</i>	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Al. Bromion erecti</i>	0,0	0,0	5,0	9,1	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
<i>Euphrasio Plantaginetum subass. centaureosum</i>	0,0	0,0	0,0	9,1	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Phyteumo orbicularis-Festucetum nigrescentis</i>	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

TIPIFICACIÓN DE LOS PASTOS DE MONTE EN ARAGÓN

OLIVIA BARRANTES, Ramón Reiné, Alfonso Broca, Sergio Gonzalo, Joaquín Ascaso y Carlos Ferrer
 Departamento de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza. olivia.barrantes@unizar.es

Se presentan resultados de Aragón en el ámbito del Proyecto 2000-2005 INIA-CCAA OTOO-037-C17 (realizado en las 17 CCAA y dirigido a nivel estatal por el Dr. Carlos Ferrer) sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (SEEP). Como cartografía básica se ha empleado el II Inventario Forestal Nacional (IFN) a escala 1:250 000 (Base de datos de la Naturaleza de la DGCN, 1996). Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MAPA, varios años); Montserrat, 1966; Rivas Martínez, 1987; Cartografía del Inventario Nacional de Hábitat (Directiva 92/43/CEE). Mapa Forestal Español (MFE) a escala 1:200 000 (DGCN, 2001), etc.

En el caso de los pastos con arbolado (denso y ralo) se han agrupado los polígonos en función de la especie arbórea dominante. En algunos casos, correspondientes a especies susceptibles de repoblación, se han diferenciado masas puras de masas mixtas. En el caso de los quejigales del Pirineo, la especie dominante incluye varias especies de *Quercus* y sus hibridaciones.

Los pastos arbustivos se han obtenido con los polígonos "M" (matorral) y "P/M" (pastizal matorral). Los pastos herbáceos se han cartografiado con los polígonos "P" (pastizal) y "PT" (pastos de alta montaña), corregidos estos últimos a los situados por encima de 1500-1600 m. A las unidades de pastos arbustivos y pastizales obtenidas a partir del IFN se les ha superpuesto la base de datos del MFE, donde aparecen especies dominantes. De este modo se han seleccionado las unidades fitosociológicas más relevantes (Rivas-Martínez et al., 2002), que pudieran tener una fácil identificación a partir de las especies dominantes del MFE.

Se han determinado 47 unidades de pastos de monte: 27 corresponden a pastos con arbolado denso (987 124 ha); 11 a pastos con arbolado ralo (313 410 ha); 15 a pastos arbustivos (1 009 790 ha); una a pastos herbáceo-arbustivos (20 632 ha); y cuatro a pastos herbáceos (148 297 ha). Todo ello totaliza 2 458 621 ha.

PASTOS CON ARBOLADO DENSO

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
1. Bosques de <i>Pinus uncinata</i>	Altos valles del Pirineo	14 314
2. Bosques de <i>Abies alba</i>	Altos valles del Pirineo y Prepirineo	2 893
3. Bosques de <i>Fagus sylvatica</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	9 608
4. Bosques de <i>Betula pendula</i>	Altos valles del Pirineo	1 527
5. Bosques de quejigos	Altos valles del Pirineo, Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	62 769
6. Bosques de <i>Quercus ilex</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	129 501
7. Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i>	Sistema Ibérico	1 725
8. Bosques de <i>Juniperus thurifera</i>	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	38 964
9. Bosques de <i>Juniperus phoenicia</i>	Sistema Ibérico	1 929
10. Bosques de ribera		6 705
11. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i> con masas puras	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	253 184
12. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i> con masas mixtas	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	73 304
13. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i> con masas puras	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	122 844
14. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i> con masas mixtas	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	23 666
15. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus pinaster</i>	Sistema Ibérico	42 389
16. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus halepensis</i>	Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	205 304
	Total	990 627

PASTOS CON ARBOLADO RALO

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
17. Bosques de <i>Pinus uncinata</i>	Altos valles del Pirineo	1 269
18. Bosques de quejigos	Altos valles del Pirineo, Prepireneo y Sistema Ibérico	50 375
19. Bosques de <i>Quercus ilex</i>	Prepireneo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	91 791
20. Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i>	Sistema Ibérico	713
21. Bosques de <i>Juniperus thurifera</i>	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	31 406
22. Bosques de <i>Juniperus phoenicia</i>	Sistema Ibérico	4 003
23. Bosques de ribera		5 200
24. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i>	Altos valles del Pirineo, Prepireneo y Sistema Ibérico	41 955
25. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i>	Altos valles del Pirineo, Prepireneo y Sistema Ibérico	17 048
26. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus pinaster</i>	Sistema Ibérico	2 786
27. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus halepensis</i>	Prepireneo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	64 920
	Total	311 467

PASTOS ARBUSTIVOS

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
28. Enebrales rastreros de alta montaña	Altos valles del Pirineo y Sistema Ibérico	2 679
29. Erizales de alta montaña	Altos valles del Pirineo	21 293
30. Matorral de rododendros y arándanos	Altos valles del Pirineo	259
31. Matorrales espinosos con boj	Prepireneo	5 851
32. Erizales	Prepireneo	36 169
33. Mosaico de romerales y aliagares prepirenaicos	Prepireneo	61 475
34. Coscojares	Prepireneo y Depresión del Ebro	92 016
35. Lasto-timo-aliagares	Depresión del Ebro	193 230
36. Pastos halófilos	Depresión del Ebro	6 405
37. Pastos gipsófilos	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	94 108
38. Mosaico de coscojares y espinares ibéricos	Sistema Ibérico	23 024
39. Aliagares ibéricos	Sistema Ibérico	230 657
40. Romerales ibéricos	Sistema Ibérico	127 879
41. Erizales	Sistema Ibérico	91 499
42. Jarales	Sistema Ibérico	5 480
43. Sabinares rastreros	Sistema Ibérico	23 576
	Total	1 015 599

PASTOS HERBÁCEO-ARBUSTIVOS y HERBÁCEOS

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
Pastos Herbáceo-Arbustivos		
44. Mosaico de albardinales y sisallares	Depresión del Ebro	20 632
Pastos Herbáceos		
45. Hipermosaico de pastos de puerto pirenaicos	Altos valles del Pirineo	89 142
46. Hipermosaico de pastos de puerto ibéricos	Sistema Ibérico	9 015
47. Mosaico de pastizales prepirenaicos	Prepireneo	14 142
48. Mosaico de pastizales ibéricos	Sistema Ibérico	15 366
	Total	148 297

LEGUMINOSAS RARAS Y CATALOGADAS DE ZONAS DE PASTOS DE ARAGÓN

JAVIER YERA¹; Carlos Ferrer², Daniel Gómez-García³ y Joaquín Ascaso¹

¹Área de Botánica. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza. Ctra. de Cuarte s/n. 22071 Huesca. España. jyera@unizar.es, jascaso@unizar.es. ²Área de Producción Vegetal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza. España. ferrerca@unizar.es. ³Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Apdo. 64. 22700 Jaca. Huesca. España. dgomez@ipe.csic.es.

El tipo de pastoreo pasado, presente y futuro determina la dinámica de las fitocenosis pascícolas y consecuentemente su flora. En efecto, la época del año, la carga total e instantánea, la especie y raza ganadera y las prácticas agrarias complementarias, todo ello enmarcado en el factor tiempo, afectan a la dinámica de población de las especies potenciales en cada unidad territorial.

Por otra parte, la respuesta de cada taxon a las combinaciones de los factores anteriores es específica. Así, por ejemplo, hay especies que para persistir requieren un encinar poco denso y la disminución de la carga o del aclareo mecánico les resulta desfavorable frente a otras que presentan como amenaza el sobrepastoreo e incluso éste en determinada época del año. Es preciso considerar que los pastos actuales, en su mayor parte, son fitocenosis de origen antrópico y por tanto su flora actual depende del tipo de intervención. Así mismo, buena parte de las especies de fitocenosis pascícolas han sufrido procesos de coevolución con los herbívoros que las han dotado de mecanismos de defensa.

Se dispone ya de un grado de conocimientos sobre florística, fitocenología, fitogeografía histórica, ecología y pascicultura que, si bien son parciales, permiten abordar aspectos de conservación de aquellos táxones que destacan por su distribución biogeográfica o su rareza.

La familia de las leguminosas agrupa a un gran número de táxones que tienen un interés especial desde la perspectiva de los pastos y su aprovechamiento. Su importancia no estriba exclusivamente en el valor alimentario de las especies que consume el ganado. También destaca por ser un grupo con numerosas táxones (18.000 especies). En la región de Aragón se estima que existen 230 táxones de la familia, considerando hasta el nivel de subespecie. Algunas de ellas son de interés desde las perspectivas biogeográfica y conservacionista y forman parte de distintos ecosistemas pascícolas.

En este trabajo se han considerado 32 táxones de la familia de las leguminosas (Tabla 1) presentes en Aragón y seleccionados de la forma siguiente: el elenco de las leguminosas presentes en Aragón se ha extraído del Atlas de la Flora de Aragón, de la consulta de las obras de referencia en taxonomía botánica y, en los casos necesarios, de la revisión de material de herbario. Consideramos táxones raros aquellos que se han encontrado en menos de 3 localidades, aquellos que están protegidos según la legislación vigente en las distintas Administraciones Públicas, los que tienen calificación UICN, o los que presentan, siendo muy raros, alguna particularidad biogeográfica.

A partir de los táxones contemplados según los criterios anteriores se han seleccionado aquellos que están en fitocenosis sometidas al aprovechamiento ganadero.

Desde la perspectiva biogeográfica aparecen plantas endémicas, mediterráneas, eurosiberianas y pluriregionales. Dentro de los endemismos se diferencian los ibéricos con cuatro táxones, los pirenaicos con dos o los ibero-magrebís con uno. Destaca entre los ibéricos *Oxytropis jabalambrensis* por habitar exclusivamente una pequeña zona de la Sierra de Javalambre (Teruel). Entre las pluriregionales destacamos las que presentan su área de distribución disyunta, como son *Astragalus exscapus* (única localidad ibérica) y *Astragalus oxyglottis* (dos localidades ibéricas). Como ejemplo de orófitos alpinos citamos *Oxytropis halleri*. Por otra parte cabe nombrar, entre otras a *Astragalus granatensis*, que siendo de área más o menos amplia, presentan en la región su límite de distribución.

Parte de los táxones considerados tienen una figura de protección legal. Dentro del ámbito legislativo sólo están recogidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. En éste se contemplan siete táxones y cabe añadir que ninguno tiene aprobado el correspondiente y preceptivo Plan de Recuperación, Plan de Conservación del Hábitat, Plan de Conservación o Plan de Manejo. En la flora estudiada hay tres táxones evaluados con criterios UICN.

En términos generales el tipo y grado de amenaza al que están sometidas estas plantas raras es poco conocido. Hay pocos casos en los que se disponga de datos publicados sobre su demografía, autoecología y aprovechamiento pastoral. En relación al pastoreo cabe destacar que en unos casos se estima que puede ser positivo y en otros negativo para la persistencia de la especie. Aun siendo los conocimientos parciales, se pueden realizar algunas consideraciones a modo de ejemplo. Así, las plantas anuales tienen un periodo crítico circunscrito a la época de actividad vegetativa, floración y fructificación (*Oxytropis jabalambrensis*, *Astragalus oxyglottis*). Los riesgos potenciales de las perennes y vivaces serían por exceso de pastoreo de las partes vegetativas y de flores y frutos. Sin embargo, algunas plantas han generado mecanismos de defensa como las espinas en el caso de *Astragalus granatensis*, *Astragalus clusianus*, *Genista anglica* y *G. pumila*. En otros casos, el riesgo proviene de la falta de pastoreo y aclareo que provocan la invasión del espacio por parte de otras especies de mayor porte (*Astragalus exscapus*).

Se constata la presencia de un elevado número de plantas pascícolas de la familia de las leguminosas muy raras en la región. De ellas, solo siete tienen una figura de protección legal y tres están evaluadas con criterios UICN. Así mismo, hay pocos datos publicados sobre demografía, autoecología y tipo y grado de amenaza en relación al pastoreo.

Respecto al área de distribución biogeográfica, las plantas que presentan mayor interés son los endemismos, las disyuntas y las finícolas.

Tabla 1: Táxones seleccionados de la familia Leguminosas.

<i>Astragalus clusianus</i> Soldano.	<i>Oxytropis halleri</i> Bunge ex Koch subsp. <i>halleri</i> .
<i>Astragalus exscapus</i> L.	<i>Oxytropis jabalambrensis</i> (Pau) Podlech.
<i>Astragalus glaux</i> L.	<i>Oxytropis lapponica</i> (Wahlenb.) Gay.
<i>Astragalus granatensis</i> Lam.	<i>Trifolium bocconeii</i> Savi.
<i>Astragalus oxyglottis</i> M. Bieb.	<i>Trifolium hybridum</i> L.
<i>Chamaespartium sagittale</i> (L.) P. Gibbs.	<i>Trifolium leucanthum</i> M. Bieb.
<i>Genista anglica</i> L.	<i>Trifolium pallescens</i> Schreb.
<i>Genista pumila</i> (Debeaux & É. Rev. ex Hervier) Vierh. subsp. <i>pumila</i> .	<i>Trifolium resupinatum</i> L.
<i>Genista teretifolia</i> Willk.	<i>Trifolium stellatum</i> L.
<i>Hippocrepis biflora</i> Spreng.	<i>Trifolium suffocatum</i> L.
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	<i>Trifolium tomentosum</i> L.
<i>Lathyrus vivanii</i> P. Monts.	<i>Tripodion tetraphyllum</i> (L.) Furr.
<i>Medicago doliata</i> Carmign.	<i>Vicia argentea</i> Lapeyr.
<i>Medicago secundiflora</i> Duriei.	<i>Vicia loiseleurii</i> (M. Bieb.) Litv.
<i>Ononis viscosa</i> L. subsp. <i>breviflora</i> (DC.) Nyman.	<i>Vicia narbonensis</i> L.
<i>Ornithopus perpusillus</i> L.	

RELACIONES SUELO-VEGETACIÓN EN PASTOS DE PUERTO DEL VALLE DE TENA (HUESCA)

ASUNCIÓN USÓN, Olivia Barrantes Y Ramón Reiné
Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza
mauson@unizar.es

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación "Cambios en la composición florística y la vegetación de los pastos de puerto del valle de Tena (Huesca) (1957-2005) en relación con la gestión ganadera." Financiado por Ibercaja y el Vicerrectora de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Zaragoza y cuya investigadora principal ha sido Olivia Barrantes.

El estudio se ha llevado a cabo en pastos de puerto del municipio de Panticosa (Pirineo de Huesca), y en concreto en los pastos de vacuno situados al sur del núcleo urbano y al pie de la Sierra de Tendeñera. Durante el mes de julio de 2005 se realizaron 30 inventarios en los que se estimaron los porcentajes de cobertura de cada especie, a partir de estos valores, como estimación de la calidad forrajera, se calculó el Valor Pastoral. La diversidad de cada inventario se estimó con el índice de Shannon-Weaver (H'). Se estimaron las coberturas de gramíneas, leguminosas y "otras", así como la cobertura de especies indicadoras de pH y de fertilidad según los índices de Ellenberg.

Los inventarios florísticos se acompañaron de la toma de muestras de suelo en cada punto hasta la profundidad explorable por las raíces, que osciló entre 5 y 50 cm. Siguiendo los métodos oficiales de análisis los parámetros analizados en todas las muestras fueron: pH al KCl, materia orgánica, Fósforo asimilable por el método Olsen, Potasio asimilable, Mg intercambiable, microelementos asimilables, extraídos con DTPA: Fe, Mn, Cu y Zn.

Se trata de suelos medianamente ácidos (valor medio de $\text{pH}=5,84$), con contenidos medios-altos de materia orgánica (7,25%), medios de potasio (115,6 mg/kg), bajos en fósforo asimilable (3,60 mg/kg) y bajos en magnesio intercambiable (0,95 meq/100g). El contenido de materia orgánica está correlacionado negativamente de manera significativa con la profundidad de suelo; también se ha encontrado una correlación negativa entre el contenido de hierro asimilable y el pH del suelo debido a la pérdida de solubilidad del hierro a aumentar el pH, y en este mismo sentido ha resultado significativa la relación entre el contenido en hierro y el de fósforo.

La vegetación dominante está compuesta por un 42,6% de gramíneas, 19,2% de leguminosas y 38,2% de otras, en valores medios, que aportan un valor pastoral de 29,99. La diversidad media de 3,35 y la riqueza de 28,16. Todos estos valores son característicos de este tipo de pastos.

Se ha realizado un análisis de componentes principales con los parámetros de suelo y de vegetación y en la matriz de correlaciones los resultados significativos más interesantes se refieren a las relaciones entre las especies indicadoras de pH y de fertilidad con los parámetros de suelo. En estas condiciones y con la variabilidad edáfica encontrada, las especies indicadoras de basicidad están relacionadas de manera positiva con el pH del suelo y con el contenido en magnesio y de manera negativa con el contenido en hierro; las especies indicadoras de acidez con el pH del suelo, y las especies indicadoras de fertilidad con el contenido en fósforo asimilable. La ausencia de relaciones entre la riqueza de especie y el contenido en fósforo se explica por los bajos niveles de este nutriente encontrados en la mayoría de las muestras.

A MODEL TO EVALUATE THE ECOLOGICAL VULNERABILITY TO FOREST FIRES IN MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS

J.A. ALLOZA*, M.J. Baeza*, J. De la Riva**, B. Duguy*, M.T. Echeverría**, P. Ibarra**, J. Llovet*, F. Pérez-Cabello**, P. Rovira* y V.R. Vallejo*

*CEAM. Valencia. España.

**Dept. Geografía. Universidad Zaragoza. Zaragoza. España

jantonio@ceam.es, Jaime.Baeza@ua.es, delariva@unizar.es, bduguy@ub.edu, mtecheve@unizar.es, pibarra@unizar.es, juan.llovet@ua.es, fcabello@unizar.es, provira21@yahoo.es, vvallejo@ub.edu

Los incendios forestales son uno de los principales agentes de cambio y de degradación en ecosistemas mediterráneos. La vulnerabilidad ecológica al fuego puede ser definida como la susceptibilidad de los ecosistemas a sufrir cambios como consecuencia del fuego. La incorporación de técnicas SIG y teledetección permiten el desarrollo de aproximaciones cartográficas y análisis temporales, necesarios para el desarrollo de nuevas metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad al fuego.

El proyecto FIREMAP tiene por objetivo desarrollar una metodología para la cartografía y el análisis espacio-temporal del riesgo de incendio forestal, apoyándose en la teledetección y los sistemas de información geográfica. Para la obtención de dicho índice se considera el peligro de ocurrencia y la vulnerabilidad de los recursos afectados, aspecto este último que, hasta el momento, ha sido poco considerado en la estimación del riesgo.

En el marco del proyecto, la vulnerabilidad se define como el grado de susceptibilidad al deterioro ante la incidencia de determinadas actuaciones; o también como el inverso de la capacidad de adsorción de posibles alteraciones sin pérdida de calidad. Se estudia la vulnerabilidad integrando el nivel de daño (severidad a la vegetación) y el valor del recurso, en una doble vertiente: valor socio-económico (áreas recreativas, propiedades, productividad forestal) y valor ecológico (erosión potencial, dinámica vegetal y valor paisajístico).

Según la propuesta del proyecto FIREMAP, en la vulnerabilidad ecológica se contemplan tres componentes: actividad erosiva, dinámica vegetal y estructura del paisaje. La metodología que se propone en este modelo, hará especial énfasis en la evaluación del nivel de daño sobre la vegetación y en la capacidad de respuesta de la misma frente a un incendio. Dicha respuesta se establece para dos ámbitos temporales diferenciados: a corto plazo (menos de 1 año) y a medio plazo (25 años).

Así, el análisis de la vulnerabilidad ecológica se ha estructurado en tres fases: Evaluación a corto plazo (menos de 1 año) para identificar las zonas más susceptibles a la erosión. Evaluación a medio plazo (25 años) para identificar cambios en la estructura y composición de la vegetación debidos al fuego. Como tercera fase la integración de ambas valoraciones para obtener un índice sintético de la vulnerabilidad ecológica asociada al fuego. En una cuarta fase, se analizan los procedimientos necesarios para aplicar cartográficamente el modelo con la finalidad de obtener un mapa de vulnerabilidad ecológica frente a los incendios forestales.

La evaluación a corto plazo permite obtener un indicativo de la urgencia de efectuar tratamientos de restauración en zonas afectadas por incendios. La evaluación a medio plazo informa sobre el riesgo de degradación/desaparición de las comunidades afectadas y la posibilidad de retorno a las condiciones prefuego sin cambios importantes en la composición y estructura de la vegetación (resiliencia). La integración de ambas valoraciones en un índice sintético de vulnerabilidad ecológica indica la vulnerabilidad de las respectivas teselas frente al fuego y por tanto la necesidad o conveniencia de una mayor o menor protección.

GRADO DE AFECCIÓN EDÁFICA POR FUEGO EN LOS MONTES DE ZUERA Y SU INFLUENCIA EN LA REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.

M^a TERESA ECHEVERRÍA¹, Javier Miranda¹, Paloma Ibarra¹, Clara Martí², Fernando Pérez¹ y David Badía²

¹Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

²Escuela Politécnica Superior

Universidad de Zaragoza

mtecheve@unizar.es

En agosto de 2008 en los Pinares de los Montes de Zuera-Castejón de Valdejasa (a unos 30 km al NW de la ciudad de Zaragoza), tuvo lugar un incendio que afectó una extensión de 2200 has ocupada fundamentalmente por *Pinus halepensis*.

En este sector se están desarrollando diversas actividades ligadas al desarrollo del proyecto de investigación CETSUS (CGL2007-66644-C04-04/HIDCLI) encaminadas al análisis de las consecuencias ambientales del incendio. Entre los objetivos a conseguir destacamos aquí el análisis del grado de afección edáfica a consecuencia del fuego, el comportamiento hidrogeomorfológico de las laderas y su influencia en la regeneración vegetal; todo ello en diferentes escenarios de severidad del fuego. En este sentido, la amplitud de la zona afectada, las características del territorio y la variabilidad espacial de la intensidad del fuego proporcionan un escenario privilegiado para analizar la importancia de este factor en la respuesta del medio.

Se han seleccionado dos laderas (y sus correspondientes réplicas y áreas control) en dos orientaciones (solana y umbría) representativas del conjunto de los Montes de Zuera, accesibles y con diferentes niveles de severidad del fuego, evaluados mediante la aplicación del Composite Burn Index (CBI). Se han instalado 40 transeptos de 10 m de longitud en dichas laderas y sus réplicas en diferentes posiciones topográficas y en distintos niveles de severidad. Se están realizando inventarios de vegetación cada 50 cm del transepto en puntos georreferenciados con periodicidad estacional muestreando el suelo junto al transepto al mismo tiempo. Se toman muestras en una superficie de 20*20 cm recogiendo las cenizas y los sub-horizontes de 1, 2 y 3 cm de profundidad. Entre los análisis físico-químicos a realizar destacamos la determinación de la estabilidad de los agregados por tamizado en húmedo, la cuantificación del contenido orgánico (oxidación por vía húmeda), carbono recalcitrante y el grado de hidrofobicidad potencial de la muestra alterada.

Por otro lado, y dada la presencia de una espesa capa de musgo en amplias superficies de los Montes de Zuera, en contraste con otras áreas en las que el horizonte mineral recibió el impacto directo del fuego, se han muestreado 40 puntos en las primeras semanas post-fuego, con objeto de analizar el diferente grado de afección del suelo en función de la presencia de esta capa protectora de musgo.

Asimismo se realizan campañas de infiltración y de simulación de lluvia sobre diferentes escenarios contemplados con objeto de evaluar los cambios en el comportamiento hidrogeomorfológico del suelo tras el incendio.

FIRE IMPACTS ON SOIL PROPERTIES AND HYDRO-GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN A SEMI-ARID ENVIRONMENT: EROSION PLOTS AND VERTICAL HIGH SPATIAL RESOLUTION PHOTOGRAPHY.

¹M.T. ECHEVERRÍA, ¹P. Ibarra, ¹F. Pérez-Cabello, ¹R. Montorio, ¹J. De la Riva, ²T. Lasanta

¹Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza (España).

²Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

mtecheve@unizar.es, ibarra@unizar.es, fcabello@unizar.es, montorio@unizar.es, delariva@unizar.es, fm@ipe.csic.es

Los incendios forestales modifican los factores determinantes de la generación de escorrentía y de la producción de sedimentos debido a la destrucción de la cobertura vegetal y de las alteraciones de las propiedades del suelo.

En esta investigación se estudian los impactos del fuego en los procesos hidro-geomorfológicos mediante la recogida de datos de parcelas experimentales antes y después del fuego. Los cambios en la cobertura vegetal, restos orgánicos, cenizas y pedregosidad son monitorizados usando la fotografía vertical de alta resolución. Además fueron analizadas las características del suelo, bien físicas como la textura, densidad aparente y agregados así como las químicas, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, pH y carbonatos. Estos datos fueron obtenidos tomando muestras en micro parcelas a diferentes profundidades (0-2, 2-5 y 5-10 cm).

El área de estudio (Peñaflor, Zaragoza, España) está localizada en la parte central de la depresión del Ebro, a una altitud de 250m en un ambiente semiárido en un regosol calcáreo con matorral de *Rosmarinus officinalis*. Posee un clima Mediterráneo seco, con unas precipitaciones que difícilmente superan los 300 mm y una temperatura media anual de 13° con importantes variaciones estacionales.

El área de estudio consiste en dos parcelas experimentales de erosión (quemada y control) que incluyen un sistema de balancines conectados a *data loggers* que de modo continuo recogieron la escorrentía desde octubre de 2003 al mismo mes de 2005. El fuego controlado tuvo lugar en octubre de 2004. Las fotografías verticales de alta resolución fueron tomadas con una periodicidad mensual utilizando una estructura metálica para garantizar la correspondencia de las diferentes tomas a lo largo del periodo de estudio. Posteriormente las imágenes fueron geoméricamente corregidas y les fue aplicada una clasificación supervisada con el objeto de conocer la posición y recubrimiento de cada una de las cubiertas analizadas.

Los resultados muestran un claro incremento del coeficiente de escorrentía (1.5 veces) y de las pérdidas de suelo (3.5 veces) en la parcela quemada. Sin embargo no han sido observadas diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de sedimentos entre ambas parcelas. De modo simultáneo a la pérdida de cubierta vegetal (36%) posterior al fuego fue observado un claro aumento del suelo desnudo (28%) y de la pedregosidad (7%).

Un fuego de moderada intensidad (50-60° en la superficie) provocó ligeros cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo. Algunas propiedades (pH, contenido de materia orgánica, Fósforo, Nitrógeno, Potasio y EC) vieron incrementados sus valores en un corto periodo de tiempo posterior al fuego, mientras que otras experimentaron un decremento en sus valores, como la densidad aparente; muchos de los cuales quedaron estabilizados 6 meses después. La estabilidad estructural mostró valores fluctuantes en el tiempo, vinculada a parámetros geomorfológicos y biológicos estacionales. En general, ha sido registrado un diferente comportamiento entre la parte más superficial del suelo (0-2 cm.) en relación a profundidades superiores.

La interacción entre los cambios de cubierta postfuego, como la mortalidad de la vegetación, remoción de cenizas o incremento de la pedregosidad, determinan la intensidad de las variaciones en la dinámica hidro-geomorfológica posterior al fuego. En este caso, aunque la concentración de sedimento y los valores de erosión son bajos, las consecuencias del fuego (pérdida de la cubierta vegetal) doblan estos valores. No se han detectado cambios estadísticamente significativos en las propiedades del suelo en este ambiente semiárido. La fotografía de alta resolución espacial es un método adecuado para complementar los estudios en parcelas de erosión.

SENSITIVITY OF X-, C- AND L-BAND SAR BACKSCATTER TO FIRE SEVERITY IN A MEDITERRANEAN PINE FOREST

M. TANASE¹, J. de la Riva¹, F. Pérez-Cabello¹ y M. Santoro²

¹*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.*

²*Gamma Remote Sensing AG, Suiza.*

mihai.@tma.ro, delariva@unizar.es, fcabello@unizar.es, santoro@gamma-rs.ch

Imágenes radar de apertura sintética (bandas X-, C- y L-) de dos localizaciones españolas han sido estudiadas con el fin de determinar la relación entre el grado de severidad del incendio forestal y el coeficiente de retro-difusión.

Los coeficientes de determinación se emplearon para cuantificar la relación entre el coeficiente de retro-difusión y la severidad del incendio para cada uno de los intervalos del ángulo de incidencia local. El análisis mostró que para las polarizaciones HH y VV el coeficiente de retro difusión aumentó con la severidad del incendio par las bandas X y C. Para la polarización cruzada (HV) el coeficiente de retro difusión decreció con la severidad. La topografía local afectó al coeficiente de retro difusión en gran medida. Mayores ángulos de incidencia se asociaron con una disminución del coeficiente de retro difusión en los datos co-polarizados (HH y VV) y con un aumento en los datos de polarización cruzada. El coeficiente de retro difusión co-polarizado disminuyó a mayores ángulos de incidencia, mientras que en la polarización cruzada el coeficiente de retro difusión aumentó. Para las bandas X- y C- co-polarizadas se observaron mayores coeficientes de determinación en las laderas orientadas hacia el sensor mientras que para la polarización cruzada los coeficientes de determinación fueron mayores en las laderas con orientación opuesta al sensor. En la banda L la relación entre la polarización HH y la severidad fue baja, excepto para los mayores ángulos de incidencia. Por el contrario, para la polarización HV los coeficientes de determinación fueron elevados para todos los ángulos de incidencia. La banda X-band presentó una elevada relación con la severidad pero su bajo rango dinámico entre bosques quemados y no quemados podría dificultar su uso. Los coeficientes retro difusión en las bandas C- y L- mostraron una buena capacidad para estimar la severidad en ambientes mediterráneos siempre que se tengan en cuenta los ángulos de incidencia. Para estas frecuencias la severidad podría estimarse empleando solo la polarización cruzada.

ESTIMATION OF RESIDUAL BIOMASS IN MEDITERRANEAN FOREST USING LANDSAT TM AND FOREST INVENTORY DATA.

A. GARCÍA-MARTÍN, J. de la Riva, F. Pérez-Cabello y R. Montorio
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
algarcia@unizar.es, delariva@unizar.es, fcabello@unizar.es, montorio@unizar.es

La biomasa residual forestal refiere a las hojas, ramas y la parte superior del fuste que no es aprovechada en las explotaciones madereras. Este residuo puede ser empleado como recurso para producir energía, obteniéndose varias ventajas medioambientales, como la reducción del uso de combustible fósiles no renovables, el descenso de la contaminación atmosférica, la mitigación del riesgo de incendio, o sociales, como el incremento de las rentas agrarias y el desarrollo de las áreas rurales. Para poder instalar centrales de producción de electricidad que utilicen la biomasa residual como fuente de energía es necesario evaluar previamente la localización y la cantidad disponible de este recurso. Uno de los objetivos del proyecto Lignostrum es, precisamente, desarrollar métodos para estimar la biomasa residual forestal con objeto de incrementar el uso de este recurso energético en España.

En general se observa una ausencia de estudios de teledetección que se centren en la estimación de esta fracción de biomasa forestal. En este estudio presentamos una metodología para estimar y cartografiar la biomasa residual en un área mediterránea de gran extensión, la provincia de Teruel (España), usando para ello el Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN-2) e imágenes del satélite Landsat. Se realizaron análisis de correlación entre la biomasa residual y los datos espectrales a dos escalas diferentes al objeto de estudiar cuál de ellas elimina en mayor grado la influencia que la alta heterogeneidad de los bosques mediterráneos puede tener en el ajuste de modelos estimativos: (i) una ventana de 3x3 píxeles y (ii) áreas homogéneas de mayor superficie que las parcelas circulares del IFN-2 (definidas a partir de fotografía aérea digital de 1 m de resolución espacial).

A partir de trabajos previos se obtuvieron medidas de campo de la biomasa residual de las cuatro especies de pinos presentes en la provincia de Teruel y se establecieron regresiones con las variables dimensionales de los pies DBH (diámetro a la altura del pecho) y altura. Estas regresiones fueron aplicadas a los datos de las parcelas del IFN-2 para calcular la biomasa residual en cada una de ellas. Los análisis en las dos escalas seleccionadas entre los datos de las parcelas y los registros de las imágenes de satélite mostraron correlaciones estadísticamente significativas, pero es mediante la utilización de las áreas homogéneas forestales cuando se obtienen los coeficientes de correlación más elevados considerando un gran número de parcelas. Finalmente, utilizando las áreas homogéneas para extraer la información espectral y el neocanal MID57 derivado de la imagen Landsat se obtiene un mapa de biomasa residual forestal mediante análisis de regresión ($R^2 = 0,651$).

ASSESSMENT TO MAP POTENTIAL EROSION SENSITIVE AREAS AFTER WILDFIRE USING REMOTE SENSING TECHNIQUES AND GIS

F. PÉREZ-CABELLO, J. De la Riva Fernández, R. Montorio Llovería & A. García-Martín
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
fcabello@unizar.es, delariva@unizar.es, montorio@unizar.es, algarcia@unizar.es

Los incendios forestales son un proceso ecológico que influencia la estructura de los ecosistemas mediterráneos y la distribución espacial de los procesos de erosión del suelo. Desde un punto de vista geomorfológico el incremento de las tasas de erosión y la alteración de los ciclos hidrológicos posteriores al fuego debido a la pérdida de la cubierta vegetal y a la destrucción de las propiedades físicas y químicas del suelo han sido documentados en múltiples estudios. Sin embargo, el rápido proceso de regeneración después del fuego reduce los efectos negativos. A este respecto, la estrategia de regeneración y la cubierta vegetal antes del fuego, los parámetros topográficos y climáticos y la severidad del fuego son factores importantes que controlan las discontinuidades espaciales de los procesos de cubrimiento vegetal y reactivación geomorfológica después del fuego. De ahí la importancia a escala regional de cartografiar y monitorizar cambios en las características de la cubierta vegetal después del fuego para gestionar las áreas quemadas.

En este marco general, el objetivo de este estudio es estimar la probabilidad de una mala regeneración de las áreas quemadas para cartografiar el riesgo de erosión mediante el uso de diferentes parámetros físicos en un SIG. El análisis ha sido llevado a cabo en diferentes comunidades vegetales (roble, pinar y matorral) quemadas por incendios de verano ocurridos en el área de Nofuentes (provincia de Huesca, España). El área está localizada entre la región mediterránea y eurosiberiana con una altitud en el rango 800 a 1500 m. Dos imágenes Landsat Thematic Mapper (TM) de dos años distintos han sido usadas para cartografiar el área quemada y los niveles de severidad. Las dos imágenes corresponden a la estación seca para que la cubierta vegetal tenga condiciones fenológicas similares. Las imágenes fueron corregidas geométricamente usando un polinomio de rectificación de segundo grado. La conversión a valores de reflectividad espectral se consiguió a través de un proceso de corrección radiométrica con normalización de los efectos atmosféricos y topográficos.

Del mismo modo, otras variables físicas han sido incorporadas en un SIG específico: tipos de vegetación, suelo, iluminación, pendiente, orientación y variables climáticas. La cartografía del área sin cubierta vegetal después del fuego (variable dependiente) se realizó por fotointerpretación y clasificación no supervisada de fotografías aéreas de alta resolución espacial (tamaño del píxel = 1 m) tomadas 7 años después del fuego. Un modelo de regresión logística ha sido usado para la cartografía de la probabilidad de no recubrimiento vegetal en el incendio de Nofuentes. Se puede concluir que la capacidad explicativa de los datos espectrales (bandas 3-4 TM) para cartografiar las discontinuidades espaciales del proceso de regeneración es evidente y, en consecuencia, su efectividad para detectar áreas potencialmente sensibles a la erosión después del fuego. En este sentido, la utilización de modelos no paramétricos (regresión logística) conjuntamente con información digital medio ambiental considerados en un SIG pueden facilitar las tareas de gestión de las áreas quemadas.

RELATIONSHIPS BETWEEN COMBUSTION PRODUCTS AND THEIR SPECTRAL PROPERTIES IN FIRE-AFFECTED SHRUBLANDS

R. MONTORIO, F. Pérez-Cabello, A. García-Martín, V. Palacios, J. De la Riva
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
montorio@unizar.es, fcabello@unizar.es, algarcia@unizar.es, palacios@unizar.es, delariva@unizar.es

La severidad de los incendios forestales es considerada uno de los factores determinantes en la dinámica de regeneración postfuego. Los datos de satélite han demostrado la validez para detectar los cambios producidos por el fuego en la vegetación y el suelo debido a los cambios producidos en sus características espectrales. En contraposición a la evaluación tradicional de los índices de severidad en intervalos espectrales, los nuevos trabajos de investigación se centran en la utilidad de la estimación de la presencia de productos de combustión individuales, especialmente los asociados con la severidad del fuego.

En este marco conceptual es necesario en primer lugar estudiar las propiedades espectrales de los productos de combustión sólidos y la sensibilidad de los datos espectrales hacia su presencia. El objetivo de este trabajo es establecer las relaciones entre los principales materiales consecuencia del proceso de combustión de la vegetación (carbón, cenizas y restos de vegetación no quemada) con los datos hiperespectrales. Además, en este trabajo se compara la sensibilidad de los valores originales de reflectividad frente a datos transformados (primera derivada de la reflectividad y análisis de bandas de absorción).

Los datos de campo para este estudio fueron obtenidos inmediatamente antes y después de un fuego controlado llevado a cabo en la Estación Experimental de Peñaflores (Zaragoza) en otoño de 2007. Fueron tomadas 305 fotografías digitales de alta resolución así como datos espectrales en el rango 400-1800 nm. Para garantizar la correspondencia entre la superficie de terreno recogida por el sensor de la cámara y del espectrómetro el movimiento de ambos equipos se realizó sincrónicamente mediante una estructura metálica.

Han sido observadas relaciones estadísticamente significativas entre los restos de vegetación y los tres conjuntos de datos espectrales (r^2 ajustado > 0.8). El carbón y la ceniza presentan la más alta relación con los datos de primera derivada de la reflectividad (r^2 ajustado 0.75) pero no se observan tan buenas relaciones con los datos originales o con los obtenidos a partir del análisis de las bandas de absorción (r^2 ajustado ≤ 0.6). Estos resultados indican la mayor sensibilidad de la primera derivada de la reflectividad a las variaciones espacial de los productos de combustión y la utilidad de esta información espectral para la evaluación de la severidad del fuego.

GEOFOREST (PROCESOS GEOAMBIENTALES EN ESPACIOS FORESTALES)

JUAN DE LA RIVA, M^a Teresa Echeverría, Paloma Ibarra, Fernando Pérez-Cabello, Alberto García-Martín, Raquel Montorio, Vicente Palacios, Mihai Tanase, Francisco Javier León
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza
delariva@unizar.es, mtecheve@unizar.es, ibarra@unizar.es, fcabello@unizar.es, algarcia@unizar.es, montorio@unizar.es, palacios@unizar.es, mihai@tma.ro, fcojleon@unizar.es

Los integrantes del subgrupo de investigación del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza forman parte del grupo Geoforest, integrado en el grupo de investigación "de excelencia" Geomorfología y Cambio Global (E-68) -reconocido por la Diputación General de Aragón en la convocatoria del año 2006- (BOA 54, 15-05-2006) y disponen de una larga experiencia en el estudio de la erosión y degradación de los suelos, la desertificación, el efecto del clima, las consecuencias de los incendios forestales, la dinámica post-fuego y la utilización de técnicas de Teledetección y SIG, con trabajos relevantes en el ámbito nacional e internacional.

El grupo Geoforest (Procesos GEOambientales en Espacios FORESTales) ha trabajado desde la década de los 90 en líneas de investigación enmarcadas en la problemática de los espacios forestales, abarcando la diversidad de procesos ambientales -geomorfológicos, hidrológicos, biogeográficos, edáficos e incluso antrópicos- que se confluyen en el ámbito forestal y sus relaciones en la gestión del territorio. Esta actividad se ha desarrollado utilizando diferentes escalas espaciales y temporales, lo que ha requerido el uso de técnicas y herramientas de trabajo variadas, conjugando la utilización de imágenes de satélite con base empírica en trabajo experimental de campo, el modelado regional y los análisis de cambios, *upscaling*... en entornos SIG o el avance en determinadas técnicas especializadas como el uso de la radiometría de campo y la fotografía digital de alta resolución y los sensores ópticos y radar.

Las líneas de investigación principales en la actualidad se dividen atendiendo a los procesos prefuego y los procesos postfuego. Dentro del análisis prefuego el modelado de riesgo ha ocupado papel preponderante en los proyectos participados y liderados y en los estudios realizados. Dentro del análisis postfuego tres son las líneas de investigación principales seguidas, el modelado predictivo de procesos erosivos, los procesos hidro-geomorfológicos/edáficos y de regeneración vegetal a pequeña escala y por último el modelado regional de la dinámica ambiental postfuego mediante SIG y teledetección.

Dentro del equipamiento instrumental del grupo cabe destacar la dilatada experiencia en los diseños experimentales permanentes en campo. Bien para la monitorización de cuencas hidrográficas experimentales como las de Alastuey y el Real en el Prepirineo oscense o parcelas experimentales como las de Peñaflor y Aísa. Más recientemente, tras el incendio de agosto de 2008 se están llevando a cabo diferentes líneas de trabajo todas relacionadas con los efectos del fuego en distintos parámetros ambientales en la zona de los Montes de Zuera.

Como resultados globales se pueden citar 4 tesis doctorales defendidas, 2 tesis doctorales en fase conclusiva y otras dos en fase intermedia. Igualmente se pueden citar 13 publicaciones SCI: Remote Sensing of Environment, Journal of Geophysical Research (Biogeosciences), Ecological Modelling, Forest Ecology and Management, Environmental Geology, Geomorphology... así como decenas de artículos en revistas nacionales con proceso anónimo de evaluación por pares.

CRECIDAS RECIENTES EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO EBRO: ASPECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y DE LA GESTIÓN DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

Sergio Domenech Zueco¹, Francisco Espejo Gil², Alfredo Ollero Ojeda³, Miguel Sánchez Fabre³

1U.T.E. Información Hidrológica Ebro, Zaragoza

2Agencia Estatal de Meteorología, Delegación Territorial en Aragón.

3Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

sdome@unizar.es

La cuenca del Ebro es la mayor de la Península Ibérica y la tercera de las que drenan sus aguas al Mar Mediterráneo, en cuanto a superficie se refiere. El tramo medio del río Ebro es especialmente interesante porque constituye un importante eje poblacional y económico en una región semiárida, como es la Depresión. Los procesos de crecida son fenómenos muy comunes en el tramo medio del Ebro pero la combinación del descenso de caudales, la construcción de presas, y la expansión y recrecimiento de defensas en el río, generaron en el último cuarto de siglo XX un periodo inusualmente tranquilo en cuanto a eventos de crecida. Sin embargo, con el cambio de siglo parece que el tramo Medio del Ebro ha entrado en una nueva dinámica, con eventos de crecida mayores y más frecuentes que se producen en otras épocas del año. Los eventos más importantes fueron los de Febrero de 2003 y Marzo-Abril de 2007. El presente trabajo analiza estas tendencias recientes y examina sus posibles causas desde un punto de vista hidrometeorológico, de la gestión de inundaciones con desembalses y de la llanura de inundación. Las consecuencias de las crecidas recientes en el tramo Medio del Ebro han reabierto el debate sobre las posibles medidas de gestión del riesgo.

Palabras clave: crecida, inundaciones, gestión de riesgos, hidrometeorología, Cuenca del Ebro

Recent floods in the Middle Ebro River, Spain: hydrometeorological processes and risk management perspectives.

The River Ebro has the largest Mediterranean basin in the Iberian Peninsula and the third one by surface among those of the Mediterranean Sea. The middle stretch of the Ebro is especially interesting because it constitutes a very important axis of population and economy in a semi-arid environment context. Flooding processes are common in the Middle Ebro, but the combination among decrease of discharges, dam construction and expansion and reinforcement of defences created during the last quarter of the previous century an unusual quiet term as regards flooding events. Nevertheless, with the change of century it seems that the Middle Ebro has entered into new dynamics, with bigger and more frequent floods, the appearance of which has changed season. The most relevant examples are those of February 2003 and March-April 2007. The present paper examines these recent trends and discusses their possible causes from the points of view of hydro-meteorology, flood management through the use of reservoirs, and floodplain management. The consequences of recent floods in the Middle Ebro have reopened the debate about possible risk management measures.

Key words: Floods, Hydro-Meteorology, risk management, floodplain, Ebro River.

CAMBIO CLIMÁTICO Y DINÁMICA FORESTAL EN ECOSISTEMAS MEDITERRÁNEOS

MARTÍN DE LUIS, Luis Alberto Longares, Klemen Novak
Departamento de Geografía y O.T., Universidad de Zaragoza
Dirección. mdla@unizar.es

El establecimiento de cómo han sido las relaciones clima-crecimiento de las masas forestales mediterráneas durante el siglo XX representa un elemento central en cualquier intento de predecir cuál puede ser su evolución en el contexto del cambio del clima.

De entre las diferentes especies forestales presentes en el arco mediterráneo *Pinus halepensis* Mill es la más común ocupando extensas áreas tanto del mediterráneo occidental como del sector oriental (Richardson and Rundel, 1998). Por ello, la creación de una densa red de cronologías de *Pinus halepensis* que cubran la gran variabilidad de condiciones climáticas en un área especialmente vulnerable al cambio del clima, como el área mediterránea es un objetivo prioritario. De su análisis, no solo se puede extraer el conocimiento cronológico del crecimiento y obtener información de la evolución actual de nuestros ecosistemas con una perspectiva dinámica, sino que también nos permitirá sentar bases sólidas de cuál puede ser su dinámica futura.

En este trabajo, presentamos el estado actual de creación de la red dendrocronológica de *Pinus halepensis* que diferentes miembros del grupo de investigación "CLIMA, AGUA, CAMBIO GLOBAL Y SISTEMAS NATURALES" ha contribuido a crear para el conjunto del área mediterránea española.

Se presenta a su vez, un primer conjunto de resultados derivado de su análisis combinado con el conjunto de cronologías de la misma especie disponibles para el conjunto de la cuenca mediterránea.

Los resultados de este análisis preliminar confirman la existencia de un alto grado de adaptabilidad de esta especie a la variabilidad climática (respuestas diferentes en diferentes climas). En base a estas cronologías y a su análisis combinado con series climáticas, hemos podido también elaborar un protocolo metodológico que permita realizar predicciones de crecimiento de las masas forestales de *Pinus halepensis* en diferentes escenarios climático futuro. Para un escenario simplificado de incremento de temperaturas de 3°C y descensos en la precipitación de un 30% en el conjunto de la cuenca mediterránea, dichas predicciones sugieren un aumento en el potencial de crecimiento de esta especie en las zonas frías situadas más al norte del arco mediterráneo y un dramático descenso en las áreas situadas más al sur.

ANÁLISIS DE LOS PRIMEROS DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DEL ANETO (3.050 m, MACIZO DE LA MALADETA, PIRINEO ARAGONÉS). SU INTERÉS GLACIOLÓGICO.

Luis CANCER POMAR*, Fernando LAMPRE VITALLER** y Javier DEL VALLE MELENDO***

*Área de Geografía Física. Universidad de Jaén. lcancer@ujaen.es

**Patronato de los Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos. flampre@telefonica.net

***Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. delvalle@unizar.es

Hemos instalado una estación meteorológica en la más alta montaña pirenaica, a 3.050 m de altitud, en el centro de la zona glaciada más importante del Pirineo en su conjunto –vertientes francesa y española-, perteneciente al macizo de la Maladeta (Benasque, Pirineo aragonés). *Figuras 1, 2 y 3.*

Al estar situada en pleno dominio glaciar permite estudiar directamente el clima de este medio y su relación con la dinámica glaciar. Se presentan los datos de temperaturas, innivación y velocidad del viento del periodo 10/10/2004 a 14/01/2005 así como los gradientes altitud-temperatura entre el Aneto y varias estaciones ubicadas en los valles marginales.

Esta estación meteorológica representa un instrumento fundamental para conocer los procesos medioambientales de la alta montaña en los Pirineos centrales. Permite comprobar la validez de las correlaciones entre altitud y determinadas variables climáticas, ya que los estudios realizados hasta la fecha sobre el clima de la más alta montaña pirenaica se han basado en su gran mayoría en proyecciones térmicas y pluviométricas según los gradientes altimétricos calculados para la zona, utilizando al efecto datos de estaciones situadas a altitudes muy inferiores, generalmente escasas en número, con series incompletas de datos y –en relación al interés glaciológico- bastante alejadas, por lo general, de los ámbitos glaciares.

Los valores térmicos registrados reflejan fielmente el factor altitud, a pesar de centrarnos en un periodo temporal de temperaturas bastante moderadas. La media del periodo analizado es de -4,35° C, mínimas que rozan los -20° C o varios días seguidos en que las máximas no superan los -5° C dan prueba de ello.

La relación entre los valores de innivación y la velocidad del viento es inversamente proporcional. Las variaciones en la altura de la columna de nieve son bruscas, registrándose rápidos descensos tras cada episodio de fuertes vientos, que por otra parte son muy habituales en la cresta donde se ubica la estación.

Palabras clave: estación meteorológica de altitud, Aneto, Pirineos, glaciares, temperaturas, gradientes altitud-temperatura, innivación, viento.

DEVELOPMENT OF A NEW TOOL FOR THE TERRITORIAL MANAGEMENT OF ARAGON (NE SPAIN): THE DIGITAL CLIMATIC ATLAS

José M. Cuadrat Prats, Miguel A. Saz Sánchez
*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.
Universidad de Zaragoza*

The study of the climatic characteristics of the environment is essential for territorial management. Nevertheless the spatial availability and quality of climatic data is often problematic. To obtain the spatial distribution of temperature, precipitation and other climatic variables from the data of the weather stations, interpolation methods such as global methods, geostatistical methods, multiple regression methods and mixed methods were applied using ArcGis.

In our work a set of 419 weather stations was used to develop 150 maps of the most important climatic variables in Aragón. The problem of quality of the climatic data was assuaged by quality control and homogenization methods. Reconstruction of climatic series was not reliable and maps were done using data of a common period (1970-2002), in which a minimum of 15 years of data was required to calculate monthly averages. Finally, 258 observatories were used.

To obtain a continuous representation of climate we used regression-based techniques. This method uses all weather stations in the elaboration of climatic maps and creates dependence models between climatic data and other independent variables. For this purpose, geographical coordinates of the weather station (latitude and longitude) and geographic (e.g. distance to water bodies) and/or topographic variables (e.g. elevation, aspect, slope) are used. These variables were included in a Geographic Information System (GIS) at a spatial resolution of 100 meters. The value of a climatic variable at unsampled points is predicted by the following transference function:

$$z(x) = b_0 + b_1P_1 + b_2P_2 + \dots + b_nP_n$$

where z is the predicted value at the point (x) , b_0, \dots, b_n are the regression coefficients and P_1, \dots, P_n are the values of the different independent variables at point x . These variables were included in a Geographic Information System (GIS) at a spatial resolution of 100 meters.

These maps were assessed by statistics that indicate the degree of concordance between models and reality. To validate the maps, the 80% of the data was selected for interpolation whereas the remaining 20% was used to carry out map validation.

This digital information in raster format can be used by the Aragon Government as an independent variable in other studies related with regional management. Using GIS MiraMon the Digital Climatic Atlas of Aragón was published in Internet (<http://anciles.aragon.es/AtlasClimatico>) where users can obtain easily maps and climatic information in any part of Aragón.

CAMBIO CLIMÁTICO Y DINÁMICA FORESTAL EN ECOSISTEMAS MEDITERRÁNEOS

MARTIN DE LUIS Y LUIS ALBERTO LONGARES

El establecimiento de cómo han sido las relaciones clima-crecimiento de las masas forestales mediterráneas durante el siglo XX representa un elemento central en cualquier intento de predecir cuál puede ser su evolución en el contexto del cambio del clima.

De entre las diferentes especies forestales presentes en el arco mediterráneo *Pinus halepensis* Mill es la más común ocupando extensas áreas tanto del mediterráneo occidental como del sector oriental (Richardson and Rundel, 1998). Por ello, la creación de una densa red de cronologías de *Pinus halepensis* que cubran la gran variabilidad de condiciones climáticas en un área especialmente vulnerable al cambio del clima, como el área mediterránea es un objetivo prioritario. De su análisis, no solo se puede extraer el conocimiento cronológico del crecimiento y obtener información de la evolución actual de nuestros ecosistemas con una perspectiva dinámica, sino que también nos permitirá sentar bases sólidas de cuál puede ser su dinámica futura.

En este trabajo, presentamos el estado actual de creación de la red dendrocronológica de *Pinus halepensis* que diferentes miembros del grupo de investigación "CLIMA, AGUA, CAMBIO GLOBAL Y SISTEMAS NATURALES" ha contribuido a crear para el conjunto del área mediterránea española.

Se presenta a su vez, un primer conjunto de resultados derivado de su análisis combinado con el conjunto de cronologías de la misma especie disponibles para el conjunto de la cuenca mediterránea.

Los resultados de este análisis preliminar confirman la existencia de un alto grado de adaptabilidad de esta especie a la variabilidad climática (respuestas diferentes en diferentes climas). En base a estas cronologías y a su análisis combinado con series climáticas, hemos podido también elaborar un protocolo metodológico que permita realizar predicciones de crecimiento de las masas forestales de *Pinus halepensis* en diferentes escenarios climático futuro. Para un escenario simplificado de incremento de temperaturas de 3°C y descensos en la precipitación de un 30% en el conjunto de la cuenca mediterránea, dichas predicciones sugieren un aumento en el potencial de crecimiento de esta especie en las zonas frías situadas más al norte del arco mediterráneo y un dramático descenso en las áreas situadas más al sur.

TENDENCIAS MENSUALES DE LA PRECIPITACIONES EN ESPAÑA

José Carlos González-Hidalgo (1-2), Michele Brunetti (2), Peter Stepanek (3), Martín de Luis (1).
1) *Dep. Geografía, U. Zaragoza, España* 2) *ISAC-CNR, Bologna, Italy.* 3) *Hydrometeorological Service, Brno División, Czech Republic. (jcgh@unizar.es)*

El reciente Panel Intergubernamental del Cambio del Clima (IPCC 2007,) entre otros objetivos señaló la necesidad de realizar estudios regionales de detalle del cambio global, con especial énfasis en el análisis de las precipitaciones, por ser el elemento del clima que determina en gran medida la disponibilidad de los recursos hídricos. Estas recomendaciones son especialmente indicadas en aquellas áreas del planeta en donde las precipitaciones son escasas, torrenciales, y están sometidas a una gran variabilidad espacial y temporal, como ocurre en las áreas de clima mediterráneo. Las áreas de clima mediterráneo se sitúan en la transición subtropical de la fachada occidental de los continentes de ambos hemisferios, y España se encuadra en casi su totalidad, salvo el archipiélago Canario, en este ambiente. Sin embargo las recomendaciones del IPCC chocan con la dificultad de la ausencia de bases de datos que ofrezcan una densidad espacial que permita captar los detalles, y con la suficiente longitud en el tiempo.

En España la información climática viene siendo recogida y almacenada por la Agencia Estatal de Meteorología (antiguo INM), organismo que conserva y almacena ingentes cantidades de datos en sus archivos, los cuales forman parte de nuestro patrimonio. Esta información presenta diferentes características que no permiten su uso directo (cortes temporales en las series, datos perdidos, datos sospechosos, series y datos repetidos etc), pero sin embargo tras un análisis y control de calidad, ofrece la posibilidad de realizar reconstrucciones en un número elevado y con suficiente longitud temporal que permitan responder a los objetivos señalados por el IPCC.

Durante los últimos diez años hemos venido realizando un vaciado de los fondos documentales de la AEMET que ha permitido construir una base de datos de precipitaciones mensuales con una densidad espacial y longitud en el tiempo no lograda hasta el presente en la España Peninsular. El total de series reconstruidas es de 2670 en el periodo 1946-2005, lo que supone una densidad espacial en torno a 1 observatorio cada 200 km². La base de datos además se extiende en altitud hasta los 1500 m, aportando una información no disponible hasta el presente y de gran utilidad por ser en general áreas de precipitaciones más abundantes y donde se almacenan los recursos hídricos. En el periodo 1931-2005 (75 años) el total de series reconstruidas es de 900, y en los últimos 90 años (1916-2005) las series reconstruidas se acercan a 400. No obstante se ha observado como antes de 1945 la distribución de observatorios presenta un claro sesgo hacia el este y valle del Ebro, con una densidad muy baja en el centro-oeste que se está investigando en el momento actual. La nueva base de datos ha recibido el nombre de MOPREDAS (MOntly PREcipitation DATabase of Spain).

El análisis de las tendencias mensuales refleja la disparidad de las precipitaciones en el territorio analizado. Los resultados del test de Mann-Kendall ($p < 0,10$) permiten afirmar que no se detectan patrones generales en la España Peninsular a excepción de los meses de Marzo y Junio (signo negativo) y Octubre (signo positivo). La distribución espacial de las tendencias en los citados meses además sufre un sesgo hacia el Oeste-Sudoeste, en los casos negativos, mientras que los valores significativos de la tendencia positiva del mes de Octubre se han localizado en el cuadrante noroccidental (Galicia y Meseta Norte). En el resto de meses no hay un patrón global, si bien se observan sectores subregionales de gran homogeneidad.

La distribución espacial de los signos de tendencia aparece ligada en muchos casos a las grandes alineaciones del relieve. Las cordilleras Cantábrica, Ibérica, Béticas y Sub Béticas, y en menor medida el Sistema Central, presentan signos de tendencia (independientemente de su significación estadística) diferentes en sus vertientes.

Como consecuencia de los cambios mensuales citados, se ha podido observar un cambio de la distribución de las precipitaciones estacionales, en las que el peso porcentual de las precipitaciones de otoño ha aumentado en un sesenta por ciento del territorio, por ello se ha producido un acortamiento del periodo húmedo, y los aportes se han venido concentrando en los momentos iniciales del mismo.

ÍNDICE DE AUTORES

Abad, J.L.	PCTQ27	Colombini, M.P.	PCTQ28
Abecia, J.A.	JOBM172, PBM06, PBM07, PBM08	Constante, A.	PT62
Abecia, L.	PBM12	Cruzado-Caballero, P.	PP50, XOP133
Aguado, A.	JUCONF2	Cuadrat J.M.	PT81
Aldana, D.E.	PBM14	Cuenca -Bescós, G	PP51, XOP132, XOP133
Alegret, L.	PP36, PP37, PP38, PP39, PP40	De la Fuente, G.	PBM12
Alloza, J.A.	PT70	De la Riva, J.	PT70, PT72, PT73, PT74, PT75, PT76, PT77
Almería, S.	JOBM161	De Luis M.	PT79, PT82, PT83, MOT42
Alvarez, G.	JUCONF2	De Vega, A.	PBM13, JOBM15
Andrés, M.	PP41, PP42	Dehority, B.A.	PBM12
Arenillas, I.	PP35, PP37, PP36, PP40	Del Valle J.	PT80
Arias, A.	PBM10	Del Valle, I.	PBM03, PBM09
Arner, A.	PJE34	DeMiguel, D.	PP41, PP42
Arrechea, E.	PP43	Díaz, E.	PT57
Arsuaga, J.L.	PP51	Díaz, I.	XOP133
Arz, J.A.	PP35, PP36, PP40	Dies, M.E.	PP47
Ascaso, J.	PT67, PT68, XOT8	Doguzhaeva, L.	PP48
Aspiroz, C.	PBM14	Domenech, S.	PT56, PT57, PT78, PT58, MOT41
Aurell, M.	PP50, PP52, XOP131	Duato, P.	PCTQ29, PCTQ30
Azanza, B.	PP41, PP42, XOP12	Duguy, B.	PT70
B. Azanza	XOP12	Durán, C.	MICONF2
B.Setuáin	XOJE11	Echeverría, M.T.	PT70, PT71, PT72, PT77
Bádenas, B.	PP52, XOP131	Egea, P.	XOJE10
Badia, D.	PT65, PT71	Escalona, A.I.	PT58
Badiola, A.	PP50, XOP133	Escolano, S.	MOT1
Baeza, M.J.	PT70	Escorihuela, J.	PP49
Barberán, R.	PJE34, XOJE10	Escudero, F.	PT62
Barco, J.L.	XOP133	Espejo, F.	PT56, PT57, PT78, MOT41
Barrantes, O.	PT66, XOT8, PT67, PT69	Esteve, J.	PP43
Bañez, T.	MOT1	Fenero, R.	PP39, PP40
Becerril, R.	JOBM183, PBM11	Fermelli, G.	PP49
Belanche, A.	PBM12	Ferrer, C.	PT66, PT67, PT68, XOT8
Benito, G.	PT61	Ferrer, J.	PP45, PP46
Bermúdez de Castro, J.M.	PP51	Fondevila, M.	PBM12
Betancor, A.	MICONF1	Forcada, F.	PBM06, PBM07, PBM08
Blain, H.A.	PP50, PP51, XOP132	Frutos, L.M.	MOT3, PT59
Bolea, E.	MOCTQ72, PCTQ25	Gámez, J.A.	PP47
Bonel, L.	PCTQ29, PCTQ30, PCTQ32	García-Ispuerto, I.	JOBM162
Broca, A.	PT66, PT67, XOT8	García, J.R.	PCTQ27
Brunetti M.	PT83, MOT42	García-Martín, A.	PT74, PT75, PT76, PT77
Buera, L.	PBM14	Gasca, J.M.	PP50, PP53, XOP133
Calleja, L.	PBM05	Gómez, M.A.	PCTQ31
Calvo, J.L.	PT60, MOT1	Gómez, M.T.	PCTQ23, PCTQ22
Cancer L.	PT80	Gómez-Fernández, D.	PP50, XOP133
Canudo, J.I.	PP50, PP53, XOP132, XOP133	Gómez-García, D.	PT68
Carbonell, E.	PP51	Gómez-Lus, R.	JOBM181, JOBM172, JOBM183, PBM10, PBM11
Carriquiry, M.	PBM08	Gonzalez, C.	MOT42
Casao, A.	PBM02, PBM06, PBM07, PBM09	Gonzalez-Hidalgo J.C.	PT83
Castañera, D.	XOP133	Gonzalo, S.	PT67
Castelló, A.	PT59	Goñi, P.	PBM14
Castillo, F.J.	JOBM182, PBM10, PBM14	Guada, J.A.	JOBM15, PBM13
Castillo, J.R.	MOCTQ71, MOCTQ72, PCTQ22, PCTQ23, PCTQ24, PCTQ25, PCTQ26, PCTQ29, PCTQ30, PCTQ31, PCTQ32,	Hammida, S	PCTQ26
	JOBM15	Hernández, M. L.	PT59
Castrillo, C.	PBM01, PBM02, PBM03, PBM04, PBM05, PBM09	Ibarra, P.	PT70, PT71, PT72, PT77
Cebrián-Pérez, J.A.	PCTQ26	Ibarz, C.	PCTQ18
Cepria, G.	PT66	Ibiate, A.	PT57
Chocarro, C.	PT63, PT64	Ipas, J.	XOP131
Chueca, J.	PBM14	Irisarri, E.	PCTQ33, PCTQ31
Clavela, A.	PT58	Javier León, F.	PT71
Climent, E.	PBM01, PBM05, PBM09	Jiménez, A.	PP44
Colás, C.	PP48	Jiménez, I.	XOJE11
Colás, J.	XOJE11	Jiménez, J.	PCTQ25, PCTQ31
Colom, E.		Jiménez, M.S.	PCTQ22, PCTQ23

Juárez, A.	PT66	Pérez-Arantegui, J.	PCTQ27, PCTQ28
Julián, A.	PT63, PT64	Pérez-Cabello, F.	PT70, PT71, PT72, PT73, PT74, PT75, PT76, PT77, XOT9
Keli, A.	PBM13	Pérez-Pé, R.	PBM02, PBM03, PBM04, PBM05, PBM09
Labarta, S.	PCTQ26	Pérez-Urresti, I.	PP43, PP48
Laborda, F.	PCTQ24, PCTQ25, PCTQ26	Pueyo, A.	MOT1, PT60
Lampre F.	PT80	Rabal, R.	PP50, XOP132
Lanao, M.	PCTQ16, PCTQ17, PCTQ18, PCTQ19, PCTQ21	Rahman, I.A.	PP43
Larrasoña, J.C.	PP38	Ramajo, J.	PP48, XOP131
Lasanta, T.	PT72	Ramón, D.	PP48, XOP132
León, F.J.	PT77	Reiné, R	PT66, PT67, PT69, XOT8
Liñán, E.	PP43, PP47, MOP5	Remacha, M.A.	PBM14
Llovet, J.	PT70	Rhodes, E.	PT61
Longares L.A.	PT79, PT82	Ribechini, E.	PCTQ28
Longares, L.A.	PT61	Rodríguez, J	PCTQ15
López Moreno, J.I.	PT63	Rodríguez, L.	PCTQ22, PCTQ23
López, A.	PCTQ20	Rofes, J.	PP51, XOP132
López-García, J.M.	PP51, XOP132	Rojo, S.	JUCONF2
López-Gatius, F.	JOBM161, JOB162	Rovira, P.	PT70
López-Martín, F.	MACONF1	Rubio, C.	PP46
López-Molinero, A.	PCTQ31, PCTQ32, PCTQ33	Rubio, P.	PT59
Loscertales, B.	PT58	Rubio, V.	PT62
MacDonald, E.	PT61	Rubio-Calvo, C.	PBM10
Magallón, A.	PP55	Ruiz, E.	PT59
Martí, C.	PT65, PT71	Ruiz-Omeñaca, J.I.	PP50, XOP133
Martín Bueno, M.	PP54	Sáenz, C.	PP54
Martínez, I.	PP51	Sáez, A.	XOT8
Marzo, P.	PCTQ27	Sales, E.	PBM86
Mateos J.A.	PBM85	Salinas, S.	XOJE11
Matesanz, J.M.	PCTQ20	Salvador, J.	MOT1
Mayoral, E.	MACONF2	Sánchez, C.A.	PP40
Meikle, A.	PBM07, PBM08	Sánchez, E.	MOT1
Meléndez, A.	PP36	Sánchez, J.	PCTQ27
Meléndez, G.	MOP6, PP48, PP49	Sánchez, M.	PT56, PT57, PT78, MOT41
Melero, M.	PP51, XOP132	Sancho, C.	PT61
Mendoza, N.	PBM02, PBM04, PBM09	Santolaria, P.	JOBM162, JOB161, PBM84
Miguel, N.	PCTQ15, PCTQ16, PCTQ17, PCTQ18, PCTQ19, PCTQ20	Santoro, M.	PT73
Molina, E.	PP36, PP37, PP38, PP39, PP40, XOP12	Sarasa, J.	PCTQ21
Montorio, R.	PT72, PT74, PT75, PT76, PT77	Sartore, I.	PBM07
Moreno-Azanza, M.	PP50, PP53, XOP133,	Sauque, V.	XOP132
Mosteo, R.	PCTQ15, PCTQ16, PCTQ17, PCTQ18, PCTQ19	Saz M.A.	PT81
Muiño-Blanco, T.	JOBM171, PBM01, PBM02, PBM03, PBM04, PBM05, PBM09	Sebastián, M.	PT60
Muñoz, A.	PT61	Sender, L.M.	PP45, PP46
Mur, J.	PJE34	Serala, C.	PBM14
Murillo, R.	PCTQ21	Setuáin, B.	XOJE11
Nerín, C.	PBM11, JOB183	Sipiera, D.	PCTQ32
Novak K.	PT79	Soria, M.	PP49
Ollero, A.	MOT41, PT56, PT57, PT78	Sosa, C.	PBM07, PBM08
Ollero, M.	PBM05	Stepanek P.	PT83, MOT42
Olmos, G.	PBM13	Tanase, M.	PT73, PT77
Ormad, M.P.	PCTQ15, PCTQ16, PCTQ17, PCTQ18, PCTQ19, PCTQ20, XOCTQ14	Tello, I.	PCTQ31
Ortega, L.M.	JUCONF2	Torcida, F.	XOP133
Ortiz, S.	PP37, PP38, PP39, PP40	Uribe, P.	PP55
Ovelleiro, J.L.	PCTQ15, PCTQ16, PCTQ17, PCTQ18, PCTQ19, PCTQ20, PCTQ21	Usón, A.	PT69, XOT8
Palacín, I.	PBM07	Vallejo, V.R.	PT70
Palacios, V.	PT76, PT77	Vázquez, M.I.	PBM06, PBM07
Pardos, C.	PCTQ27, PCTQ28	Vidal, J.C.	PCTQ29, PCTQ30, PCTQ32
Pellicer, F.	PT62	Villanueva-Amadoz, U.	PP45, PP46
Peña, E.	PCTQ31	Villas, E.	PP44
Peña, J.L.	MOT2, PT61, PT62	Yániz, J	PBM85, JOB161, JOB162
Pérez, I.	PP35, PP40	Yera, J.	PT68, JXOT8
		Zamora, S.	PP43
		Zúñiga, M.	PT60

ANEXO

PROCESOS AMBIENTALES LIGADOS A INCENDIOS FORESTALES. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

F. Pérez-Cabello¹, Lasanta, T.², P. Ibarra¹, J. de la Riva¹, M. Echeverría¹, T., A. García¹, R. Montorio¹, V. Palacios¹, M. Tanese¹ y J. León¹

¹Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
Pedro Cerbuna, 9, 50009-Zaragoza

²Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Avda. Montañana, s/n. Apdo. 202, 50080-Zaragoza

El conjunto de investigadores integrado por miembros del grupo Geoforest del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza tiene una larga trayectoria investigadora dedicada al análisis de las consecuencias ambientales de los fuegos forestales.

En la vertiente temática de los incendios forestales, y centrados espacialmente en el contexto del Prepirineo aragonés y el Centro de la Depresión del Ebro, las principales líneas de investigación se citan a continuación:

- (1) La identificación de los factores explicativos de la capacidad de reconstrucción de los ecosistemas submediterráneos y sus interacciones.
- (2) El análisis de la resiliencia de las comunidades vegetales dominantes en el marco de los ecosistemas prepirenaicos de carácter submediterráneo.
- (3) El estudio de la dinámica hidro-geomorfológica postincendio mediante la utilización de técnicas de campo: clavos de erosión, parcelas de erosión, ejercicios de simulación de lluvia, infiltraciones, cuencas aforadas.
- (4) El diseño y la utilización de índices en la diagnosis del nivel de recuperación ambiental de ecosistemas afectados por el fuego mediante la utilización conjunta de parámetros edáficos-hidro-geomorfológicos y otros relacionados con la vegetación.
- (5) La evaluación del papel hidro-geomorfológico de la vegetación quemada tras el fuego y el papel de las actuaciones postincendio (replantaciones forestales, extracción de madera).
- (6) La utilización de técnicas de teledetección espacial y de los Sistemas de Información Geografía (SIG) para la detección de zonas quemadas y el seguimiento en tiempo de la regeneración vegetal.
- (7) La modelización predictiva de la dinámica erosiva y el análisis de la vulnerabilidad en zonas quemadas mediante la aplicación de SIG y Teledetección espacial.
- (8) El diseño de nuevas metodologías para el análisis de los efectos inmediatos del fuego y el seguimiento multi-temporal de zonas quemadas.
- (9) El papel desempeñado por la severidad.

Como principales resultados destacamos aquí la importancia de la densidad de la vegetación y sus interacciones con la orientación topográfica en la determinación de las discontinuidades espaciales de los procesos de recubrimiento vegetal y reactivación geomorfológica postincendio; la escasa reactivación de los procesos hidro-geomorfológicos tras el fuego en ambientes submediterráneos prepirenaicos; los progresivos y significativos cambios introducidos por fuegos de alta severidad en suelos calcáreos y yesosos; el mayor incremento de la tasa de erosión y del descenso de la de infiltración en los suelos yesosos respecto a los calcáreos; los efectos positivos de la siembra de herbáceas frente a la erosión de suelo; la gran capacidad de reconstrucción de las comunidades vegetales dominadas por *Quercus rotundifolia* y *Q. gr. Cerrioides*, *Buxus semperviens* en comparación con los pinares montanos (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*); el carácter negativo de las tareas de extracción de madera tras el fuego, incrementando la erosión de suelo; la capacidad de interceptación de los restos de la vegetación quemada; la relevancia de teledetección espacial en la detección y el seguimiento

multitemporal de las zonas quemadas; las buenas expectativas de la inserción de la radiometría de campo y la aplicación de fotografía de alta resolución espacial en el análisis de los efectos del fuego.

Palabras clave: incendios forestales, dinámica hidrogeomorfológica, regeneración vegetal, cambios edáficos, severidad, radiometría, teledetección, SIG, Prepirineo, Depresión del Ebro.

CALIDAD Y TRATAMIENTO DE AGUAS

María Peña Ormad

Grupo Calidad y Tratamiento de Aguas

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

Universidad de Zaragoza

5009-ZARAGOZA (ESPAÑA)

El actual grupo Consolidado de Investigación Aplicada "Calidad y Tratamiento de Aguas", dirigido por el Catedrático de Tecnologías del Medio Ambiente, el Dr. D. José Luis Ovelleiro Narvi3n, se forma en 1980 en la Universidad de Zaragoza. Son miembros estables de dicho grupo el Dr. José Luis Ovelleiro, la Dra. M^a Peña Ormad, la Dra. Judith Sarasa, el Dr. José M^a Matesanz y la Dra. Rosa Mosteo, todos ellos Profesores del Departamento de Ingenier3a Qu3mica y Tecnolog3as del Medio Ambiente de la Universidad de Zaragoza.

La investigaci3n se enmarca en el campo de la protecci3n contra la contaminaci3n de las aguas. En concreto, la actividad del grupo se centra, por un lado en la investigaci3n sobre t3cnicas de control de calidad de aguas naturales y el control de vertidos industriales y por otro, en la investigaci3n sobre t3cnicas de tratamiento no convencionales aplicadas a la eliminaci3n de contaminantes peligrosos y pat3genos. En consecuencia, dentro de la Ingenier3a y Tecnolog3a Ambiental, las l3neas de investigaci3n en las que se puede incluir este trabajo son las siguientes: Control de la contaminaci3n del agua (c3digo UNESCO 330811) y Tecnolog3a de tratamientos de aguas residuales y naturales (c3digo UNESCO 330810).

En relaci3n a la l3nea de investigaci3n Control de la contaminaci3n del agua, la participaci3n desde 1980 hasta la actualidad, en diversos Proyectos de Colaboraci3n con la Confederaci3n Hidrogr3fica del Ebro, ha supuesto la identificaci3n de los principales focos industriales de emisi3n de sustancias de lista I y lista II que la Directiva Marco del Agua establece como contaminantes prioritarios; el desarrollo de la metodolog3a anal3tica adecuada para la determinaci3n de contaminantes prioritarios en aguas, sedimentos y biota; el estudio de los contaminantes prioritarios en las aguas superficiales y subterráneas de la Cuenca del Ebro; llevar a cabo la caracterizaci3n completa de los principales vertidos contaminantes de la Cuenca del Ebro: industria de plaguicidas, resinas y derivados del PVC, fabricaci3n de cloro-sosa, colorantes, derivados del caucho, sustancias organocloradas, qu3mica de fibras sint3ticas, papeleras, etc. y establecer el impacto producido por las industrias anteriormente mencionadas en las aguas de la cuenca del Ebro; investigar la relaci3n entre el/los proceso/s de fabricaci3n industrial y los contaminantes del medio receptor; establecer la red de Peligrosas (compuestos incluidos en lista I y II); determinar la contaminaci3n de origen difuso; establecer la red de plaguicidas de la cuenca del Ebro y participar en la puesta en marcha de la red de alerta de control de la contaminaci3n de la cuenca del Ebro. En muchos casos, la identificaci3n de las actividades contaminantes ha supuesto la reducci3n de la contaminaci3n que esas actividades provocan sobre el medio ambiente, debido a la adopci3n de medidas de minimizaci3n y depuraci3n que son implantadas cuando se ejerce un mayor control y presi3n sobre ellas.

En relaci3n a la l3nea Tecnolog3a de tratamientos de aguas residuales y naturales, la actividad se centra en la investigaci3n sobre t3cnicas de oxidaci3n avanzada aplicadas a la eliminaci3n de contaminantes peligrosos, tanto en aguas residuales como naturales; por un lado se investigan t3cnicas de depuraci3n de vertidos industriales contaminados, cumpliendo as3 l3mites de vertido y objetivos de calidad, la regeneraci3n de aguas de salida de depuradora para ser reutilizadas y la potabilizaci3n de aguas naturales, mejorando de esta forma su

calidad. En algunos casos, la investigación en esta línea ha dado lugar a la modificación en alguno de los sistemas de depuración de los vertidos industriales en la cuenca del Ebro, mejorando sus características.

Las técnicas investigadas de depuración avanzada son: ozonización, aireación, aplicación de agua oxigenada, dióxido de titanio, Fenton, foto-Fenton, aplicación de luz UV, aplicación de luz solar; utilización de catalizadores metálicos (Fe, Mn, Cu, Ag, Ti, etc.), adsorción sobre arcillas y combinación entre técnicas. Las aguas residuales que han sido tratadas, obteniendo buenos resultados son: industria de plaguicidas, industria de colorantes (que ha implantado este sistema de depuración en la cuenca del Ebro), papeleras, fabricación de automóviles, fabricación de caucho, industria petroquímica, fabricación de plásticos y producción de vino.

A modo de resumen, en los últimos 15 años en el grupo se han defendido 10 Tesis Doctorales, se han publicado más de 50 artículos científicos a nivel internacional y más de 30 a nivel nacional y se han realizado más de 130 comunicaciones a congresos nacionales e internacionales.

CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN OVINO

Teresa Muño-Blanco, Rosaura Pérez-Pé, Adriana Casao, Carmen Colás, Ignacio del Valle, Noelia Mendoza, José A. Cebrián-Pérez

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177. 50013-Zaragoza. muino@unizar.es

La ganadería ovina constituye una actividad clave para el desarrollo del mundo rural, generando actividad económica y contribuyendo en gran medida a estabilizar la población y al desarrollo sostenible, así como a la conservación de razas autóctonas, todos ellos asuntos de gran interés para nuestra región. El ganado ovino también contribuye al mantenimiento y limpieza de los montes ya que el modo más eficaz de mantener limpio un cortafuegos es abrirlo al pastoreo, y, con sus heces no sólo se produce abono orgánico sino que también se amplía la dispersión de semillas favoreciendo la biodiversidad.

Sin embargo, la moderna tecnología de la Producción Animal presenta escaso desarrollo en la ganadería ovina, lo que hace que este sector se encuentre en clara desventaja frente a sus competidores del ámbito ganadero, dentro del contexto europeo. Por ello, la transferencia de tecnología constituye un objetivo fundamental para reconducir los sistemas de explotación de la especie ovina hacia un sistema plenamente competitivo. El desarrollo de la Biotecnología aplicada a la Reproducción en la especie ovina supone un verdadero reto debido, especialmente, a las condiciones de explotación de esta especie por la escasa aceptación que han tenido los avances tecnológicos en este sector.

Nuestro equipo, denominado *Biología del Espermatozoide*, se enmarca en los planes Nacionales y Autonómicos dentro del Área de Ganadería, en el apartado concreto de *Mejora de las Tecnologías de Producción Animal*, y a su vez, dentro del objetivo de *Mejora de las Tecnologías de Reproducción de las especies ganaderas*. Además, los resultados esperables son potencialmente transferibles ya que la mejora de protocolos de congelación exitosos constituiría una herramienta sumamente útil para el desarrollo del sector ovino. Este hecho viene avalado por la participación en los diferentes proyectos de dos empresas punteras del sector ovino aragonés, la Asociación Nacional Ganaderos de Rasa Aragonesa (ANGRA) y Carnes Oviaragón (Grupo Pastores).

La obtención de dosis seminales con alta capacidad fecundante constituye un punto crítico para el progreso de la inseminación artificial, la fecundación in vitro y las nuevas tecnologías reproductivas en animales domésticos, especialmente cuando se trata de machos con alto valor genético. Desde 1991, nuestro grupo mantiene una actividad constante en el campo de la *Biología del espermatozoide*, aplicando la alta capacidad analítica de la cromatografía de reparto en sistemas bifásicos acuosos al estudio de espermatozoides de mamíferos, que ha resultado de gran utilidad para el abordaje experimental de cuestiones prácticas del manejo y fisiología del semen. Así, hemos realizado estudios conducentes a

- Puesta a punto de métodos de selección de espermatozoides ovinos de alta calidad, separación de poblaciones espermáticas con distinta viabilidad, etc.
- Diseño de un método de evaluación de la calidad seminal mediante la inducción de la reacción acrosómica en ovino y bovino (fresco y congelado) posterior evaluación por marcaje fluorescente con la lectina RCA.
- Puesta a punto de un método para la cuantificación de espermatozoides portadores de cromosoma X e Y en bovino y en ovino, mediante el estudio de los polimorfismos de los fragmentos de restricción del gen ZFX y ZFY.
- Separación de poblaciones de esperma ovino enriquecidas en espermatozoides portadores de cromosoma X o Y, con alta viabilidad.
- Diseño de un método para predecir la capacidad fecundante de un eyaculado o de un semental.

Estos estudios pueden ser de gran importancia práctica ya que la Mejora Genética necesita técnicas de separación de espermatozoides de alta calidad así como disponer de técnicas de sexaje rigurosas.

El tiempo de vida fértil, relativamente corto, de los espermatozoides ovinos sigue siendo uno de los factores limitantes en la implantación de muchas de las tecnologías reproductivas en esta especie. Esta limitación podría ser superada mediante la crioconservación de espermatozoides, proceso que se practica con éxito en diversas especies. Sin embargo, en la especie ovina, los resultados de fertilidad con semen congelado son especialmente bajos para su aplicación generalizada mediante inseminación, ya que no se han conseguido protocolos de congelación que eviten los daños que causa el proceso en los espermatozoides de esta especie. Se ha sugerido que una de las causas de la pérdida de capacidad fecundante del semen congelado podría ser la *capacitación* espermática prematura producida por la congelación. Por ello, es de gran interés realizar un estudio profundo de la capacitación, para intentar evitar que dicho proceso sea inducido de modo prematuro por la congelación.

Aunque la capacitación espermática ha sido extensamente estudiada en diversas especies, como humano, ratón, o cerdo, el conocimiento que se tiene de este proceso en el espermatozoide ovino es muy escaso. Cabe resaltar que nuestro grupo publicó por primera vez que

- La fosforilación en tirosinas de ciertas proteínas de la membrana plasmática del esperma ovino se relaciona con el estado de capacitación
- El *cold-shock* induce cambios moleculares similares a los inducidos por la capacitación, y que ciertas proteínas del plasma seminal eran capaces de impedir y reparar estos cambios.

Desde entonces, hemos profundizado en el conocimiento de los daños de membrana provocados por la criopreservación en el espermatozoide ovino, su relación con la capacitación y la capacidad protectora de ciertas proteínas del plasma seminal. Hemos comprobado que

- Tanto la capacitación *in vitro* como el choque térmico por frío tienen efectos similares en el espermatozoide ovino, puesto que ambos inducen cambios en la membrana (inversión de fosfatidil serina) y fragmentación del ADN.
- Las proteínas del plasma seminal capaces de proteger al espermatozoide ovino frente al estrés pueden actuar como descapacitantes, y también podrían estar involucradas en la interacción entre gametos
- Y hemos conseguido la identificación, separación y clonación de proteínas del plasma seminal ovino capaces de proteger y reparar el daño provocado por el frío a la membrana espermática

Actualmente, se está iniciando el estudio de la expresión de dichas proteínas en un sistema *in vitro*, con objeto de disponer de ellas para su utilización como crioprotectores.

OTRAS COMUNICACIONES PRESENTADAS

Oral (JOBM172)

Factores medioambientales que afectan a la reproducción de la especie ovina: el fotoperíodo y la nutrición

Fernando Forcada, Alfonso Abecia, Inmaculada Palacín, Isabel Vázquez

Póster

Cepas bacteriocinogénicas de Legionella spp (10 L. pneumophila y 18 especies) valorando la relación producción/sensibilidad y su significado ecológico

Rafael Gómez-Lus¹, Carmen Pelaz², Carmen Rubio¹, Raquel Becerril¹, F.Javier Castillo¹, Estrella Durán¹, Adela Martínez¹, Concepción García¹, Silvia Lóbez¹, Joaquina Gil¹, Mercedes Oca¹, Soledad Salvo¹

¹.Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Zaragoza.

Dirección:<gomezlus@unizar.es>

².Laboratorio de Referencia de Legionella. Centro Nacional de Microbiología Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

iuca
Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales de Aragón
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Zaragoza · España



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA