

IV JORNADAS

del

Instituto Universitario
de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón

11 de noviembre de 2015

LIBRO
DE
RESÚMENES



Lugar:

Facultad de Educación. Salón de Actos
Campus San Francisco. Universidad de Zaragoza



Organiza:

IUCA (Universidad de Zaragoza)
Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza
Tel. 34 976 762972 iuca@unizar.es
Twitter: @IUCAunizar

1.	Introducción	3
2.	Resumen de datos.....	5
	Actividad investigadora del IUCA periodo 2009-2014	
3.	Programa.....	6
4.	Conferencias plenarias	7
5.	Presentaciones Póster.....	11
	Área Biomédica	13
	Área Ciencia y Tecnología Química	18
	Área Jurídico-Económica	38
	Área Patrimonio.....	39
	Área Territorio.....	52
6.	Indice de Autores	83

El Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) de la Universidad de Zaragoza celebra el día 11 de noviembre de 2015 sus IV Jornadas que se organizan con carácter bianual desde su constitución en el año 2009.

En esta edición, las jornadas se celebrarán en la Facultad de Educación (Campus San Francisco) centro al que pertenecen algunos grupos del IUCA de reciente incorporación al mismo.

Además de las conferencias programadas que versarán sobre dos temas de máxima actualidad en el ámbito de las Ciencias Ambientales, como son el *Cambio Climático* y la relación del *Agua con los Modelos de Desarrollo*, en una mesa redonda formada por responsables políticos, autoridades académicas de la Universidad de Zaragoza y expertos de prestigio, se debatirá sobre *Políticas y Estrategias de Investigación en Ciencias Ambientales* y se tratarán las cuestiones actuales más relevantes relacionadas con las líneas de investigación del instituto (incendios, aguas, cambio climático, nanometrología, conservación del patrimonio y desarrollo territorial).

A través de las 70 comunicaciones científicas presentadas, estas Jornadas pretenden exponer con detalle los resultados de las líneas de investigación del IUCA alcanzados durante el último bienio, a toda la sociedad y a la comunidad universitaria.

Dada la interdisciplinariedad del instituto, estas jornadas deben servir también como punto de encuentro a los distintos grupos de investigación que lo integran.

Zaragoza, noviembre 2015
Prof. Juan R. Castillo
Director

EVOLUCIÓN 2009-2014

Miembros Publicaciones
+25% +108%

90
TESIS DOCTORALES

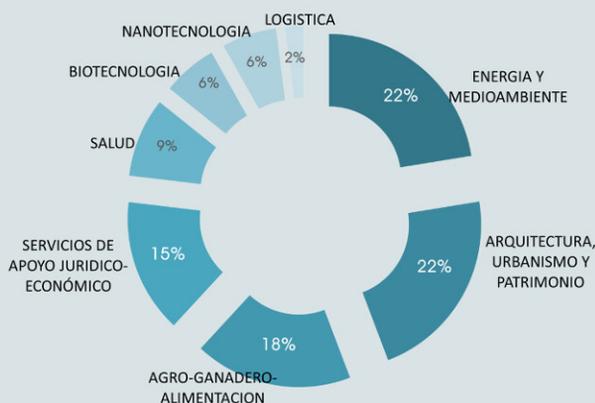
327 CONFERENCIAS INVITADAS

1.300 COMUNIICACIONES A CONGRESOS

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

211 CONTRATOS CON EMPRESAS

4.800.000 EUROS CONTRATADOS
CONTRATOS POR SECTOR EMPRESARIAL



1.015
PUBLICACIONES EN REVISTAS

62%

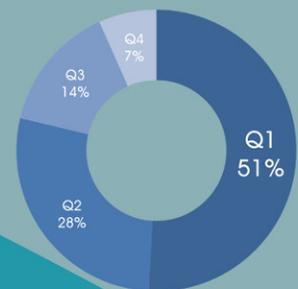
En revistas indexadas en la Web of Science

463
LIBROS Y CAPITULOS

PUBLICACIONES



DISTRIBUCIÓN DE LAS PUBLICACIONES POR CUARTILES DE LA WEB OF SCIENCE



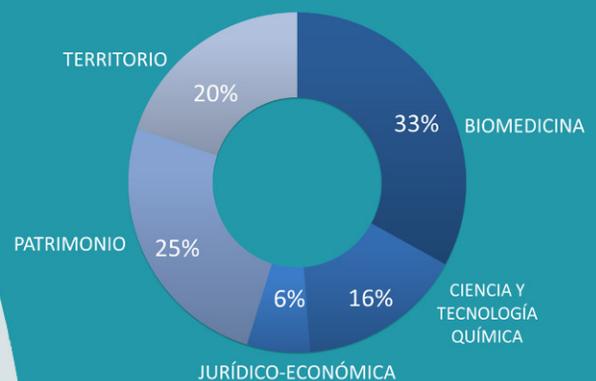
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

CON CONCURRENCIA COMPETITIVA

162 PROYECTOS LIDERADOS

6.500.000 EUROS CAPTADOS

CAPTACIÓN DE RECURSOS POR ÁREA DE INVESTIGACIÓN



- 8.30** Entrega de acreditaciones y colocación de pósters
- 9.15** Inauguración
- 9.30** Mesa redonda
Políticas y estrategias de investigación en Ciencias Ambientales
M. Teresa Gálvez Jaques. Directora General de Investigación e Innovación. Gobierno de Aragón
Sandra Ortega Bravo Directora General de Sostenibilidad. Gobierno de Aragón
Javier San Román Saldaña. Jefe Área de Calidad de Aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro
Juan Manuel Salom Herrera. Teniente Coronel Jefe del IV Batallón de Intervención en Emergencias. Unidad Militar de Emergencias
Luis Miguel García Vinuesa. Vicerrector de Política Científica. Universidad de Zaragoza
Modera: Juan R. Castillo. Director del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón. Universidad de Zaragoza
- 11.00** **Café y sesión de pósters**
- 12.15** Conferencia plenaria. "Cambio Climático: Bases Científicas para Establecer un Acuerdo en la COP 21/CMP11 París 2015"
José M. Moreno Rodríguez
Catedrático de Ecología. Universidad de Castilla-La Mancha
- 13.00** Conferencia plenaria. "Las huellas del agua en el ámbito de los Modelos de Desarrollo"
José A. Sotelo Navalpotro
Director del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales
Universidad Complutense de Madrid
- 13.45** Entrega de Premios Mejor Póster
- 14.00** Clausura
- 14.30** **Almuerzo**

Conferencias plenarias

LAS HUELLAS DEL AGUA EN EL ÁMBITO DE LOS MODELOS DE DESARROLLO

Sotelo Navalpotro, J.A.

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM).

C/ Bartolomé Cossío, s/n, Madrid. jasotelo@ucm.es

Las características permanentes del medio físico pesan sobre la acción del hombre en función, únicamente, de un cierto grado de avance técnico y de un determinado tipo de organización social y económica. El hombre siempre ha tendido a forzar a la naturaleza, a derivar en beneficio propio los flujos de energía que coadyuvan al funcionamiento de los ecosistemas. No contento con satisfacer sus propias necesidades energéticas metabólicas, ha tendido siempre a aumentar el consumo de energía externa -no metabólica con la que transformar y organizar el mundo a su conveniencia inmediata-, especialmente en la demanda de recursos hídricos.

Y, es que, el agua es mucho más que un recurso natural, dada la relevancia territorial, paisajística, por sus papel fundamental en la vida del ser humano y como regulador de ecosistemas del mismo en todo el mundo y asimismo en España, una de las regiones con mayor biodiversidad, y donde el agua adquiere valor como activo socioeconómico. Así pues, cobra vital importancia estudiar y conocer el "volumen total de agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo, por un grupo de personas o por un país, respectivamente", es decir, calcular la "Huella Hídrica" de un país como España. Por todo ello, la investigación y el desarrollo de un modelo metodológico en materia de "Huella Hídrica" está siendo uno de los puntos de referencia temática de estudio por el Grupo de Investigación "Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio" en el Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de la Universidad Complutense de Madrid, ambos bajo mi dirección.

Actualmente, la situación de incertidumbre hídrica consecuencia, en gran medida, del aumento del consumo directo e indirecto de agua, se convierte en origen de problemas tales como la sobreexplotación y contaminación de los recursos hídricos. Si bien, no debemos olvidar que, en tiempos pretéritos, no muy lejanos, la demanda de agua se tenía que ajustar a la disponibilidad de la misma, mientras en la actualidad, como consecuencia de los progresos técnicos, y, de manera especial a los "Modelos Territoriales" vs. "Modelos de Desarrollo", entre otras cuestiones, esto ya no es así. Por todo ello, la presente ponencia tiene como objeto el estudio de la realidad del agua en España, a partir del indicador denominado "huella hídrica", realizando una estimación de la "huella hídrica" española y de sus implicaciones económicas, sociales, ambientales y territoriales; y, a su vez, analizando los recursos hídricos utilizados en nuestro país, necesarios para satisfacer la demanda de bienes y de servicios consumidos, en el primer decenio del siglo XXI, a través de los Modelos de Desarrollo.

Referencias

- [1] Sotelo Navalpotro, J.A. (1999). *Modelos de Organización y Desarrollo Reginal*, Madrid, IUCA, 195pp.
- [2] Sotelo Navalpotro, JA. (2000). *Regional Development Models*, Oxford University Press.
- [3] Sotelo Navalpotro, JA. (2007). *Environmental, Development and Sustainability. Contradictory models and performance policies*. Oxford University Press, 428pp. ISBN 978-84-930734-6-
- [4] Sotelo Navalpotro, JA. *et alii* (2010). *La "Huella Hídrica" española en el contexto del cambio ambiental*. Fundación MAPFRE, 218pp.
- [4] Sotelo Navalpotro, JA. *et alii* (2011). "Huella Hídrica", desarrollo y sostenibilidad en España. Fundación MAPFRE., 425pp. ISBN 978-84-9844-345-5

EL CAMBIO CLIMÁTICO: BASES CIENTÍFICAS PARA ESTABLECER UN ACUERDO EN LA COP 21/CMP11 PARÍS 2015

José Manuel Moreno

*Universidad de Castilla-La Mancha; Avda. Carlos III s/n; 45071 Toledo;
josem.moreno@uclm.es*

El año pasado, el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático, más conocido por sus siglas en inglés como IPCC, aprobó su V Informe de Evaluación. Han pasado 25 años desde que este organismo se fundase. Durante este tiempo ha producido cinco informes y un número importante de informes especiales y de otro tipo. Mostraré primero cómo funciona este organismo para elaborar sus informes. Rigor, transparencia y consenso son los términos que definen su proceder. Posteriormente pasaré a revisar las evidencias científicas sobre la componente física del clima, repasando las principales conclusiones del Grupo de Trabajo I de dicho organismo. Mostraré cómo han cambiado algunos de los principales parámetros que definen el clima mundial, sus incertidumbres y las proyecciones futuras según los distintos escenarios. A continuación, revisaré las conclusiones del Grupo de Trabajo II, que se centra en los impactos, adaptación y vulnerabilidad. De nuevo mostraré cuáles son los principales impactos que han ocurrido en el mundo y que tienen relación con el cambio climático observado. Posteriormente, me detendré en definir el concepto de riesgo y cómo el IPCC lo introduce por primera vez en sus informes. A continuación, repasaré algunos de los impactos futuros. Más adelante, introduciré el concepto de vulnerabilidad como constructo social, y repasaré las opciones de adaptación existentes. Finalmente, introduciré algunas de las principales conclusiones del Grupo de Trabajo III, centrado en la mitigación. Mostraré cómo las emisiones han continuado creciendo hasta nuestros días, y repasaré los factores que están detrás de este incremento. Analizaré las tendencias futuras y las necesidades de mitigación para contener el calentamiento global en 2°C, así como los esfuerzos que se requerirán en los diferentes sectores. Finalizaré con algunas reflexiones generales acerca de las necesidades que se plantean ante la próxima XXI Conferencia de las Partes en París.

Presentaciones Póster

LA BIOMETEOROLOGÍA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL: EFECTO SOBRE LA FERTILIDAD TRAS INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN PEQUEÑOS RUMIANTES

Abecia, J.A.¹; Palacios, C.²; Arrébola, F.³

¹IUCA (BIOFREZ), Facultad de Veterinaria de Zaragoza. ²Facultad Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca. ³IFAPA, Hinojosa del Duque, Córdoba

Introducción. La Biometeorología se encarga del estudio de las interrelaciones directas e indirectas entre el ambiente geográfico y geoquímico de la atmósfera y los organismos vivos. Los sistemas ganaderos, y especialmente los extensivos, están fuertemente vinculados a la meteorología y a los cambios climáticos. Variables meteorológicas como la temperatura ambiente (T), la humedad (HR), la radiación solar (RS) o las precipitaciones (P) son potenciales estresores ambientales, ya que pueden afectar negativamente al bienestar y a la productividad de los animales, cuando llegan a modificar sus procesos fisiológicos [1]. Se ha sugerido incluso una cooperación activa entre meteorólogos y técnicos en producción animal, para crear servicios de asesoría que incluyan los factores meteorológicos como base para las decisiones estratégicas y operativas de control de gestión para mejorar los sistemas de producción [1]. En este contexto, en nuestro grupo llevamos analizando los efectos de diversos parámetros meteorológicos sobre algunos aspectos de la producción de ovinos y caprinos, y más concretamente, sus efectos sobre la fertilidad tras inseminación artificial (IA).

Material y métodos. Hasta este momento se han analizado casi 110.000 IA procedentes de bases de datos de ganaderos ovinos y caprinos, asociándose los resultados de las IA (gestación o no gestación) a diversos parámetros meteorológicos (T media, máxima y mínima, HR, RS y P) recogidos de las estaciones más cercanas a las explotaciones a través de la base de datos del MAGRAMA. Las experiencias han sido las siguientes:

Raza ovina Churra: 48.088 IA (años 2002-2008) en 79 ganaderías de Castilla-León [2].

Raza ovina Rasa Aragonesa: 51.069 IA (2004-2013) en 174 ganaderías aragonesas [3].

Raza caprina Murciano-Granadina: 2.004 IA (2003-2008) en 13 ganaderías andaluzas [4].

Raza caprina Payoya: 1.092 IA (2005-2008) en 10 ganaderías andaluzas [5].

Raza caprina Florida: 7.621 IA (2005-2014) en 47 ganaderías andaluzas y extremeñas [6].

Resultados. En las ovejas Churras, el porcentaje de hembras gestantes tras IA fue significativamente afectado ($P < 0,01$) por las variables estudiadas de manera estacional, ya que en el verano una menor T ambiente el día de la IA aumentó la fertilidad, mientras que en invierno la fertilidad se vio favorecida por una mayor T. Para las ovejas Rasa Aragonesa, hay que destacar que el porcentaje de fertilidad máximo se alcanzó sorprendentemente bajo condiciones de estrés calórico severo, disminuyendo de manera paulatina al disminuir el grado de estrés calórico ($P < 0,001$). Para las cabras Murciano-Granadinas la mayor fertilidad se obtuvo en IA realizadas en días incluidos en el mayor decil de T media, máxima y mínima y RS, y en el menor decil de HR y P ($P < 0,0001$). La fertilidad de las cabras Payoyas se vio afectada de manera muy significativa por altas T y bajas P. Por último, las cabras Floridas explotadas en ganaderías de la costa presentaron las menores fertilidades, en comparación con ganaderías del Valle del Guadalquivir o de las Serranías andaluzas ($P < 0,05$), hecho que puede venir afectado a su vez por las condiciones meteorológicas de las distintas zonas estudiadas.

Conclusión. Las condiciones meteorológicas influyen de manera significativa en la fertilidad de la IA en ovinos y caprinos, de modo que cabría la posibilidad de incluir un pronóstico del tiempo a la hora de planificar las fechas de IA en los rebaños.

Referencias

- [1] Gomes Da Silva RG. Weather and climate and animal production. In *Guide to agricultural meteorological practices* (2006)
- [2] Palacios, C. and Abecia, J.A. *Int. J. Biometeorol.* 59, 585-592 (2015)
- [3] Abecia, J.A., Macías, A., Palacios, C. and Laviña, A. *XI Congreso FIRCA, Zaragoza* (2015)
- [4] Arrébola, F., Palacios, C., Gil, M.J. and Abecia, J.A. *Anim. Prod. Sci.* doi.10.1071/AN15176 (2015)
- [5] Abecia, J.A., Arrébola, F., Macías, A., Laviña, A., et al. *Int. J. Biometeorol.*, en revisión.
- [6] Abecia, J.A. and Arrébola, F. *Int. J. Biometeorol.*, en revisión.

ENZIMAS DE DEGRADACIÓN DE MELATONINA EN LOS TEJIDOS DEL TRACTO REPRODUCTOR DE MORUECO

Gaspar, A.E.; Aguilar, D.; Carvajal, M.; Cardozo, J.; González, M.; Pérez, R.;
Muiño, T.; Casao, A.; Cebrián, J.

*Departamento de Bioquímica, Facultad de Veterinaria, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, C/Miguel Servet 177.
pcebrian@unizar.es*

La melatonina es una molécula ancestral, presente en la mayor parte de los organismos con una alta funcionalidad biológica, destacando su implicación en los procesos reproductivos. Posee un papel relevante en la funcionalidad del tracto reproductor masculino, particularmente sobre los espermatozoides, debido a sus efectos “beneficiosos” en la maduración y calidad espermáticas. Nuestro grupo ha demostrado variaciones estacionales y diarias de los niveles de melatonina en el plasma seminal, y la existencia de receptores MT₁ y MT₂, para esta hormona en espermatozoides. Estos resultados y las altas concentraciones de melatonina durante la noche en el plasma seminal permiten hipotetizar acerca de la existencia de un mecanismo de síntesis y /o secreción de esta hormona en los tejidos y glándulas del tracto genital masculino. Por ello, se ha tratado de analizar la posible existencia de rutas metabólicas específicas para melatonina en las glándulas y tejidos del tracto genital de morueco que estén más relacionados con la maduración y calidad espermática. Los resultados preliminares obtenidos, mediante western-blot, amplificación génica en tiempo real e inmunohistoquímica muestran la existencia de las dos principales enzimas del anabolismo de melatonina, “ASMT” (N-Acetil-serotonina-O-Metil transferasa), “AANAT” (Aralkilamina-N-Acetil-transferasa). Así como, la existencia también de enzimas fundamentales en el proceso catabólico de esta hormona, como son: “MPO” (Mieloperoxidasa) e “IDO” (Indoleamina Pirrol 2,3 dioxigenasa), estando el testículo, el conducto deferente, las vesículas seminales y el epidídimo implicados en el metabolismo de la melatonina. Los resultados obtenidos mediante inmunohistoquímica indican que el testículo podría ser el tejido responsable de la presencia de melatonina en el plasma seminal.

Financiado por: AGL2013-43328-P and AGL DGA/A26-2013-FSE.

LA MELATONINA MODIFICA LA DISTRIBUCIÓN DE CALCIO, LOS NIVELES DE ROS Y LA FOSFORILACIÓN DE TIROSINAS DURANTE LA CAPACITACIÓN ESPERMÁTICA EN LA ESPECIE OVINA

Silvia Gimeno, Adriana Casao, José Álvaro Cebrián-Pérez, María Teresa Muiño-Blanco, Rosaura Pérez-Pé

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

La melatonina es una hormona importante en la regulación de la reproducción, actuando, no solo a través del eje hipotálamo-hipofisario, modificando la expresión de genes gracias a receptores nucleares, si no también participando en acciones no genómicas. La presencia de receptores de esta hormona en la superficie del espermatozoide ovino permite especular sobre su importancia en la funcionalidad espermática. Se sabe que, en ciertas células somáticas, la melatonina ejerce sus acciones a través de diversas vías moleculares coincidentes con las implicadas en la regulación de procesos fisiológicos del espermatozoide como la capacitación. La capacitación es el conjunto de cambios moleculares y fisiológicos que sufre el espermatozoide y que le confieren capacidad fecundante. Durante este proceso, se produce, entre otros eventos, un incremento en las especies reactivas de oxígeno (ROS). A este respecto, es sabido que la melatonina es una molécula con alto poder antioxidante, capaz de reducir el estrés oxidativo inducido por ROS.. Basándonos en todos estos datos, en el presente trabajo se planteó la hipótesis de que la melatonina juega un papel importante en la capacitación espermática.

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de diferentes concentraciones la melatonina sobre varios parámetros relacionados con la capacitación tales como la hiperactivación asociada a la motilidad (mediante un sistema computarizado de análisis espermático, CASA), cambios en la distribución intracelular del calcio (mediante la tinción con clorotetraciclina), los niveles de ROS (utilizando la tinción con H₂DCFDA mediante citometría de flujo) y el incremento de la fosforilación en residuos de tirosinas de las proteínas espermáticas (mediante Western-Blot). La capacitación *in vitro* se indujo utilizando una mezcla de agentes con capacidad para elevar el AMPc intracelular (*cocktail*), con probada efectividad para inducir la capacitación *in vitro* en el espermatozoide ovino.

Los resultados obtenidos indicaron que ninguna de las concentraciones de melatonina utilizadas (100 pM, 10 nM y 1 µM) modificó el porcentaje de espermatozoides con motilidad hiperactivada o con membrana plasmática íntegra (PI-). Sin embargo, la presencia de 1 µM de melatonina en el medio de capacitación dio lugar a un menor porcentaje de espermatozoides capacitados (evaluados por tinción con CTC) ($p < 0,001$), junto con menores niveles de ROS y un menor grado de fosforilación en residuos de tirosinas que la muestra capacitada (con *cocktail*) sin hormona. Estos resultados nos abriría la posibilidad de utilizar la melatonina para regular la capacitación espermática en los procesos de reproducción asistida.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos AGL2014-57863-R y DGA 2015-A26 FSE

VARIABILIDAD EN EL CONTENIDO EN FENOLES DE POBLACIONES DE GAYUBA (*ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI*) DEL NORTE DE ARAGÓN

Toa, A.¹ Asensio, E.¹; Martí, C.¹; Montaner, C.¹; Viruel, J.²; Casanova, J.¹; Sales, E.¹
¹Escuela Politécnica Superior, IUCA, Universidad de Zaragoza. Ctra. Cuarte s/n
 22071 Huesca. ²Herbario SGI. Universidad de Sevilla. Edificio Celestino Mutis, Av.
 Reina Mercedes s/n 41012 Sevilla. E-mail: esalesc@unizar.es

La gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi* L. Spreng.) es una ericácea con distribución circumboreal. En la Península Ibérica crece en sistemas montañosos del norte y del este, más aislada en áreas meridionales. En Aragón se encuentra principalmente en los Pirineos, Sistema Ibérico y sierras cercanas a la depresión del Ebro. Las hojas de este arbusto de porte rastrero han sido tradicionalmente empleadas en el tratamiento de infecciones del tracto urinario [1]. El principio activo más relevante (5-15%) es la arbutina (hidroquinona β -D-glucopiranosido), aunque contiene elevados contenidos de otros compuestos fenólicos [2]. Debido a ello, recientemente se ha propuesto su uso como aditivo antioxidante [3]. En la actualidad, sin embargo, la utilización más frecuente de la arbutina es como blanqueante dérmico en la industria cosmética, ya que inhibe la tirosinasa, enzima que regula la síntesis de melanina [4].

En este trabajo hemos estudiado la variabilidad fitoquímica de 10 poblaciones de *A. uva-ursi* del norte de Aragón (Agüero, Aniés, Barbastro, Lierta, Loarre, Perarrúa, Pico del Águila, Salto de Roldán, Santa Cruz de la Serós y Santa Eulalia) correspondientes a un amplio rango de altitudes (424 - 1410 m). En concreto se determinaron los contenidos en fenoles totales (mediante ensayo Folin-Ciocalteu) y en arbutina (HPLC) en hojas de plantas (8 de cada localidad) recolectadas en marzo y en septiembre de 2014, durante los dos periodos de crecimiento vegetativo de la especie.

En promedio se obtuvieron mayores niveles de fenoles totales y de arbutina en hojas recolectadas en septiembre ($158,8 \pm 21,4$ mg equivalentes de ácido gálico/g peso seco y $143,9 \pm 22,5$ mg/g peso seco, respectivamente), aunque esto varió en función de la población y de la planta estudiada. Tanto en los niveles determinados en hojas recolectadas en marzo como en septiembre, se encontraron diferencias significativas entre poblaciones ($P < 0,001$). Las 80 plantas analizadas en septiembre mostraron contenidos en fenoles totales que variaron entre $103,3 \pm 4,8$ (Lierta-4) y $206,4 \pm 6,5$ (Salto de Roldán-2) mg eq. ác. gálico/g PS, y también variaron en su contenido en arbutina entre $92,0 \pm 2,9$ (Aniés-6) y $194,2 \pm 5,6$ mg/g PS (Santa Eulalia-8). Este amplio rango de variación se tradujo en que en las 10 localidades se observaron diferencias significativas entre plantas para los niveles de fenoles totales de hojas muestreadas en septiembre, mientras que las diferencias en el contenido de arbutina entre plantas fueron significativas solamente en las poblaciones de Barbastro, Lierta, Loarre, Santa Eulalia y Santa Cruz de la Serós. Las plantas con mayores contenidos en fenoles totales mostraron también contenidos superiores en arbutina, aunque la correlación observada entre ambas variables fue baja, se estimó un coeficiente de Pearson de 0,331 ($P = 0,003$). La altitud no afectó al contenido en fenoles totales, pero se encontró una baja correlación entre este factor y el contenido en arbutina, un coeficiente de Pearson de 0,274 ($P = 0,013$). Los niveles de arbutina encontrados en este estudio fueron superiores al máximo referido en el Pirineo catalán (9%) [5], mientras que coinciden con otros autores que analizaron muestras de diferentes procedencias europeas y también preparados comerciales, siendo las plantas procedentes de España las que mostraron en promedio los mayores contenidos en arbutina, hasta un 19% [6].

Referencias

- [1] *American Herbal Pharmacopoeia* (2008)
- [2] Olennikov, D.N. and Chekhirova, G.V. *Chem. Nat. Compd.* 49: 1-7 (2013)
- [3] Amarowicz, R.; Pegg, R.B.; Rahimi-Moghaddam, P.; Barl, B.; Weil, J.A. *Food Chem* 84: 551-562 (2004)
- [4] Migas, P. and Krauze-Baranowska, M. *Phytochem. Lett.* 13: 35-40 (2015)
- [5] Parejo, I.; Viladomat, F.; Bastida, J.; Codina, C. *J Herbs Spices Med. Plants* 9: 329-333 (2002)
- [6] Sonnenschein, M.; Tegtmeier, M. *J. Med. Spice Plants* 17: 124-128 (2012)

EFFECTO DE LA EDAD EN CALIDAD SEMINAL DE ZÁNGANOS APIS MELLIFERA IBERIENSIS

Yániz J.L.; Gosalvez, J., López-Fernández, C.; Sales, E., Santolaria, P.
Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Huesca, España. Carretera de Cuarte s/n. C.P-22071. Huesca. jyaniz@unizar.es.

La abeja melífera de la Península Ibérica se considera como una raza o subespecie de *Apis mellifera* (*Apis mellifera iberiensis*). Se conoce poco sobre las características reproductivas de esta subespecie. El semen del zángano ha sido objeto de diversos estudios, aunque en general se analizan solamente unos pocos parámetros de calidad y el efecto de la edad sobre la calidad seminal es contradictorio en los diferentes trabajos publicados. El objetivo de este trabajo fue poner a punto nuevas técnicas de evaluación de calidad seminal en zánganos de *Apis mellifera iberiensis* y estudiar el efecto de la edad del zángano en diversos parámetros de calidad seminal. El semen de zánganos de edad conocida se recogió siguiendo procedimientos estandarizados. Brevemente, se provocó la eversión del endofalo mediante presión manual del tórax y, si era preciso, del abdomen. Utilizando una jeringa de inseminación (Peter Schley, Lich, Germany), se recogió el semen en tubos capilares con un diámetro interno de aproximadamente 1mm. Los espermatozoides se tiñeron con los fluorocromos yoduro de propidio y Hoechst 333342 para determinar la integridad de la membrana plasmática. La motilidad espermática se determinó mediante un sistema CASA la fragmentación del ADN mediante el test de difusión de la cromatina (SCD), tras su adaptación a esta especie. La adaptación de la técnica SCD ha permitido obtener las primeras imágenes de fragmentación de ADN espermático en *Apis mellifera*. La edad del zángano tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre los diferentes parámetros de calidad seminal analizados, que claramente empeoraron en la quinta semana tras el nacimiento.

ELIMINACIÓN DE AMONIACO PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE CLORACIÓN AL BREAKPOINT

Alonso, S.; Pueyo, N.; Ovelleiro, J.L.; Ormad, M.P.

Grupo de Investigación Calidad y Tratamiento de Aguas · Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales · Escuela de Ingeniería y Arquitectura · Universidad de Zaragoza · Calle María de Luna, 3 50018 Zaragoza · sanalis@hotmail.com

El amoníaco en altas cantidades puede presentar riesgos en las aguas superficiales debido a su toxicidad. Además, un enriquecimiento excesivo de nutrientes como el nitrógeno, puede contribuir con un desproporcionado crecimiento de algas por medio de la eutrofización, hasta convertirlo en un problema de contaminación [1]. El amoníaco es detectado en aguas residuales industriales procedentes del lavado de gases, las cuales deben ser tratadas previamente a su vertido final.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la eficacia del proceso de cloración al breakpoint para la eliminación de amoníaco presente en las aguas residuales industriales.

Se caracteriza inicialmente el agua del ciclo completo de la depuradora de la planta industrial, siguiendo la metodología estándar de pH, conductividad, amoníaco, dureza total y dureza calcio, alcalinidad total y compuesta, cianuros, sólidos en suspensión, turbidez y microcontaminantes orgánicos presentes [2].

Como consecuencia de la elevada presencia de amoníaco, detectado en los resultados de caracterización de las aguas residuales industriales, se estudia el origen de dicho contaminante. Al contrario de lo previsto, el origen de amoníaco no solo proviene de la oxidación de cianuros presentes en las aguas residuales industriales con peróxido de hidrógeno [3], sino de la existencia de precursores de generación de amoníaco como son las sustancias orgánicas nitrogenadas [4].

Se lleva a cabo el tratamiento de cloración al breakpoint en muestras de aguas sintéticas y aguas residuales industriales, evaluando no solo la eliminación de amoníaco, sino la calidad del efluente. Se determina inicialmente la demanda de cloro, es decir, la cantidad mínima de cloro que se necesita añadir a la muestra para satisfacer la oxidación de los compuestos presentes. Se aplica el tratamiento a partir de diferentes dosis de hipoclorito sódico en el rango de 1500-4500 mg Cl₂/L. Tras la adición del agente oxidante, la muestra clorada se almacena durante 4 horas a 25°C en la oscuridad. Se caracteriza el agua transcurrido este tiempo y se establecen las condiciones operacionales óptimas del tratamiento.

La cloración al breakpoint elimina eficazmente el amoníaco presente en el agua sintética y agua residual industrial. Para concentraciones de amoníaco en agua de 250-300 mg NH₄/L, la dosis de hipoclorito sódico a adicionar en aguas sintéticas es de 1595 mg Cl₂/L, siendo necesario aumentar la dosis de cloro hasta un valor de 2150 mg Cl₂/L para la eliminación total del amoníaco presente en las aguas residuales industriales. Sin embargo, para concentraciones de amoníaco en el agua que se encuentran en el rango de 410-460 mg NH₄/L, la dosis de cloro necesaria en el tratamiento para lograr su total eliminación, debe aumentar hasta 3235 Cl₂/L en aguas sintéticas y 3875 mg Cl₂/L en el caso de aguas residuales industriales.

Referencias

- [1] Ramírez Quirós Francisco. *Tratamiento de Desinfección del Agua Potable*. Ed. Canal Educa (2005).
- [2] Eaton, A.D., Franson, M.A.H. *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (2005).
- [3] Terry I. Mudder, Ph.D Michael M. Botz, M.S., P.E. and Adrian Smith, Ph.D. *Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes* (2001).
- [4] Wade, Leroy G. *Química orgánica*. Ed. Pearson Prentice Hall (2004).

ELIMINACIÓN DE CAFEÍNA EN LAS AGUAS DE SALIDA DE DEPURADORA PARA USO AGRÍCOLA MEDIANTE FOTOCATÁLISIS CON DIÓXIDO DE TITANIO

Altabás, L.; Escuadra, S.; Gómez, J.; Lasheras, A.M.; Ormad, M.P.
*Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la
Universidad de Zaragoza*

El objetivo de este estudio es investigar sobre la aplicación de la fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio (TiO_2) para la regeneración de agua de salida de depuradora para uso agrícola y en concreto en la eliminación de cafeína, utilizando este contaminante como indicador de otros muchos presentes de naturaleza y comportamiento similar. Los ensayos se realizan utilizando una cámara solar (modelo CPS Atlas + mediante irradiación a una longitud de onda de 320-800 nm e intensidad de 500 W/m^2) y como catalizador el dióxido de titanio TiO_2 Degussa P25 (EVONIK P25), reactivo de referencia a nivel mundial.

Se aplica el tratamiento fotocatalítico UVA/VIS en muestras de agua destilada, de agua de salida de EDAR sintética y agua de salida de EDAR real. Así mismo y con el fin de separar el TiO_2 utilizado, se realizan ensayos de clarificación mediante coagulación-floculación-decantación así como ensayos de reutilización en discontinuo para estudiar la pérdida de la eficacia del catalizador con el uso. Como parámetro de control se cuantifica la cafeína y el carbono orgánico total (TOC) antes y después del tratamiento y se analizan variables de operación como son el tiempo de tratamiento (0-240 min), la dosis de TiO_2 (0 a 4 g/l) y la influencia de la matriz.

Se observa que un tratamiento de fotocatalisis con TiO_2 y UVA/VIS es capaz de degradar un 95 % de cafeína y alcanzar un 25 % de mineralización completa con un tratamiento de 120 min y una dosis de 1 g/l de TiO_2 en agua destilada. Sin embargo, con el mismo tratamiento, en agua de salida EDAR sintética se alcanza un 65 % de degradación de cafeína inicial y en agua de salida de EDAR real un 80 % de degradación. La matriz tiene una elevada influencia en la eficacia del tratamiento condicionando así el tiempo de tratamiento y la dosis de catalizador utilizada.

De los experimentos de clarificación se concluye que la capacidad de sedimentación del TiO_2 mejora con pH cercanos a la neutralidad. Se comprueba además que el tratamiento de coagulación-floculación-decantación incrementa la velocidad de sedimentación del TiO_2 . El TiO_2 puede ser decantado y reutilizado sin perder su capacidad de oxidación, lo que representa una reducción importante en el coste de tratamiento. Se observa una ligera reducción del poder oxidativo en los ensayos de reutilización en discontinuo en agua de salida de EDAR sintética (10 usos, UVA/VIS de 120 min).

En conclusión, la fotocatalisis con TiO_2 es una buena alternativa para tratar aguas contaminadas con contaminantes orgánicos persistentes.

Referencias

- [1] Cho, M., Chung, H., Choi, W., Yoon, J. *Linear correlation between inactivation of E. coli and OH radical concentration in TiO_2 photocatalytic disinfection. Water Research, 38, 1069-1077 (2004)*
- [2] Miranda-García N., Maldonado M.I., Coronado, J.M. and Malato, S. *Catalysis Today 151, 107-113 (2010)*
- [3] Rosal, R., Rodríguez, R., Perdigón-Melón, J.A., Petre, A., García-Calvo, E., Gómez, M.J., Agüera, A. and Fernández-Alba A.R. *Chemosphere 74, 825-831 (2009)*.
- [4] Yamal-Turbay, E., Graells, M. and Pérez-Moya, M. *Ind. Eng. Chem. Res. 51, 4770-4778 (2012)*.
- [5] Zhou and Smith, *Advanced technologies in water and wastewater treatment. J. Environ. Eng. Sci. 247-264 (2002)*
- [6] EPA. *Guidelines for water reuse. United States Environmental Protection Agency. (2012)*
- [7] Umar, M., Aziz, H.A. *Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants in Water. Organic Pollutants - Monitoring, Risk and Treatment, 195-208 ISBN 978-953-51-0948-8 (2013)*

ASOCIACIÓN DE *DREISSENA POLYMORPHA* Y MICROORGANISMOS POTENCIALMENTE PATÓGENOS EN LA CUENCA DEL EBRO

Benito, M.¹; Mosteo, R.¹; Ormad, M.P.¹; Rubio E.²; Goñi, P.²

¹Grupo de Calidad y Tratamiento de Aguas. Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza, C/María de Luna 3, 50018 Zaragoza (575821@unizar.es)

²Grupo Parasitología Autocuidados y Salud Ambiental. Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza, C/Domingo Miral SN, 50009 Zaragoza

Introducción y objetivos

Entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas, según la base de datos publicada por Invasive Species Specialist Group (ISSG) perteneciente a la IUCN [1], se encuentra el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) [2]. Este bivalvo, gracias a sus cualidades invasivas se ha ido extendiendo por toda cuenca del Ebro desde 2001, asentándose principalmente en los embalses [3]. Debido a su elevada actividad filtradora, concentra en su interior microorganismos a los que protege de las condiciones ambientales adversas. A su vez, algunos de ellos como las amebas de vida libre (AVL), son capaces de albergar en su interior bacterias a las que protegen de dichas condiciones adversas (ARB). Cuando estos microorganismos son potencialmente patógenos, la complejidad de estos ecosistemas puede suponer un riesgo ambiental y sanitario, pero también puede proporcionar una herramienta interesante para evaluar la contaminación microbiológica [4][5][6][7]. El objetivo principal consiste en avanzar en el conocimiento sobre la integración del mejillón cebra en los ecosistemas donde asienta y sus relaciones con los microorganismos que allí se encuentran, para evaluar su posible utilidad como indicadores de presencia microorganismos potencialmente patógenos en aguas.

Materiales y métodos

Se estudia la concentración de cuatro bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas y tejido de *D. polymorpha*, en concreto: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp. y *Clostridium perfringens* para evaluar su posible acumulación y concentración en el interior del mejillón, en muestras procedentes del embalse de Sobrón y la acequia de Rimer (Caspé). El aislamiento e identificación de las AVL y otros protozoos presentes en el agua y acumulados en el mejillón cebra, se lleva a cabo mediante cultivo en agar NN con *E. coli*, y técnicas de PCR para la identificación molecular de AVL y de ARB que las amebas albergan en su interior. Para ello, se recogen muestras de agua natural y ejemplares de la acequia de Rimer y los embalses de La Sotonera, Flix y Sobrón.

Resultados

Se confirma la acumulación en el interior del mejillón de las cuatro bacterias analizadas, demostrándose relación entre la concentración del agua y la del mejillón marcada por factores como el tamaño o capacidad de metabolización de la bacteria. Así mismo, se demuestra la acumulación de protozoos en el interior de *D. polymorpha*, se han aislado AVL en el 65% de las muestras, e identificando genéticamente el 55% de ellas. El 40% pertenece al género *Naegleria* spp., el 10% a *Acanthamoeba* spp., el 10% *Hartmannella* spp. y el 40% a otros géneros de AVL. No se observa correspondencia entre los géneros detectados en el agua y el mejillón, lo que tiene una doble implicación: ambiental por su posibilidad de modificar las poblaciones que conforman un nicho ecológico y sanitaria, si albergasen géneros patógenos para humanos y animales. El 50% de las amebas aisladas presentan *Legionella* spp. en su interior y el 40% *Pseudomonas* spp. a las que las AVL protegen frente a los desinfectantes comunes, permitiendo incluso que se reproduzcan en su interior [8], y actuando así como reservorio de las mismas.

Conclusiones

Se demuestra que *D. polymorpha* actúa como reservorio de bacterias y protozoos. Se detectan distintos géneros de AVL que albergan también ARB en su interior, con el riesgo ambiental y sanitario que ello conlleva. Destacar su utilidad para analizar el estado ecológico del medio donde permanece, almacenando en su interior la contaminación microbiológica del agua que por allí transcurre.

Referencias

- [1] Lowe, S.; Browne, M.; Boudjelas, S.; and De Poorter, M. Published by the IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG) (2000). <http://www.issg.org/database>
- [2] Durán, C.; Viamonte, A.; Bernat, Y.; Díez-Antoñanzas, L.; Jiménez, C. and Anadón, A. *Ambienta*. 72, 44-50 (2007).
- [3] Ruíz-Altaba, C.; Jiménez, P.J. and López, M.A. *Quercus*. 188, 50-51 (2001).
- [4] Mosteo, R.; Goñi, P.; Miguel, N.; Abadías, J.; Valero, P. and Ormad, M.P. *Environ. Sci. Pollut. Res.* Published online (2015).
- [5] Graczyk, T.K.; Macogliese, D.J.; de Lafontaine, Y., Da Silva, A.J.; Mhangami-Ruwende, B. and Pieniazek, N.J. *Parasitol. Res.* 87, 231-234 (2001).
- [6] Selegean, J.P.W.; Kusserow, R.; Patel, R.; Heidtke, T.M. and Ram, J.L. *J Environ. Qual.* 30, 171- 179 (2001).
- [7] Palos Ladeiro, M.; Aubert, D.; Villena, I.; Geffard, A. and Bigot, A. *Water Res.* 48(1), 148-155 (2014).
- [8] Goñi, P.; Fernández, M.T. and Rubio, E. *Environ. Microbiol.* 16(2), 339-49 (2014).

BIOACUMULACIÓN DE METALES EN *DREISSENA POLYMORPHA* Y SU ASOCIACIÓN CON NIVELES EN AGUA Y ACTIVIDADES HUMANAS

Benito, M.¹; Mosteo, R.¹; Ormad, M.P.¹; Rubio E.²; Goñi, P.²

¹ **Grupo Calidad y Tratamiento de Aguas. Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza, C/María de Luna 3, 50018 Zaragoza (575821@unizar.es)**

² **Grupo Parasitología Autocuidados y Salud Ambiental. Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza, C/Domingo Miral SN, 50009 Zaragoza**

Introducción y objetivos

El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) es un bivalvo invasivo de agua dulce originario de la región Ponto-cáspica [1]. Su primera detección en España fue en el año 2001 en el tramo inferior de río Ebro y desde entonces gracias a su actividad colonizadora y de reproducción se ha propagado por toda la cuenca [2]. Debido a su alimentación por filtración, es capaz de acumular grandes cantidades de contaminantes en su tejido durante su ciclo de vida, lo que hace de este molusco un organismo interesante para ser utilizado como centinela en la evaluación de la calidad del agua [3][4][5]. La finalidad de este estudio es analizar la acumulación y concentración de metales en el interior del mejillón cebra y su posible papel por tanto como bio-indicador. Para ello, se tienen en cuenta la acumulación de estos metales en el interior del mejillón, sus niveles en las aguas en las que habitan y las actividades que se desarrollan en el área de donde procede la muestra.

Materiales y métodos

Se examina la concentración de 66 metales en el tejido de *D. polymorpha*, mediante su liofilización [6] y posterior análisis por Ionización en Plasma de Acoplamiento Inductivo-Espectrometría de Masas. Para ello, se toman muestras de agua natural y ejemplares de mejillón en cuatro puntos de muestreo situados a lo largo de la cuenca del Ebro, en los que se desarrollan distintas actividades, industriales o agrícolas y ganaderas. Los resultados obtenidos, se comparan con la información de metales en aguas de la estación control más cercana, disponible en la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Resultados y discusión

El estudio revela que *D. polymorpha* concentra y bioacumula en su interior los metales pesados que se encuentran presentes en el agua, donde sus niveles están más diluidos. Existe correspondencia entre los metales de mayor concentración en el medio (Na, Mg, P o Ca) y los que se detectan también en niveles más altos en el mejillón. Observándose además, que para aquéllos metales propios de la actividad desarrollada en cada área (por ejemplo As, Al, Pb o U), su nivel en el mejillón en la localización correspondiente, es mayor al encontrado en ejemplares procedentes de los otros puntos de muestreo, lo que evidencia el impacto de estas actividades en la biota y el medio. Así por ejemplo, en los puntos de muestreo pertenecientes a zonas agrícolas y ganaderas se observa que la concentración de As ($7,50 \mu\text{g g}^{-1}$ y $6,59 \mu\text{g g}^{-1}$) o Cd ($2,51 \mu\text{g g}^{-1}$ y $1,28 \mu\text{g g}^{-1}$) en el mejillón es mayor a la detectada en muestras procedentes de zonas industriales; en cambio, en áreas industriales la concentración por ejemplo de Al ($1447,86 \mu\text{g g}^{-1}$ y $833,07 \mu\text{g g}^{-1}$), Fe ($1287,81 \mu\text{g g}^{-1}$ y $952,19 \mu\text{g g}^{-1}$) o Cs ($0,35 \mu\text{g g}^{-1}$ y $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$), es mayor a la encontrada en individuos recogidos en zonas agrícolas y ganaderas. El mejillón cebra retiene durante su ciclo de vida, y en función de la abundancia en el medio donde se fija, aquéllos metales con cierto carácter peligroso para el bivalvo, y cuya eliminación es muy lenta o prácticamente inexistente, por lo que su estudio en el mejillón no proporciona información de las condiciones actuales del agua, sino un histórico de la situación del área donde se encuentran, actuando como testigo de posibles vertidos puntuales y de la calidad del agua.

Conclusiones

D. polymorpha es un bio-marcador aceptable que proporciona un histórico de la calidad del agua allí donde se fija, reflejando niveles de concentración en el mejillón influenciados por actividad desarrollada en el área. Además esta concentración de metales supone un riesgo para los ecosistemas y la Salud Pública por la transferencia y redistribución de contaminantes.

Referencias

- [1] McLaughlan, C. and Aldridge, D.C. *Water Res.* 47(13), 4357-69 (2013).
 [2] Palau, A.; Durán, C. and Romeo, R. *Ing. Agua.* 15, 267-80 (2008).
 [3] Mosteo, R.; Goñi, P.; Miguel, N.; Abadías, J.; Valero, P. and Ormad, M.P. *Environ. Sci. Pollut. Res.* Published online (2015).
 [4] Alcaraz, C.; Caiola, N. and Ibáñez, C. *Sci. Total Environ.* 409(5), 898-904 (2011).
 [5] Voets, J.; Redeker, E.S.; Blust, R.; and Bervoets, L. *Aquat. Toxicol.* 93(1), 53-60 (2009). [6] Jović, M. and Stanković, S. *Food Chem. Toxicol.* 70, 241-51 (2014).

APLICACIÓN DE NANO-FOTOCATÁLISIS CON TiO₂ PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES PERSISTENTES PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES

Escuadra, S., Altabás, L., Miguel, N., Gomez, J., Lasheras, A. M., Ormad, M. P.

¹ *Departamento Ingeniería Química y Tecnología Medio Ambiente, IUCA, Universidad de Zaragoza.* ² *NILSA, SA. escuadra@unizar.es*

La presencia de determinados contaminantes tóxicos, persistentes y bioacumulables en las aguas así como de otros emergentes cuyos efectos no son todavía bien conocidos, pueden limitar el uso de la misma, siendo necesario un tratamiento posterior que adecue la calidad de la misma para su uso [1-3].

Actualmente se estudia la eliminación de estos contaminantes orgánicos persistentes mediante procesos de oxidación avanzada [4-5], entre los que destaca la fotocatalisis heterogénea. El dióxido de titanio es el semiconductor más indicado para usar en el tratamiento fotocatalítico del agua debido a su baja toxicidad, resistencia a la fotocorrosión, disponibilidad, efectividad y relativo bajo coste. [6-10].

El objetivo de este estudio es analizar la degradación de los contaminantes orgánicos persistentes γ -hexaclorociclohexano (γ -HCH o Lindano) y el 2,4-diclorofenol (2,4-DCP) y la cafeína como contaminante emergente en disolución acuosa mediante un tratamiento fotocatalítico UVA/VIS.

Los ensayos se realizan utilizando una cámara solar (modelo CPS Atlas + mediante irradiación a una longitud de onda de 320-800nm e intensidad de 500W/m²) y como catalizador una nano-suspensión de TiO₂ comercial de Levensol. Se analizan variables de operación como son el tiempo de tratamiento (30-120 minutos), dosis de TiO₂ (0,1 a 4g/l), la influencia de la matriz y la capacidad de reutilización.

El tratamiento de fotocatalisis heterogénea es capaz de degradar los tres contaminantes orgánicos estudiados, aumentando la degradación al aumentar la dosis de TiO₂ y/o el tiempo de tratamiento UVA/Vis. Se consigue una degradación del 90% de la Cafeína inicial (45 mg/l) con un tratamiento de 2 horas y una dosis de 1g/l de TiO₂, para degradar el lindano (2 mg/l) es necesario un tratamiento de 4 horas y 1g/l de TiO₂. Se consigue una degradación máxima del 60% del 2,4-DCP con los tratamientos estudiados. El TiO₂ puede ser decantado y reutilizado sin perder su capacidad de oxidación, lo que representa una reducción importante en el coste de tratamiento.

En conclusión, la fotocatalisis con TiO₂ es una buena alternativa para tratar aguas contaminadas con contaminantes orgánicos persistentes.

Referencias

- [1] Use este formato.
- [2] Font, R. and Marcilla, A. *Int. Symp. Anal. Appl. Pyrol.* 5, 23-27 (2004)
- [1] Lathasree S., Rao A.N., Siva Sankar B., Sadasivam V., Rengaraj K. *J. Mol. Catal. A: Chem.* 2004; 223: 101-105.
- [2] Kilic M., Cinar Z. *J. Mol. Struct. THEOCHEM.* 2008; 851: 263-270.
- [3] Pera-Titus M., Garcia-Molina V., Banos M.A., Gimenez J., Esplugas S. *Appl. Catal. B: Environ.* 2004; 47: 219-256.
- [4] Yamal-Turbay, E., Graells, M. and Pérez-Moya, M. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2012; 51: 4770-4778.
- [5] Rosal, R., Rodríguez, R., Perdigón-Melón, J.A., Petre, A., García-Calvo, E., Gómez, M.J., Agüera, A. and Fernández-Alba A.R. *Chemosphere.* 2009; 74: 825-831.
- [6] Klavarioti, M., Mantzavinos, D., Kassinos, D. *Environment International.* 2009; 35: 402-417.
- [7] Nishida, K. and Ohgaki, S. *Water Sci. Technol.* 1994; 30 (9): 39-46.
- [8] Turchi, C. and Ollis, D.F. *J. Catal.* 1990; 122: 178-191.
- [9] Miranda-García N., Maldonado M.I., Coronado, J.M. and Malato, S. *Catalysis Today.* 2010; 151: 107-113
- [10] Umar, M., Aziz, H.A. 2013; 195-208. ISBN 978-953-51-0948-8.

DEPURACIÓN DE EFLUENTES DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA MEDIANTE PROCESOS CONVENCIONALES Y DE OXIDACIÓN AVANZADA.

Guzmán, J.; Mosteo, R.; Ovelleiro, J.L.

*Grupo de Investigación Calidad y Tratamiento de Aguas. Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de Zaragoza, c/ María de Luna, 3 50018-ZARAGOZA.
662175@unizar.es.*

La industria agroalimentaria es un sector industrial en el que se consumen grandes volúmenes de aguas y habitualmente se producen importantes caudales de aguas residuales. La depuración de este tipo de aguas suele realizarse con métodos tradicionales como tratamientos físicos-químicos y procesos biológicos aerobios basados en el empleo de fangos activos. Sin embargo, estos tratamientos resultan a menudo deficientes debido a la elevada variabilidad de estos efluentes tanto en composición como en caudal; así como a los elevados tiempos de retención hidráulicos requeridos para su implantación y la defectuosa decantabilidad de los fangos por escasa densidad de los mismos (bulking) [1]. Como opciones de mejora para el funcionamiento de los sistemas de depuración biológico, se han evaluado etapas previas basadas en la reducción de materia orgánica, eliminación de sólidos, turbidez, color, etc., a través de diferentes procesos. En esta línea, los Procesos de Oxidación Avanzada (POAs), podrían ser empleados como complemento o alternativa a otros tratamientos convencionales utilizados. Los POAs son técnicas basadas en la generación de Especies Reactivas del Oxígeno (ROS) muy reactivas y de ataque poco selectivo, con un elevado poder de oxidación sobre los contaminantes [2], haciendo uso de sustancias como el ozono, peróxido de hidrógeno, catalizadores metálicos, radiación artificial y solar, etc. El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la aplicación de Procesos de Oxidación Avanzada (procesos pseudo-Fenton en fase homogénea asistidos con radiación UV-vis y procesos basados en el ozono (O_3 , O_3/UV , O_3/H_2O_2 , $O_3/H_2O_2/UV$)) y procesos convencionales como la coagulación-floculación (CFD) y tratamiento biológico de lodos activos en un reactor discontinuo secuencial (SBR) como tratamiento de efluentes de la industria agroalimentaria, específicamente en el tratamiento de vertidos de la industria procesadora de cítricos.

En base a los resultados obtenidos de las diferentes tecnologías de tratamiento estudiadas se plantea que los procesos basados en el ozono resultan ser una opción poco factible técnicamente teniendo en cuenta los rendimientos de reducción de materia orgánica. Sin embargo estos procesos de oxidación como etapa de pretratamiento, reducen de manera efectiva el color y la turbidez presente en estos vertidos. La aplicación de procesos pseudo-Fenton en el tratamiento de vertidos con elevado contenido de materia orgánica ($10000 \text{ mgO}_2/\text{L}$) produce la degradación parcial de la materia orgánica en condiciones que se pueden considerar como óptimas (relación en peso $[H_2O_2/DQO] = 1.6$ y 510 mg/L de Fe^{3+}). Además, una etapa de CFD previa o posterior a un proceso de oxidación mejora las características físico-químicas de los efluentes pretratados. Como alternativa de depuración para estos vertidos se propone un tratamiento que se ajuste y acople a los sistemas existentes habitualmente en las industrias cítricas atendiendo a las necesidades reales requeridas en cada etapa de ciclo productivo, de manera tal que para el período durante el cual los vertidos que se generan presentan altas concentraciones de materia orgánica se propone un sistema compuesto por un proceso pseudo-Fenton/CFD/tratamiento biológico de lodos activos [3,4]. Una estimación de los costes totales de producción del sistema propuesto a partir de resultados de la investigación a escala de laboratorio asciende a 14.7 €/m^3 , costes razonables teniendo en cuenta las características de estos efluentes y los procesos implicados, fundamentalmente la etapa de oxidación mediante el proceso pseudo-Fenton en la cual se ha valorado como fuente de radiación el uso de la luz solar natural, lo que hace que estos procesos sean una alternativa económica y ambientalmente factible.

Referencias

- [1] Carrand, G. and Bonaf C. 1992. *Rev. Ing. Química*, 24, 153-156 (1992).
- [2] Ormad, M.P.; Mosteo, R.; Ibarz, C.; Ovelleiro, J.L. *Appl. Catal., B*. 66, 58-63 (2006).
- [3] Guzmán, J.; Mosteo, R.; Ormad, M.P. and Ovelleiro, J.L. *J. Agric. Food Chem.* 63, 391-397 (2015).
- [4] Guzmán, J. *Tesis de la Universidad de Zaragoza*, ISSN 2254-7606, 2015-57 (2015).

PRESENCIA Y EVOLUCIÓN DE COLIFORMES TOTALES, E.COLI Y SALMONELLA EN LA LÍNEA DE AGUAS Y FANGOS EN EDARS

López, A.; Mosteo, R.; Goñi, P.; Gómez, J.; Lasheras, A.M.; Ormad, M.P.
Grupo Calidad y Tratamiento de Aguas · IUCA. EINA, Universidad de Zaragoza,
C/María de Luna 3, 50018 Zaragoza (andlopez@unizar.es)

Las aguas residuales urbanas presentan una composición microbiológica altamente variable en función del tamaño de la población o su actividad económica fundamental. En los últimos años se han realizado estudios de caracterización microbiológica en aguas residuales urbanas y en efluentes tratados en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) [1]. Las EDARs se diseñan para reducir la contaminación relativa a materia orgánica biodegradable, sólidos y nutrientes de acuerdo a la normativa vigente [2] pero no para eliminar totalmente sustancias peligrosas ni microorganismos [3]. Por ello, estos contaminantes que siguen presentes en aguas y fangos se introducen al medio ambiente mediante el vertido al cauce del río o en los fangos que sirven como abono en agricultura.

El objetivo principal de esta investigación es estudiar el efecto de los procesos presentes en diferentes EDARs sobre la contaminación microbiológica debida a los coliformes totales, *Escherichia coli* y la presencia de Salmonella.

Las EDARs objeto de estudio están ubicadas en Navarra y tienen diferentes etapas y procesos de depuración, tal y como se muestra en la tabla 1. Se evalúa la línea de aguas así como la de fangos.

En cada muestra se analizan coliformes totales y *E. coli* así como la presencia de Salmonella. Coliformes totales y *E.coli* se determinan mediante la técnica de siembra en superficie o filtración en membrana siguiendo métodos basados en normativa ISO [4]. El análisis de Salmonella es cualitativo y se indica la presencia o ausencia en la muestra.

Tabla 1: Características y etapas de las EDAR objeto de estudio

	Habitantes equivalentes	Q _{entrada} (m ³ /d)	Tratamiento primario	Tratamiento secundario	Tratamiento terciario	Tratamiento fangos
EDAR1	11064	1100	<ul style="list-style-type: none"> Tamiz Decantador 	<ul style="list-style-type: none"> Filtros percoladores Decantador 	-	Espesador
EDAR2	4300	524	<ul style="list-style-type: none"> Rejas Reactor anóxico 	<ul style="list-style-type: none"> Fangos activos Decantador 	-	Espesador
EDAR3	15869	2976	<ul style="list-style-type: none"> Separador de grasas y arenas Decantador 	<ul style="list-style-type: none"> Filtros percoladores Decantador 	Lagunaje aerobio	<ul style="list-style-type: none"> Digestor aerobio termófilo Centrífuga

En general, se observa que la eficacia de eliminación de bacterias depende de muchos factores de funcionamiento de la planta. En concreto, en la línea de aguas se observa una reducción de la concentración de microorganismos de hasta 4 unidades logarítmicas entre influente y efluente en función de las etapas de las que consta la EDAR. Destaca la eficacia de las lagunas como tratamiento terciario alcanzando una reducción de microorganismos hasta 3log₁₀. En la línea de fangos cuando está presente la etapa de digestión se observa una ligera reducción de la concentración microbiológica aunque por otro lado se detecta la presencia de salmonella en esos puntos de la línea de tratamiento.

Referencias

- [1] Mosteo R., Ormad M.P., Goñi P., Rodríguez-Chueca J., García A., Clavel A. *WaterSciTechnol.* 68, 575-583 (2013)
- [2] Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas
- [3] Ormad MP. *Gestión y tratamiento de aguas residuales.* ISBN: 978-84-938668-0-8. 155-160 (2011)
- [4] UNE EN ISO 9308-1:2001; UNE EN ISO 7899-2:2001; UNE EN ISO 19250:2013; Standard Methods (SM) 9215C

ELIMINACIÓN DE CIANUROS EN AGUA MEDIANTE FOTOCATÁLISIS CON TiO₂. REUTILIZACIÓN DEL CATALIZADOR

Miguel, N.; Pueyo, N.; Mosteo, R.; Ormad, M.P.; Ovelleiro, J.L.

Grupo de Investigación Calidad y Tratamiento de Aguas, IUCA. Dpto. de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, EINA, Universidad de Zaragoza

El ion cianuro (CN⁻) es una sustancia química de conocido carácter tóxico, razón por la cual se considera sustancia preferente y su concentración máxima admisible en aguas naturales está regulada por la legislación vigente. Actualmente, son muchos los tratamientos capaces de eliminar cianuros en aguas si bien la mayoría de ellos no los eliminan por completo sino que dar lugar a subproductos tóxicos tras su degradación. Debido a esto, se plantea el estudio de la eliminación de cianuros a través de procesos de oxidación avanzada (POA), basados en la generación de radicales. Uno de estos procesos, la fotocatalisis, presenta numerosas ventajas en el tratamiento de aguas porque produce la degradación de una gran variedad de contaminantes tóxicos (Ollis, 2000) y es posible utilizar luz solar como fuente de irradiación (Feitz et al., 2000).

En concreto, el objetivo de este trabajo es estudiar la efectividad de la fotocatalisis con TiO₂ en la eliminación de cianuros. Además de ello, se estudia la influencia de la adición del H₂O₂ al tratamiento y se realiza un estudio de reutilización del catalizador de TiO₂.

Se preparan muestras en agua destilada con una concentración de CN⁻ de 5 mg L⁻¹. Estas muestras se someten a distintos tratamientos combinando TiO₂, H₂O₂ y radiación UV y se miden las concentraciones de cianuros a través del método estándar 4500-CN⁻ C y D (Eaton et al., 2005). Se utiliza TiO₂ P25 (Degussa) y como fuente de radiación UV se utiliza una cámara solar ATLAS SUNTEST CPS+/XLS+. Los experimentos se llevan a cabo con agitación a 300 rpm y durante 30 minutos por duplicado. Tras la selección del tratamiento más efectivo entre los ensayados, se varía el tiempo de tratamiento entre 15 y 80 minutos. Por último, el estudio de reutilización del TiO₂ se lleva a cabo con 1 g TiO₂ L⁻¹ y radiación UV durante 30 minutos aplicando el mismo catalizador cuatro veces sucesivas tras separarlo de las muestras mediante filtración y posterior desecación.

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

ENSAYO	TiO ₂ (g L ⁻¹)	H ₂ O ₂ (M)	Radiación UV	Tiempo (min)	% eliminación de CN ⁻
1	1	0	No	30	8.3±0.6
2	0	0.02	Sí	30	37.0±0.1
3	1	0	Sí	30	79.6±3.1
3.1	1	0	Sí	15	60.0±1.8
3.2	1	0	Sí	45	88.2±2.0
3.3	1	0	Sí	60	94.4±1.5
3.4	1	0	Sí	80	97.8±0.9
4	0	0	Sí	30	9.0±0.7
5	0	0	No	30	0.0±0.0
6	1	0.02	Sí	30	24.9±0.4
7	1	0.02	No	30	19.3±1.6
8	0	0.02	No	30	12.9±0.6

NÚMERO DE USOS	% eliminación de CN ⁻
1	79.6±3.1
2	50.0±2.7
3	49.5±2.5
4	50.1±2.0

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DEL LAVADO DE GASES DE COQUERÍA MEDIANTE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Pueyo, N.; Miguel, N.; Ovelleiro, J.L.; Ormad, M.P.

Grupo de Investigación Calidad y Tratamiento de Aguas · Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales · Escuela de Ingeniería y Arquitectura · Universidad de Zaragoza · Calle María de Luna, 3 50018 Zaragoza · npueyo@unizar.es

El objetivo del presente estudio es evaluar la aplicabilidad del tratamiento con peróxido de hidrógeno para la eliminación de cianuros presentes en aguas residuales procedentes del lavado de gases de un horno de combustión del carbón, analizando el efecto de la presencia o ausencia de sólidos en suspensión en la eficiencia del tratamiento aplicado.

Se caracteriza el agua residual industrial utilizando los métodos estándares de pH, conductividad, cianuro total, alcalinidad, dureza total, dureza de calcio, carbono orgánico total, amoníaco, sólidos en suspensión totales y turbidez [1] y los sólidos presentes en la misma mediante microscopía electrónica de barrido de emisión de campo [2].

Se aplica el tratamiento con peróxido de hidrógeno en muestras de aguas residuales sintéticas y aguas residuales industriales. Se adicionan diferentes concentraciones de agente oxidante (6.5–200 mg/L) a un volumen de muestra a tratar, la cual se agita a 40 rpm a temperatura ambiente y con exposición a la luz ambiental. El tiempo de reacción es constante de 5 minutos.

Para evaluar el efecto que tiene la presencia de sólidos en suspensión presentes en las aguas residuales industriales sobre el rendimiento de eliminación de cianuros se realiza un tratamiento previo de coagulación-floculación-decantación mediante la adición de policloruro de aluminio (4 mg/L) y copolímero de acrilamida (1 mg/L).

A pH básico (superior a 10), la eliminación de cianuros presentes en aguas residuales sintéticas a partir de peróxido de hidrógeno no supera un rendimiento de eliminación del 14% utilizando un ratio másico peróxido de hidrógeno-cianuro de 11.6. Sin embargo, mediante la aplicación del tratamiento previo de coagulación-floculación-decantación se consigue aumentar el rendimiento de eliminación de cianuros presentes en aguas residuales industriales hasta un 47% utilizando un ratio másico peróxido de hidrógeno-cianuro muy similar al utilizado en la eliminación de cianuros presentes en aguas residuales sintéticas. La presencia de materia en suspensión formada principalmente por carbón, carbonato de calcio y carbonato de magnesio reduce la eficacia del tratamiento de eliminación de cianuros a partir de peróxido de hidrógeno debido su consumo parcial al reaccionar con dicha materia en suspensión [3-5].

Referencias

- [1] Eaton, A.D., Clesceri, L.S. Rice, E.W., Greenberg, A.E., Franson, M.A.H. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005).
- [2] Goldstein, J., Newbury, D.E., Joy, D.C., Lyman, C.E. Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., Michael, J.R. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis* (1992).
- [3] Huang, H., Lu, M., Chen, J., Lee, C. *Chemosphere* 51, 935-943 (2003).
- [4] Georgi, A., Kopinke, F. *Appl. Catal. B-Environ.* 58, 9-18 (2005).
- [5] Khorramfar, S., Mahmoodi, N., Arami, M., Bahrami, H. *Desalination* 279, 183-189 (2011).

CARACTERIZACIÓN DE NANOMATERIALES DE PLATA UTILIZADOS COMO ADITIVOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL: ENSAYOS DE LIXIVIACIÓN

Abad-Álvaro I. ; Bolea E.; Laborda F.; Castillo J.R.

*Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA),
Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS), Dpto. de Química Analítica,
Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009
Zaragoza. iabad@unizar.es*

El interés creciente por los materiales a nanoescala está convirtiendo a las nanopartículas de plata en el nanomaterial más utilizado actualmente, debido a sus propiedades antimicrobianas. El empleo tradicional de plata iónica se ha visto sustituido por el uso de plata metálica en forma de nanopartículas, debido a su mayor estabilidad, mayor actividad antimicrobiana y menor toxicidad para las células eucariotas. Todas estas propiedades, han permitido considerar a estas nanopartículas como alternativa a otros productos prebióticos utilizados actualmente en la alimentación animal. Una de las variables a tener en cuenta en la incorporación de las nanopartículas de plata en la dieta de estos animales es la forma de administración, ya que ha de permitir una dosificación correcta de las mismas. Las arcillas se utilizan en alimentación animal para múltiples aplicaciones tecnológicas, nutricionales, sanitarias y ambientales. En este punto se plantea la utilización de sepiolitas y caolines, recubiertos con nanopartículas de plata como vehículos de administración de plata a los animales.

En primer lugar, los nanomateriales iniciales han sido caracterizados mediante técnicas de microscopía electrónica de barrido (FESEM), con el fin de estudiar la distribución, tamaño y morfología de las nanopartículas de plata presentes. El estudio del comportamiento de estos nanomateriales y la liberación de plata en el ámbito de su utilización, se ha llevado a cabo mediante diversos ensayos de lixiviación y posterior caracterización, detección y cuantificación tanto de nanopartículas de plata como de especies derivadas de plata mediante distintas técnicas analíticas. Se han utilizado diferentes medios de lixiviación (agua ultrapura y HCl 0,01 M), así como ensayos de simulación de procesos digestivos y ensayos de liberación frente al tiempo. El uso combinado de la ultracentrifugación y ultrafiltración junto con la espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICPMS) permite la determinación de nanopartículas y de especies disueltas en los lixiviados, mientras que mediante técnicas de dispersión de radiación dinámica (DLS) se pueden obtener las distribuciones de tamaños de las partículas en suspensión en los distintos medios. Por su parte, la técnica de Fraccionamiento en Flujo mediante campos de flujo asimétrico (AsFFFF) en combinación con sistemas de multidetección (UV-Visible, ICP-MS) ofrece la posibilidad de detectar y caracterizar por tamaño las nanopartículas de plata liberadas así como otras especies macromoleculares presentes en los medios complejos a los que se pueda asociar la plata. En el presente trabajo se presentan los principales resultados obtenidos.

Trababjo financiado por Mineco CTQ2012-38091-C02-00 y OTRI 2014/0434 (Lab Enosan SL)

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO, DISEÑO Y DESARROLLO DE SENSORES CUANTITATIVOS PARA DETERMINAR NANOPARTÍCULAS DE Ag Y Ce EN MEDIOS COMPLEJOS: APLICACIONES Y LIMITACIONES

Cepriá, G.; Mostolac, N.; Pardo, J.; López-Andrés, A.; Cubel, C.; Castillo, J.R.
Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS) Dpto. de Química Analítica,
Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza

El diseño de un sensor de nanopartículas ha de tener en cuenta que las propiedades de las nanopartículas están definidas tanto por la composición de las mismas como por su forma y tamaño. Por lo tanto, es esperable que un sensor se vea afectado en su funcionamiento por estos mismos factores.

En este trabajo se muestra la influencia que el tamaño de nanopartículas de plata (AgNP) y el contenido en ión Ag^+ tienen en la respuesta de cuatro tipos de sensores electroquímicos, tres basados en SAM de distintas características, 1,6-hexanoditiol, cisteamina [1] y cisteína [2] y un polímero de la 8-mercaptoquinona. Las nanopartículas se preconcentran en circuito abierto y posteriormente se traslada el sensor a una celda electroquímica donde se procede a un barrido anódico. Se ha encontrado que sólo en el caso de la SAM de cisteamina, el ión Ag^+ no era una interferencia en la detección de AgNP y que en el caso del 1,6-hexanoditiol se puede hacer determinaciones de nanopartículas en presencia de Ag^+ , si está en baja concentración ($<10^{-5}\text{M}$) con una concentración mínima detectable de $4 \cdot 10^{11}$ NP/L. La SAM de cisteína es la más afectada por la presencia de ión Ag^+ . El polímero de 8-mercaptoquinoleína no responde a la presencia de nanopartículas pero sí es un buen sensor de iones Ag^+ , como ya se había estudiado con anterioridad [3]. También se ha encontrado que para las tres SAM, si el tamaño de la nanopartícula es menor de 40 nm, el límite de cuantificación es muy alto, lo que hacía la etapa de preconcentración demasiado larga (5 horas), no resultando práctico en aplicaciones de concentraciones muy diluidas como podrían ser las muestras medioambientales.

Para las nanopartículas de óxido de cerio (IV) (CeNP) se ha diseñado un procedimiento de análisis en papel, utilizando la reacción redox entre éstas (oxidante) y el ácido ascórbico (reductor) [4]. Se obtiene así una mancha cuya intensidad de color se mide y se relaciona con la concentración de nanopartículas. En este caso los iones liberados por la nanopartícula no constituyen un problema, pero el tamaño de la nanopartícula sí que afecta a la respuesta obtenida. El procedimiento es rápido, económico y sencillo, pero está limitado por su sensibilidad ya que la concentración mínima de CeNP detectable fue de 10^{20} NP/L. Este procedimiento es muy ventajoso para usarlo para el seguimiento y evolución de disoluciones concentradas.

Referencias

- [1] Ivanova, O.S. and Zamborini, F.P. *J Am. Chem. Soc.* 132, 70-72 (2010)
- [2] Tschulik, K.; Palgrave, R.G.; Batchelor-McAuley, C.; Compton R.G., *Nanotechnology* 24, 295502 1-6 (2013)
- [3] Guo, S.X. and Khoo, S.B. *Electroanalysis* 11, 891-898 (1999)
- [4] Sharpe, E.; Frasco, T.; Andreescu, D.; Andreescu, S. *Analyst* 138, 249-262 (2013)

Trababjo financiado por Mineco CTQ 2012-38091-C02-00 y OTRI 2014/0434 (Lab Enosan SL)

CARACTERIZACIÓN POR TAMAÑOS Y CUANTIFICACIÓN DE NANOPARTÍCULAS SINTÉTICAS DE CeO₂ MEDIANTE FRACCIONAMIENTO EN FLUJO ACOPLADO A ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (FFF-ICP-MS)

Cubel C. ; Sánchez-García L.; Bolea . E.; Laborda .F. ; Castillo J.R.
Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS), Dept Química Analítica
Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, (50009) Zaragoza.
ccubel@unizar.es

Las nanopartículas de dióxido de cerio (NPs CeO₂) tienen diferentes aplicaciones en diversos campos (catálisis, biomedicina, pulido y limpieza, electrónica...) [1]. Muchas de estas aplicaciones están relacionadas con sus propiedades catalíticas y de sorción. De hecho, la industria del automóvil explota desde el punto de vista catalítico la capacidad que tienen las NPs de CeO₂ de extraer, almacenar y liberar oxígeno para catalizar la oxidación del combustible en los motores diésel donde la combustión tiende a ser incompleta. Esto se traduce en un menor consumo de combustible y una menor emisión de partículas de hollín y de gases tóxicos. Más allá de los efectos positivos, a día de hoy se sabe poco sobre la toxicidad intrínseca de las NPs de CeO₂ que se liberan al medio ambiente. Como consecuencia de ello, los esfuerzos deben dedicarse a determinar las propiedades físico-químicas responsables de su potencial efecto tóxico.

La caracterización físico-química de las NPs de CeO₂ requiere el desarrollo de métodos sensibles debido a la baja concentración que se espera encontrar en las muestras medioambientales. El presente estudio propone el uso de la técnica de fraccionamiento en flujo mediante campo de flujo (FFFF) acoplado a la espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) para llevar a cabo la caracterización de tamaño y la cuantificación de las NPs de CeO₂. A pesar de que el FFF ha demostrado una gran capacidad para la caracterización por tamaños de NPs de diversa naturaleza [2], no existen estudios sobre la caracterización y cuantificación de dichas NPs debido a la falta de materiales de referencia y a la pobre estabilidad que presentan las NPs en suspensión. En el presente estudio, se han investigado diferentes condiciones de separación que afectan a la estabilidad de las NPs de CeO₂ en suspensión, así como diferentes estrategias de calibración por tamaños. El desarrollo de dos modos de separación de FFFF (fraccionamiento en flujo mediante campo de flujo asimétrico y fraccionamiento en campo de flujo mediante fibra hueca) ha sido probado para conseguir la mejor respuesta en términos de resolución y de recuperación.

Agradecimientos

L. Sánchez-García agradece a la Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y Desarrollo (ARAID) por la financiación concedida. El trabajo ha sido financiado por el proyecto MINECO CTQ2012-38091-C02-01.

Referencias

- [1] Sun CW et al. Energy Environ. Sci., 8475-8505, (2012)
- [2] Baalousha M et al. J. Chromatogr. A, 1218: 4078-4103, (2011)

NUEVOS INMUNOSENSORES ESPECTROFOTOMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A, FUMONISINA B1 Y DEOXINIVALENOL EN VINO Y CEREALES

Ezquerria A.; Bertolín J.R., ; Bonel L.; Vidal J.C.; Castillo J.R.,
Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)
Dep^o de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.
c/ Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-Mail: aezquerria@unizar.es

La Ocratoxina A (OTA), Fumonisina B1 (FB1) y el Deoxinivalenol (DON) son tres de las micotoxinas más importantes, se encuentran presentes en una amplia variedad de alimentos como harinas cereales y derivados, frutos secos, café tostado, vinos, zumos de uva y alimentos infantiles procesados a partir de cereales. Debido a que tienen una alta toxicidad tanto en personas como animales, la Legislación Europea demanda procedimientos analíticos cada vez más sensibles para su determinación en concentraciones cada vez más pequeñas, con el objetivo de la defensa de la Salud Pública y de su control en niveles de contaminación aceptables y no perjudiciales. Las concentraciones máximas permitidas son del orden de 0,5-10 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (OTA), 200-4000 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (FB1), y 200-1750 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (DON).

En este trabajo presentamos nuevos procedimientos analíticos basados en inmunosensores espectrofotométricos con procedimientos de inmunoensayo llevados a cabo sobre partículas magnéticas. Estos inmunosensores presentan ventajas sobre los procedimientos clásicos ELISA (*enzyme-linked immunosorbent analysis*), por ejemplo con menores tiempos de medida situados en alrededor de 50 minutos o una mayor sensibilidad y sencillez debido a las separaciones magnéticas. La reproducibilidad es del orden del 6-7 %DER (desviación estándar relativa).

La sensibilidad (LOD, límites de detección) es del orden de: LOD=0,52 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (OTA en cereales), LOD=0,16 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (OTA en vinos); LOD=6,0 $\mu\text{g kg}^{-1}$ y EC₅₀=0.15 ng mL⁻¹ para FB1; LOD=5.3 $\mu\text{g kg}^{-1}$ y EC₅₀=8.3 ng mL⁻¹ para el DON. Los LODs se calcularon como la concentración de la micotoxina que produce una inhibición competitiva del 10%, EC₅₀ como la concentración que produce una inhibición del 50%.

Los inmunosensores se validaron con materiales de referencia certificados, y se compararon estadísticamente con los resultados analíticos obtenidos con métodos oficiales AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*), basados en cromatografía líquida de alta resolución, obteniéndose en todos los casos errores relativos de la concentración inferiores al 9%.

Como resultado de esta investigación, se han puesto a punto dispositivos para su uso comercial en la determinación de las 3 micotoxinas, empleando inmunosensores espectrofotométricos. Gracias a procedimientos mejorados y separaciones más eficientes en presencia de un campo magnético, estos inmunosensores consumen volúmenes de reactivos muy inferiores a los que se requieren en inmunoensayos ELISA espectrofotométricos convencionales, con mejores propiedades analíticas.

Agradecimientos: al Ministerio de Ciencia e Innovación por el contrato PTQ-10-03580, el Proyecto IPT-2011-1766-010000, y al Ministerio de Educación por la beca pre-doctoral AP2010-4609.

Referencias

[1] Ezquerria, A., *et al.*, Anal. Meth. 7, 3742-3749 (2015).

CARACTERIZACIÓN DE AgNPs Y CORONAS PROTEÍCAS POR ELECTROFORESIS EN GEL DE AGAROSA Y LA-ICP-MS

Luque, J.M.; Jiménez, M.S.; Gómez, M.T.; Castillo, J.R.

Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)

Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)

Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.

C/ Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza

Debido a la creciente industria y utilización de los nanomateriales (NMs) y la ausencia de información sobre el destino y comportamiento de estos nuevos materiales en los sistemas biológicos, se hace necesario el desarrollo de una metodología segura y fiable para la detección y caracterización de los NMs y de sus efectos sobre los sistemas biológicos y medioambientales.

Dentro de los NMs, las nanopartículas de plata (AgNPs) son ampliamente utilizadas debido a sus aplicaciones en la industria textil, tintes, cosméticos, como bactericidas, como biofungicidas, en la industria médico-farmacéutica y en la industria alimentaria.

Cabe destacar que cuando las NPs entran en contacto con un fluido biológico, proteínas u otras biomoléculas compiten por la superficie de las NPs, lo que da lugar a la formación de la llamada "corona proteica" (PC). Esta PC es de naturaleza dinámica y su composición varía con el tiempo como consecuencia de los diferentes procesos de asociación y disociación NP-Proteína. La importancia toxicológica de este efecto recae en que la PC determinará el destino y el comportamiento de las NPs dentro del cuerpo humano. Por lo tanto la caracterización de estas PC será clave para predecir el destino y el comportamiento de las NPs en el cuerpo humano.

Se han descrito diferentes técnicas para la caracterización de distintas propiedades de los NMs y posibles coronas proteicas (FFF, HDC, HPLC, TEM,...). Entre ellas el uso de técnicas electroforéticas nos va a dar información acerca del tamaño, la forma, carga superficial y posibles recubrimientos y funcionalización. Dentro de las técnicas electroforéticas, la electroforesis en gel de agarosa (AGE) presenta algunas ventajas, como su facilidad de uso, bajo coste instrumental y la posibilidad de visualizar en un mismo gel varias muestras simultáneamente.

La mayoría de las aplicaciones descritas utilizando AGE se han centrado sobre todo en la caracterización de NPs en función de su tamaño y su forma tras su síntesis o su funcionalización. Sin embargo no se han utilizado hasta la fecha técnicas basadas en AGE para la caracterización de NPs en muestras reales a partir de patrones comerciales de tamaño conocido.

En este trabajo se va a presentar una evaluación de la electroforesis en gel de agarosa para la caracterización de AgNPs en una muestra real, en patrones comerciales de tamaño conocido y de coronas proteicas formadas por AgNPs con albúmina y transferrina (proteínas mayoritarias en el suero humano). Uno de los principales problemas que tiene el uso de AGE para la caracterización de NPs en muestras reales, es que dependiendo de la composición de las NPs, éstas pueden interaccionar con el gel o perder su carga durante el proceso electroforético con lo cuál no avanzarían adecuadamente en el gel en función de su relación tamaño/carga, principio básico para su caracterización por AGE. Por ello se va a estudiar como influyen diversos parámetros relacionados con la electroforesis como son la composición del tampon del gel, tampon de electroforesis y tampon de carga, la utilización de agentes pasivantes del gel y agentes funcionalizadores de las AgNPs.

Trabaja financiado por MINECO CTQ2012-38091-C02-00 y OTRI 2014/0434 (Lab Enosan SL)

COLORANTES AZULES A TRAVÉS DE LA HISTORIA: TÉCNICAS ANALÍTICAS NO INVASIVAS O MICRODESTRUCTIVAS PARA EL ESTUDIO DEL PASTEL Y EL ÍNDIGO

Pérez-Arantequi, J.(1); Cepriá, G.(1); Gil, A.(1); Ágreda, A.(2)

(1) *Instituto Universitario de investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA).
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS). Facultad de Ciencias.*

Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza

(2) *Dpto. Historia del Arte. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza.
50009 Zaragoza*

El color azul ha sido uno de los más caros y difíciles de conseguir a lo largo de la historia. Sin embargo, además de algunos minerales, varios productos de origen orgánico de los que se obtienen colorantes o pigmentos azules se han usado desde la antigüedad. Entre ellos, unos de los más apreciados son el pastel, o glasto, y el índigo. El primero se prepara a partir de la planta *Isatis tinctoria* L., mientras que el índigo se obtiene de la *Indigofera tinctoria* L. o de otras especies de *Indigofera*. En ambos el componente que da el color es el mismo, el indigotin, por lo que la diferenciación química del producto obtenido de uno o de otro es muy compleja. Sin embargo, la cronología de su uso y las vías de comercio de ambas materias primas fueron muy distintas por lo que el estudio de los dos colorantes puede ofrecer información histórica muy valiosa.

Con el objetivo de ahondar en la distinción de los productos que se utilizaron para la obtención de estos colorantes azules, se ha estudiado un conjunto de materiales que permita establecer diferencias entre ellos o clasificar las muestras en función de sus características.

En primer lugar se analizaron varios materiales de referencia de estos colorantes por distintos métodos, unos no invasivos y otros microdestructivos. Se utilizó la espectrofotometría directa para realizar medidas de reflectancia y de coordenadas de color, pero además se realizaron pruebas electroanalíticas y varias micromuestras se sometieron a espectrometría de masas directa. El conjunto de estos resultados permite establecer las características químicas más relevantes de cada uno de los productos.

En función de si era posible o no extraer micromuestras del material, estos mismos métodos se aplicaron a otros materiales, dos tintas preparadas a partir de diferentes colorantes azules y un conjunto de bordados en azul. Estos tejidos estaban datados entre los siglos XVI y XIX y pertenecían a ropas eclesiásticas procedentes del patrimonio histórico de la Parroquia de San Pablo de Zaragoza. Los datos obtenidos con una metodología no invasiva han permitido establecer una clasificación de estos materiales y confirmar algunas diferencias en el origen de fabricación. Lamentablemente el número de muestras estudiadas del siglo XVI, periodo en el que se introdujo el índigo en Europa, era escaso y no se han podido justificar diferencias que fueran representativas.

NUEVOS INMUNOSENSORES AMPEROMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GLICOPROTEÍNA B DEL CITOMEGALOVIRUS HUMANO

Pires F.³; Vidal J.C.¹; Castillo J.R.¹, Arcos-Martínez M.J.²; Dias-Cabral A.C.³;

¹ *Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)*

Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)

Dep^o de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.

c/ Pedro Cerbuna, 12. Zaragoza.

² *Dep^o Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, Burgos.*

³ *CICS-UBI – Health Sciences Research Centre,*

Universidad de Beira Interior, 6200 – 506 Covilhã, Portugal.

El citomegalovirus humano (HCMV) es una forma de virus herpes que produce una infección latente de por vida, la cuál es sub-clínica en la mayor parte de los individuos inmuno-competentes. Este virus puede resultar letal en individuos inmuno-comprometidos o en aquéllos con un sistema inmune inmaduro. Los métodos disponibles para la detección de este virus son caros, requieren un tiempo largo y necesitan personal muy cualificado. Para solucionar estos problemas, estamos desarrollando nuevos inmunosensores sencillos, portables y de pequeño coste económico, que permitan la determinación sensible y rápida de la glicoproteína B (gB) del HCMV en muestras de orina. La glicoproteína B (gB) ha sido escogida como epítipo principal de nuestros biosensores, debido a que es el antígeno dominante del HCMV.

Recientemente hemos desarrollado un procedimiento de inmunoensayo basado en un esquema tipo *sándwich*, empleado en inmunosensores electroquímicos de transducción voltamétrica [1]. En estos inmunosensores, se llevó a cabo la detección de la gB a través de la deposición de nanopartículas de plata sobre marcadores nanométricos de oro (procedimiento *Ag-enhanced*). Sin embargo, se observó que uno de los pasos críticos en la fabricación del inmunosensor electroquímico es el proceso de inmovilización, en donde podría tener lugar la desnaturalización del anticuerpo y cambios en su conformación terciaria, reduciéndose así la sensibilidad del inmunosensor [1]. Por otro lado, la inmovilización no orientada, mediante simple adsorción sobre un electrodo serigrafiado, proporciona resultados poco sensibles e irreproducibles. Además, es posible la deposición no específica de Plata sobre las superficies de este tipo de electrodos, siguiendo el proceso de transducción *Ag-enhanced*.

Para resolver estos problemas, estamos trabajando con los mismos tipos de anticuerpos y antígenos (CTMV-gB), pero variando tanto los procedimientos de inmovilización como la transducción electroquímica sobre los electrodos serigrafiados. Para ello, emplearemos micropartículas magnéticas funcionalizadas con proteína G (MBs-prG) para la inmovilización orientada del anticuerpo a-CTMV-gB, y emplearemos un formato *sándwich* de inmunoensayo con un anticuerpo secundario etiquetado con el enzima peroxidasa, para una transducción amperométrica-enzimática amplificada. Las MBs-prG mejorarán el rendimiento de la reacción inmunológica debido al aumento del área superficial en el electrodo y a una rápida cinética de inmunoensayo debido a las partículas en suspensión. Las etapas de lavado y separación se realizarán en un separador magnético para una eficiencia del 100%, evitando además adsorciones inespecíficas o posibles interferencias de la matriz biológica.

Referencias

[1] Pires, F., *et al.*, *Talanta* 136, 42-46 (2015).

NUEVOS INMUNOSENSORES ELECTROQUÍMICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OCRATOXINA A, FUMONISINA B1 Y DEOXINIVALENOL EN VINO Y CEREALES

Ezquerria A.,; Bertolín J.R.,; Bonel L.,; Vidal J.C.; Castillo J.R.,
Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)
Dep^o de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.
c/ Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-Mail: jcvidal@unizar.es

La Ocratoxina A (OTA), fumonisina B1 (FB1) y el Deoxinivalenol (DON) son tres de las micotoxinas más importantes, se encuentran presentes en una amplia variedad de alimentos, y tienen efectos tóxicos agudos y crónicos muy perjudiciales en personas y en animales. La IARC (*International Agency for Research on Cancer*) ha clasificado a la OTA y FB1 en el grupo carcinógeno 2B (posibles carcinogénicos en humanos). La contaminación de FB1 (principalmente en maíz) y de DON tiene sus mayores problemas en alimentos basados en cereales, mientras que la presencia de OTA se encuentra en una amplia variedad de alimentos como cereales, vino, zumos de uvas, cacao, especias, café o productos cárnicos.

Para proteger la Salud Pública, los máximos niveles de estas micotoxinas legislados en la Unión Europea (UE) y en otros Países son muy restrictivos [1]. En la UE, los niveles máximos de concentración se encuentran en los intervalos de 0,5-10 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (OTA), 200-4000 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (FB1), y 200-1750 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (DON) [1].

En nuestro trabajo, hemos desarrollado nuevos inmunosensores electroquímicos para la determinación rápida, selectiva y sensible de las micotoxinas OTA, FB1 y DON en concentraciones por debajo de las permitidas en la UE. Después de su extracción desde cereales y vinos, las determinaciones se realizan en un tiempo de aproximadamente 60 minutos. Las reactividades cruzadas entre las diferentes micotoxinas es muy pequeña (se encuentra en el rango de 1,6-6%). Los límites de detección (LOD), tomados como las concentraciones correspondientes a un 10% de inhibición competitiva) son: LOD=0,29 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (OTA en cereales), LOD=0,18 $\mu\text{g L}^{-1}$ (OTA en vinos); LOD=6,0 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (FB1 in maíz); y LOD=5,3 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (DON en cereales). La reproducibilidad de estos inmunosensores electroquímicos se encuentra en el intervalo entre 9-12 %DER (% desviación estándar relativa).

Todos estos inmunosensores se validaron con materiales de referencia certificados, y se compararon estadísticamente con los resultados analíticos obtenidos con métodos oficiales AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) basados en cromatografía líquida de alta resolución, obteniéndose en todos los casos concentraciones estadísticamente iguales.

Como resultado de esta investigación, se han puesto a punto dispositivos para su uso comercial en la determinación de las 3 micotoxinas empleando inmunosensores electroquímicos, que permiten una determinación más rápida y sensible que otros dispositivos comerciales, por ejemplo los basados en ELISAs, *enzyme-linked immunosorbent analysis*, espectrofotométricos.

Agradecimientos: al Ministerio de Ciencia e Innovación por el contrato PTQ-10-03580, el Proyecto IPT-2011-1766-010000, y al Ministerio de Educación por la beca pre-doctoral AP2010-4609.

Referencias

[1] Vidal, J.C., *et al.*, Bios. and Bioelectr. 49, 146-158 (2013).

DESARROLLO DE NUEVOS INMUNOSENSORES SOBRE PARTICULAS MAGNETICAS FUNCIONALIZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DE COCAINA NO METABOLIZADA EN MUESTRAS BIOLÓGICAS

Vidal J.C.¹; Bertolín J.R.¹; Bonel L.¹ Castillo J.R.¹ Asturias L.²; Arcos-Martínez M.J.²

¹ Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)
Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS)

Dep^o de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza.
c/ Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. E-Mail: jcvidal@unizar.es

² Dep^o de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos

La cocaína (COC) es un alcaloide derivado de las hojas de la coca (*erythroxylum coca*), y constituye una de las drogas ilegales más consumidas en todo el mundo. Después del *cannabis*, es la droga de abuso más popular en Europa. Tiene una acción anestésica local, pero sobretodo es un potente estimulante del sistema nervioso central que produce estados de alerta y de euphoria, con una acción similar a los de las anfetaminas, aunque de menor duración.

El diagnóstico del consumo de cocaína tiene interés en tratamientos terapéuticos de rehabilitación, sobredosis, procesos judiciales, estudios epidemiológicos y en el deporte. La cocaína no metabolizada tiene un enorme interés toxicológico como certeza de un consumo muy reciente (de entre 1 y 6 horas). Los tests de drogas de abuso analizan habitualmente la benzoilecgonina (BZE), el principal metabolito de la COC, aunque carece de efectos en humanos. La BZE puede detectarse en sangre y orina hasta 36 horas después de su consumo. Un resultado positivo indica que el individuo ha consumido COC, pero no si se encuentra o no bajo sus efectos, lo que tiene importantes implicaciones legales. Sin embargo, la determinación de COC no metabolizada indica un consumo muy reciente y que el individuo se encuentra bajo sus efectos, lo que también es muy importante en estudios farmaco-cinéticos y toxico-cinéticos.

Nuestro grupo ha desarrollado nuevos inmunosensores basados en partículas magnéticas (MBs) para la determinación rápida y sensible de COC no metabolizada en muestras biológicas (sangre, orina, saliva), empleando transducción espectrofotométrica y electroquímica [1]. Estos inmunosensores han sido optimizados en sus etapas de inmovilización orientada de los anticuerpos específicos sobre MBs funcionalizadas con proteína G con un esquema de inmunoensayo de inhibición competitiva, en la transducción de las señales y en el pre-tratamiento de las muestras más sencillo experimentalmente.

Las propiedades analíticas de los biosensores desarrollados son :

- Sensibilidad: límites de detección de 1,42 ng mL⁻¹ (orina), 1,00 ng mL⁻¹ (saliva) y 0,09 ng mL⁻¹ (suero humano).
- Reproducibilidad: 5-6 %RSD (desviación estándar relativa) (n=4).
- Selectividad: reactividad cruzada con benzoilecgonina menor del 1,6%.
- Rapidez: permite la determinación de más de 6 muestras en 6 horas.
- Validación mediante ensayos de recuperación: 88,7-92,4% (orina); 86,3-117,3% (saliva); 86,9-92,5% (suero humano).

Agradecimientos: al Ministerio de Ciencia e Innovación por el contrato PTQ-10-03580 (Torres-Quevedo 2010), y al Proyecto IPT-2011-1766-010000 (INNFACTO 2011).

Referencias: [1] Vidal, J.C., *et al.*, Electroanal. DOI: 10.1002/elan.201500517 (2015)

ARCILLAS EN PALEOSUELOS DEL CRETACICO INFERIOR (NE PENINSULA IBERICA): IMPLICACIONES PALEOCLIMATICAS

Yuste A.⁽¹⁾; Mayayo, M.J., Bauluz, B.

*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna
12, 50.009 (Zaragoza).* ⁽¹⁾ alfon@unizar.es

La mineralogía de arcillas se considera una herramienta poderosa para interpretar condiciones de meteorización y paleoclima. Estas interpretaciones paleoclimáticas se basan fundamentalmente en la relación entre el medio en el que las arcillas se formaron y/o depositaron, el clima y las condiciones de meteorización. Especial interés tiene el estudio de arcillas en paleosuelos ya que su formación refleja unas condiciones climáticas concretas [1].

En el NE de la Cordillera Ibérica (NE Península Ibérica), en las provincias de Teruel y Castellón, se han descrito afloramientos de paleosuelos (bauxitas y lateritas) desarrollados en materiales sedimentarios detríticos del Cretácico inferior [2].

El grupo de investigación Recursos Minerales está estudiando estos paleosuelos combinando trabajo de campo, análisis mineralógicos y geoquímicos con el objeto de determinar su génesis y las implicaciones climáticas que conllevan.

Las lateritas, que presentan unos característicos colores rojos, contienen abundante arcilla (caolinita), junto con óxidos de hierro (goethita y hematites), trazas de óxidos de titanio (anatasa y rutilo) e indicios de hidróxidos de aluminio (diásporo). Las bauxitas, de colores generalmente rojos y ocasionalmente blancos, presentan texturas pisolíticas y contienen, además de caolinita, goethita, hematites, diásporo, anatasa y rutilo, otros hidróxidos de aluminio tales como gibbsita y boehmita. Las texturas observadas en imágenes de microscopía electrónica indican que estas fases son autigénicas y cristalizaron durante el desarrollo de los paleosuelos debido a intensos procesos de disolución-cristalización.

La cristalización de estas fases minerales implica la disolución previa de aluminosilicatos presentes en la roca de partida (ej. cuarzo, feldespato potásico y micas), el lavado de elementos móviles (Na, K, Ca) y la precipitación de fases ricas en elementos relativamente inmóviles en ambientes sedimentarios tales como silicio, aluminio, titanio y/o hierro.

La combinación de los datos obtenidos indica que tanto las lateritas como las bauxitas se formaron en condiciones climáticas cálidas y húmedas, correspondientes a un clima subtropical muy probablemente de tipo estacional, que favorecieron una intensa meteorización química. En este contexto, las lateritas representan una fase previa a las bauxitas y constituyen el material de partida a partir del cual se desarrollaron las bauxitas.

Referencias

- [1] Bauluz, B., Yuste, A., Mayayo, M.J., Canudo, J.I. *Cretaceous Research*, 50, 214-227 (2014).
[2] Yuste, A., Bauluz, B., Mayayo, M.J. *Geological Journal*, DOI: 10.1002/gj.2604 (2014)

ISÓTOPOS DE CARBONO Y PALEOAMBIENTE: CASOS DE ESTUDIO

Subías, I.

Grupo Recursos Minerales, Universidad de Zaragoza, Edificio Geología, Pedro Cerbuna, 12, 50006 Zaragoza. isubias@unizar.es

Desde que DeNiro y Epstein [1] afirmaran: *we are what we eat ± a few permil*, la geoquímica de isótopos de carbono se ha revelado como una potente herramienta (paleo)ambiental, útil para conocer dieta, pautas de migración, hábitat o nivel trófico de diferentes grupos de fauna.

En esta comunicación se presentan casos en los que se utilizan los isótopos de carbono como indicadores de crisis ecológicas [2] y marcadores de procesos paleoclimáticos, en concreto, glaciaciones paleozoicas [3] y pleistocenas [4].

Para realizar estas investigaciones y debido a las dificultades implícitas de las muestras, se ha tenido que modificar los métodos analíticos estándar mediante el uso de V_2O_5 para facilitar la combustión y el uso de un analizador elemental acoplado a los espectrómetros de masas.

El estudio del Evento Valdemiedes [2] ilustra perfectamente el uso de la geoquímica isotópica como indicadora de eventos de extinción. Así, durante el Evento Valdemiedes, en torno al límite entre las Series 2 y 3 del Cámbrico, se produjo una notable extinción de trilobites, así como una casi completa extinción de otros organismos como marinos como los arqueociatos. Sin embargo, en la zona de estudio no es posible encontrar la fauna que en otros lugares indica este evento de extinción por lo que se hace necesario utilizar los datos isotópicos ($\delta^{13}C_{org}$) como elemento de correlación. De esta manera, se observa una pronunciada modificación de los valores $\delta^{13}C_{org}$ a escala global lo que permite afirmar que lo que hasta el momento se consideraban perturbaciones regionales, fue en realidad una perturbación global en los océanos cámbricos.

La comprensión de los eventos climáticos que tuvieron lugar durante el Ordovícico tardío se ha visto enormemente mejorada por el uso de la quimioestratigrafía de isótopos de carbono. Durante el Ordovícico se produjo una sedimentación de un enorme volumen de carbonatos que provocó una disminución de CO_2 en la atmósfera, que tuvo como consecuencia una drástica disminución de la temperatura. Este hecho originó un periodo glacial al final de esta época geológica, con el subsecuente descenso del nivel del mar que llevó a la exposición y erosión de los carbonatos. Este proceso fue responsable de un aumento en los valores de $\delta^{13}C$. En la Cordillera Ibérica [3], gracias a los isótopos de C_{org} se han detectado tres eventos correlacionables a escala mundial: 1) el máximo glacial, 2) el inicio del retroceso glacial y 3) el aumento del nivel del mar.

Por último, la presencia de carbonatos subglaciares (recubrimientos centimétricos pulidos y estriados) en Tierra del Fuego [4] es una evidencia de la retirada de los glaciares; hasta 2 km tomando como referencia su posición en la Pequeña Edad de Hielo. Los isótopos de oxígeno y carbono de estos recubrimientos nos permiten afirmar que no existe variación composicional entre el agua meteórica del Pleistoceno y la actual, y que esta agua no sólo adquirió el C de la atmósfera sino también del basamento rocoso sobre el que circula el glaciar.

Referencias

- [1] DeNiro, M.J. y Epstein, S. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 42, 492-506 (1976)
- [2] Gozalo, R., Dies, M.E., Gámez, J.A., Zhuralev, A.Y., Bauluz, B., Subías, I., Chirivella, J.B., Mayoral, E., Gursky, H.J., Andrés, J.A., Liñán, E. *Geological Journal* 48, 142-155 (2013)
- [3] Subías, I., Villas, E., Álvaro, J.J. *Geochemistry* 75, 335-343 (2015)
- [4] Rabassa, J., Subías, I., Biel, C., Coronato, A., Ponce, J.F., Acevedo, R.D. *XVIII Congreso Geológico Argentino*, Neuquén (2011)

OPORTUNIDADES Y RIESGOS DE LOS BANCOS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

María del Carmen De Guerrero Manso
Universidad de Zaragoza. Facultad de Derecho.
C/Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. carmeng@unizar.es

La Disposición Adicional 8ª de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (LEA) ha regulado por primera vez en España los bancos de conservación de la biodiversidad. Se trata de una forma de colaboración público-privada que tiene como objetivo fundamental la “no pérdida neta de biodiversidad”, compensando el daño ambiental producido por determinados proyectos con la compra de créditos ambientales por los promotores en fincas gestionadas por particulares, empresas o administraciones públicas en las cuales se generan nuevos valores ambientales o se mejoran los previamente existentes.

Este instrumento supone una nueva oportunidad de cumplir los objetivos medioambientales. Oportunidad que adquiere una gran relevancia al haberse constatado la ineficacia de las medidas compensatorias y reparadoras exigidas por las normas de evaluación ambiental. Esta oportunidad puede articularse a través de diversas formas. La prevista directamente en la Disposición Adicional 8ª de la LEA es que los créditos ambientales pueden desarrollar la función de medidas compensatorias o complementarias, que se podrán transmitir en régimen de libre mercado, por lo que se simplifica y se agiliza su cumplimiento.

Otra posibilidad, no prevista por el momento, sería la utilización de los bancos de conservación como aval hasta que se consiga que el promotor lleve a cabo íntegramente las medidas compensatorias o complementarias que se le hayan impuesto. De esta manera el dinero invertido en la compra de créditos ambientales se le podría devolver cuando se logre el objetivo de la restauración de los valores ambientales. También podrían articularse la creación y gestión de los bancos de conservación como métodos adicionales para lograr la protección del medioambiente, requiriéndose la compra de créditos ambientales sólo en determinados supuestos que presenten una mayor afección al medioambiente o en los que se considere que no será posible aplicar las medidas compensatorias o reparadoras.

Al mismo tiempo que una oportunidad, la implantación en España de los bancos de conservación de la biodiversidad implica grandes riesgos. El más evidente, denunciado reiteradamente por las asociaciones ecologistas, es la posible mercantilización del medio ambiente. Tal afirmación se sustenta sobre el hecho de que mediante la compra de activos naturales en áreas integradas en bancos de conservación se permitirá desarrollar proyectos que causen una pérdida real, irreversible, y de cierta entidad en la biodiversidad. Asimismo el funcionamiento de estos instrumentos puede causar un desequilibrio medioambiental, puesto que aunque no se produzca una pérdida neta de biodiversidad, la ganancia ocasionada por la aplicación de este sistema puede obtenerse en otra área distinta de la directamente afectada. Otro de los grandes retos de los bancos de conservación es la valoración de los activos ambientales y la articulación de procedimientos que permitan equiparar sistemas o especies diversos para establecer en qué supuestos se ha evitado la pérdida neta de biodiversidad, pese a haberse actuado a través de valores ambientales distintos.

En gran medida el buen funcionamiento de los bancos de conservación y, por lo tanto, su incidencia en la conservación del medio ambiente, va a depender del desarrollo reglamentario de la Disposición Adicional 8ª, puesto que en dicho precepto sólo se establecen los aspectos mínimos de la creación, conservación y utilización de los bancos de conservación. Tal regulación es claramente insuficiente, remitiéndose a un reglamento la determinación de aspectos tan esenciales como el régimen general, la organización, el funcionamiento y los criterios técnicos de este novedoso instrumento. Es por lo tanto el momento adecuado para analizar las oportunidades y los riesgos de la implantación y el funcionamiento de este instrumento, y lograr así que realmente supongan un beneficio para la biodiversidad.

DINOSAURIOS DEL BARREMIENSE INFERIOR DE TERUEL: ASOCIACIONES FÓSILES, PALEOBIODIVERSIDAD Y PALEOBIOGEOGRAFÍA

Gasca, J.M.

*Grupo Aragosaurus-IUCA, Paleontología, Facultad de Ciencias, 5009 Zaragoza,
gascajm@unizar.es*

El Barremiense inferior es un intervalo del Cretácico Inferior con escaso registro de dinosaurios en Europa, salvo excepciones como el Weald en Inglaterra y la Cordillera Ibérica en España. En este intervalo se ha identificado la mayor diversidad del registro fósil de vertebrados en general y dinosaurios en particular dentro de los yacimientos del Mesozoico continental de Aragón. En esta comunicación se enumeran las últimas aportaciones al estudio sistemático de los restos esqueléticos (huesos y dientes) de dinosaurios del Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de Teruel, abordando además aspectos tafonómicos, paleoecológicos o paleobiogeográficos, con el fin de reconstruir la paleobiodiversidad de vertebrados en estos ecosistemas.

Se han documentado, por primera vez, 138 nuevos yacimientos de vertebrados (incluyendo osteológicos y de icnitas) del tránsito Jurásico-Cretácico y del Cretácico Inferior en 15 términos municipales de la provincia de Teruel. La mayoría (83) se han encontrado en la Formación El Castellar. Los yacimientos del Barremiense inferior de Teruel se localizan en las facies *Weald* (facies aluviales, lacustres someros y fluviales) de las formaciones El Castellar, Camarillas, Blesa y Mirambel, en la Cuenca del Maestrazgo.

Se han reconocido 4 tipos de yacimientos en la Formación El Castellar: los que tienen especímenes asociados, huesos aislados, indiferenciado huesos aislados/capas con huesos y las acumulaciones de microvertebrados. Este último es el más abundante y de mayor interés en la paleobiodiversidad. En las áreas de sedimentación más occidentales de la Cuenca del Maestrazgo se dieron condiciones favorables (paleoambientes continentales de baja energía, tasa de sedimentación relativamente baja y predominio de los procesos que favorecen la preservación de los restos frente a los procesos destructivos) durante el Barremiense inferior para la formación de yacimientos de vertebrados, que son asociaciones que registran restos óseos desarticulados de sucesivas generaciones que formaron parte de ecosistemas localizados en antiguos lagos someros, humedales y terrenos circundantes.

Se ha documentado una excepcional paleobiodiversidad de vertebrados del Barremiense inferior en Teruel. A partir del registro fósil de la parte superior de la Formación El Castellar (en paleoambientes lacustres) se ha documentado una diversidad de 51 taxones de vertebrados (17 dinosaurios). Y en la Formación Blesa, a partir del nivel fosilífero de La Cantalera (paleoambiente de llanura aluvial pobremente drenada) se han reconocido 31 taxones (17 dinosaurios).

En la Formación Camarillas en Galve, se ha descrito el nuevo dinosaurio ornitíscido *Gideonmantellia amosanjuanae* en la Formación Camarillas en Galve, reconociéndose tres autapomorfias, y se ha revisado el holotipo del iguanodontio *Delapparentia turolensis*. Esto ha permitido caracterizarlo como un estiracosterno con una espina neural axial autapomórfica, al ser inusualmente alta, y una combinación única de caracteres postcraneales. Se ha documentado *Delapparentia turolensis* por primera vez fuera del yacimiento-tipo y en otra formación geológica a partir de un fragmento de dentario y un isquion en el yacimiento La Cantalera 2. A partir de los morfotipos dentales mandibulares presentes se ha podido reconocer la coexistencia de tres formas de iguanodontios diferentes en el Barremiense inferior de Teruel.

Se ha descrito por primera vez elementos del esqueleto apendicular de un gran terópodo en la Formación Mirambel. Comparando las asociaciones faunísticas de grandes dinosaurios predadores en el Barremiense, se ha podido documentar la afinidad gondwánica de las faunas de Iberia (formada por carcarodontosáuridos, ceratosaurios y espinosáuridos) y la existencia de restricciones en el intercambio faunístico con otras regiones europeas. Estas evidencias, añadidas a la presencia de taxones de vertebrados con afinidades asiáticas, confirman el complejo escenario paleobiogeográfico que representa la península ibérica durante el Cretácico Inferior.

PRIMEROS RESTOS CRANEALES DE PTEROSAURIA DE LA FORMACIÓN BLESA (BARREMIENSE, PROVINCIA DE TERUEL)

Ulloa Rivas, J.A.; Canudo, J.I.

Grupo Aragosaurus-IUCA, Dpto. de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, c/ Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza, ulloa@unizar.es

Introducción

Los Pterosauria son un grupo de arcosaurios voladores que vivieron durante el Mesozoico y que se extinguieron al final del Cretácico. Por su modo de vida y por la fragilidad de sus huesos su registro es escaso y en muchos casos relacionado con yacimientos de conservación excepcional. El registro fósil de Pterosauria del Cretácico Inferior ibérico es poco conocido. La mayoría de los especímenes son fragmentos de dientes y/o fragmentos de huesos postcraneales. Debido a esto, una gran parte de los especímenes publicados son asignados a Pterosauria indet. o a Pterodactyloidea indet. [1]. En este trabajo, se presenta un nuevo espécimen constituido por un fragmento craneal con dientes. Actualmente, este espécimen apodado "El Pterosaurio de Quiñones" está depositado en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza (Zaragoza) con la sigla MPZ-2014/1. El objetivo de este trabajo es el estudio sistemático de este ejemplar como una nueva contribución al conocimiento sobre la diversidad de Pterosauria en Iberia durante el Cretácico temprano.

Resultados

Localización: MPZ-2014/1 se encontró en el Yacimiento Quiñones, ubicado en Obón (Provincia de Teruel) y enmarcado en la parte inferior de la Formación Margas y Calizas de Blesa (subcuenca de Oliete, Cuenca Ibérica), posiblemente en el Miembro Calizas de Morenillo. Este yacimiento se encuentra en una caliza bioclástica con gran cantidad de invertebrados, abundantes osteíctios y algunos restos de tetrápodos marinos como plesiosaurios [2]. El medio sedimentario de esta unidad son lacustres costeros con influencia marina. La edad es Barremiense inferior (Cretácico Inferior) por el contenido en carófitas [3].

Descripción: MPZ-2014/1 está constituido por un fragmento anterior de los huesos premaxilar y maxilar que conservan un fragmento de cada uno de los dientes derechos 4, 5 y 7 y un fragmento del diente izquierdo 8. La longitud máxima de MPZ-2014/1 es 198 mm. Cabe destacar, que no se observan indicios de tejido premaxilar y/o maxilar limitante con la posible ventana nasoantorbital y que este espécimen conserva la forma tridimensional casi intacta y todos los caracteres superficiales pese a las diversas lesiones sufridas.

Comparación: MPZ-2014/1 presenta diversos caracteres, como la elevación anterior del paladar, que lo relacionan más con especies de Ornithocheiridae, como *Caulkicephalus trimicrodon* [4], que con otras especies de este clado sin estos caracteres, como *Ornithocheirus simus* [5]. Además, MPZ-2014/1 presenta varios caracteres nunca antes observados en Ornithocheiridae, como la ornamentación superficial de la cresta premaxilar o los dos orificios premaxilares, que lo asignan a nueva especie y a nuevo género.

Conclusiones

MPZ-2014/1 es el primer espécimen de Pterosauria con restos óseos craneales descubierto en la Provincia de Teruel y el segundo espécimen de este tipo procedente del Cretácico Inferior y asignado a Ornithocheiridae descubierto en Iberia [6]. Además, MPZ-2014/1 presenta varios caracteres nunca antes observados en Ornithocheiridae, que lo a signan a nueva especie y a nuevo género.

Referencias

- [1] Holgado, B.; Martínez-Pérez, C. y Ruiz-Omeñaca, J.I. *Viajando a Mundos Pretéritos*, 183-194 (2011).
- [2] Parrilla-Bel, J. y Canudo, J.I. *N. J Geol. Pal., Abh.*, 278, 2, 213-227 (2015).
- [3] Soria de Miguel, A.R. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 382 pp. (1997).
- [4] Steel, L., Martill, D.M., Unwin, D.M. y Winch, J.D. *Cret. Res.* 26, 686-698 (2005).
- [5] Owen, R. Palaeontographical Society, London, 25 pp. (1861).
- [6] Company, J. *Flugsaurier. The Wellnhofer pterosaur meeting.* 11-12 (2007).

GRUPO BEAGLE, INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES. BIENIO 2013-2015

M. J. Gil Quílez ; M. V. Álvarez Sevilla; J. M. Calvo Hernández; J. Carrasquer Zamora; Á. L. Cortés Gracia; M. E. Díes Álvarez; Ch. Fernández Manzanal; M. de la Gándara Gómez; P. Lucha López; M. B. Martínez Peña; E. Mateo González; A. Ponz Miranda; A. Aragüés Díaz

IUCA, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. quilez@unizar.es

Se presenta un resumen de trabajos e investigaciones realizados por el grupo durante el bienio 2013-2015. La tarea investigadora se desarrolla en diferentes contextos:

Actuaciones en el aula: Aragüés, A., Gil Quílez M. J. y de la Gándara, M. (2014). Análisis del papel de los maestros en el desarrollo de actividades de indagación en el practicum de primaria. *Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 135-151.

Carrasquer, J., Ponz, A. y Álvarez, M.V. (2015). Evolución de la iconografía del diablo cartesiano y su uso educativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 95-118.

Trabajo de laboratorio: Aragüés, A. y Saéz Bondía M.J. (2014) Análisis de una experiencia con maestros en formación: Modelo de reacción química y ósmosis. *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva, España.

Mateo, E., Mayayo, M.J. y Barbed, F. (2014). "3D-SYM: un juego de cristalografía para ejercitar la capacidad de visión espacial". *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Huelva, España.

Trabajo de campo: Ferrer, L.M.; de Echave, A.C.; Mateo, E.; Lucha, P.; Mazas, B. (2014). Planificación, diseño y aplicación de una propuesta de trabajo fuera del aula para la formación de maestros. *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva, España.

Martínez Peña, M. B. & Gil Quílez, M. J. (2014). Drawings as a tool for understanding geology in the environment. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 701-713.

Martínez-Peña, M. B. y Gil Quílez, M. J. (2015). El río: un tema cotidiano para el aula de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 217-226.

Sáez Bondía, M.J.; A.L. Cortés Gracia (2014). El trabajo de campo en contextos de indagación. Estudio comparativo en la formación inicial del profesorado de primaria y secundaria. *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva, España.

Generales: Martínez Peña, M.B.; Calvo Hernández, J.M.; Cortés Gracia, A.L. (2015). De la estabilidad al continuo cambio inapreciable. La situación de la Geología en la enseñanza obligatoria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 79, 9-16 . ISSN 2014-4733.

Carrasquer, J., Gil Quílez, MJ, Ponz, A. y Álvarez, M.V. & Uría Varela, J.(2015). The Cartesian devil, supporting actor. *Science & Education* (in press)

Por otro lado, se realiza una **tarea innovadora y de divulgación** con el diseño y análisis de propuestas de intervención en el aula como: Exposición "Danzad, danzad diablillos". Webs: <http://egagropilas.unizar.es/> ; <http://www.catedu.es/dicotomicas/web/index.php/home> . Así mismo se mantienen colaboraciones con diferentes centros de Primaria y Secundaria: I y II Science Fair (2014 y 2015). Jornadas sobre la Enseñanza de las Ciencias en Infantil y Primaria en Zaragoza (CaixaForum, 2014, Conferencia de clausura y taller).

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACTITUDES AMBIENTALES ENTRE ESTUDIANTES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA Y DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Mazas^{1*}, B., Fernández-Manzanal¹, R., del Valle², J., Escudero², M.

¹Facultad de Educación. C/ Pedro Cerbuna, 12. *bmazas@unizar.es

²Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza. Ctra. Huesca, s/n

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVO

Actualmente, la formación ambiental tiene un lugar destacado en muchos de los grados y en las líneas de investigación de los departamentos universitarios. En este contexto se han realizado múltiples estudios para obtener una imagen fiel de las actitudes y valores de los universitarios sobre los problemas ambientales actuales y sobre su disposición a realizar acciones ambientalmente sostenibles [1] [2].

El objetivo de este estudio radica en el análisis comparativo de las actitudes ambientales de los estudiantes del CUD con respecto a otros estudiantes de la Universidad de Zaragoza, que participaron en un estudio previo en 2008 con similares características.

MÉTODO

Con este estudio se pretende reconocer cómo influyen en la Educación Ambiental un conjunto de variables que se analizan en un cuestionario de actitudes tipo Likert (EAU Scale) y en otro dicotómico de conductas. Los participantes que constituyen la muestra de este trabajo pertenecen al Centro Universitario de la Defensa de último curso del grado en Ingeniería en Organización Industrial. El análisis comparativo se realiza con otros alumnos de diferentes Facultades la Universidad de Zaragoza. La muestra total se compone de 123 estudiantes (65 del CUD, 58 de UNIZAR).

RESULTADOS

1. Con respecto a las actitudes ambientales, se aprecia que la mayoría (19 de 20) de los ítems presentan actitudes significativamente más favorables en la exploración del año 2008 que en este estudio con los estudiantes del CUD. Entre los ítems mejor valorados por los estudiantes de ambas muestras se encuentran tres de los cuatro con mayor puntuación, relacionados con la importancia de la formación en educación ambiental. Asimismo, tres de los cuatro con menor valoración también coinciden en ambos estudios, y se refieren a la elección de envases reciclables, de asignaturas ambientales y de la conservación de especies. Entre los ítems peor valorados por los estudiantes del CUD, se encuentra el i16, que se relaciona con el uso del transporte público.

2. En relación con la valoración conductual, solamente cuatro de las doce conductas propuestas son practicadas por los estudiantes del CUD, mientras que los estudiantes del estudio de 2008 realizaban al menos siete. De ellas, coinciden las que expresan acciones relacionadas con el reciclaje y con el ahorro energético. Aparecen más ítems de conducta desfavorable hacia el medio entre los estudiantes del CUD, siendo en ambos casos el peor valorado el que atiende a si se fijan en el etiquetado para comprar el producto más ecológico.

CONCLUSIONES

Los estudiantes del CUD obtienen puntuaciones más bajas que los otros estudiantes de la Universidad de Zaragoza en la escala de actitudes y practican menor número de conductas ambientales en su vida cotidiana. Estos resultados pueden deberse a que los estudiantes del CUD no tienen en su ámbito laboral futuro actividades que contemplen el medioambiente como campo de trabajo directo. Por el contrario, los universitarios de otras facultades podrían considerar el ámbito medioambiental como un posible marco de actuación profesional lo que probablemente contribuya a mantener una actitud más positiva hacia el cuidado del mismo.

Referencias

- [1] Fernández Manzanal, R., Rodríguez Barreiro, L. M. and Carrasquer, J. *Science Education*, 91, 988-1009 (2007)
- [2] Fernández Manzanal, R., Serra, Luis M^a, Morales, M^a J., Carrasquer J., Del Valle, J., Rodríguez Barreiro, L. M. and Murillo, M. B. *Journal of Cleaner Production*, 108A, 830-840 (2015).

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS

Carrasquer, J.; Álvarez, M. V.; Ponz, A.

Grupo Beagle. IUCA. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Teruel.

Introducción. En cualquiera de los currícula vigentes en España de los últimos decenios se ha considerado como uno de los objetivos o competencias a alcanzar por los estudiantes de Enseñanza Obligatoria, la comprensión significativa del funcionamiento de los ecosistemas. Éstos se entienden como un entramado de conexiones entre lo vivo y lo no vivo, entre los seres vivos de la misma y de distinta especie, y éstas últimas centradas fundamentalmente en relaciones alimentarias. Y de esta manera lograr que los/las estudiantes, también, puedan encontrar respuestas a los problemas ambientales que afectan a nuestro planeta. Éstos contenidos comienzan a trabajarse de forma implícita desde la Educación Infantil (E.I.) y Educación Primaria (E.P.).

Qué se investiga. El aprendizaje significativo de los/las estudiantes de Magisterio de los contenidos considerados como mínimos para poder ejercer su profesión en un aula de E.I. y/o E.P. con garantía de saber dirigir a los estudiantes en el aprendizaje del funcionamiento de los ecosistemas.

Con qué objetivo. El de innovar en las enseñanzas universitarias, con metodologías y contenidos que ayuden a mejorar el aprendizaje de los niños y niñas, y el de los futuros/as docentes de enseñanza obligatoria, y a su vez, ofrecer a los segundos recursos didácticos para utilizar con los primeros.

Evidencias de partida. Se ejemplifica en este resumen con unos contenidos sencillos, que comienzan su aprendizaje implícito en la E.I., considerados básicos y de menor dificultad en la Enseñanza Universitaria. Preguntados estudiantes de seis años [1] acerca del concepto adquirido de los distintos taxones de vertebrados, se identifican correctamente: mamíferos (28,6%), aves (81,1%), reptiles (38,1 %), anfibios (3,5%), peces (100%). Asimismo, se pregunta a estudiantes de cuarto curso de Educación Primaria [2] acerca de en qué taxón incluyen a dieciséis especies de vertebrados comunes siendo los resultados del 2,8 % de acierto (pregunta de nivel 5, el grado más alto de adquisición de la competencia para Educación Primaria). Esta misma pregunta contestada por estudiantes de tercer curso de Magisterio, Educación Primaria, con todas las asignaturas de didáctica de ciencias cursadas (curso 13-14 y 14-15), arroja un resultado del 10,3% de acierto (nivel más bajo de la adquisición de la competencia para Magisterio). Otros contenidos con similares resultados son: flujo de energía, ciclo de materia, el CO₂ como materia necesaria, autótrofo, heterótrofo, herbívoro o carnívoro.

Propuesta: Analizada la situación, se hace necesaria la búsqueda de alternativas de enseñanza que permitan a los futuros maestros/as alcanzar las competencias necesarias. La alternativa metodológica que se propone se centra en el estudio de egagrópilas mediante diversos planteamientos constructivistas y con el uso de tecnologías de la información [3]. El trabajo con estos materiales permite averiguar experimentalmente la dieta de la lechuza de forma directa, y mediante consulta bibliográfica, la del resto de seres vivos implicados en la red, permitiendo una reconstrucción del ecosistema, habiendo identificado un número variable de especies vivas y de variables abióticas. Se hacen más evidentes los conceptos de red, cadena y pirámide trófica, facilitando su aprendizaje. Con esta actividad se facilita a los estudiantes la adquisición de un lenguaje apropiado para sus argumentaciones, respecto a estos contenidos y a otros consecuentes, con la predicción de la posible evolución del ecosistema ante las fluctuaciones naturales de las poblaciones o actuaciones humanas.

Referencias

- [1] Soriano Sánchez, M^a. D., *Los seres vivos en la Educación Infantil*. Trabajo de Fin de Grado (Inédito), dirigido por Ponz, A., Unizar (2015).
- [2] MEC. *Evaluación general de diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto curso. Informe de resultados*. Madrid: Ministerio de Educación. p. 90 [C042] (2010).
- [3] Carrasquer, J., Álvarez, M^a.V. y Ponz, A. *Una herramienta TIC de indagación: simulación virtual de una investigación con egagrópilas*. VII Jornadas de Innovación Docente e Investigación Educativa Universidad de Zaragoza (2013).

EL AERÓFONO DE ISTURITZ: REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL, ESTUDIO TRACEOLÓGICO Y ANÁLISIS ARQUEOMUSICOLÓGICO

García Benito, C.; Alcolea Gracia, M.; Mazo Pérez, C.
Universidad de Zaragoza, c/ Pedro Cerbuna 12, 50018 Zaragoza
cgb@unizar.es / malcolea@unizar.es / cmazo@unizar.es

Un amplio grupo de restos arqueológicos compuesto de tubos perforados de hueso con cronología paleolítica son interpretados habitualmente como flautas [1], pero ¿todos ellos son realmente instrumentos musicales? Y si lo son, ¿pertenecen a este tipo concreto de aerófono o a otro de este género?

A través de este póster se muestran las nuevas respuestas que sobre esta cuestión se están logrando gracias al estudio del aerófono gravetiense más famoso y completo de todo el conjunto hallado en la cueva prehistórica francesa de Isturitz [2]. Este estudio, que combina tres disciplinas distintas pero complementarias: Arqueología Experimental, Traceología y Arqueología Musical, ha utilizado diferentes variables y factores para poder determinar con precisión su modo de fabricación, observar las huellas de manufactura que quedan en el objeto de estudio a causa de su elaboración y en las herramientas utilizadas en ello, así como ha indagado en su uso y recursos sonoro-musicales.

De este modo, se han reproducido dos ejemplares experimentales de forma manual, cada uno con una forma diferente de elaboración de sus agujeros (perforación y raspado), usando réplicas de herramientas prehistóricas de sílex (láminas, buriles y perforadores), así como lascas de sílex en bruto sin elaboración ni retoque alguno, en huesos de buitre leonado (*Gyps fulvus*). La cadena operativa que supone su fabricación es una sucesión de acciones simples y sencillas que no requiere el uso de útiles especializados en ambos casos.

Tras su elaboración, se hizo un estudio traceológico de esta reproducción experimental y de las herramientas empleadas.

Y por último, se efectuaron análisis musicales y test sonoros de la réplicas para conocer su rendimiento musical. Estas pruebas confirman que pudo ser utilizado como tres clases diferentes de aerófono: de bisel (*flauta oblicua*), de lengüeta (*clarinete*) o de labio/boquilla (*trompa*) [3].

Finalmente, gracias a este estudio podemos conocer un poco más sobre el mundo sonoro y musical del Paleolítico.

Referencias

- [1] Conard, N. J., Malina, M., Münzel, S. C. *New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. Nature* 469, 737-740 (2009).
- Dauvois, M. *Mesures acoustiques et témoins sonores osseux paléolithiques*. En: Julien, M., Averbough, A., Ramseyer, D., Buisson, D., Cattelain, P., Patou-Mathis, M.-H. (Eds.) *Préhistoire d'os, recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à H. Camps-Faber*. Publications de l'Université de Provence, Aix-Provence, 165-189 (1999).
- Morley, I. *The Prehistory of Music. Human Evolution, Archaeology, & the Origins of Musicality*. Oxford University Press, Oxford (2013).
- Scothern, P. M. T. *The Music-Archaeology of the Palaeolithic within its Cultural Setting*. Tesis Doctoral inédita, University of Cambridge (1992).
- [2] Buisson, D. *Les flûtes paléolithiques d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 87 (10-12), 420-433 (1990).
- [3] García Benito, C. *Arqueología Musical Prehistórica: aproximación a través de la Arqueología Experimental aplicada a la Arqueo-Organología, de la Arqueoacústica y de la Iconografía Musical Prehistórica*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Zaragoza (2014).

LOS PRIMEROS PASTORES DEL PUERTO BAJO DE GÓRIZ (PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO)

Laborda, R.^{1,2}; Gisbert, M.³; Lanau, P.^{1,2}; Villalba, V.^{1,2}; Montes, L.^{1,2}; Domingo, R.^{1,2}.

¹ *Grupo Primeros Pobladores del Valle del Ebro (PPVE). Universidad de Zaragoza.*

² *Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA). Universidad de Zaragoza*

³ *Centro de Espeleología de Aragón (CEA).*

laborda@unizar.es asismario@hotmail.com planau@unizar.es
v.villalba.mouco@gmail.com lmontes@unizar.es rdomingo@unizar.es

El actual paisaje del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido responde a un medio natural parcialmente modificado por la actividad antrópica (mayoritariamente explotación ganadera), cuyo origen en el tiempo no podemos precisar más allá de las fuentes que confirman esta actividad en la etapa medieval. El objetivo de este trabajo consiste en estimar en qué momento comenzó dicho impacto y si éste se remonta a la Prehistoria, tal y como ocurre en otros sitios pirenaicos y pre-pirenaicos situados a cotas altas (Cova del Sardo en Aigües Tortes: 2.200 m; Cova dels Trocs en Bisaurri: 1560 m; Espluga de la Puyascada en Sierra Ferrera: 1.300 m; Cueva Drólica en el cordal de Sevil: 1.200 m...).

Bajo estas premisas, se han realizado en 2014 y 2015 sendas campañas de prospecciones y sondeos en mallatas (nombre local de los refugios de pastores), cuevas y abrigos rocosos en el barranco de La Pardina y su entorno, en el llamado "Puerto bajo de Góriz", entre 1.800 y 2.000 m de altura. Hasta el momento se han registrado cincuenta puntos de interés arqueológico diverso, en quince de los cuales se han efectuado sondeos arqueológicos. Algunos de ellos permiten confirmar la ocupación y explotación de este territorio desde la Prehistoria, al menos desde los primeros momentos de la Edad del Bronce (inicios del II milenio a.C.).

Palabras clave: mallatas; ganadería; alta montaña; arqueología; Edad del Bronce

ESTUDIO DE PALEODIETA EN LOS NIVELES NEOLÍTICOS DE LA CUEVA DE CHAVES (BASTARÁS, HUESCA).

Villalba-Mouco, V.¹, Scorrano, G.², Brilli, M.³, Rickards, O.², Utrilla, P.^{1,4}, Lorenzo, J.I.¹, Martínez-Labarga, C.².

¹ Grupo Primeros Pobladores del Valle del Ebro (PPVE). Departamento de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. España ²Centro di Antropologia molecolare per lo studio del DNA antico. Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". Via della Ricerca Scientifica 1, 00173 Roma. Italia ³Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, CNR. Area della Ricerca Roma 1 - Via Salaria km29.300, 00015 Monterotondo St. ⁴ Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA) C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. España
v.villalba.mouco@gmail.com; gabrielescor@gmail.com; mauro.brilli@igag.cnr.it;
olgarickards52@gmail.com; utrilla@unizar.com; jilorenzo@aragon.es;
martine@uniroma2.it

La utilización de los análisis biomoleculares en el estudio de restos neolíticos ha demostrado ser de gran utilidad para establecer el impacto socioeconómico de la introducción de la agricultura y la ganadería. Concretamente, el estudio de la paleodieta a partir de los isótopos estables de Carbono y Nitrógeno del colágeno de los huesos permite establecer el modo de subsistencia de los primeros pastores y agricultores, y compararlo a su vez con el de poblaciones de cazadores-recolectores, para valorar en qué medida los cambios de la dieta están asociados a la incorporación de las prácticas agrícolas.

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados obtenidos del análisis de los isótopos estables de Carbono y Nitrógeno de los humanos y de los distintos taxones faunísticos pertenecientes a los niveles Neolíticos de la Cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). Con ello se pretende reconstruir el modo de subsistencia de los humanos que habitaron durante este periodo la cueva, y al mismo tiempo, valorar la disponibilidad de recursos naturales para aportar una mayor información acerca de uno de los yacimientos más antiguos del Neolítico ubicado en la Península Ibérica.

Se han analizado restos humanos pertenecientes a 6 individuos y restos faunísticos pertenecientes a 14 especies distintas. Los resultados preliminares confirman que los restos animales pertenecen a los distintos niveles de la cadena trófica, es decir, herbívoros, omnívoros y carnívoros. Los restos humanos parecen indicar que en la Cueva de Chaves se consumían preferentemente proteínas de origen terrestre, con un aporte importante de carne.

LA VILLA ROMANA DE PIECORDERO I (CASCANTE, NAVARRA)¹

Marta Gómara Miramón, Óscar Bonilla Santander y Begoña Serrano Arnáez
*Grupo URBS, Área de Arqueología, Departamento de Ciencias de la Antigüedad,
 Universidad de Zaragoza. Email: oscarbonillasantander@gmail.com*

El yacimiento de Piecordero I se engloba dentro de un conjunto de establecimientos rurales romanos de tipo villa, dentro del municipium Cascantum en la actual Navarra. Se trata de un yacimiento con unas características comunes a otros yacimientos rurales de la zona, pero es el único en el que se han realizado excavaciones ininterrumpidas durante los últimos diez años. La elección del emplazamiento de la villa responde a un patrón que se repite en todo el valle del Queiles:

- Elección de una zona elevada desde la que se controla la zona de huerta y monte.
- Próxima a la vía de Italia in Hispania.
- Próxima a la civitas de Cascantum.

Gracias a las excavaciones realizadas hasta este momento sabemos que se trata de un yacimiento con una cronología muy amplia desde el siglo I a.C. hasta el siglo III d.C., al menos. Su actividad principal fue la producción de vino desde su origen, como atestigua el complejo artesanal de la zona alta y el excavado en las últimas campañas en la parcela 723 del polígono 7. Esta producción pudo ser la que provocó el traslado y ampliación de la zona artesanal. La hipótesis, por el momento, es que a finales del siglo I d.C. se produjo un aumento de la producción y el primer torcularium sería amortizado y se construiría otro de mayores dimensiones para producir grandes cantidades de vino.

El siglo I d.C. se corresponde con el de mayor desarrollo económico y social de la zona, Cascantum había obtenido la municipalidad años antes y el emperador César Augusto había reestructurado todo el territorio del Valle del Ebro con más el asentamiento de itálicos que contribuirían a la ya avanzada romanización del territorio.

Hasta el momento en la parcela 723 hemos podido excavar una zona de prensado, un gran lagar y lo que se ha interpretado como la rampa de acceso a la bodega. No hemos podido establecer todavía las dimensiones exactas de la misma, pero por lo excavado hasta ahora se trata de un recinto de grandes dimensiones con un buen estado de conservación, manteniendo al menos 1'5 metros de alzado.

Las estancias relacionadas con el complejo de producción continúan hacia la zona oeste, por el momento apenas excavado, y solo hemos podido ver la existencia de un nuevo lagar y algunos grandes muros que se corresponden con estancias sin interpretar, a la espera de más excavaciones. Por el momento las únicas zonas recuperadas son las de producción y la cantera, pero la calidad y riqueza de los hallazgos nos lleva a pensar que en la misma zona se encuentran las zonas de habitación de los propietarios y el servicio de la villa. En el transcurso de la excavación y dentro de los niveles de relleno de algunas zonas del torcularium hemos recuperado fragmentos de pinturas murales, de algunos estucos y una antefija. Estos hallazgos arquitectónicos nos llevan a pensar en la riqueza que tuvo que tener la villa, pero también somos cautos ya que la aparición de estos elementos fuera de su contexto original quizás nos indique un alto grado de deterioro desde muy antiguo.

[1] La redacción del presente trabajo ha contado con el soporte del proyecto: "URBS: Repertorios ornamentales públicos y privados en el nordeste de Hispania". (HAR2013-48456-C3-1-P)

OCTAVIO ASIMILADO A MARTE VENGADOR. EL RECURSO A LA VIOLENCIA COMO PARTE DEL PROGRAMA LEGITIMADOR

García Villalba, Claudia

*Grupo URBS. Departamento Ciencias de la Antigüedad. Universidad de Zaragoza.
C/ Pedro Cerbuna nº12 50009 Zaragoza gvclaudia87@gmail.com¹*

Tradicionalmente se considera que fue Adriano quién inauguró la tendencia entre los emperadores romanos de hacerse representar en sus retratos portando barba. Así lo transmite Casio Dión (Cass. Dio, LXVIII. 15. 5) quien señala que fue el primero en instaurar la citada moda.

Aunque las representaciones de romanos con barba no eran muy frecuentes con anterioridad al siglo II d.C., ya que en la tardo-república y el alto imperio, la barba significaba relativa inmadurez, se conoce gracias a la arqueología y a los testimonios aportados por las fuentes clásicas que dichos ejemplos existían, y que varios miembros de las dinastías imperiales se hicieron representar de este modo. No obstante, únicamente eran tres las ocasiones en las que un hombre romano se mostraba con vello facial antes del siglo II d.C.: cuando se encontraba en el campo de batalla, como señal de pesar ante la muerte de algún familiar o antes de la *depositio barbae*.²

Fue precisamente Octavio, aún sin ser emperador, ya que no adquirió el título de Augusto hasta el 27 a.C. quién popularizó, en los años finales de la República romana, una serie de representaciones de sí mismo portando vello facial que conocemos gracias a los testimonios monetales de los años 43 al 36 a.C. El por qué se desconoce, pero la teoría más extendida entre los investigadores, es que la que afirma que la barba o vello facial que porta Octavio es una señal de duelo por la muerte de su padre adoptivo Julio César en el 44 a.C.³

No obstante, aunque las fuentes clásicas mencionan momentos en los que Augusto se dejó crecer la barba como muestra de duelo, no tenemos constancia de que este duelo traspasara la esfera privada y se materializara en un tipo específico de retrato. Por ello consideramos que el vello facial que porta Octavio en esos años es parte de una estrategia política diseñada al milímetro que tuvo una doble función: vincularlo a su padre adoptivo Julio César, hombre muy popular en Roma, buscando reforzar por vínculos sentimentales la legitimación política que le había concedido su testamento y fundamentalmente legitimarlo militarmente. Para ello Octavio incorpora la barba en sus representaciones como muestra de duelo, pero sobre todo para asimilarse al dios de la guerra Marte, en su versión vengativa y violenta -*Mars Ultor*- y obtener así la condición de líder heroico en el ámbito militar.

No hay que olvidar que Octavio había obtenido la legitimidad política del testamento de César pero carecía de experiencia en el terreno militar, algo que sí tenía su rival Marco Antonio. Esta propuesta de la barba de Octavio como búsqueda sobre todo de legitimidad militar se refuerza si se tiene en cuenta que las imágenes del futuro emperador con vello facial se documentan en los testimonios monetales. Concretamente en acuñaciones emitidas en las cecas móviles que viajaban con Octavio, series cuyo fin principal era el pago a los legionarios por los servicios prestados.

En relación con esto se debe mencionar también el hecho de que se conocen otras representaciones de Octavio portando *barbula* en el ámbito militar, concretamente las *images* del gobernante que se situaban sobre los *signum*, estandartes tácticos ordinarios del ejército romano.

[1] Este artículo se enmarca dentro del proyecto de investigación URBS: Repertorios ornamentales públicos y privados en el Nordeste de Hispania. HAR2013-48456-C3-1-P.

[2] Rose, C.B. *Dynastic commemoration and imperial portraiture in the Julio-Claudian period*. cap. 8 nota 85 (1997)

[3] Vout, C. "A revision of Hadrian's portraiture". En De Blois, L., Erdkamp, P., Hekster, O. De Keijn, G. y Mols, S. (eds.) *The representation and perception of roman imperial power. Proceedings of the Third Workshop of the International Network Impact of the Empire (Roman Empire, c. 20 B.C. - A.D.476)*, 454 (2003).

ARQUEOLOGÍA Y DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO: EL MUNICIPIUM AUGUSTA BILBILIS

(Sáenz Preciado, J.C.; Martín-Bueno, M.; Rivero Gracia, P.;
Bonilla Santander, O.; García Villalba, C.)

Grupo URBS, Dpto. de Ciencias de la Antigüedad (Área Arqueología), Fac. Filosofía y Letras, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA) – U. de Zaragoza

Desde el inicio de las campañas arqueológicas en el yacimiento de Bilbilis (Calatayud) patria del poeta Marco Valerio Marcial (h. 40 – 104 d.c.) se apreció el enorme potencial patrimonial que tenía el yacimiento¹. La monumentalización de los edificios descubiertos, así como el privilegiado entorno en el que se situaba la ciudad, permitió ya entonces apreciar su gran potencial. En unos momentos en los que el patrimonio y su puesta en valor era algo desconocido, poco valorada, por no decir que utópico, siempre se tuvo en claro las posibilidades que el yacimiento presentaba para convertirse en uno de los principales reclamos de la comarca. Han pasado más de 40 años desde entonces y lo que en aquellos momentos era una suposición, hoy en día se ha convertido en una realidad.

Un teatro para cerca de 4500 espectadores, su monumental foro construido para ser contemplado desde todo el valle, las termas y sus viviendas decoradas con ricos conjuntos pictóricos, del mismo modo que una compleja red hidráulica de cisternas, hacen del *Municipium Augusta Bilbilis* uno de los principales yacimientos arqueológicos aragoneses.

La labor desarrollada desde 1971 tuvo bien claro que se debía desarrollar de manera paralela al de la formación de arqueólogos, así como al de la divulgación del patrimonio arqueológico. La creación del Museo de Calatayud incidió en estos aspectos, siendo un escaparate de todo ello plasmado en su labor divulgadora reflejado en talleres, exposiciones, investigación, etc.

En los últimos años, los trabajos desarrollados en *Bilbilis*, se han centrado en el descubrimiento del urbanismo privado de la ciudad, así como en sus últimas fases de ocupación². A finales del siglo II, y más claramente en el siglo III, parte de los edificios de la ciudad habían dejado de tener su función original, siendo reocupados y transformados en viviendas, cuadras o almacenes. Sus mármoles estaban siendo expoliados y sus esculturas quemadas para obtener de ellas cal. La aparición de varias caleras así lo confirman, indicándonos lo lejos que quedaba ya la esplendorosa ciudad altoimperial fundada por el emperador Augusto³ y loada por Marcial en muchos de sus epigramas (p.e. en *Ep. X*, 103-104). Estos trabajos nos están permitiendo conocer con más detalle los últimos siglos de ocupación de la ciudad mencionada como desolada en la correspondencia entre Ausonio y Paulino de Nola efectuada 390-394 (Ausonius Epístolas X, 223-4 y XXIX 56-59).

Paralelamente se está procediendo a la restauración de conjuntos pictóricos y objetos muebles (principalmente cerámicas, bronce y elementos numismáticos) para su posterior exhibición en el Museo de Calatayud. Igualmente no desdeñamos la labor divulgadora, todo lo contrario; la realización de jornadas de recreación histórica en el yacimiento, así como talleres escolares, exposiciones, publicaciones y conferencias, son un ejemplo del trabajo que se está realizando para dar a conocer lo que fue el *Municipium Augusta Bilbilis*.

¹Una visión general sobre el yacimiento en: Martín-Bueno, M. y Sáenz Preciado, J.C. *Guía arqueológica del Municipium Augusta Bilbilis (Calatayud, Zaragoza)*, Eds. Gobierno de Aragón – Prames, Zaragoza 2005; *Idem*: “El Culto Imperial en el Valle del Ebro”, en T. Nogales y J. González (eds.), *Culto Imperial: política y poder* (Mérida 2006), L’Erma di Bretschneider, 2007, 722-738.

²Un avance de estos trabajos se puede encontrar en Villalba García, C. y Sáenz Preciado, J.C. “Municipium Augusta Bilbilis. ¿paradigma de la crisis de la ciudad julio-claudia?”, en *¿Crisis urbana a finales del altoimperio?. La evolución de los espacios cívicos en occidente* (Cartagena 2012). Universidad de Murcia. Museo del teatro Romano de Cartagena y Casa Velazquez. Cartagena (2015 prensa).

³Martín-Bueno, M y Sáenz Preciado, J.C. “Los programas arquitectónicos de época julio-claudia en Bilbilis”, en S. Ramallo (eds.): *Congreso Internacional La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de occidente* (Cartagena 2003), Murcia, 2004, 257-273.

LA FORTALEZA ALTOMEDIEVAL DEL CERRO CALVARIO. (LA PUEBLA DE CASTRO. HUESCA)

Asensio Esteban, J.A. y Magallón Botaya, M^a A.

Universidad de Zaragoza Grupo URBS, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) Facultad de Filosofía y Letras.

joseangelasensio@yahoo.es amagallo@unizar.es

En el conjunto arqueológico de Labitolosa (La Puebla de Castro. Huesca) se vienen realizando excavaciones en un recinto fortificado situado en la cumbre del Cerro Calvario. En el mismo se han localizado las estructuras de un conjunto de sistemas defensivos que van desde el siglo VIII hasta mediados del siglo XII.

Los restos arqueológicos se han identificado con los topónimos: Qasr Muns y Castro Muniones, conocidos en diferentes textos árabes y cristianos.

La secuencia del hábitat se ha establecido, basándonos en los vestigios hallados, en tres momentos.

- 1). El Hábitat castral: Qasr Muns que se construye en el siglo VIII siendo modificado a mediados del siglo X.*
- 2). El Hisn o complejo fortificado califal: Hisn Muns-Castro Muniones, cuya cronología nos lleva desde mediados del siglo X al año 1081, fecha en la que es destruido según los textos. Este conjunto, promovido probablemente por la autoridad califal, se compone de un pequeño alcázar de planta regular trapezoidal con organización modular y un amplio recinto externo o albacar amurallado.*
- 3). Castro Munniones; castillo bajo dominio aragonés convertido en tenencia u honor real, ocupado tras la conquista de Graus por el rey Sancho Ramírez en el 1081, abandonándose a mediados del siglo XII.*

EL CONJUNTO HIDRÁULICO ROMANO DE MUEL

Uribe Agudo, P. y Magallón Botaya, M^a A.

Universidad de Zaragoza Grupo URBS, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) Facultad de Filosofía y Letras.

uribe@unizar.es amagallo@unizar.es

Al proyectar la singular infraestructura hidráulica que supone la presa de Muel, los romanos se debieron plantear, en primer lugar, la búsqueda de un emplazamiento adecuado a las características de una obra hidráulica. También era preciso localizar, en su entorno más próximo, los materiales necesarios para poder llevar a cabo esta impresionante obra que exigía el empleo de un gran volumen de piedra que reuniera, además, las cualidades mecánicas y físicas necesarias. Por último, debía transportarse con facilidad hasta el lugar donde se empleaba.

Los trabajos que se estamos llevando a cabo en el embalse romano y en las infraestructuras asociadas permiten conocer mejor el funcionamiento de la instalaciones hidráulicas, su impacto en el paisaje y en la organización del territorio en el entorno de la colonia caesaraugustana.

Se presentan los vestigios de la presa y la cantera de la que se extrajo la piedra empleada en su realización.

CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LAS REPOBLACIONES FORESTALES EN ZONAS DE MONTAÑA MEDITERRANEA

Nadal-Romero, E.^{1, 2}; Cammeraat, E.²

¹ Dep. Geografía. IUCA. estelanr@unizar.es

² Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics. Earth Surface Science Research Group. University of Amsterdam

Desde mediados del siglo XX el Pirineo Central está afectado por continuos cambios en el paisaje, asociados en mayor medida a la recuperación de la vegetación, principalmente en campos de cultivo abandonados en laderas deforestadas y aterrazadas [1]. Amplias áreas que estuvieron ocupadas por campos de cultivo y pastizales han sido colonizadas de forma natural por matorrales y bosques de sucesión [1], y de manera artificial, gracias a las campañas de repoblación forestal aplicadas con regularidad desde 1940. En este sentido, en las décadas de 1960 y 1970 se aplicaron políticas de repoblación forestal en la Depresión Interior Altoaragonesa mediante *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris* cuya selección se debió a su rápido crecimiento, favoreciendo la protección del suelo, y a una supuesta capacidad para acelerar la regeneración de las propiedades edáficas.

Hasta el momento, muy pocas evaluaciones de los efectos de las repoblaciones forestales en áreas de montaña mediterránea se han llevado a cabo de una manera global. Para hacer frente a este vacío de conocimiento, se ha propuesto un enfoque interdisciplinario para evaluar los efectos de las repoblaciones en la dinámica hidrológica y geomorfológica, las propiedades del suelo y el secuestro de carbono, y el paisaje. El proyecto MED-AFFOREST (Afforestation management in Mediterranean mountain areas: Evaluating the environmental consequences, financiado por el 7º Programa Marco PIEF-GA-2013-624974) analiza los efectos hidrológicos y edáficos de las repoblaciones forestales y sus consecuencias en la dinámica de laderas y cuencas, como una base para futuros planteamientos de gestión del territorio en ambientes de montaña mediterránea marginal.

Los resultados del proyecto indican que:

- (i) Los cambios en las propiedades edáficas después de 50 años de abandono son limitados, incluso en las zonas donde se realizaron repoblaciones forestales. Además no se han observado diferencias significativas entre zonas repobladas y las zonas donde el proceso de revegetación se ha producido de manera natural.
- (ii) Las repoblaciones realizadas con *P. nigra* produjeron una acumulación de carbono orgánico en los 10 primeros centímetros del suelo.
- (iii) Asimismo se observaron en la zona de repoblación: agregados del suelo más grandes, más gruesos y más estables, mayores porcentajes sobre el total de carbono orgánico de la fracción más lábil y mayores emisiones de CO₂.
- (iv) La respuesta hidrológica es moderada, con picos de caudal moderados y tiempos prolongados de respuesta. Además la respuesta es compleja y diversa, predominando diferentes procesos de generación de escorrentía, siendo muy difícil identificar una sola variable capaz de explicar dicha respuesta. Asimismo, las prácticas de repoblación fracasaron en el control de los eventos hidrológicos extremos.
- (v) La dinámica temporal de las aguas subterráneas muestra una tendencia estacional. Se observa una alta variabilidad, con oscilaciones muy rápidas del nivel freático.
- (vi) Las repoblaciones forestales producen un descenso en la producción de agua en comparación con áreas desnudas y tierras abandonadas

Referencias

[1] Vicente-Serrano, SM., Lasanta, T. and Romo, A. Analysis of the spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish Central Pyrenees: the role of human management. *Environmental Management* 34 (6), 802-818 (2004)

TIPOS DE TIEMPO, PRECIPITACIÓN, ESCORRENTÍA Y EROSIÓN EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Nadal-Romero, E.¹; González-Hidalgo, J.C.¹; Cortesi, N.¹; Desir, G.²; Gómez, J.A.³; Lasanta, T.⁴; Lucía, A.⁵; Marín, C.²; Martínez-Murillo, J.F.⁶; Pacheco, E.⁷; Rodríguez-Blanco, M.L.⁸; Romero Díaz, A.⁹; Ruiz-Sinoga, J.D.⁶; Taguas, E.¹⁰; Taboada-Castro, M.M.⁸; Taobada-Castro, M.T.⁸; Úbeda, X.⁷; Zabaleta, A.¹¹
 1 Dep. Geografía. IUCA. estelanr@unizar.es 2 Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza 3 Instituto de Agricultura Sostenible-CSIC, Córdoba 4 Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Zaragoza 5 Faculty of Science and Technology. Free University of Bolzano 6 Departamento de Geografía. Universidad de Málaga 7 Dep. de Geografía Física i AGR. Universitat de Barcelona 8 Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña. Universidade da Coruña 9 Departamento de Geografía. Universidad de Murcia 10 Dpto. Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba 11 Dpto. Geodinámica. Universidad del País Vasco

La precipitación es considerada uno de los principales agentes erosivos, lo que explica el creciente interés que en la comunidad científica se ha suscitado por su análisis en los últimos años en el contexto de cambio global. Uno de los enfoques más recientes de la climatología para analizar la precipitación y su variabilidad es el estudio de los tipos de tiempo (Weather Types, WT). En el presente estudio analizamos las relaciones entre los WTs, la precipitación, la escorrentía y la erosión en diferentes puntos de la Península Ibérica (IP), con el objetivo de verificar si la erosión del suelo en la IP varía acorde los diferentes WTs.

Se han recopilado datos de 17 áreas de estudio de erosión del suelo de la IP (total 37 puntos de muestreo). Los WTs diarios se calcularon a partir de los datos diarios de valores de presión superficial del proyecto NMC/NCAR 40-Year Reanalysis Project para el periodo 1970-2012. La base de datos generada recoge 5199 eventos de erosión, todos ellos registrados en las 17 áreas de estudio (37 puntos de muestreo procedentes de 11 cuencas experimentales y 26 parcelas experimentales con diferentes usos del suelo).

Los resultados presentados confirman que los WTs pueden ser una buena herramienta en estudios de erosión e hidrología ambiental [1]. El análisis de las relaciones entre WTs, precipitación y la erosión es valioso, y sugiere que la mayoría de la precipitación, la escorrentía y la erosión se producen principalmente en unas condiciones atmosféricas (WTs): los 3 WTs que generan mayor % de precipitación sobre el total son C, W y SW observándose diferencias espaciales importantes. Estas diferencias son más acentuadas respecto a la producción total de sedimento, siendo los WTs más eficientes el NW, SW y W.

Referencias

[1] Nadal-Romero, E., González-Hidalgo, J.C., Cortesi, N., Desir, G., Gómez, J.A., Lasanta, T., Lucía, A., Marín, C., Martínez-Murillo, J.F., Pacheco, E., Rodríguez-Blanco, M.L., Romero Díaz, A., Ruiz-Sinoga, J.D., Taguas, E.V., Taboada-Castro, M.M., et al. Relationship of runoff, erosion and sediment yield to weather types in the Iberian Peninsula. *Geomorphology* 228, 372-381 (2015)

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS MENSUALES EN LA ESPAÑA PENINSULAR

Peña-Angulo, D. ^{(1-2)(*)}; González-Hidalgo, JC. ⁽¹⁻²⁾; Cortesi, N. ⁽¹⁾; Brunetti, M. ⁽³⁾

(1) Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, (2) Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Universidad de Zaragoza, (3) ISAC-CNR, Bolonia, () dpang@unizar.es*

Este trabajo se enmarca en el proyecto “Impactos Hidrológicos del Calentamiento Global en España” (HIDROCAES), del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (CGL2011-27574-C02-01). En el estudio se analiza la variabilidad espacial de las temperaturas máximas (Tmax) y mínimas (Tmin) mensuales en la España Peninsular en el periodo 1980-2010, utilizando la relación entre correlación y distancia (Correlation Distance Decay, CDD). El CDD estima la distancia a la que se mantiene un valor de varianza común entre observatorios vecinos, lo que permite un análisis previo a la creación de series de referencia en estudios del clima, la aplicación de métodos de interpolación, el estudio de las relaciones entre variables naturales, entre otros casos. Altos valores de CDD suponen una alta variabilidad espacial de las temperaturas, y viceversa.

El objetivo del trabajo es conocer la distancia óptima en la cual las estaciones de temperatura tienen un comportamiento similar en la España peninsular, lo que permitirá identificar las regiones con mayor o menor variabilidad espacial en sus características térmicas. El estudio se realizó para la Tmax y Tmin, a partir de una matriz de correlaciones entre las series (459 Tmax y 454 Tmin) con al menos un 90% de sus datos originales. La información de estas series procede de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet), a las que se le aplicó un control de calidad. Una vez calculados los valores de CDD fueron interpolados (10km de resolución) con el método “ordinary kriging” y un variograma esférico, y cartografiados los resultados.

El valor promedio óptimo de CDD para la España peninsular es 200 km, pero existen grandes diferencias espaciales y temporales. En ningún caso, se observa en la España peninsular, valores de CDD superiores a 500km. Desde el punto de vista espacial, los valores de CDD más bajos (50 km) se encuentran al sureste del territorio, un área de costa delimitada por una barrera montañosa. Mientras que desde el punto de vista temporal, la mayor variabilidad se localiza en los meses de verano. Por último se destaca que la Tmin presenta valores de CDD más bajos que la Tmax, salvo en invierno. En general, los valores bajos de CDD que suponen una mayor variabilidad espacial, parecen relacionarse con la presencia de factores locales.

EL HIATO TÉRMICO EN ESPAÑA: TENDENCIAS RECIENTES DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS MENSUALES EN LA ESPAÑA PENINSULAR

Peña-Angulo, D. ^{(1-2)(*)}; González-Hidalgo, J.C. ⁽¹⁻²⁾; Cortesi, N. ⁽¹⁾; Brunetti, M. ⁽³⁾

(1) *Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza*, (2) *Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Universidad de Zaragoza*, (3) *ISAC-CNR, Bolonia*, (*) *dpang@unizar.es*

La evolución reciente de las temperaturas presenta una deceleración en sus tasas no identificada previamente en los modelos climáticos, lo que ha originado un acalorado debate sobre su naturaleza, causas y consecuencias. Dicho fenómeno ha recibido el nombre de hiato (Meehl et al., 2015).

El objetivo de este trabajo es detectar si dicho parón se ha dado en la evolución de las temperaturas de las décadas recientes en el territorio peninsular español, identificando en qué medidas afecta a las temperaturas máximas (Tmax) y mínimas (Tmin), y su escala temporal (promedios anuales o estacionales).

El estudio se realiza con la nueva base de datos de los promedios mensuales de Tmax y Tmin del territorio peninsular español (MOTEDAS). La base de datos consta de más de 1300 observatorios libres de datos anómalos, homogéneos y reconstruidos (1951-2010), seleccionados de entre el total de existencias de los archivos de AEMet, con los que se elaboró una malla de alta resolución (10 km²) y se analizaron las tendencias mensuales, estacionales y anuales (González-Hidalgo et al., 2015a). Las series nacionales de Tmax y Tmin de España peninsular se calcularon como promedio de las anomalías de los valores de la malla en sus valores estacionales y anuales.

El análisis de las variaciones de la tendencia se ha efectuado aplicando el método de ventanas móviles, identificando la significación de la tendencia mediante la prueba de Mann-Kendall y la intensidad de la misma por medio del estadístico de Sen. Los periodos de las ventanas móviles varían entre 20 y 60 años.

Los principales resultados del estudio indican:

- El periodo de máximo calentamiento se concentra entre 1970 y 1990.
- Los promedios anuales y estacionales de Tmax y Tmin no son significativos desde al menos mediados de los años ochenta.
- El calentamiento más intenso cuando ha ocurrido se detecta en primavera (Tmax y Tmin) y verano (Tmin).
- En algunas estaciones la tendencia no ha sido significativa prácticamente en momento alguno (otoño en Tmax, invierno en Tmin).
- La detección de tendencias depende claramente del periodo elegido (año de inicio y duración).

[1] Meehl G.A., Arblaster J.M., Fasullo J.T., Hu A., Trenberth K.E. (2011): Model based evidence of deep-ocean heat uptake during surface-temperature hiatus periods. *Nature Climate Change* 1, 360-364, DOI: 10.1038/nclimate1229

[2] González-Hidalgo J.C., Peña-Angulo D., Brunetti M., Cortesi, C. (2015 a): MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and the trend in temperature (1951-2010). *International Journal of Climatology* 31, 715–731. DOI: 10.1002/joc.4298

TENDENCIAS DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR

Peña-Angulo, D. ^{(1-2)(*)}; González-Hidalgo, J.C. ⁽¹⁻²⁾; López-Escolano, C. ⁽¹⁻²⁾; Cortesi, N. ⁽¹⁾; Brunetti, M. ⁽³⁾

(1) Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, (2) Instituto Universitario de Ciencias Ambientales, Universidad de Zaragoza, (3) ISAC-CNR, Bolonia, () dpang@unizar.es*

En el trabajo se presenta una nueva base de datos de temperaturas medias mensuales máximas (Tmax) y mínimas (Tmin) de la España peninsular para el periodo 1950-2010 (MOTEDAS) (González-Hidalgo, J.C. et al., 2015). Los datos originales proceden de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet), a los que se aplicó un control de calidad y reconstrucción de datos perdidos. Posteriormente, se seleccionaron los datos con mayor información original (1358 estaciones), para interpolarlos con un método local (Brunetti, M. et al., 2006), y representarlos en una malla de alta resolución espacial (10 km²). En el estudio se muestra la significación de las tendencias de las temperaturas utilizando el método de Mann-Kendall y su tasa de cambio (°C/década) mediante el estadístico de Sen para cada mes y celda en el área de estudio.

El mayor aumento de las temperaturas tiene lugar en los meses de verano, siendo superior para Tmin que para Tmax, y produciéndose fundamentalmente en las regiones del sur y del este. Además, para Tmin hay un amplio porcentaje del territorio con tendencia significativamente positiva en primavera y parte del otoño, mientras que para Tmax, esta tendencia se observa en febrero y marzo. Si bien la señal generalizada de la tendencia de temperaturas es positiva, se detectan variaciones espaciales en la intensidad que llevan a diferenciar la mitad norte y sur del territorio en los meses cálidos. En la mitad sur del territorio, para estos meses, se observa que el aumento de la Tmax ha sido inferior al de Tmin, lo que supone una amplitud negativa.

Los factores (latitud, transparencia atmosférica, naturaleza de la superficie, circulación atmosférica y oceánica, y topografía) condicionan las temperaturas en la superficie, generando grandes variaciones espaciales y temporales. Los factores astronómicos y planetarios determinan la llegada de radiación solar, mientras que los factores geográficos se encargan de modificarlo. La naturaleza de la superficie determina la reflexión y absorción del calor y por tanto el comportamiento de las temperaturas diurnas y nocturnas. Es por ello que se relaciona el aumento de la Tmin con los cambios más profundos en los usos del suelo. Las áreas donde la amplitud térmica es negativa (sur y sureste) se corresponden, en algunos casos, con zonas en donde se produce la mayor intensidad de cambio en los usos del suelo (costa Mediterránea, cuenca del Duero, valle del Ebro y del Guadalquivir).

[1] González-Hidalgo J.C., Peña-Angulo D., Brunetti M., Cortesi, C. (2015 a): MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and the trend in temperature (1951-2010). *International Journal of Climatology* 31, 715–731. DOI: 10.1002/joc.4298.

[2] Brunetti M., Maugeri M., Monti F., Nanni T. (2006): Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *International Journal of Climatology* 26, 345–381.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN MULTIPROXY DE EPISODIOS DE SEQUÍA EN EL NORESTE DE ESPAÑA DESDE EL SIGLO XVII

Saz, M.A.¹, Tejedor, E.¹, Cuadrat, J.M.¹, Barriendos, M.², de Luis, M.¹, M., Serrano, R.¹, Novak, K.¹, Martínez, E.¹, Longares, L.A.¹

¹*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Universidad de Zaragoza*

²*Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Barcelona.*
masaz@unizar.es; etejedor@unizar.es

En un momento en el que los modelos que muestran la evolución del clima para las próximas décadas señalan un significativo aumento de las temperaturas y de la recurrencia de eventos extremos [1], resulta fundamental conocer el devenir climático anterior a la masiva intervención antrópica sobre el sistema para conocer los límites naturales de variación del clima y validar la fiabilidad de la arquitectura físico-matemática de las modelizaciones. Sin embargo, los registros instrumentales sólo nos permiten estudiar, en el mejor de los casos, la temperatura y precipitación de los últimos 150 años.

La dendroclimatología utiliza árboles longevos con el fin de poder reconstruir cómo eran las condiciones ambientales en un área específica durante los últimos siglos. El crecimiento de los árboles está condicionado principalmente por la temperatura y la precipitación [2], haciéndolos testigos de la evolución del clima de una región.

En este estudio se muestra el potencial dendroclimático de la Cordillera Ibérica de Teruel con cronologías de una nueva base de datos múltiespecie (*Pinus sp.*). Durante la campaña de trabajo de campo de 2012 y 2013 se muestrearon un total de 92 árboles de 9 formaciones boscosas. Además, para este estudio, se han utilizado 101 series de crecimiento de 8 localizaciones del International Tree Ring Data Bank (ITRDB) y 51 series de crecimiento de 4 emplazamientos de proyectos anteriores desarrollados en los años 80-90 ('CLI96-1862).

Después de realizar el procesado de las muestras siguiendo la metodología tradicional, las muestras se estandarizaron con el objetivo de eliminar la señal debida al crecimiento juvenil y preservar la señal climática. Asimismo, se ha generado una cronología mediante los anillos de crecimiento de los árboles de 318 años. La cronología se ha correlacionado con el índice de sequía SPI generado a partir de una serie regional instrumental. La reconstrucción generada presenta una alta señal significativa para el periodo de calibración 1951-2010 ($r=0.64$ para el SPI12 de julio) representativa de la España central.

A través de la reconstrucción podemos reconocer periodos prolongados de sequías desde 1694 asociados en muchos casos a eventos históricos catastróficos como las *hambres decimonónicas* de comienzos del s.XIX. Así mismo, los periodos de sequía prolongados también se han observado en otras reconstrucciones de sequía generadas en Centroeuropa [3].

Referencias

[1] IPCC (2013) Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324

[2] Vicente-Serrano SM, Lopez-Moreno JI, Beguería S, Lorenzo-Lacruz J, Sanchez-Lorenzo A, García Ruiz JM, Azorin-Molina C, Morán-Tejeda E, Revuelto J, Trigo R, Coelho F, Espejo F (2014) Evidence of increasing drought severity caused by temperature rise in southern Europe. *Environ Res Lett* 9 (4), art. no. 044001

[3] Levanič T, Popa I, Poljanšek S, Nechita C (2013) A 323-year long reconstruction of drought for SW Romania based on black pine (*Pinus nigra*) tree-ring widths. *Int J Biometeorol* 57(5):703–714

PLURALIDAD DE TENDENCIAS EN EL DESARROLLO RURAL: INDUSTRIA AGROALIMENTARIA Y TURISMO RURAL

Climent López, E; Frutos Mejías, L.; Castelló Puig, A.; Hernández Navarro, M.;
Hervás, I.; Loscertales Palomar, B.; Ruiz Budría, E.

*Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial de la Universidad de Zaragoza
(GEDETUZ) (IUCA). ecliment@unizar.es*

Dos actividades económicas tradicionales, pero renovadas, están revitalizando el espacio rural. El turismo, en el que las mujeres emprendedoras están desempeñando un papel estratégico, y la industria agroalimentaria, cada vez más orientada a las producciones de calidad.

LAS EMPRENDEDORAS EN EL TURISMO RURAL

Como respuesta a la desorganización y crisis del medio rural los años 60 a 80, algunos espacios rurales están en proceso de recuperación y revitalización, incorporando a las actividades tradicionales otras nuevas, entre las que destacan las turísticas. En este marco, cobra importancia el papel de las mujeres emprendedoras.

Indagar en las circunstancias y características del emprendimiento femenino en el medio rural requiere una triangulación metodológica, que va más allá del uso de las estadísticas y otras fuentes indirectas, utilizando métodos y técnicas cualitativos, basados en el trabajo de campo, como la entrevista en profundidad y la observación participante.

El resultado de las investigaciones basadas en este método ha permitido concluir que mujeres de edades y perfil socioeconómico y cultural diverso han optado por fijar su residencia en los pueblos de la montaña aragonesa a través del emprendimiento personal, dada la carencia de oferta de trabajo, encontrando un nicho de actividad relacionado con el turismo, aprovechando los recursos locales y utilizando las TIC para su gestión. Así, han abierto y gestionado alojamientos para turismo rural, empresas de hostelería, de artesanía, tanto gastronómica como de otros productos, o de actividades ligadas a la naturaleza, e incluso de nuevas tecnologías.

De este modo han contribuido al desarrollo multifuncional y sostenible de las zonas rurales de montaña, de forma eficaz e imprescindible, fijando población y recuperando patrimonio arquitectónico, gastronómico y artesano en un marco de equilibrio con el medioambiente. Estas mujeres creen en el futuro del medio rural y en el papel que ellas deben jugar.

LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

La industria agroalimentaria muestra una fuerte tendencia a localizarse en el espacio rural: el 62% de las empresas de la rama, frente a sólo el 26% de las empresas manufactureras. Pero hay diferencias importantes entre ramas:

Las que utilizan materias primas agrarias perecederas tienen cocientes de localización muy altos en el espacio rural. Son las que más intensamente trabajan por la calidad diferenciada: el mayor número de Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas corresponde a ellas (vino, aceite, queso, conservas vegetales).

Las que transforman materias primas agrarias no perecederas tienden a localizarse con mayor intensidad en las grandes áreas urbanas.

Las ramas que manipulan materias primas no perecederas, pero cuyo mercado se localiza de forma dispersa en el medio rural (las de alimentación animal), tienen elevados cocientes de localización en las pequeñas ciudades que funcionan como cabeceras comarcales de las áreas rurales.

PLURALIDAD DE TENDENCIAS EN EL DESARROLLO RURAL: ACTIVIDADES CREATIVAS Y NUEVOS POBLADORES

Escalona Orcao, A.; Lardiés Bosque, R.; Frutos Mejías, L.; Loscertales Palomar, B
*Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial de la Universidad de Zaragoza
(GEDETUZ), IUCA. aescalon@unizar.es*

Aunque persisten los problemas estructurales del medio rural, se están desarrollando en él líneas de desarrollo nuevas, que se van consolidando paso a paso. Una de ellas es la implantación de actividades creativas, que ya no se circunscriben sólo a las áreas metropolitanas. Otra es la llegada de nuevos pobladores de origen urbano, con lo que se invierte la tradicional corriente emigratoria.

ACTIVIDADES CREATIVAS

Las actividades creativas existentes en las pequeñas ciudades y en las áreas rurales pueden constituir clústeres y generar externalidades positivas en el territorio. Esta conclusión es el resultado de una investigación en curso sobre 7.367 municipios españoles de menos de 50.000 habitantes situados fuera de las grandes áreas urbanas. La investigación se ha llevado a cabo en dos etapas y escalas diferentes.

En la primera etapa se ha elaborado una metodología para identificar, a gran escala, municipios con concentraciones empresariales susceptibles de constituir clústeres por su dimensión y especialización. En un análisis estadístico posterior hemos verificado la existencia de una relación positiva entre el desarrollo económico y el comportamiento demográfico de tales municipios, circunstancia que los diferencia netamente de otros.

En la segunda etapa hemos abordado el estudio de casos concretos, como el de las actividades surgidas en torno a la celebración de *Las Bodas de Isabel de Segura* en Teruel. Hemos apreciado la génesis de relaciones de carácter comercial, organizativo y funcional entre los participantes, estimulando la economía local. La celebración también ha reforzado la identidad de los habitantes, el capital social de la ciudad y la marca turística y cultural asociada a Teruel. Sin embargo para que la iniciativa conforme un *clúster* de actividades creativas parece necesario superar diversos *hándicaps*, como el pequeño tamaño de la ciudad, la concentración de la demanda en un período breve y su capacidad limitada para generar mayor impacto.

NUEVOS POBLADORES

Aragón ha aumentado su población en las últimas décadas. Sin embargo, entre 2004 y 2014, la población rural ha aumentado únicamente en algunas zonas con economía turística o agroalimentaria, o en las rurales muy próximas a las capitales de provincia y zonas urbanas. El crecimiento demográfico de los municipios rurales en la mayoría de las comarcas oscenses ha sido negativo, entre 2004 y 2014, básicamente por el efecto de la crisis económica.

En el conjunto de Aragón la población se concentra en los municipios de mayor tamaño demográfico y sigue disminuyendo en los de menor población. En la década 2004-2014, la población residente en los municipios de menos de 5.000 habitantes disminuye.

Las variaciones residenciales muestran saldos positivos en varias de las comarcas de Huesca, debido, sobre todo, a las zonas urbanas y cabeceras comarcales.

El fenómeno de los nuevos pobladores en zonas rurales ha sido interpretado como el final de la dicotomía rural/urbano, si bien es un fenómeno minoritario, temporal y difícil de cuantificar. Los nuevos pobladores condicionan la residencia a lograr un puesto de trabajo y se enfrentan a las dificultades de vivir en zonas rurales (carencia de servicios, falta de empleo), a problemas de adaptación e incluso a conflictos con la población local. Todo ello exige la realización de estudios longitudinales.

LOS RECURSOS ENERGÉTICOS Y EL DESARROLLO TERRITORIAL DE ARAGÓN

Polo, I.¹; Escalona, A.²; Aurell, M.³

1 Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) 2 Grupo GEDETUZ, IUCA 3 Grupo Reconstrucciones Paleoambientales IUCA

ANTECEDENTES

El proyecto que se presenta se enmarca en las líneas de investigación de dos grupos del IUCA: Grupo de Estudios de Desarrollo Territorial (GEDETUZ), perteneciente al área estratégica Territorio y el grupo Reconstrucciones Paleoambientales, perteneciente al área estratégica Patrimonio. Resultó seleccionado en la convocatoria realizada en 2014 para la contratación de investigadores noveles n4 con destino en el IUCA y lo dirigen los doctores Marcos Aurell (Reconstrucciones Paleoambientales) y Ana Isabel Escalona (Gedetuz).

RELEVANCIA DEL TEMA Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

Aragón cuenta con una gran riqueza natural y energética, en la que destaca su tradición en la minería de carbón, fundamentalmente en forma de lignito. Por otra parte, en los últimos años las perspectivas energéticas globales y los avances tecnológicos han traído a un primer plano nuevas modalidades de aprovechamiento y gestión de los recursos energéticos. A pesar de ser un tema polémico, parece oportuno realizar un estudio completo de las posibilidades que ofrece el territorio para la obtención de hidrocarburos mediante métodos no convencionales, así como una valoración de los riesgos sociales y medioambientales que acarrearía su puesta en marcha. En este contexto, los objetivos del proyecto son la realización de un inventario y diagnóstico de los recursos energéticos, la evaluación de su potencial, la elaboración de propuestas encaminadas al aprovechamiento sostenible y la difusión de los resultados obtenidos entre los medios oportunos.

RESULTADOS: RECURSOS DE EXPLOTACIÓN TRADICIONAL (CARBÓN, URANIO, TORIO)

Se ha elaborado un inventario actualizado que representa la distribución de estos elementos en el territorio, y que consistía en una base de datos digital con 682 registros referentes al carbón, 53 al uranio y 33 al torio (768 en total), divididos en cinco categorías según el estado de explotación en el que se encuentran. Los yacimientos o indicios inventariados fueron sometidos a un proceso de caracterización con el objetivo de determinar su interés desde los puntos de vista de la geología y de la ordenación del territorio, realizando para ello un análisis multicriterio.

RESULTADOS OBTENIDOS HASTA EL MOMENTO: RECURSOS NO CONVENCIONALES

Este apartado comprende todas las actividades relacionadas con los hidrocarburos (en principio metano) que se encuentran en unidades impermeables y que pueden ser explotados mediante técnicas no convencionales, como la fracturación hidráulica. Analizamos las características que determinadas formaciones geológicas presentan para determinar si podrían actuar como roca madre de hidrocarburos, y también en las afecciones que estas técnicas causarían en el territorio. Para ello, se han tomado muestras rocosas de diversas formaciones que serán sometidas a varios tipos de análisis en el laboratorio con el objetivo de determinar su contenido en materia orgánica, parámetro fundamental para determinar el potencial de una roca para generar hidrocarburos.

PERSPECTIVAS

Se consideran como tareas pendientes el análisis de las afecciones a la población y el impacto medioambiental, la síntesis de conclusiones y la elaboración de propuestas y, finalmente, la difusión de los resultados.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG WEB CON TECNOLOGÍA ESRI. APLICACIÓN A LA CIUDAD DE ZARAGOZA

Arranz, A.; López, C.; Valdivielso, S.; de Miguel, R.; Pueyo, A.

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

arranz@unizar.es

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen, a día de hoy, una herramienta fuertemente arraigada dentro de numerosos ámbitos de la sociedad del conocimiento, y valorados por sus usuarios como un potente instrumento para visualizar, editar, analizar y compartir información geográfica (Rodríguez Pascual et al., 2009).

Como herramienta no inmutable en el tiempo, y en pro de mejorar su difusión y accesibilidad, así como de reducir su coste y de una explotación de sus recursos más eficiente, las últimas tendencias apuntan hacia una personalización *ad-hoc* mediante la programación de SIG en plataformas *web* para atender demandas específicas de los usuarios. Esta evolución hacia el soporte *web* supone que la tradicional aplicación de escritorio estaría destinada para un perfil de usuario avanzado, que a su vez es quien, dada su experiencia, podría encontrar un nuevo nicho de mercado en el diseño y programación de estas herramientas específicas.

En este contexto, la comunicación que se presenta describe la aplicación SIG *Web* PLOTEG, a partir de una metodología de trabajo asociada al Indicador Común Europeo A4. En ella, se implementan diferentes funcionalidades SIG, entre las que cabe destacar la posibilidad de llevar a cabo análisis de disponibilidad de equipamientos y servicios de proximidad mediante áreas de influencia, generar cartografía sociodemográfica y realizar tareas de edición. Como escenario de ensayo para esta aplicación se ha elegido la ciudad de Zaragoza por sus características de ciudad intermedia y en el contexto de los nuevos paradigmas de gestión territorial que apuestan por la generalización del principio de sostenibilidad, a través de la recuperación del urbanismo compacto tradicional con densidades apropiadas (Halbert, 2010), la mezcla de usos y grupos sociales, el mínimo desplazamiento (Friedmann, 2011) y la necesidad de un eje temático central que recae sobre el espacio público (Le Galès, 2011).

Web PLOTEG es una herramienta programada con *Web AppBuilder (ESRI)*, que responde al objetivo de facilitar la ejecución de análisis complejos mediante herramientas SIG a un público no especializado con esta tecnología.

Referencias

- [1] Friedmann, J. (2011): "Neighborhood by Neighborhood: Reclaiming our Cities". *Urban, NS01*, 13–19.
- [2] Halbert, L. (2010): "L'avantage métropolitain". *Presses Universitaires de France. Collection La Ville en Débat*.
- [3] Le Galès, P. (2011): "Le retour des villes européennes". *P. de la F. N. des S. Politiques, Ed.*
- [4] Rodríguez Pascual, A., Abad Power, P., Alonso Jiménez, J. y Sánchez Maganto, A. (2009): "La globalización de la Información Geográfica". *Cuadernos Internacionales de Tecnología Para El Desarrollo Humano*, 10.

VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOCIAL Y DEMOGRÁFICA A TRAVÉS DE IDEZAR (AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA)

M. Zúñiga Antón¹, M. Sebastián López¹, M.J., Pérez Pérez¹, M.J. Fernández Ruiz³,
M.P. Alonso Logroño⁴, Á. Pueyo Campos¹

1 Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT), Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA,) Universidad de Zaragoza. C. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. 2 GeoSpatiumLab S.L. (GEOSLAB) spinoff del Grupo de Sistemas de Información Avanzados (IAAA) de la Universidad de Zaragoza, 3 Oficina de Gestión de la Sede Electrónica, Ayuntamiento de Zaragoza. 4 Departament de Geografia i Sociologia, Universidad de Lleida.

IDEZar es una referencia Europea de IDE en administración local. Nace en 2004, fruto del convenio entre el Ayuntamiento de Zaragoza y la Universidad de Zaragoza. A día de hoy soporta gran parte de las funcionalidades relacionadas con la información geoespacial de en la gestión y transparencia de la información municipal.

Se presenta en este trabajo una nueva pieza de IDEZar, cuyo objetivo es poner a disposición del ciudadano la información sociodemográfica que le permita ver el contexto de la ciudad desde diferentes enfoques.

Se quieren proponer distintos modelos de cartografía temática que ayuden a los ciudadanos a visualizar la información de la ciudad, bajo criterios democráticos, de gobernanza y de transparencia de la administración pública. La representación de la información IDEZar mediante herramientas cartográficas dota a los ciudadanos de unas capacidades analíticas de la información urbana, que ayuda a relacionar una multitud de variables de gran valor. La sistematización y organización de la información mediante niveles o capas, y la selección de las trayectorias cartográficas sirven para diseñar mapas temáticos que responden a los modelos de la semiología clásica e incorporan los avances tecnológicos en la gestión de visual de la información gráfica.

A futuro la implementación en la intranet de cartografías temáticas, con información sociodemográfica de mayor escala por manzanas, edificaciones o calles, permitirán a los técnicos y al Ayuntamiento análisis nuevos que favorezca los procesos de gestión y planificación. Por ello es requerido aumentar la resolución del agregado y, con ello, la capacidad de análisis, ganando en matices y posibilitando la obtención de conclusiones más detalladas. En este sentido, las manzanas –y su correspondiente malla o raster de cincuenta metros para los análisis ambientales-, por su capacidad de descripción y realización de interpretaciones del barrio formal, son las entidades geográficas que aportan un punto de vista más objetivo y, en definitiva, el mosaico del paisaje sociourbanístico adecuado [1] para los estudios previos para la rehabilitación y regeneración urbana. Algunas experiencias ya se han desarrollado con éxito en otros trabajos [2], y se están implementando para su uso en la Intranet municipal.

Referencias

- [1] Rabanaque, I., Pueyo, Á., López, C., Salinas, C., Arranz, A., Zúñiga, M., Sebastián, M. "Modelos de representación de la información padronal de la cartografía temática clásica al uso de mallas a gran escala". *Mapping. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*, 166, 24-30 (2014)
- [2] Ayuntamiento de Zaragoza (2013): *Georreferenciación de información y cartografía socioeconómica para estudios de medio ambiente*. Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad. Ayuntamiento de Zaragoza, 86 p (2013)

PENSAMIENTO ESPACIAL Y APRENDIZAJE POR PROYECTOS

De Miguel González, R.

*Facultad de Educación – GEOT, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales
de Aragón (IUCA) rafaelmg@unizar.es*

Las nuevas tecnologías de la información geográfica suponen enormes ventajas para la enseñanza y el aprendizaje de la Geografía en las etapas escolares de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. A pesar de su escasa consideración en el currículo y en los libros de texto, su uso es creciente por los profesores de Ciencias Sociales y de Geografía en la educación secundaria. En sistemas educativos anglosajones ha quedado demostrado la efectividad de las tecnologías geoespaciales, en escritorio y on-line, no sólo para el aprendizaje escolar de una disciplina científica como es la Geografía, sino especialmente para el desarrollo y la formación del pensamiento espacial, y para la adquisición de la competencia en ciudadanía espacial, por medio de la aplicación de metodologías de aprendizaje activas. Las tecnologías geoespaciales resultan muy atractivas y motivadoras para el alumno, pero sobre todo permiten que éste ejercite procedimientos y habilidades propias de la información geográfica a partir de estrategias didácticas basadas en el aprendizaje por descubrimiento, como el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje basado en proyectos.

UNIDADES FUNCIONALES DE TRANSPORTE COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS TRANSVERSAL DE LA MOVILIDAD

Sebastián, M.; Zúñiga, M.; Pueyo, A.; Arranz, A.; Hernández, M^a .L.; Elía, J.

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

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

La delimitación de áreas funcionales de transporte y su caracterización sociodemográfica real o potencial, constituye una herramienta relevante y eficaz para los agentes encargados de su planificación y gestión (Moreno y Prieto, 2003), ya que permite realizar diagnósticos efectivos y anticipar probables implicaciones derivadas de las intervenciones sobre dicha actividad.

Desde esta premisa, surge el proyecto conjunto entre el Consorcio de Transporte del Área de Zaragoza (CTAZ) y el Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT), en el que se ha desarrollado, en un entorno SIG, un modelo que permite la gestión del sistema de transporte desde un punto de vista transversal y multiescalar que a su vez, proporciona una aproximación a la información socio demográfica de los treinta municipios a los que el CTAZ da servicio. De este modo, se ha elaborado un modelo de análisis espacial en los que se organiza la información en tres niveles de estudio: nivel 1: sintetizado en 11 unidades, idóneo para el análisis de ejes y corredores de transporte; nivel 2: conformado por 45 unidades, óptimo para los estudios municipales y de grandes barrios; nivel 3, constituido por 456 unidades, eficiente para los análisis de detalle, planificación y gestión operativa.

Actualmente el diseño y desarrollo de modelos de gestión de transporte transversales como el implementado, se ve favorecido por la existencia de numerosas fuentes de información y por el auge de técnicas destinadas a su gestión y manipulación (Litman, 2015). Las unidades funcionales de transporte y su agregación por niveles de estudio permiten una modelización dinámica de la realidad analizada, a partir de la cual postular patrones de comportamiento que permitan explicar la articulación del espacio en sus diferentes niveles. Con esta metodología se dota a las autoridades implicadas en la gestión de la movilidad de una herramienta de análisis que permite: (i) considerar las distintas dimensiones de la sostenibilidad procurando una igualdad social y económica, una mejora de la calidad de vida de la comunidad y una protección medioambiental; (ii) proyectar la (re)localización de servicios básicos promoviendo la sostenibilidad y equidad del transporte público que minimice los desplazamientos intraurbanos; (iii) planificar los crecimientos urbanos (Castellett y D'Acunto, 2006) de manera paralela al desarrollo de una red de servicios básicos, abogando por un sistema de transporte social y sostenible que minimice el coste de desplazamiento.

Referencias

- [1] Castellett, M; D'Acunto, M. (2006): Marketing per il territorio. Strategie e politiche per los sviluppo locale nell'economica globalizzata. Franco Angeli, Milano, 108 pp.
- [2] Litman, T. (2015): Evaluating transportation equity. Victoria Transport Police Institute. www.vtpi.org.
- [3] Moreno, A. y Prieto, M. (2003): "Evaluación de los procedimientos para delimitar áreas de servicio de líneas de transporte urbano con Sistemas de Información Geográfica", Investigaciones Regionales, 2, 85-102.

PROTOCOLO DE DESEMBALSE PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL

Gual, M. Ll. y Sebastián, M.

*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio (Universidad de Zaragoza),
IUCA C/ Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, lluchgual@gmail.com,
msebas@unizar.es*

En España hay más de un millar de embalses, los cuales precisan de la necesidad de realizar periódicamente vaciados totales o parciales para su mantenimiento durante la explotación (Barrachina *et al.*, 2002). Siempre que se llevan a cabo se produce una afección al medio que, dependiendo de la gravedad, en ocasiones es difícil de minimizar o incluso solventar (Palau, 1995; Palau, 1998).

El vaciado total del embalse de Escarra realizado en Sallent de Gállego, Huesca, en septiembre de 2013 (Gual, 2014), como ejemplo de negligencia con graves consecuencias ambientales, puso de manifiesto la necesidad de diseñar un protocolo que atendiera a la importancia de realizar estudios de detalle del estado previo del medio mediante trabajo de campo y herramientas SIG, principalmente (Canter y Sadler, 1997). Además, se observó una tendencia a minimizar los controles de estado (calidad de agua, biodiversidad, etc.) durante el proceso por parte de las empresas encargadas de la explotación de las presas. Esto se debe a que no existe ninguna ley o normativa que obligue a llevar un control riguroso de la evolución de los vaciados.

El caso de Escarra sirve como punto de partida para el estudio de la problemática ambiental que se deriva de los vaciados y para el desarrollo de una metodología que permita la mejora de la zona afectada, pudiendo ser aplicable a eventos similares. El objetivo es la propuesta de un protocolo de desembalse y control del proceso cuya finalidad es la de minimizar los efectos negativos generados durante el vaciado total o parcial de embalses.

Referencias

- [1] Barrachina, P.; Palau, A. y Espinos, J. (2002): Protocolo para la minimización de efectos ambientales sobre la fauna ictícola en el vaciado de embalses. VII Jornadas Españolas de Presas, Zaragoza.
- [2] Palau, A. (1995): Evaluación de efectos medioambiental del Proyecto de vaciado del Embalse de Barasona (río Esera, Huesca). Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza. 27 pp.
- [3] Palau, A. (1998): "El vaciado de embalses: consideraciones ecológicas y gestión mediambiental". *Ecología*, 12:79-92.
- [4] Gual Pérez, M. Ll. (2014): Problemática ambiental derivada de desembalses: el caso del embalse de Escarra. Universidad de Zaragoza, Trabajo Fin de Máster, 143 pp.
- [5] Canter, L. y Sadler, B. (1997): "A tool kit for affective EIA practice-Review of methods and perspectives on their application. A supplementary report of the international study of the effectiveness of environmental assessment." En Environmental and Ground Water Institute. University of Oklahoma, Estados Unidos. 148 pp.

EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE *FAGUS SYLVATICA* POR *PINUS SYLVESTRIS* SOBRE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN EL P.N. DEL MONCAYO

Girona-García, A.¹; Badía-Villas, D.¹; González-Pérez, J.A.²; Jiménez-Morillo, N.T.²;

Martí-Dalmau, C.¹; Armas-Herrera, C.M.¹

¹EPSH, Carretera Cuarte,s/n, 22071 Huesca. agirona@unizar.es

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC)

La sustitución de bosques naturales de haya (*Fagus sylvatica*) por repoblaciones de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) puede inducir cambios en las propiedades edáficas, especialmente en la composición y dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS). Técnicas como la espectrometría de masas de relaciones isotópicas (IRMS) [1] o la pirólisis con cromatografía de gases y espectrometría de masas (Py-GC/MS) [2] permiten una mejor caracterización de la génesis y dinámica de la MOS.

La firma isotópica del C ($\delta^{13}\text{C}$) puede utilizarse como trazador orgánico ya que es característica de cada patrón fotosintético [3] mientras que la relación isotópica del N ($\delta^{15}\text{N}$) aporta información sobre los ciclos del N [4]. Mediante pirólisis analítica (Py-GC/MS) se obtiene una firma molecular de la MOS relacionada con su origen [5].

El objetivo del presente estudio consiste en la utilización de técnicas de IRMS y Py-GC/MS para la identificación de cambios cualitativos en la MOS derivados de una reforestación centenaria. Para ello, se muestrearon dos perfiles edáficos (en hayedo y en pinar) desarrollados sobre areniscas cuarcíticas a una altitud de entre 1400-1500 msnm en la vertiente NE del Parque Natural del Moncayo. Para cada perfil, se muestrearon los horizontes orgánicos (hojarasca inalterada: OL; hojarasca fragmentada: OF; hojarasca humificada: OH) y minerales (Ah, E, Bhs y BC).

La firma isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) se determinó en un micro-analizador elemental Flash 2000 acoplado mediante una interfaz Conflo IV a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas Delta V Advantage (Thermo Scientific, Bremen, Alemania). La pirólisis con cromatografía de gases y espectrometría de masas (Py-GC/MS) se realizó mediante un pirólizador de doble inyección (Frontier Laboratories, modelo 2020i) acoplado a un equipo de GC/MS Agilent 6890N.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ reflejaron la firma isotópica de la vegetación dominante, poniendo de manifiesto la profundidad a la que se ven limitados los aportes de MOS en el pinar (horizonte E, 30-60 cm) al asemejarse sus valores a los del perfil desarrollado bajo hayedo. La firma isotópica de N ($\delta^{15}\text{N}$) fue significativamente más pesada en el horizonte OH de pinar respecto del hayedo indicando un mayor grado de mineralización del N. A lo largo de los perfiles, se produce un enriquecimiento en ^{15}N en profundidad, característico de la degradación de la MOS [6].

Los pirogramas totales obtenidos mediante Py-GC/MS mostraron la variabilidad química de la MOS derivada del tipo de vegetación dominante así como de las diferentes condiciones ecológicas en cada tipo de bosque. La abundancia de alcanos impares de cadena larga en el perfil de hayedo respecto de pinar es indicativa de un mayor grado de conservación y estabilidad de la MOS [7]. Las series de n-alcanos también indicaron la aparición de posibles biomarcadores de haya en el horizonte E de pinar reforzando los resultados de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos.

Referencias

- [1] Amelung *et al.* *Adv. Agron.* 100, 155-250 (2008)
- [2] González-Pérez *et al.* *Org. Geochem.* 53, 119-130 (2012)
- [3] Balesdent, J. y Mariotti, A. *Soil Biol. Biochem.* 19, 25-30 (1987)
- [4] Makarov, M.I. *Eurasian Soil Sci.* 42, 1335-1347 (2009)
- [5] De la Rosa *et al.* *Geoderma* 191, 24-30 (2012)
- [6] Szpak, P. *Front. Plant Sci.* 5 (288), 1-19 (2014)
- [7] Assis *et al.* *Sci. Agric.* 68 (2), 230-236 (2011)

ESTIMATION OF ICE-DEPTH CHANGES IN MONTE PERDIDO GLACIERS (SPANISH PYRENEES) FROM DIGITAL ELEVATION MODELS (1981-1999-2010)

Chueca, J.; Julián, A.

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, IUCA, Universidad de Zaragoza;
jchueca@unizar.es y ajulian@unizar.es

Los glaciares pirenaicos han experimentado un fuerte retroceso durante las décadas recientes [1]. Tasas de pérdida de volumen tan altas como las medidas después del último avance glaciar de la Pequeña Edad del Hielo se han observado en todos los macizos montañosos hoy glaciados, tanto españoles como franceses (Balaitús, Infiernos, Vignemale, Monte Perdido/Gavarnie, Pic Long, La Munia, Posets, Perdiguero y Maladeta) [2,3]. En varias contribuciones hemos analizado estas pautas de retroceso a escala general [1] y detallada [2,3,4,5,6,7], confirmando cómo la conjunción de elementos climáticos a un nivel regional (incremento en las temperaturas máximas, reducción en la precipitación invernal) y los factores ligados al contexto topográfico local (radiación solar, elevación glaciar, tamaño glaciar inicial) han conducido a muchos glaciares pirenaicos al estado terminal que puede observarse en la actualidad.

El macizo de Monte Perdido es hoy el segundo en extensión glaciada de los Pirineos españoles. El objetivo de este estudio es cuantificar los cambios de volumen glaciar en los glaciares de Monte Perdido durante el periodo 1981-1999-2010. Los glaciares analizados (Monte Perdido Superior y Monte Perdido Inferior) eran los dos aparatos mayores localizados en el circo de Tucarroya en 1981, una fecha en la cual la zona de estudio incluía igualmente al glaciar residual de Marboré. Los resultados de este trabajo son asimilables a los obtenidos recientemente en los glaciares del macizo de la Maladeta [5], y para el glaciar de Ossoue en el macizo de Vignemale [8], donde pérdidas en extensión y volumen para el mismo o parecido periodo de tiempo se calcularon utilizando metodologías similares. La cuantificación de los cambios volumétricos del hielo glaciar se realizó en un contexto SIG (ArcGIS 10), comparando Modelos Digitales de Elevaciones generados a partir de mapas topográficos (1981 y 1999) y datos LIDAR aerotransportado (2010). La identificación de los perímetros glaciares se obtuvo del análisis de fotografías aéreas correspondientes a esas fechas o próximas a ellas (1981, 1999, 2006 y 2011).

Tal y como ocurre en los macizos de la Maladeta y Vignemale, el macizo de Monte Perdido es de extremo interés, al contener algunos de los aparatos glaciares más meridionales de toda Europa conservados en una localización altitudinal crítica (por debajo de la línea actual de equilibrio glaciar) que los convierte en excelentes indicadores *proxy* del proceso actual de cambio climático.

Referencias

- [1] Chueca, J., Julián, A. and René, P. (2004): Estado de los glaciares en la cordillera pirenaica a finales del siglo XX. *Contribuciones recientes sobre geomorfología*, SEG-CSIC, Madrid, 91-102.
- [2] Chueca, J., Julián, A. and López Moreno, J.I. (2003): Variations of Glaciar Coronas, Pyrenees, Spain, during the 20th century. *Journal of Glaciology*, 49 (166): 449-455.
- [3] Chueca, J., Julián, A., Saz, M.A., Creus, J. and López Moreno, J.I. (2005): Responses to climatic changes since the Little Ice Age on Maladeta Glacier (Central Pyrenees). *Geomorphology*, 68: 167-182.
- [4] Chueca, J. and Julián, A. (2004): Relationship between solar radiation and the development and morphology of small cirque glaciers (Maladeta massif, Central Pyrenees, Spain). *Geografiska Annaler*, 86A (1): 81-89.
- [5] Chueca, J., Julián, A. and López-Moreno, J.I. (2007): Recent evolution (1981-2005) of the Maladeta glaciers, Pyrenees, Spain: extent and volume losses and their relation with climatic and topographic factors. *Journal of Glaciology*, 53 (183): 547-557.
- [6] López-Moreno, J.I., Nogués, D., Chueca, J. and Julián, A. (2006a): Glacier development and topographic context. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31 (12): 1585-1594.
- [7] López-Moreno, J.I., Nogués, D., Chueca, J. and Julián, A. (2006b): Change of topographic control on the extent of cirque glaciers since the Little Ice Age. *Geophysical Research Letters*, 33: L24505.
- [8] Marti, R., Gascoïn, S., Houet, T., Ribière, O., Laffly, D., Condom, T., Monnier, S., Schmutz, M., Camerlynck, C., Tihay, J.P., Soubeyroux, J.M. and René, P. (2015): Evolution of Ossoue Glacier (French Pyrenees) since the end of the Little Ice Age. *The Cryosphere*, 9, 1773–1795.

DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD: ESTUDIO POR INDICADORES

Sotelo Pérez, M.

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA/UCM).

C/ Bartolomé Cossío, s/n, Madrid. maria.sotelo.perez@ucm.es

La investigación presentada parte de la idea de la actual necesidad, presente y futura de generar y garantizar patrones de desarrollo sostenibles, desde una perspectiva económica, ecológica y social.

En los momentos presentes, los Indicadores, en general, y los Índices de Sostenibilidad, en particular, son globalmente considerados como componentes fundamentales para analizar, sintetizar y evaluar tanto la propia sostenibilidad como el desarrollo sostenible. De hecho, se definen como instrumentos capaces de medir el estado de los sistemas naturales, así como las posibles respuestas generadas por las presiones existentes sobre los susodichos recursos que se desarrollan en dichos sistemas. De este modo, los indicadores y su metodología están condicionados por los conceptos, que a su vez dependen de las ideas y de los intereses implícitos en cada visión y misión, y en última instancia en cada las diferentes formas de interpretar nuestro planeta.

Fundamentalmente, entre los principales indicadores que se han ido desarrollado en el Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de la Universidad Complutense de Madrid y, más concretamente, en el Grupo de Investigación “Desarrollo y Gestión Ambiental del Territorio”, a lo largo de estos últimos años para medir el impacto que el ser humano ha generado sobre el Medio Ambiente, en general, y, la Tierra y los recursos naturales, en particular, destacan la Huella Ecológica, la Huella del Carbono, la Huella Hídrica, el Ahorro Genuino, el Índice de Capital Ecológico, el Índice del Planeta Vivo, el Índice de Capital Natural o el Ahorro Neto Ajustado, entre otros.

Con todo lo expuesto, el presente trabajo tiene como objeto exponer, de manera concreta y concisa, el contexto en el que se enmarcan los procesos y las que emanan de las relaciones e interacciones sociales, económicas y ambientales, definidas por las características geográficas, territoriales y socioeconómicas, sobre las que se asientan e implementan los Sistemas de Indicadores, en *pro* del Desarrollo y la Sostenibilidad.

Referencias

- [1] Sotelo Navalpotro, J.A.; Tolón Becerra, A.; Lastra Bravo, X. (2011). *Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso*. Estudios Geográficos, Vol 72, Nº 271. ISSN: 0014-1496
- [2] Sotelo Navalpotro, J.A. (2006). Instrumentos para el estudio del medio ambiente: métodos para la valoración del coste ambiental, Estudios Geográficos, Vol 67, Nº 260. ISSN: 0014-1496
- [3] Sotelo Navalpotro, J.A. (2000). *Medio ambiente y Desarrollo en España en los prolegómenos del siglo XXI. Las políticas medioambientales de la U.E.* Observatorio Medioambiental. ISSN: 1139-1987
- [4] Sotelo Pérez, M.; Sotelo Pérez, I.; Sotelo Navalpotro, JA. (2014). *Modelo de desarrollo, degradación del medio ambiente y riesgos ambientales: estudio de caso*. M+A, Revista Electrónica de Medio Ambiente, vol.15, Nº 2. ISSN-e 1886-3329

CARTOGRAFÍA DE PAISAJES FRONTERIZOS: CONTRASTE ENTRE EL PIRINEO ARAGONÉS Y FRANCÉS

Garate López, X.^{*1} ; Ibarra Benlloch, P.^{*1}

^{*1} *Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza (Zaragoza)*
xabigarate@gmail.com

El Convenio Europeo del Paisaje (Florenca, 2000), que ratificaron España y Francia en 2007 y 2006 respectivamente, es un tratado internacional innovador que ha supuesto una revolución en la manera de abordar la protección, gestión y ordenación del paisaje. Uno de los objetivos del CEP es la cooperación Europea entre los distintos Estados en esos campos y tal y como se puede leer en el artículo de los Paisajes transfronterizos (Artículo 9 del CEP), "*Las Partes se comprometen a favorecer la cooperación transfronteriza a nivel local y regional y, en caso necesario, a elaborar y realizar programas comunes en materia de paisaje*". El presente trabajo se basa en esa necesaria relación, al entender que el paisaje pirenaico constituye un patrimonio tan valioso que sólo puede ser gestionado con un buen entendimiento entre los Estados fronterizos.

Esta investigación abarca el conjunto del dominio paisajístico de la montaña pirenaica de Aragón y de los Departamentos franceses de Pyrénées Atlantiques, Hautes Pyrénées y Haute Garonne en su frontera con Aragón. En la línea del lema "Construir Europa desde Aragón" del Gobierno de Aragón, se plantea aprender del contraste entre la realidad aragonesa y la francesa, buscando claves para mejorar la realidad aragonesa especialmente.

El objetivo principal de la investigación es georreferenciar las variables manejadas elaborando cartografía comparable de todo el área de estudio respetando la Norma Cartográfica de Aragón (Febrero de 2014). Antes de nada, se ha delimitado el área de estudio tanto en la vertiente española como francesa del Pirineo. La posterior comparación se basa en los *Mapas de paisajes de las comarcas*, los *Mapas de grandes dominios de paisaje de Aragón* (realizadas por el Gobierno de Aragón) y los *Atlas des paysages* de Francia (realizadas por el Ministerio de ecología, desarrollo sostenible, transportes y vivienda). Los resultados comparables pueden generar sinergias positivas entre Aragón y la región fronteriza, generando efectos positivos en los usos turísticos, agrarios, forestales, ambientales y sociales.

Además de ello, otro objetivo importante de la investigación es contribuir de manera valiosa de cara a incrementar el interés social por la ciencia y la tecnología elaborando cartografía innovadora y elaborando material de uso didáctico y divulgativo con los resultados obtenidos. Por ello, el proyecto le da importancia a la labora de divulgación y aprendizaje al plantear los resultado en formatos que faciliten este interés.

Referencias:

- [1] Convenio Europeo de Paisaje (2000). Florenca
- [2] Ibarra, P., Nieto, V., Echeverría, M.T., Lozano, M.V., Albero M.J., Julián, A. & Peña, J.L. (2014): "Esquema metodológico para la realización del mapa de los grandes dominios del paisaje de Aragón". En: *Geoecología, cambio ambiental y paisaje*. González, Lasanta y Valero (Editores): 395-404. IPE (CSIC). Universidad de la Rioja.
- [3] Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2015): *Les atlas de paysages, méthode pour l'identification, la caractérisation et la qualification des paysages*.

STARFM FUSIÓN EN EL ANÁLISIS DEL INCENDIO FORESTAL DE LAS HURDES (CÁCERES)

Borini Alves, D.; Montorio Llovería, R.; Pérez-Cabello, F.; Vlassova, L.
 Grupo GEOFOREST-IUCA, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio,
 Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, Zaragoza - dborini@unizar.es -
motorio@unizar.es - fcabello@unizar.es - vlassova@unizar.es

En los estudios de teledetección ambiental las técnicas de fusión de imágenes son cada vez más utilizadas para superar limitaciones de resolución espacial, espectral o temporal asociadas al uso de un único sensor. En este contexto, este trabajo explora, en el marco del estudio de los incendios forestales, la combinación de los sensores TERRA-MODIS y Landsat-TM/OLI a través del algoritmo STARFM; un algoritmo de fusión que simula imágenes con la resolución espacial de Landsat a partir de los registros diarios de reflectividad de MODIS. La evaluación de este algoritmo ha sido desarrollada en el área afectada por el incendio forestal de Las Hurdes (Cáceres) de verano de 2009 y su entorno. Se han abordado procesos de simulación para predecir las imágenes de dos fechas: 29/07/09 (postfuego inmediato) y 08/07/13 (4 años después del fuego). La disponibilidad de las imágenes reales ha permitido comparar banda a banda (rojo, NIR y SWIR) los valores de reflectividad y comprobar el potencial de los índices derivados para su integración en el análisis multitemporal de los incendios forestales. El proceso de validación ha mostrado valores de ajuste (R^2) siempre superiores a 0,85. Asimismo, se destaca el peor comportamiento de la banda del NIR y la marcada influencia en los resultados de la fecha escogida como par predictor. La comparación de los índices de severidad (dNBR) y vegetación (NDVI) reales y simulados refleja un elevado acuerdo a nivel estadístico y cartográfico, demostrando así su capacidad para evaluar el estado del área quemada inmediatamente después del fuego y estudiar su regeneración vegetal posterior.

Referencias

- [1] Alparone, L., Aiazzi, B., Baronti, S., Garzelli, A. *Remote Sensing Image Fusion*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA (2015).
- [2] Bastarrika, A., Chuvieco, E., Martín, M.P. Mapping burned areas from Landsat TM/ETM+ data with a two-phase algorithm: Balancing omission and commission errors. *Remote Sensing of Environment* 115, 1003-1012 (2011).
- [3] Bindhu, V.M., Narasimhan, B. Development of a spatio-temporal disaggregation method (DisNDVI) for generating a time series of fine resolution NDVI images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 101, 57-68, (2015).
- [4] Cammalleri, C., Anderson, M.C., Gao, F., Hain, C.R., Kustas, W.P.: Mapping daily evapotranspiration at field scales over rainfed and irrigated agricultural areas using remote sensing data fusion. *Agricultural and Forest Meteorology* 186, 1-11 (2014).
- [5] Emelyanova, I. V, McVicar, T.R., Van Niel, T.G., Tao Li, L., Van Dijk, A.I.J.M. Remote Sensing of Environment Assessing the accuracy of blending Landsat – MODIS surface reflectances in two landscapes with contrasting spatial and temporal dynamics: A framework for algorithm selection, *Remote Sensing of Environment* 133, 193-209, (2013).
- [7] Gao, F., Masek, J., Schwaller, M., Hall, F. On the blending of the landsat and MODIS surface reflectance: Predicting daily landsat surface reflectance. *Trans. Geo. Sci. Remote Sens.* 44, 2207-2218, (2006).
- [8] Meng, J., Du, X., Wu, B. Generation of high spatial and temporal resolution NDVI and its application in crop biomass estimation. *International Journal of Digital Earth* 6, 203-218, (2013).
- [9] Singh, D. Generation and evaluation of gross primary productivity using Landsat data through blending with MODIS data. *Int. J. Appl. Earth Obs. and Geo* 13, 59-69, (2011).
- [10] Walker, J.J., De Beurs, K.M., Wynne, R.H., Gao, F. Evaluation of Landsat and MODIS data fusion products for analysis of dryland forest phenology. *Remote Sensing of Environment* 117, 381-393, (2012).
- [11] Zhang, J. Multi-source remote sensing data fusion: status and trends. *International Journal of Image and Data Fusion* 1, 5-24, (2010).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL CHOPO CABECERO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS ALFAMBRA, AGUASVIVAS, HUERVA Y PANCRUDO

de Jaime, Ch.⁽¹⁾; Ibarra, P.⁽²⁾

⁽¹⁾ *IES Valle del Jiloca, C/ Zaragoza, 43, 44200 Calamocha (Teruel) - cdejaime@educa.aragon.es*

⁽²⁾ *Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza.*

El chopo cabecero es el resultado de una técnica tradicional del álamo negro (*Populus nigra*) orientada a la producción de madera de obra, leña y combustible muy característica de la Cordillera Ibérica.

Se ha realizado un inventario de las masas de chopos cabeceros en las cuencas hidrográficas de los ríos Aguasvivas, Alfambra, Huerva y Pancrudo (4.248 km²) mediante su localización en campo registrándose en un sistema de información geográfica.

La presencia del chopo cabecero en la zona de estudio queda determinada a las riberas de aquellos sistemas fluviales comprendidos entre los 500 y los 1.600 m de altitud, en los que hay depósitos profundos de sedimentos detríticos finos, proximidad del nivel freático durante el estío y un aprovechamiento agrícola en su entorno hasta mediados del siglo XX.

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE ESTIMADA DESDE LAS IMÁGENES LANDSAT TM EN ECOSISTEMAS DE DEHESA

Vlassova, L.^(1,2); Pérez-Cabello, F.⁽¹⁾; Rosero Vlasova, O.⁽¹⁾; Montorio Llovería, R.⁽¹⁾;
Martín Isabel, P.⁽³⁾

⁽¹⁾ *Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio,
Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - vlassova@unizar.es*

⁽²⁾ *Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Vía
Sto. Domingo km 1,5, Quevedo (Ecuador).*

⁽³⁾ *Instituto de Economía, Geografía y Demografía (IEGD), Consejo Superior de
Investigaciones Científicas (CSIC). C/ Albasanz, 28037, Madrid.*

Las dehesas son sistemas agro-forestales en los que se producen complejos mecanismos de intercambio de carbono y agua debido a la presencia de estratos de vegetación diferenciados (pastizal, arbolado y matorral), en un marco climático caracterizado por periodos de sequía. Dichos componentes no se dan en las mismas proporciones constituyendo complejos mosaicos en función del tipo de manejo, la densidad del arbolado y el momento de año.

En este contexto, una de las variables clave en la parametrización del balance energético entre el suelo y atmósfera es la temperatura de superficie (Ts). El análisis de sus patrones espacio-temporales es importante para valorar el papel de la dehesa como sumidero de carbono, por cuanto la Ts controla la velocidad de procesos metabólicos en la vegetación y la descomposición de la materia orgánica del suelo, influyendo de esta manera en la transferencia neta del carbono hacia la atmósfera. Este trabajo analiza la variación espacio-temporal de la Ts en función de la densidad y tipo de arbolado.

Utilizando como referencia el SIOSE (PNOT) se analizan las diferencias espacio-temporales de los valores de Ts, calculados a partir de una serie multitemporal de imágenes Landsat-5 TM. En este trabajo se presentan los resultados cartográficos en 14 fechas a lo largo del período de 2009-2011. Se han detectado diferencias estadísticamente significativas en los valores de Ts en función de la densidad del arbolado, así que los valores de Ts más elevados se localizan en las dehesas con menor cubierta de *Quercus ilex* y de especies arbustivas. Debido a la mayor variabilidad eco-fisiológica del estrato herbáceo, las diferencias medias más acusadas se registran en las imágenes de verano.

Referencias

- [1] Jiménez-Muñoz, J.C., Sobrino, J.A., Cristobal, J., Soria, G., Niyerola, M., Pons, X., Hidalgo, V., Franch, B., Romaguera, M., Oltra-Carrió, R., Julien, Y., Mattar, C. Obtención de la temperatura de la superficie terrestre a partir de la serie histórica de LANDSAT. *Revista de Teledetección* 33, 53-63 (2010).
- [2] Olea, L., López-Bellido, R.J., Poblaciones, M.J. Europe types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: dehesa. En Mosquera, M.R., Rigueiro, A., McAdam, J. (eds) *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. CABI Publishing (2005).

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA FORESTAL DE MASAS DE PINUS HALEPENSIS MILL. MEDIANTE DATOS ALS DE BAJA DENSIDAD DE PUNTOS

Domingo, D.⁽¹⁾; Lamelas, M.T.^(1, 2); Montealegre, A.L.⁽¹⁾; de la Riva, J.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - 630431@celes.unizar.es. ⁽²⁾ Centro Universitario de la Defensa Zaragoza, Academia General Militar, Ctra. de Huesca s/n, 50090, Zaragoza.

Los sensores activos de teledetección LiDAR (*Light Detection And Ranging*) constituyen una técnica relativamente nueva para la realización de inventarios forestales, que ofrece una reducción de costes, una mejora de los errores de estimación de los modelos, así como, información tridimensional de las masas forestales, instaurándose como una alternativa a los inventarios "tradicionales". Para el territorio Español se ha diseñado –y está casi concluida– la captura sistemática y uniforme de datos LiDAR de baja resolución espacial (0,5 puntos/m²), en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). El presente estudio tiene como objetivo evaluar la idoneidad de dichos datos en la estimación de variables dasométricas en masas forestales regulares de *Pinus halepensis* Mill. localizadas en la margen norte de la Depresión del Ebro, en la proximidad del Prepirineo Aragonés, entre las comarcas de Hoya de Huesca y Cinco Villas (Aragón).

Los datos LiDAR-PNOA fueron filtrados y procesados mediante el software MCC v.2.1.y FUSION LDV v.3.30, respectivamente. Con posterioridad, se generaron diversos modelos de regresión lineal múltiple que permitieran relacionar las variables dasométricas –estimadas en 46 parcelas de campo– con el conjunto de métricas obtenidas de la nube de puntos LiDAR. La validación de los modelos se realizó según la técnica de validación cruzada dejando un dato fuera (LOOCV). Los coeficientes de determinación corregidos de los modelos generados han sido: 0,83 para la altura media, 0,30 para el diámetro cuadrático medio, 0,91 para el área basimétrica, 0,93 para el volumen con corteza, 0,57 para la densidad de pies y 0,89 para la biomasa aérea total, valores similares a los obtenidos por otros autores [1, 2]. Las métricas derivadas de los datos LiDAR que más han contribuido en los modelos incluyen estadísticos relacionados con la altura del dosel (percentiles), así como con la densidad y cobertura de la masa forestal (porcentaje de primeros retornos sobre una altura establecida). Finalmente, se ha analizado la influencia de tres variables ambientales -pendiente, orientación y porcentaje de cubrimiento- en el error cuadrático medio (RMSE) obtenido en los modelos de estimación de variables dasométricas, concluyéndose que no existe influencia de las mismas en el error de estimación en el área objeto de estudio.

Los resultados verifican la utilidad de los datos LiDAR-PNOA de baja densidad de puntos en la realización de inventarios en masas monoespecíficas de *Pinus halepensis* Mill., es por ello, y dado que se prevé la cobertura LiDAR-PNOA sea un producto periódico, que se plantean como líneas de trabajo futuro el desarrollo de nuevos modelos en otras tipologías de masas forestales del entorno mediterráneo y a gran escala.

Referencias

- [1] Cabrera, J., Lamelas, M.T., Montealegre, A.L., y de la Riva, J. Estimación de variables dasométricas a partir de datos LiDAR PNOA en masas regulares de *Pinus halepensis* Mill. En A. Ramón Morte (Ed.), *Tecnologías de la información para nuevas formas de ver el territorio. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Universidad de Alicante, 123-129 (2014).
- [2] Montealegre, A.L., Lamelas, M.t., de la Riva, J., García-Martín, A. y Escribano, F. Estimación de variables dasométricas en masas de *Pinus halepensis* Mill. mediante datos LiDAR-PNOA y trabajo de campo. En J. Bustamante, R. Díaz-Delgado, D. Aragonés, I. Afán y D. García (Eds.), *Teledetección: Humedales y Espacios Protegidos. XVI Congreso de la Asociación Española de Teledetección*, LAST-EBD CSIC y Asociación Española de Teledetección, Sevilla, 133-136 (2015).

LA TELEDETECCIÓN EN EL ANÁLISIS DE LOS PASTOS DE PUERTO PIRENAICOS: CARACTERIZACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE SU EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL

Gastón Romeo, M.; de la Riva, J.

Grupo GEOFOREST, IUCA, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza – marcogaston@hotmail.com

Los pastos de puerto pirenaicos –también conocidos como estivas– conforman territorios de gran valor ambiental, resultado de un proceso histórico de gestión ganadera. Su explotación extensiva es, por tanto, inherente a su estado de conservación, al tiempo que a la pervivencia de un sistema económico sostenible, cuya viabilidad se ha puesto en entredicho en las últimas décadas. Tal es el valor de estos espacios que, en muchos casos, han dado origen a la declaración de espacios protegidos, como es el caso del Parque Natural de Los Valles Occidentales, donde, mediante tal fórmula de protección, es objetivo primordial tanto la conservación del medio como el mantenimiento –incluso fomento– del pastoreo.

Las técnicas de teledetección, en el contexto de los SIG, han permitido cubrir algunos objetivos básicos para el análisis de estos paisajes pastorales en el territorio del citado Parque Natural y su entorno, requerimiento necesario para su mayor conocimiento y mejor gestión:

i) La dinámica de la ocupación del suelo, con especial atención a los pastos de puerto, en un período crítico como es el ocurrido en las últimas 6 décadas, en las que se ha manifestado el proceso de crisis de la ganadería tradicional, con una significativa transformación de la cabaña y su consiguiente repercusión en el uso del suelo y el paisaje. Este análisis es abordado mediante técnicas de fotointerpretación de fotogramas aéreos y de imágenes de satélite [1].

ii) La cartografía de los puertos de verano en su situación actual desde un punto de vista útil para su aprovechamiento ganadero, diferenciando tipos de pasto. Para ello nos servimos de técnicas de tratamiento digital para la clasificación de imágenes Landsat, adoptando la dimensión multiestacional como requisito necesario para identificar estas comunidades de interés ganadero de gran variación fenológica [2].

iii) La caracterización de los pastos en función de algunas variables de especial relevancia, como las referentes a la topografía y la propia información espectral aportada por las imágenes de satélite. Este objetivo requiere tanto el análisis multitemporal de las imágenes como la gestión de la información derivada en entorno SIG y su consideración desde la perspectiva de su potencialidad pastable [3].

Referencias

[1] Gastón, M.; de la Riva, J. Dinámica de la ocupación del suelo -1957/2009- y gestión ganadera en el municipio pirenaico de Ansó. En *XXXV Reunião de Primavera da SPPF. Pastagens e Forragens na região do Ribatejo: sistemas de produção intensivos e extensivos*. Abstract p. 15 (2014).

[2] Gastón, M.; de la Riva, J. Análisis multi-temporal de imágenes Landsat para la determinación de tipos de pastos de puerto en el Parque Natural de Los Valles Occidentales. En de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.), *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, Universidad de Zaragoza – AGE, Zaragoza, 641-650 (2015).

[3] Gastón, M.; de la Riva, J. Teledetección para la cartografía y caracterización de los pastos de puerto en el Pirineo Occidental aragonés. En *54ª Reunión Científica de la SEEP - Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Sistemas y Recursos Silvopastorales*, 8 pp. Accesible en: <http://www.uibcongres.org/seep2015/ponencia.ct.html?mes=4&ordpon=2>

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA DE LAS VILLAS HOTELERAS. APLICACIÓN EN CAYO SANTA MARIA (CUBA)

Ibarra, P. ⁽¹⁾; Burgui, M. ⁽²⁾; Echeverría, M.T. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - pibarra@unizar.es

⁽²⁾ Cátedra de Ética Ambiental. Universidad de Alcalá, España, C/ Colegios, 2, 28801, Alcalá de Henares

La puesta en marcha acelerada de modelos turísticos en espacios ambientalmente valorados es una tendencia ligada al desarrollo económico en las últimas décadas. El turismo de *sol y playa* es una de las variedades que más ha crecido, determinada espacialmente por temperaturas apetecibles durante todo el año y la presencia de costas bajas de acumulación arenosa. Son muchos los modelos turísticos desarrollados al efecto. En este trabajo se presentan las líneas generales del método para el diagnóstico de la calidad del paisaje en una zona de intensa transformación del territorio que ha incorporado las villas hoteleras como una nueva unidad de paisaje en un cayo al norte de la isla de Cuba.

COMPARACIÓN DE CONFIGURACIONES DE ESPECTRO-RADIOMETRÍA EN DETECCIÓN DE PROPIEDADES EDÁFICAS

Rosero, O.A.⁽¹⁾; Pérez-Cabello, F.⁽¹⁾; Montorio-Llovería, R.⁽¹⁾; Vlassova, L.^(1,2)

⁽¹⁾ Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - oarosero@unizar.es
⁽²⁾ Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Vía Sto. Domingo km 1,5, Quevedo (Ecuador).

La aplicación de técnicas de Espectro-Radiometría en el rango VIS-NIR-SWIR (VISible 400-700 nm, Near InfraRed 700-1300 nm, y ShortWave InfraRed 1300-2500 nm, respectivamente) tienen muchas ventajas para la detección de cambios en propiedades de los suelos. Esta técnica es: (1) no-destruccion, (2) flexible: las mediciones pueden ser realizadas tanto en el campo (exteriores) o en el laboratorio (bajo condiciones controladas), (3) de un mismo espectro pueden estimarse simultáneamente varias propiedades edáficas [5]. Diferentes variables en la disposición de los accesorios en la configuración de medición podrían afectar los resultados de las mediciones, pero no existe mucha información sobre el grado de tal influencia.

El presente trabajo tiene como objetivos, (1) comparar las diferentes configuraciones de dispositivos en Espectro-Radiometría para obtener las curvas de reflectividad en el rango espectral VIS-NIR-SWIR en suelos quemados, y (2) cuantificar las diferencias entre las diferentes configuraciones de medición.

El trabajo experimental se realizó con muestras de suelo de 41 sitios afectados por fuegos forestales en la Región de Aragón (NE de España), los cuales fueron escaneados en el laboratorio bajo condiciones controladas usando diferentes configuración con distintos accesorios de Espectro-Radiometría. Las curvas espectrales de reflectividad se obtuvieron de muestras de suelos colocadas en placas Petri de cristal (~ 130 g) previamente tamizadas (<2mm) y secadas (105°, 36 horas). En la primera configuración la iluminación es provista por la lámpara halógena interna del Contact Probe (sonda de contacto) y en la segunda configuración la lámpara Illuminator es utilizada como fuente de iluminación del diseño.

Al analizar las curvas registradas se pudo observar que la configuración con el Contact Probe (Configuración 1) presenta valores de reflectividad ~4% más altos que aquellos registrados con la configuración 2 que utiliza la lámpara Illuminator. Las diferencias más altas se observan en las regiones espectrales del VIS (6-7 %) y del NIR (~5%); y las más bajas en el SWIR, las cuales no exceden el 3%. A pesar de esto las diferencias de reflectividad entre ambas configuraciones en el análisis banda-a-banda no son estadísticamente significativas para ninguna de las bandas analizadas ($p < 0.05$).

Referencias

- [1] ASDa. *FieldSpec® 4 user manual*. USA, ASD Inc. (2012).
- [2] ASDb. *Illuminator reflectance lamp*. USA, ASD Inc. (2012).
- [3] Demattê, J.A. and F. da Silva Terra. Spectral pedology: a new perspective on evaluation of soils along pedogenetic alterations. *Geoderma* 217, 190-200 (2014).
- [4] Fyfe, S.K. *Hyperspectral Studies of New South Wales seagrasses with particular emphasis on the detection of light stress in eelgrass Zostera capricorni*. Dissertation, University of Wollongong, Australia (2004).
- [5] Viscarra Rossela, R.A., Walvoortb, D.J.J., McBratneya, A.B., Janikc, L.J. and Skjemstadc, J.O. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 131(1-2), 59-75 (2006).

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL SEGUIMIENTO DE ENFERMEDADES EN VID A PARTIR DE HERRAMIENTAS ESPACIALES *OPEN SOURCE*

Rodrigues, M.; Ausín, M

Grupo GEOFOREST, IUCA, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - rmarcos@unizar.es

La modelización del crecimiento de enfermedades supone un avance para la agricultura en la actualidad dado que facilita la labor de los agricultores ya sea por evitar un excesivo uso de fitosanitarios y en consecuencia, un desmedido desembolso de dinero así como facilitar la localización de las parcelas infectadas [1]. En este sentido, TIG suponen un avance significativo dentro del campo de la gestión agrícola y particularmente en la agricultura de precisión, dada su capacidad para analizar patrones espaciales, y modelar y realizar simulaciones basadas en información espacial de índole diversa [2].

Este trabajo se desarrolla y presenta un sistema para la detección de enfermedades en cultivos de vid, aplicado al caso concreto de la afección/enfermedad mildiú (*Plasmopara vitícola*), enfermedad muy conocida por los viticultores debido a los graves daños que ocasiona en el viñedo. El modelo propuesto, basado íntegramente en herramientas *Open Source*, permite llevar a cabo el seguimiento de la enfermedad a partir de observaciones meteorológicas diarias según el modelo Goidanich [3] tanto a escala local (parcela o estación meteorológica) como regional (mediante la espacialización de mediciones locales). La finalidad principal del modelo es reducir el número de tratamientos fitosanitarios necesarios, incrementando por tanto la eficiencia en la gestión del cultivo. Por otra parte, se ha avanzado en la adaptación del algoritmo a otras afecciones similares como es el caso del oidio (*Uncinula necator*).

El sistema se ha implementado siguiendo una aproximación modular en la que inicialmente se calcula el grado de crecimiento del hongo a partir de información registrada en estaciones meteorológicas (Módulo 1). Este primer módulo se ha integrado también de manera independiente en una aplicación web (*Shinyapps*) de modo que se puede realizar el seguimiento del mildiú a escala de parcela (<https://geoonline.shinyapps.io/mildiu>). A continuación se espacializa para todo el área de estudio el valor de crecimiento obtenido en las distintas estaciones a través de modelos geoestadísticos (Módulo 2). Finalmente se publican los resultados en un visualizador cartográfico online (Módulo 3). Todos los módulos se han desarrollado en lenguaje R [4] a través de distintos paquetes de análisis estadístico, espacial (*raster*, *maptools*, *rgdal* y *autoKrige*) y webmapping (*leafletR*).

El modelo se ha diseñado de modo que permita realizar el seguimiento utilizando datos meteorológicos históricos o actuales, siendo también posible efectuar predicciones a corto plazo a partir de predicciones meteorológicas. Actualmente se encuentran disponibles los resultados obtenidos para la modelización de la primera semana de mayo de 2014 en La Rioja (http://155.210.62.105:8080/mildiu_leaf/mildiu.html).

Referencias

- [1] Arno, J., Martínez-Casasnovas, J.A, Ribes-Dasi, M., Rosell, JR. Precision viticulture. Res -topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management". *Spanish J Agr Res* 7, 779-90 (2009).
- [2] Kuflik, T., Prodoruttib, D., Frizzi, A., Gafnia, Y. , Simona, S. , Pertot, I. Optimization of copper treatments in organic viticulture by using a web-based decision support system. *Comp Elec Agr* 68 36-43 (2009).
- [3] Goidanich, G. (1959): *Manuale di Patologia Vegetale*. Edagricole, Bologna, 713 pp.
- [4] R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

COMBINACIÓN DE SENSORES PASIVOS (SATÉLITE SPOT-5) Y ACTIVOS (LIDAR) DE TELEDETECCIÓN PARA LA CARTOGRAFÍA DE MODELOS DE COMBUSTIBLE EN EL CENAD “SAN GREGORIO”

Montealegre, A.L.⁽¹⁾; Lamelas, M.T.^(1,2); García-Martín, A.^(1,2); de la Riva, J.⁽¹⁾;
Escribano, F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio,
Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - monteale@unizar.es

⁽²⁾ Centro Universitario de la Defensa Zaragoza, Academia General Militar, Ctra. de
Huesca s/n, 50090, Zaragoza.

Los campos de maniobras del Ministerio de Defensa, como el Centro de Adiestramiento (CENAD) “San Gregorio”, situado al norte de la ciudad de Zaragoza, presentan un peligro alto de ignición, al converger en ellos prácticas de tiro con fuego real y caída de proyectiles, junto con amplias superficies forestales. Por ello, es necesario disponer de un Subsistema de Prevención y Extinción de Incendios Forestales, tal y como se recoge en la Directiva 42/2010, de 12 de julio, de la Ministra de Defensa [1] como desarrollo de la disposición adicional octava de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, modificada por la Ley 21/2015, de 20 de julio de 2015 [2].

La cartografía de los tipos de combustible forestal es esencial para la estimación tanto de la ignición como de las condiciones de propagación del fuego en caso de incendio, además de ser muy útil para la gestión forestal. Los estudios basados en técnicas de clasificación digital de imágenes de teledetección han demostrado cómo la combinación de información proveniente de sensores pasivos y activos mejora los resultados que se obtienen con cada uno de estos tipos de datos por separado [3].

El objetivo de esta investigación ha sido el desarrollo de una metodología operativa para obtener una cartografía detallada de tipos de combustible (10 m de resolución) basada en la propuesta por el proyecto europeo *Prometheus* [4], mediante la integración de información de teledetección óptica multiespectral (imagen de satélite SPOT-5), bandas derivadas de las nubes de puntos LiDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) de baja densidad (0,5 puntos/m²) y datos de 108 parcelas de campo tomados entre julio y septiembre del año 2014, usados como verdad-terreno.

La selección de las variables independientes o bandas susceptibles de ser utilizadas en el proceso de clasificación digital se ha realizado mediante la prueba estadística de contraste de *Kruskal-Wallis*. La clasificación digital supervisada del área de estudio llevada a cabo, revela que la combinación de fuentes de información óptica y LiDAR resulta muy adecuada, con un 76,8% de acierto global en la identificación de las tipologías de combustibles y un índice Kappa de 0,7.

Referencias

[1] Ministerio de Defensa. *Directiva 42/2010, de 12 de julio, de la Ministra de Defensa para la prevención y extinción de incendios forestales en los campos de maniobras y tiro*. Disponible en: <http://www.defensa.gob.es/Galerias/areasTematicas/medioAmbiente/fichero/DGN-Directiva-42-sobre-Incendios-Forestales.pdf> (consultado 6 julio 2015).

[2] BOE. Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Boletín Oficial del Estado, 21 de julio de 2015, núm. 173, pp. 60234-60272.

[3] Mutlu, M.; Popescu, S.C.; Stripling, C. and Spencer, T. Mapping surface fuel models using lidar data and multispectral data fusion for fire behavior. *Remote Sensing of Environment* 112, 274-285 (2008).

[4] Prometheus S.V. Project. (1999). *Management techniques for optimisation of suppression and minimization of wildfire effects. System Validation*. European Commission. Contract number ENV4-CT98-0716.

GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE ZONIFICACIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE UN ESPACIO NATURAL PROTEGIDO Y MEJORA DE SU EXPLOTACIÓN TURÍSTICA MEDIANTE ANÁLISIS DE VISIBILIDAD EN UN SIG

Martínez Pérez, L.; Matas Serrada, E.; García-Martín, A.

*Grupo GEOFOREST-IUCA, Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza,
Academia General Militar, Ctra. Huesca s/n, 50090 Zaragoza - algarcia@unizar.es*

El comité científico del Geoparque Parque Cultural del Maestrazgo planteó la posibilidad de declarar las formaciones geológicas de “La Olla”, “La Porra” y el “Estrecho de la Aldehuela-Peña del Barbo”, situadas en el Parque Geológico de Aliaga (Teruel), como Espacio Natural Protegido (ENP) bajo la figura de Monumento Natural. Para ello, como se indica en el Artículo 20 de la Ley 6/1998, de 19 de mayo, de Espacios Naturales Protegidos de Aragón, era necesaria la creación de un documento técnico que reflejara la descripción de los límites, su señalamiento cartográfico y la propuesta del régimen de protección y de la normativa transitoria de uso y gestión. Estos tres enclaves, considerados por numerosos científicos como ejemplos únicos en el campo de la geología [1, 2] han hecho que el entorno de Aliaga se convierta en un territorio muy utilizado para actividades didácticas, de investigación y de turismo [3]. Debido al excepcional valor paisajístico, estas formaciones determinan los puntos de interés, rutas y excursiones impulsadas por el Centro de Interpretación del Parque Geológico de Aliaga.

Reconocido el valor paisajístico y científico de estas formaciones, este trabajo desarrolla una metodología basada en herramientas de análisis visual en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para: (i) establecer la zonificación concreta del futuro ENP de “La Olla, La Porra y Estrecho de Aldehuela-Peña del Barbo”; e (ii) incrementar las posibilidades de su explotación turística, identificando los puntos y recorridos desde donde estas formaciones son más visibles empleando un recurso no valorado hasta ahora: el vehículo (tipo turismo o 4x4). Para ello, tras la incorporación de distintas variables necesarias en el SIG, las cuencas visuales son calculadas utilizando diferentes niveles de análisis: (i) desde puntos situados en las tres formaciones, al objeto de delimitar el área de estudio; (ii) desde los puntos de interés, rutas y excursiones señalizados por el Centro de Interpretación, con el objetivo de delimitar la cartografía de zonificación; (iii) desde puntos situados en otros caminos transitables con vehículos, para incrementar oferta turística Geoparque; y (iv) desde la red convencional de carreteras que atraviesan el territorio estudiado, con el propósito de incrementar el conocimiento sobre la existencia de estos tres enclaves al viajero ocasional.

Para el análisis de visibilidad se utilizó la herramienta de ArcGIS 10 denominada Cuenca Visual. Esta herramienta identifica las celdas de un Modelo Digital de Elevaciones que pueden visualizarse desde una o más ubicaciones de observación definidas por el usuario. Ha este respecto, hay que señalar la reciprocidad de esta propiedad de visibilidad entre el punto de observación y el territorio observado. Los parámetros definidos para el cálculo de las cuencas visuales fueron un horizonte de 15 km y altura observador de 2 m. El alto número de puntos de observación desde los que ejecutar esta herramienta en los distintos niveles de análisis (50 en primer nivel, 66 en el segundo, 507 en el tercero y 97 en el cuarto) hizo necesario automatizar el proceso mediante programación en Python. Los resultados son: (i) una cartografía de zonificación del futuro ENP en función de la visibilidad existente a los tres enclaves, estableciendo, según esta visibilidad, tipos de usos del suelo que permiten mantener un paisaje en armonía con formaciones geológicas; y (ii) la identificación de dos rutas para vehículos tipo turismo, cinco rutas para vehículos 4x4 y la localización de una veintena de posibles puntos de observación en la carreteras convencionales que atraviesan la zona.

Referencias

- [1] Liesa, C.L., Casas, A.M., Soria, A.R., Simón, J.L. y Meléndez, A. *Itinerarios geológicos por Aragón*. Sociedad Geológica de España, 151-180 (2004).
- [2] Simón Gómez, J.L., Gisbert, J.y Buj, O. *Geogaceta* 53, 41-44 (2013).
- [3] Simón Gómez, J.L. *Guía fácil. Parque Geológico de Aliaga* (2002).

DEBRIS FLOWS Y FUEGOS EN ÁMBITOS SEMIÁRIDOS

León Miranda, F.J., Echeverría Arnedo, M.T., Serreta Oliván, A., Badía Villas, D.
Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad
de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009 Zaragoza - fjavierlmiranda@gmail.com

Los incendios introducen variaciones en el comportamiento hidrogeomorfológico de los escenarios afectados por el fuego. En ámbitos semiáridos, sobre suelos frágiles y sustratos, en algunos casos problemáticos, como es el caso de los yesos, la presencia de un incendio acarrea un aumento de los valores de escorrentía superficial y transporte de sedimento en el periodo inmediato al incendio [1,2]. Este comportamiento hidrogeomorfológico se caracteriza por:

- Un aumento de la actividad de la salpicadura o *splash*, relacionado con la vegetación quemada (bajo diferentes severidades) y un aumento de la energía cinética de la lluvia sobre el suelo. El resultado es la producción de sedimento preparado para ser evacuado.
- Una reducción de la cantidad de materia orgánica en los centímetros superficiales del suelo, lo que favorece la erosión del mismo. Esta reducción puede ir acompañada por una pérdida de estabilidad estructural de los agregados edáficos.
- Una reducción de la capacidad de infiltración del suelo, una vez que las cenizas superficiales son transportadas por el agua o el viento u ocupan y sellan algunos poros del suelo. Por lo tanto, tiene lugar un aumento de la escorrentía superficial que transporta el sedimento producido por el *splash* sobre el suelo desestructurado y afectado por la disminución de materia orgánica.
- Algún cambio de tipo mineralógico en el suelo que se acompaña con una mayor actividad del *splash*, tal y como ocurre tras la transformación del yeso en basanita en el caso de suelos quemados en el área de estudio.
- Un cierto aumento de la hidrofobicidad en el caso de suelos calcáreos y yesíferos, que incrementa a su vez el coeficiente de escorrentía.
- Un cierto encostramiento superficial en escenarios semiáridos sujetos a incendios, también provoca bajas tasas de infiltración sobre el suelo quemado.

Por todo ello, tras el fuego en ámbitos semiáridos de bosques repoblados de coníferas, matorrales esteparios, suelos degradados, pendientes fuertes, litologías lábiles y precipitaciones tormentosas, la puesta en marcha de *debris flow* resulta frecuente. En el incendio de agosto de 2008 en los Montes de Zuera y Castejón de Valdejasa (sector central de la Depresión del Ebro, Zaragoza, España), ardieron más de 2000 ha de bosque y tierras de labor. En las lluvias que siguieron al incendio, durante el mes de septiembre y octubre del mismo año se movilizaron cenizas, sedimentos finos y gruesos desde las laderas hacia los fondos de valle, dando lugar a procesos de transferencia rápidos mediante *debris flows* y sedimentación de *aluvial fans*. Precisamente, en pequeños barrancos cuya desembocadura natural está frenada por obstáculos artificiales, como las vías de comunicación que atraviesan el espacio incendiado, dos *debris flows* dieron lugar a conos aluviales que han sido monitorizados mediante el uso de varillas de erosión y del *lasser*, llegando a la reconstrucción tridimensional de este tipo de morfologías en el tiempo. La acumulación de sedimentos finos y gruesos presenta en torno a 1 m de espesor en unas morfologías de perímetro triangular y de unos 80 m² de superficie.

Referencias

- [1] Cannon, S.H., Gartner, J.E., Rupert, Michael G. and Michael, John A. *Emergency assessments of postfire debris-flow hazards for the 2009 La Brea, Jesusita, Guiberson, Morris, Sheep, Oak Glen, Pendleton, and Cottonwood fires: in southern California*, USGS Open-File Report 2010-1186, 31 p. (2010).
- [2] Tillery, A.C., Darr, M.J., Cannon, S.H. and Michael, J.A. *Postwildfire debris flows hazard assessment for the area burned by the 2011 Track Fire, northeastern New Mexico and southeastern Colorado*, USGS Open-File Report 2011-1257, 9 p. (2011).

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES

León Miranda, F.J.; Echeverría Arnedo, M.T.

Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - fjavierlmiranda@gmail.com

Los incendios forestales han aumentado en frecuencia y extensión en la cuenca europea del Mediterráneo desde 1960 [5], por el calentamiento generalizado y la sequía, e impulsado principalmente por los cambios socio-económicos, como el éxodo rural, abandono de tierras y reforestación con especies inflamables. Los incendios son a menudo considerados como el principal agente de la erosión y degradación del suelo, e incluso se ha sugerido que son el único agente responsable del cambio geomorfológico en ciertos lugares [2].

Los incendios forestales pueden tener un impacto significativo sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y la erosión. Dependiendo de la severidad del fuego hay una serie de características físicas, químicas, mineralógica y características biológicas del suelo y química de la materia orgánica que puede ser influenciado por el fuego [4, 3, 1].

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo cartográfico local con respecto a la extensión de la alteración generada por el incendio de 2009 en el entorno de Remolinos-Tauste, sobre las estructuras edáficas y las formaciones vegetales. Con este propósito se emplearon, datos de satélite, un modelo de elevación digital (DEM) y otra información que se consideró oportuna, en el contexto de un sistema de información geográfica específica (SIG) –pendiente, exposición, morfología de la laderas...–, que pudieran facilitar la integración de todas estas variables dentro del sistema. Este tipo de cartografía puede servir de ayuda a los gestores del territorio para evaluar aquellas técnicas de rehabilitación empleadas en el área incendiada y paliar los efectos provocados por la pérdida de suelo.

Referencias

- [1] Aznar, J.M., González-Pérez, J.A., Badía, D. and Martí, C. At what depth are the properties of a gypseous forest topsoil affected by burning? *Land Degrad. Dev.* DOI: 10.1002/ldr.2258 (2014).
- [2] DeBano, L.F., Neary, D.G. and Folliott, P.F.: Soil physical properties. Wildland fire in ecosystems. In: Neary, D.G., Ryan, K.C. and DeBano, L.F. (eds.), *Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Soil and Water*. USDA Forest Service, Vol. 4, 29-52 (2005)
- [3] León, J., Seeger, M., Badía, D., Peters, P. and Echeverría, M.T. Thermal shock and splash effects on burned gypseous soils from the Ebro Basin (NE Spain). *SED*, 5, 131-140 (2014)
- [4] Shakesby, R.A. and Doerr, S.H.: Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews* 74, 268-307 (2006).
- [5] Shakesby, R.A. Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: review and future research directions. *Earth-Sci. Rev.* 105, 71-100 (2011).

REGENERACIÓN VEGETAL TRAS UN INCENDIO EN ÁMBITOS SUBHÚMEDOS Y SEMIÁRIDOS DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

León Miranda, F.J.; Ibarra Benlloch, P.; Badía Villas, D.; Echeverría Arnedo, M.T.
Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Cerbuna 12, 50009, Zaragoza - fjavierlmiranda@gmail.com

Una de las consecuencias ambientales más evidentes de la ocurrencia de un fuego forestal es la desaparición o modificación de la cubierta vegetal existente en el espacio afectado por el incendio. La vegetación es el factor estructural que más influencia tiene en la magnitud de los factores que intervienen en el proceso de reconstrucción ambiental tras el fuego. En este sentido, las hipótesis formuladas en relación con su papel se insertan directamente en la determinación de la cantidad de vegetación regenerada y en su función en la génesis de suelo y su papel como agente morfogenético post-incendio.

Son numerosos los estudios realizados en este sentido, evaluando las alteraciones de la vegetación y las características y velocidad de regeneración de la misma en ecosistemas contrastados. No obstante, los incendios en ámbitos subhúmedos y, especialmente, en semiáridos presentan una menor presencia en la literatura.

En el mes de agosto de 2008 en los Montes de Zuera y Castejón de Valdejasa (sector central de la Depresión del Ebro, Zaragoza, España), ardieron más de 2000 ha de bosque, matorral y tierras de labor. Con el objetivo de analizar el proceso de regeneración vegetal se seleccionaron una serie de transectos en función de parámetros tales como la severidad del fuego, la exposición topográfica y el segmento de ladera (superior, medio, basal). Además, estos transectos se acompañaron con análisis de parámetros edáficos, tanto físicos como químicos, poniendo especial atención en la cantidad de materia orgánica y la estabilidad estructural de los agregados, teniendo en cuenta los diferentes escenarios ambientales elegidos.

Los transectos tienen una longitud de 10 m y se replican. Las mediciones fueron realizadas cada 50 cm, aceptando un buffer de 20 cm a ambos lados del transecto lineal. Se elaboró un calendario estacional de la regeneración vegetal, comprobando el papel de algunas especies rebrotadoras como el *Quercus coccifera* L. o el *Brachypodium retusum* en la rápida regeneración vegetal.

Abad-Álvaro, I.	P-15	Cuadrat, J.M.	P-45
Abecia, J.A.	P-01	Cubel, C.	P-16, P-17
Ágreda, A.	P-20	De Guerrero Manso, M. C.	P-26
Aguilar, D.	P-02	De Jaime, Ch.	P-59
Alcolea Gracia, M.	P-32	De la Gándara Gómez, M.	P-29
Alonso Logroño, MP.	P-50	De la Riva, J.	P-61, P-62, P-66
Alonso, S.	P-06	De Luis, M.	P-45
Altabás, L.	P-07, P-10	De Miguel, R.	P-49, P-51
Álvarez Sevilla, M.V.	P-29	Del Valle, J.	P-30
Álvarez, M.V.	P-31	Desir, G.	P-41
Aragües Diez, A.	P-29	Dias-Cabral, A.C.	P-21
Arcos-Martínez, M.J.	P-21, P-23	Días Álvarez, M.E.	P-29
Armas-Herrera, C.M.	P-54	Domingo, D.	P-61
Arranz, A.	P-49, P-52	Domingo, R.	P-33
Arrébola, F.	P-01	Echeverría, M.T.	P-63, P-68, P-69, P-70
Asensio, E.	P-04	Elía, J.	P-52
Asensio, J.A.	P-38	Escalona, A.	P-47, P-48
Asturias, L.	P-23	Escribano, F.	P-66
Aurell, M.	P-48	Escuadra, S.	P-07, P-10
Ausín, M.	P-65	Escudero, M.	P-30
Badía-Villas, D.	P-54, P-68, P-70	Ezquerria, A.	P-18, P-22
Barriendos, M.	P-45	Fernández Manzanal, Ch.	P-29
Bauluz, B.	P-24	Fernández Ruiz, M.J.	P-50
Benito, M.	P-08, P-09	Fernández-Manzanal, R.	P-30
Bertolín, J.R.	P-18, P-22, P-23	Frutos, L.	P-46 P-47
Bolea, E.	P-15, P-17	Garate López, X.	P-57
Bonel, L.	P-18, P-22, P-23	García Benito, C.	P-32
Bonilla, O.	P-35, P-37	García Villalba, C.	P-37
Borini Alves, D.	P-58	García, C.	P-36
Brilli, M.	P-34	García-Martín, A.	P-66, P-67
Brunetti, M.	P-42, P-43, P-44	Gasca, J.M.	P-27
Burgui, M.	P-63	Gaspar, A.E.	P-02
Calvo Hernández, J.M.	P-29	Gastón Romea, M.	P-62
Cammeraat, E.	P-40	Gil Quílez, M.J.	P-29
Canudo, J.I.	P-28	Gil, A.	P-20
Cardozo, J.	P-02	Gimeno, S.	P-03
Carrasquer, J.	P-29, P-31	Girona-García, A.	P-54
Carvajal, M.	P-02	Gisbert, M.	P-33
Casanova, J.	P-04	Gómara, M	P-35
Casao, A.	P-02, P-03	Gómez, J.	P-07, P-10, P-12
Castelló, A.	P-46	Gómez, J.A.	P-41
Castillo, J.R.	P-15, P-16, P-17, P-18, P-19, P-21, P-22, P-23	Gómez, M.T.	P-19
Cebrián-Pérez, J.A	P-02, P-03	González, M.	P-02
Cepriá, G.	P-16, P-20	González-Hidalgo, J.C.	P-41 P-42 P-43 P-44
Chueca, J.	P-55	González-Pérez, J.A.	P-54
Climent, E.	P-46	Goñi, P.	P-08, P-09, P-12
Cortés Gracia, A.	P-29	Gosalvez, J.	P-05
Cortesi, N.	P-41, P-42, P-43, P-44	Gual, M. Ll.	P-53
		Guzmán, J.	P-11
		Hernández, M.	P-46, P-52

Hervás, I.	P-46	Ormad, M.P.	P-06, P-07, P-08, P-09, P-10, P-12, P-13, P-14
Ibarra, P.	P-57,P-59,P-63,P-70	Ovelleiro, J.L.	P-06, P-11, P-13, P-14
Jiménez, M.S.	P-19	Pacheco, E.	P-41
Jiménez-Morillo, N.T.	P-54	Palacios, C.	P-01
Julián, A.	P-55	Pardo, J.	P-16
Laborda, F.	P-15, P-17	Peña-Angulo, D.	P-42, P-43, P-44
Laborda, R.	P-33	Pérez Pérez, MJ.	P-50
Lamelas, M.T.	P-61 P-66	Pérez-Arantegui, J.	P-20
Lanau, P.	P-33	Pérez-Cabello, F.	P-58, P-60, P-64
Lardiés, R.	P-47	Pérez-Pé, R.	P-02, P-03
Lasanta, T.	P-41	Pires, F.	P-21
Lasheras, A.M.	P-07, P-10, P-12	Polo, I.	P-48
León Miranda, F.J.	P-68, P-69, P-70	Ponz, A.	P-29, P-31
Longares, L.A.	P-45	Pueyo, A.	P-49, P-50, P-52
López, A.	P-12	Pueyo, N.	P-06, P-13, P-14
López, C.	P-49	Rickards, O.	P-34
López-Andrés, A.	P-16	Rivero Gracia, P.	P-37
López-Escolano, C.	P-44	Rodríguez, M.	P-65
López-Fernández, C.	P-05	Rodríguez-Blanco, M.L.	P-41
Lorenzo, J.I.	P-34	Romero Díaz, A.	P-41
Loscertales, B.	P-46 P-47	Rosero, O.	P-60, P-64
Lucha López, P.	P-29	Rubio, E.	P-08, P-09
Lucía, A.	P-41	Ruiz, E.	P-46
Luque, J.M.	P-19	Ruiz-Sinoga, J.D.	P-41
Magallón, A.	P-38, P-39	Sáenz Preciado, J.C.	P-37
Marín, C.	P-41	Sales, E.	P-04, P-05
Martí, C.	P-04	Sánchez-García, L.	P-17
Martí-Dalmau, C.	P-54	Santolaria, P.	P-05
Martín, P.	P-60	Saz, M.A.	P-45
Martín-Bueno, M.	P-37	Scorrano, G.	P-34
Martínez Peña, B.	P-29	Sebastián, M.	P-50, P-52, P-53
Martínez Pérez, L.	P-67	Serrano, B.	P-35
Martínez, E.	P-45	Serrano, R.	P-45
Martínez-Labarga, C.	P-34	Serreta, A.	P-68
Martínez-Murillo, J.F.	P-41	Sotelo, M.	P-56
Matas Serrada, E.	P-67	Subías, I.	P-25
Mateo González, E.	P-29	Tejedor, E.	P-45
Mayayo, M.J.	P-24	Toa, A.	P-04
Mazas, B.	P-30	Ulloa, J.A.	P-28
Mazo Pérez, C.	P-32	Uribe, P.	P-39
Miguel, N.	P-10, P-13, P-14	Utrilla, P.	P-34
Montaner, C.	P-04	Valdivielso, S.	P-49
Montealegre, A.L.	P-61 P-66	Vidal, J.C.	P-21, P-18, P-22, P-23
Montes, L.	P-33	Villalba, V.	P-33
Montorio, R.	P-58 P-60 P-64	Villalba-Mouco, V.	P-34
Mosteo, R.	P-08, P-09, P11, P-12, P-13	Viruel, J.	P-04
Mostolac, N.	P16	Vlassova, L.	P-58, P-60, P-64
Muiño-Blanco, M.T.	P-02, P-03	Yaniz, J.L.	P-05
Nadal-Romero, E.	P-40 P-41	Yuste, A.	P-24
Novak, K.	P-45	Zuñiga, M.	P-50, P-52



Instituto Universitario de Investigación
**en Ciencias Ambientales
de Aragón**

Universidad Zaragoza

C/ Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza
Tel. 34 976 762972 - iuca@unizar.es
Twitter: @IUCAunizar
<http://iuca.unizar.es>