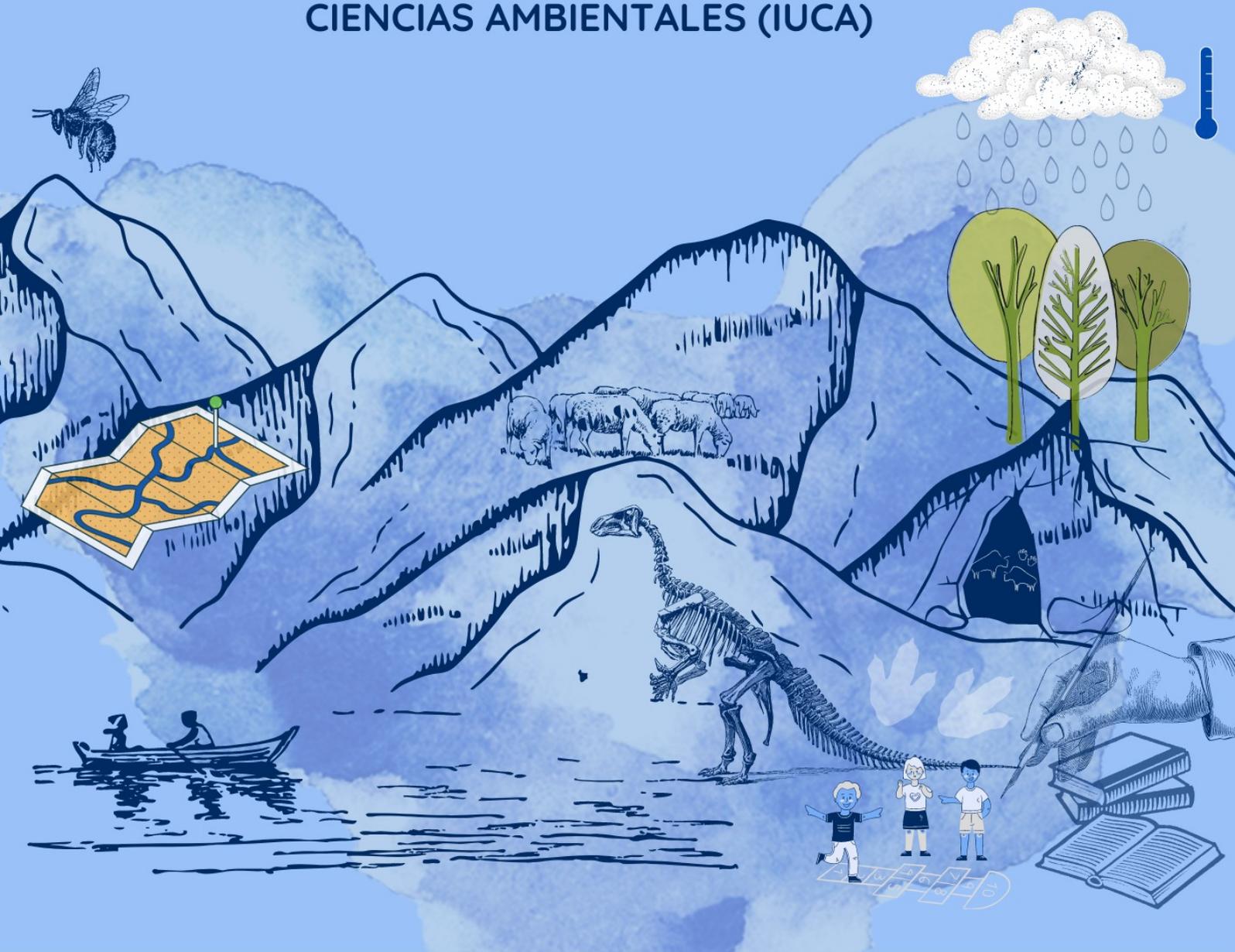


# VII JORNADAS

DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIAS AMBIENTALES (IUCA)



Homenaje al Prof. Juan Ramón Castillo Suárez

Conferencia a cargo de Fernando Valladares (MNCN-CSIC)

“Crisis ambiental, del privilegio de saber al compromiso de actuar”

Sesión de pósters · Concurso de fotografía

**6 DE OCTUBRE DE 2022**

Paraninfo

Salas Pilar Sinués/ Josefa Amar y Borbón

Más información



Instituto Universitario de Investigación  
en Ciencias Ambientales  
de Aragón  
Universidad Zaragoza



Universidad  
Zaragoza



# ÍNDICE

---

1.- Introducción.....	1
2.- Programa.....	2
3.- Fotografías Presentadas a Concurso.....	3
4.- Presentaciones Pósteres.....	13
Área de Patrimonio.....	14
Área de Territorio.....	20
Área de Ciencia Animal.....	35
Área de Ciencia y Tecnología Química.....	41
5.- Índice Autores.....	50
6.- Logos.....	55

# INTRODUCCIÓN

El día 6 de octubre de 2022 tienen lugar en Paraninfo de la Universidad de Zaragoza, las VII Jornadas del IUCA, que se celebran bianualmente desde la constitución del Instituto. Tras las de 2020, que se desarrollaron *on-line* por la pandemia, retomamos la presencialidad.

Este año hemos querido rendir nuestro sentido homenaje al Profesor Juan Ramón Castillo, fundador del Instituto, que nos dejó demasiado pronto, en noviembre de 2020. En su honor, el Consejo del Instituto, en sesión de 27 de octubre de 2021, acordó instaurar el “Premio IUCA. Profesor Juan Ramón Castillo” que, en su primera edición, se ha otorgado al “Programa sobre el hombre y la biosfera de la UNESCO”.

Aparte de la conferencia plenaria, “Crisis ambiental, del privilegio de saber al compromiso de actuar”, a cargo del siempre comprometido, motivador y vibrante, Dr. Fernando Valladares, investigador del CSIC y divulgador de referencia en el ámbito medioambiental, me complace especialmente subrayar la presentación en la Jornada de dos puntales de mis compromisos al asumir la dirección del Instituto, hace algo más de un año. Por un lado, intensificar la atención que merecen los jóvenes del IUCA. Sin savia nueva, la investigación científica no tiene futuro. Presentamos en la Jornada el grupo “Jóvenes Investigadores IUCA” a quienes debemos agradecer su implicación y buen hacer incluso en la organización de la Jornada. Ellos traen consigo nuevas energías, ideas y expectativas. En definitiva, representan la ilusión por seguir avanzando en el conocimiento de las Ciencias Ambientales.

En segundo lugar, la tradicional Mesa redonda de nuestras Jornadas bianuales plasma en esta edición la constante preocupación del Instituto por seguir reforzando la multidisciplinariedad. Los doctores Juan de la Riva, Lourdes Montes y María Sebastián presentan las Líneas Transversales que lideran, al obtener financiación de sus proyectos en concurrencia competitiva.

Continuamos también con nuestros ya tradicionales concursos de póster y fotografía. En este libro presentamos los resultados de este intercambio y transferencia de conocimiento entre los investigadores del IUCA.

Zaragoza, 6 de noviembre de 2022.

Dra. María Martínez Martínez  
Directora del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)  
Universidad de Zaragoza

## 2.- PROGRAMA

Día 6 octubre

**8:30** Entrega de acreditaciones y colocación de pósteres.

**10:00** Inauguración de las Jornadas.

**Homenaje al Profesor Juan Ramón Castillo.**

*Semblanza de su carrera científica por el **Dr. D. Francisco Laborda.***

*Intervención de la Directora del IUCA: **Dra. Dña. María Martínez.***

*Intervención del Decano de la Fac. de Ciencias. **Dr. D. Luis Morellón.***

*Intervención de la Vicerrectora de Transferencia e Innovación Tecnológica: **Dra. Dña. Gloria Cuenca.***

*Intervención del **Sr. D. José Antonio Mayoral** Rector Magnífico de la Universidad de Zaragoza.*

**Entrega del “Premio IUCA. Profesor Juan Ramón Castillo”.**

*al PROGRAMA SOBRE EL HOMBRE Y LA BIOSFERA (UNESCO).*

**11:00-11:45.** Pausa Café. Inauguración exposición de pósteres y fotografías.

**12:00** Conferencia: **Dr. D. Fernando Valladares.**

Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC

*Modera: **Dr. D. Miguel A. Saz Sánchez***

*Título: “Crisis ambiental, del privilegio de saber al compromiso de actuar.”*

**13:15** Presentación “**Jóvenes Investigadores IUCA**”

**14:00** *Vino Español*

**16:00** **Mesa Redonda**

Presentación de las Líneas Transversales (LT) de investigación del IUCA.

*Modera: **Dr. D. Alfonso Abecia.***

*Intervención LT1. **Dr. D. Juan de la Riva.***

*Intervención LT2. **Dra. Dña. Lourdes Montes.***

*Intervención LT3. **Dra. Dña. María Sebastián.***

**17:30** Pausa Café.

**18:15** Entrega de Premios: Concurso de Póster y Fotografía.

**Clausura de las Jornadas**

### **3.- FOTOGRAFÍAS PRESENTADAS A CONCURSO**

**TEMÁTICA:**

**DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS MONTAÑAS**



*Ocaso en los Annapurnas*



*Herbívora, ¿de otra época? 1*



*Herbívora, ¿de otra época? 2*



*La tormenta rasgando el cielo*



*El descanso*



*Atravesada lluvia*



*Ovejas pastando al atardecer*



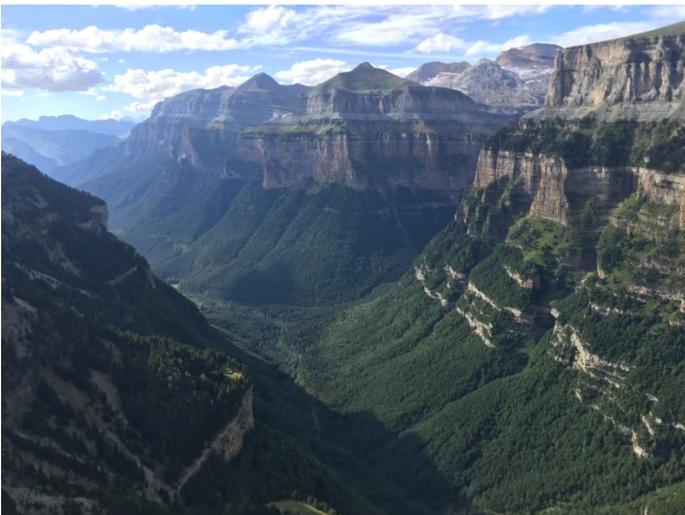
*Previsión de lluvia*



*Medio metro de nieve y cielos despejados*



*Paseando entre montañas...*



*Montañas como un cuadro delante de mi mirada...*



*La majestuosidad de un valle rodeado por las montañas...*



*El Chimborazo, Platero y yo*



*Resiliencia*



*Antikunapi alpako (Alpaca en los Andes)*



*Reject modernity, embrace tradition*



*Hervivorismo pírico*



*Descansando en la ganadería extensiva*



*Resiliencia, ¿Si o no?*



*Contaminación*



*¿Podemos oír la voz de la montaña?*



*Ecos*



*Pastoreo bofedales en el altiplano chileno*



*Presumiendo cencerros en Ordesa*

## **4.-PRESENTACIONES PÓSTERES**

**4.1- Área Patrimonio**

**4.2- Área Territorio**

**4.3- Área Ciencia Animal**

**4.4- Área Ciencia y Tecnología Química**

# CAMBIOS CLIMÁTICOS, AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS A TRAVÉS DEL LÍMITE CRETÁCICO/PALEÓGENO: UN ESTUDIO MULTIDISCIPLINAR

<sup>1</sup>Gilabert, V.; <sup>1</sup>Arenillas, I.; <sup>1</sup>Arz, J.A.; <sup>2</sup>Batenburg, S.J.; <sup>3</sup>Robinson, S.A.; <sup>4</sup>Krhal, G.;  
<sup>4</sup>Fauth, G.

<sup>1</sup>*Instituto de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza;* <sup>2</sup>*Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Universidad de Barcelona,* <sup>3</sup>*Department of Earth Sciences, University of Oxford,* <sup>4</sup>*Technological Institute for Paleoclimatology and Climate Change (itt OCEANEON), Unisinos University.*

El intervalo de tiempo de 1 millón de años (Ma) a través del límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg) representa una corta etapa de la historia de la Tierra, en la que tuvieron lugar eventos catastróficos: el impacto meteorítico de Chicxulub (hace ~66 Ma), las emisiones volcánicas del Decán (~66,3 a 65,6 Ma) y la extinción masiva del límite K/Pg (~66 Ma). Durante este intervalo de tiempo son reconocibles también diferentes eventos climáticos globales como el *Late Maastrichtian Warming Event* (LMWE; 66,25 a 66,10 Ma), el Dan-C2 (65,8 a 65,7 Ma) y el *Lower-C29n* (LC29n; 65,48 a 65,41 Ma).

En este trabajo se ha evaluado la relación temporal de los cambios climáticos, ambientales y biológicos de finales del Maastrichtiense y del comienzo del Daniense con el impacto de Chicxulub, el vulcanismo del Decán y los ciclos orbitales de Milankovitch. Para ello, se ha llevado a cabo un análisis altamente resolutivo de indicadores basados en foraminíferos planctónicos (cambios en las asociaciones micropaleontológicas, índice de fragmentación, formas aberrantes) e indicadores geoquímicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ , %CaCO<sub>3</sub>). Las localidades estudiadas son reconocidas internacionalmente por su continuidad sedimentaria a través del límite K/Pg: Caravaca y Zumaia (España), El Kef y Aïn Settara (Túnez), y en la perforación oceánica ODP-1262 (Atlántico Sur). En el ODP-1262 se han realizado además análisis de carbono orgánico total (TOC) y del contenido en Hg (ppb).

Todos los indicadores se han calibrado astrocronológicamente según el modelo de edad planteado en [1] y se han comparado con los modelos eruptivos principales propuestos para el vulcanismo del Decán: el de mega-pulsos [2] y el de erupción cuasi-continuo [3]. Como resultados, no se han identificado cambios paleoambientales relevantes durante el LMWE ni durante los últimos 100 ka del Maastrichtiense, lo que sugiere que el vulcanismo de Decán tuvo un bajo impacto ambiental antes del límite K/Pg. En el Daniense, tampoco se ha encontrado un aumento del estrés ambiental durante los eventos Dan-C2 y LC29n. Por el contrario, en todas las localidades se detecta un acmé de guembelítridos triseriados oportunistas (*Chiloguembelitra*) hace ~65,9 Ma, que coincide en el tiempo con un aumento de la presencia de foraminíferos planctónicos con conchas de crecimiento aberrante. Todo ello sugiere que el mayor impacto ambiental coincide con el límite K/Pg, pero que existió un segundo episodio de estrés ambiental en las capas superficiales de los océanos ~100 ka después del evento de extinción masiva del límite K/Pg. Este episodio se correlaciona en el ODP-1262 con una anomalía en el contenido de Hg y en la relación Hg/TOC (~65,9 Ma), lo que sugiere una relación causa-efecto con un incremento del vulcanismo del Decán, específicamente con el emplazamiento de la Fm. Ambenali [2,3], unos 100 ka después del límite K/Pg y unos 100 ka antes del evento Dan-C2.

## Referencias

- [1] Gilabert, V., Batenburg, S.J., Arenillas, I., Arz, J.A. *Geology* 50, (1), 21-25 (2022).  
[2] Schoene, B., Eddy, M.P., Samperton, K.M., Keller, C.B., et al. *Science* 363, 862-866 (2019).  
[3] Sprain, C.J., Renne, P.R., Vanderkluysen, L., Pande, K., et al. *Science* 363, 866-870 (2019).

Trabajo financiado por el MCIU/AEI/FEDER (proyecto PGC2018-09389-B-I00) y por DGA/FEDER (E33\_20R)

## ESPACIOS DE CIENCIAS DE LIBRE ELECCIÓN: DE LOS CENTROS EDUCATIVOS A LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

Sáez-Bondía, M.J, Mateo, E., Martín-García, J., Dies Álvarez, M.E., Salvadó, Z.

*Grupo Beagle Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales. Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, Zaragoza, 50009*

La necesidad por parte de los niños y las niñas de las primeras etapas educativas de experimentar sensorialmente de forma autónoma para entender el entorno, ha provocado que en los últimos años emerjan escuelas que trabajan mediante espacios agrupados por ambientes (de ciencias, de arte, ...) a los que los infantes tienen acceso en determinados momentos del día [1].

Desde la educación científica, en las primeras etapas educativas existen actualmente propuestas que derivan de la educación no formal, donde se abordan diferentes tópicos en el mismo espacio: flotabilidad, fuerzas, luz o diversidad animal entre otros. Son lo que se denomina Espacios de Ciencias de libre elección. Dichos espacios se caracterizan por una modificación espacial del aula donde se incorporan propuestas que invitan a que los niños y niñas experimenten sobre determinados fenómenos del medio natural sin necesidad de instrucción [2].

En los últimos años, algunos miembros el grupo de investigación Beagle, hemos enfocado nuestro trabajo en la construcción y evaluación de espacios de Ciencias de libre elección en colaboración con centros escolares. Enmarcado desde la Investigación Basada en el Diseño [3], creamos espacios monotemáticos de Ciencias junto con maestros y maestras, y evaluamos su puesta en marcha en las aulas para su posterior rediseño y transferencia a centros educativos.

Los Espacios de Ciencias de libre elección diseñados y evaluados hasta el momento se han centrado en la etapa de Educación Infantil y han abordado tópicos como los minerales, la diversidad vegetal y las mezclas. Tras su diseño y puesta en marcha en el aula hemos evaluado aspectos relacionados con los aprendizajes científicos durante la libre experimentación, la influencia del papel del docente y de la interacción entre iguales en estos aprendizajes [4] o las diferencias existentes en los aprendizajes sobre un mismo espacio con niños y niñas de diferentes niveles educativos [5].

Los resultados derivados de estas investigaciones han servido también para plantear modos en los que trasladar el diseño y evaluación de estos espacios a la formación inicial y continua de maestros y maestras. La construcción durante el curso 2021-2022 de un espacio en la Facultad de Educación, denominado "Espacio Natura", ha permitido plantear un enfoque formativo que conecta la formación de docentes con la investigación educativa.

Son muchos los frentes abiertos en lo relacionado con los Espacios de Ciencias de libre elección con los que seguimos trabajando en la actualidad y que pretenden conocer mejor las fortalezas y limitaciones de estos espacios en lo relacionado con el aprendizaje científico, las claves para su diseño y su posible utilización en otras etapas educativas.

Agradecimientos: Gobierno de Aragón (Grupo BEAGLE). Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, perteneciente al Instituto Universitario de Investigación de Ciencias. Proyectos PID2021-123615OA-I00 (MIMECO) y PIIDUZ\_21\_09 (UNIZAR); Jorge Martín disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IJU/796/2019).

### Referencias

- [1] Pedreira, M. and Márquez, C. *Espacios de Ciencia de libre elección: posibilidades y límites. Enseñanza de las Ciencia e Infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica*, M. Quintanilla (2017)
- [2] Pedreira, M. and Márquez, C. *Cuadernos de Pedagogía*, 466, 46-52 (2016).
- [3] Design-based Research. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8 (2003)
- [4] Mateo, E. and Sáez-Bondía, M. J. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(2), 2801 (2022)
- [5] Mateo, E., Sáez-Bondía, M.J., and Martín-García, J. *26 encuentros de didáctica de las Ciencias Experimentales* (2022)

# PRÁCTICAS CIENTÍFICAS REALES Y TICs PARA TRABAJAR EL MODELO DE RED TRÓFICA CON ALUMNADO DE MAGISTERIO

Carrasquer-Álvarez, B.\*; Ponz-Miranda, A.; Royo-Torres, R.

*Dpto. de Didácticas Específicas-Facultad de Educación-Universidad de Zaragoza,*

*C/Pedro Cerbuna, 12. 5009. Zaragoza. \*becarras@unizar.es*

En el siglo XXI los futuros docentes de Educación Primaria, tienen que abordar en sus aulas problemáticas socioambientales enmarcadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), por lo que deben estar capacitados para analizar la sostenibilidad del progreso económico y social y su posible repercusión en el entorno natural. Las actividades humanas, suponen cambios de importante magnitud y para poder valorar su efecto sobre los ecosistemas, es necesario tener un buen conocimiento de las especies a las que afectan, las características de los lugares donde viven y las relaciones que existen entre ellas. Todo ello es necesario para que las opiniones y toma de decisiones razonadas que afecten a la conservación de los recursos naturales sean funcionales. Así, respecto a la obligación de formar a ciudadanos responsables de la salud del planeta Tierra, es relevante el estudio de los ecosistemas a través de la ciencia, que entre sus posibles enfoques se encuentran la ecología de las comunidades y la de los ecosistemas; ambas se combinan a través de las redes alimentarias. La primera de ellas trata del estudio de las especies y sus agrupamientos (biodiversidad) y la segunda de los flujos energéticos y los ciclos de la materia relacionados con la función que las especies cumplen en los ecosistemas. La visión del ecosistema como cadena puede replicarse en las redes, interpretando en estas relaciones lineales y unidireccionales desde una visión compartimentada, simplificando equivocadamente la visión sistémica y encontrando deficiencias en la interpretación temporal y espacial del ecosistema (Eilam, 2016). En este sentido, las redes alimentarias permiten aproximarse al estudio de la biodiversidad y la función que las especies cumplen en los ecosistemas (Thompson et al., 2012).

Estudios realizados acerca de cómo abordar los contenidos relacionados con el funcionamiento de los ecosistemas ponen de manifiesto dificultades (Kopnina, 2020), así como la falta de base teórica del alumnado (García-Rodeja et al., 2020, Caño, 2019). Por este motivo, se decidió trabajar las relaciones alimentarias que las especies mantienen en un espacio natural para valorar la utilidad de la TICs y la implementación de prácticas científicas auténticas para la formación inicial del profesorado, dándoles a conocer cómo se genera la ciencia y cómo se lleva a cabo la práctica científica a partir de la reconstrucción de redes tróficas. Se considera que los tres objetivos están relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (con los objetivos Vida de Ecosistemas Terrestres y Educación de Calidad). Como método de trabajo se utilizó un formulario con cuestiones referidas a contenidos vinculados a cadenas y redes tróficas para detectar las ideas del alumnado y se propuso al alumnado, guiado por los docentes y mediante la implementación de prácticas científicas, el diseño de redes tróficas para trabajar en el aula con alumnado de Educación Primaria.

## Referencias

- [1] Caño, L. (2019). Concepciones sobre nutrición vegetal y relaciones tróficas en función del bagaje educativo: implicaciones para el futuro profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 37, 89-106.
- [2] Eilam, B. (2016). System thinking and feeding relations: learning with a live ecosystem model. *Instructional Science*, 40(2), 213-239.
- [3] García-Rodeja, I., Silva, E. T. y Sesto, V. (2020). Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 67-85.
- [4] Kopnina, H. (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *The Journal of environmental Education*. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1710444>
- [5] Thompson, R. M., Brose, U. Dunne, J. A., Hall Jr., R. O., Hladysz, S., Kitching, R. L., Martinez, N. D., Rantala, H., Romanuk, T. N., Stouffer, D. B. y Tylianakis, J. M. (2012). Food webs: reconciling the structure and function of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(12), 689-69.

# PAISAJES NEANDERTALES: MODELO EVOLUTIVO GEOARQUEOLÓGICO DEL YACIMIENTO DE ROCA SAN MIGUEL (ARÉN, HUESCA)

Domingo, Rafael; Montes, Lourdes; Peña-Monné, José Luis; Sampietro-Vattuone,  
María Marta

*Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza. [lmontes@unizar.es](mailto:lmontes@unizar.es)*

El yacimiento de Roca San Miguel, actualmente un sitio al aire libre junto a un estrechamiento del curso del Noguera Ribagorzana en Arén (Huesca), fue ocupado en tiempos musterienses, y ofrece la que por el momento es el asentamiento neandertal datado más antiguo del entorno pirenaico [1]. Excavado desde 2013 a 2019 [2], Roca San Miguel se encuentra en uno de los territorios más fecundos para el estudio de la ocupación neandertal del SW europeo, el interfluvio Cinca-Segre, donde no menos de una quincena de yacimientos están arrojando interesantes datos sobre ese periodo. Los grupos de neandertales que durante milenios se asentaron en el sitio, obtenían en sus inmediaciones materias primas (sílex y otras rocas del lecho fluvial) para tallar sus ortodoxas herramientas (raederas, denticulados, puntas...) y lascas, mediante sistemas de talla discoide y Levallois, y cazaban (y quizás carroñeaban) grandes herbívoros como caballos, ciervos o bóvidos.

En este póster presentamos los trabajos más recientes desarrollados en el yacimiento y su entorno que, mediante la aplicación de enfoques geoarqueológicos, han permitido reconstruir la morfología del enclave y el paisaje del valle fluvial en el que se localiza, destacando el modelo evolutivo propuesto para el sitio: en origen un abrigo rocoso hoy desaparecido, desmantelado tras milenios de erosión [3].

La secuencia estratigráfica está formada por cinco unidades, de las que dos presentan ocupaciones humanas conservadas *in situ* que han sido datadas mediante luminiscencia estimulada ópticamente (OSL). La más antigua (Unidad A) se formó entre ca. 170 y 150 ka, durante el penúltimo periodo glacial (PGP), y contiene abundantes restos de hogueras, en las que se pudieron emplear esquirlas de hueso como combustible [4]. La más reciente (Unidad C) data de ca. 119 a 103 ka., a finales del periodo interglacial conocido como Eemiense (MIS 5d), y pese a la carencia de estructuras de combustión en la zona excavada, presenta numerosos restos líticos y, en menor medida, de fauna.

## Referencias

- [1] Montes, L., Domingo, R., Sampietro Vattuone, M.M., Medialdea, A., Peña Monné, J.L. El yacimiento musteriense de Roca San Miguel (Arén, Prepirineo de Huesca). *Cuaternario y Geomorfología* 35 (1-2), 99-117 (2021)
- [2] Domingo, R., Montes, L. El asentamiento musteriense al aire libre de Roca San Miguel (Arén, Huesca). En: J.I. Lorenzo, J.M. Rodanés (Eds.), *Actas del I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*, Zaragoza. Col. Of. De Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, 17-23 (2016)
- [3] Peña-Monné, J.L., Montes Ramírez, L., Sampietro-Vattuone, M.M., Domingo Martínez, R., Medialdea, A., Bartolomé, M., Rubio Fernández, V., García Giménez, R., Turú, V., Ros, X., Baró, P., Bernal-Wormull, J.L., Edwards, R.L. Geomorphological, chronological, and paleoenvironmental context of the Mousterian site at Roca San Miguel (Arén, Huesca, Spain) from the penultimate to the last glacial cycle. *Quaternary Research (United States)* 106, 162-181 (2022)
- [4] Sola, C., Montes, L., Domingo, R. Rotas en mil pedazos: un estudio preliminar de esquirlas óseas del sitio musteriense de Roca San Miguel (Arén, Huesca). *Salduie: Estudios de prehistoria y arqueología* 16, 55-62 (2016)

# AVANCES EN EL ESTUDIO DEL MAMÍFERO MARINO DEL EOCENO

## ***SOBRARBESIREN CARDIELI*: UN SIRENIO DE CABEZA A COLA**

Díaz-Berenguer, E.<sup>1</sup>; Moreno-Azanza, M.<sup>1</sup>; Badiola, A.<sup>2</sup>, Canudo, J.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo Aragosaurus-IUCA, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza. [ester.berenguer@gmail.com](mailto:ester.berenguer@gmail.com), [mmazanza@gmail.com](mailto:mmazanza@gmail.com), [jicanudo@unizar.es](mailto:jicanudo@unizar.es)

<sup>2</sup>Departamento de Geología, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko

Unibertsitatea, 48940 Leioa. [ainara.badiola@ehu.eus](mailto:ainara.badiola@ehu.eus)

El pan-sirenio basal *Sobrarbesiren cardieli* es un taxón cuadrúpedo del Eoceno medio (Luteciense) descubierto en la Comarca de Sobrarbe (Huesca) [1]. El estudio de este taxón ha permitido avanzar en el conocimiento de la diversidad y evolución de los pan-sirenios durante el Eoceno y comprender mejor su proceso de adaptación a la vida acuática. Hasta el momento, se ha recuperado una colección de más de 350 restos fósiles asignados a esta especie que pertenecieron, al menos, a 8 individuos desde perinatales a adultos jóvenes. Un estudio en profundidad de los caracteres craneales, así como de la columna vertebral de *Sobrarbesiren* está permitiendo realizar nuevas propuestas filogenéticas para el Orden Pan-sirenia [2] y entender la evolución de la región caudal en la adaptación a la locomoción acuática de estos mamíferos [3].

El *falx cerebri* y el *tentorium cerebelli* son membranas que separan los hemisferios cerebrales y el cerebelo de los lóbulos occipitales, respectivamente. Ambas se unen en la protuberancia occipital interna. Estas membranas osifican en algunos mamíferos, como los sirenios, y quedan preservadas en la superficie endocraneal de los taxones fósiles. Los sirenios holocenos preservan estas tres estructuras, sin embargo, no siempre están presentes en los taxones fósiles. Su ausencia es diagnóstica para la familia Protosirenidae (Eoceno) y se considera la condición primitiva en Sirenia. La inclusión en los análisis filogenéticos de caracteres relacionados con estas estructuras, además de los del hueso basioccipital a partir del estudio de cráneos de *Sobrarbesiren*, que combina como son la ausencia de un *falx cerebri* osificado con la presencia del *tentorium osseum* y la protuberancia occipital interna, resuelve la politomía obtenida en anteriores topologías. Además, apoya la hipótesis de que la ausencia de estructuras endocraneales es la condición plesiomórfica para pan-sirenios, y no debe emplearse como un carácter diagnóstico de Protosirenidae.

El principal medio de propulsión en el agua de los sirenios es su aleta caudal aplanada y horizontal. Sin embargo, esta aleta no aparece hasta el Eoceno superior y su proceso de desarrollo es aún desconocido. Las vértebras de la región caudal de *Sobrarbesiren* poseen una espina neural inclinada anteriormente que indica la existencia de una vértebra anticlinal, cuya presencia no ha sido descrita en ningún otro taxón de pansirenio. Los centros vertebrales inclinados anteriormente evidencian que la cola estaba desviada ventralmente, a diferencia de las colas rectas de taxones más derivados. Por otra parte, *Sobrarbesiren* presenta forámenes vasculares en los procesos transversos de las caudales posteriores, que están descritos en mamíferos semiacuáticos con un plan corporal que combina la presencia de extremidades posteriores y un aumento de la musculatura de una cola adaptada a la natación como el pan-sirenio *Pezosiren* del Eoceno medio de Jamaica [4]. La combinación de estas características indica un proceso más complejo en la evolución de la columna vertebral de los pan-sirenios de lo que había sido interpretado hasta el momento.

Los datos obtenidos refuerzan la idea de que *Sobrarbesiren* es un taxón clave para entender la diversidad anatómica y el proceso de evolución y adaptación a la vida acuática de Pan-sirenia.

### Referencias

- [1] Díaz-Berenguer, E., Badiola, A., Moreno-Azanza, M. and Canudo, J. I. *Sci. Rep.* 8 (1). 5127 (2018)  
 [2] Díaz-Berenguer, E., Moreno-Azanza, M., Badiola, A., and Canudo, J. I. *Zool. J. Linn. Soc.* 1-33 (2022)  
 [3] Díaz-Berenguer, E., Badiola, A., and Canudo, J. I. Lucas Mallada, 23, 163-164 (2021)  
 [4] Domning, D.P. *Nature*. 413(6856), 625-627 (2001)

## EL PROYECTO PALEOLOCAL Y LOS HUEVOS DE DINOSAURIO DE LOARRE: CAPÍTULO 1 – CONSTRUYENDO EL NIDO

Moreno-Azanza, M.<sup>1</sup>; de Jorge i Aranda, L.<sup>1</sup>; Díaz-Berenguer, E.<sup>1</sup>; Ezquerro, L.<sup>1</sup>;  
Núñez-Lahuerta, C.<sup>2</sup>; Pérez-Pueyo, M.<sup>1</sup>, Cuenca-Bescós, G.<sup>1</sup>; Canudo, J.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Aragosaurus Reconstrucciones Paleoambientales-IUCA, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza. mmazanza@unizar.es*

<sup>2</sup>*Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA). Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain*

A finales de 2019, José Manuel Gasca, geólogo del grupo Aragosaurus, encontró fragmentos de huevo de dinosaurio durante un entrenamiento de Trail Running en la Sierra de Loarre (Huesca). Este hallazgo llevó al descubrimiento de más de un centenar de huevos y tuvo desde el primer momento una gran repercusión en los medios, dejando claro que los Huevos de Dinosaurio de Loarre constituían un recurso patrimonial con gran potencial científico y turístico. Aragón es una comunidad autónoma de referencia en el uso sostenible del Patrimonio Paleontológico, con ejemplos como Dinópolis-Teruel o el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza. En Loarre coinciden además un Patrimonio Cultural único, encabezado por el castillo románico mejor conservado del mundo, y un Patrimonio Natural destacado, al ubicarse entre el Río Gállego y el Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara. En resumen, las circunstancias eran ideales para la puesta en valor de Patrimonio Paleontológico local, siempre con el apoyo de las instituciones locales, como el Ayuntamiento de Loarre, la Comarca de la Hoya de Huesca y el Gobierno de Aragón.

Solo faltaba un detalle: los resultados científicos, pero estos no iban a llegar de inmediato. Un equipo tarda una media de tres a cinco años desde que un fósil es descubierto hasta que puede ser estudiado y publicado, y puede por tanto iniciarse el proceso de transferencia de conocimiento. Existen casos como el Cocodrilo de Ricla, que tardó más de veinte años en ser estudiado. En este contexto se da “la brecha de estudio”: cuando un fósil aparece (frecuentemente en entornos rurales con recursos económicos y patrimoniales limitados) la población local ve el potencial del descubrimiento y se vuelca con el equipo de investigación, aportando recursos, medios e incluso mano de obra. Después, los fósiles son llevados al laboratorio, normalmente en la capital, lejos del lugar del hallazgo, y desaparecen durante años. Cuando los fósiles vuelven y pueden tener impacto económico y cultural en el municipio, la población local ha olvidado los restos o tienen la sensación de que su patrimonio ha sido robado.

Con objeto de minimizar esta “brecha de estudio”, el grupo Aragosaurus-IUCA, el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza y el Ayuntamiento de Loarre, hemos diseñado un laboratorio abierto, emplazado dentro del núcleo urbano de Loarre. Este laboratorio está dividido en un área expositiva, donde se exhiben los hallazgos; un laboratorio donde preparadores y científicos trabajan los fósiles, y al que el visitante puede acceder y en un futuro colaborar en los procesos de preparación paleontológica; y un área de gabinete donde está trabajando el equipo de investigación, desplazando el grueso del trabajo desde Zaragoza al Laboratorio Paleontológico de Loarre. El laboratorio se sustenta gracias a un proyecto del plan de Líneas Estratégicas del Ministerio de Ciencia e Innovación, y a través de contribuciones voluntarias de los visitantes. Los resultados han sido inmediatos: en menos de dos años desde la publicación de la primera noticia en la prensa, se ha creado un recurso turístico y de transferencia de conocimiento en el entorno del hallazgo, que ha recibido más de mil visitantes durante su primer mes de vida. La relación con la población local no deja de mejorar, colaboración que ha llevado al descubrimiento de nuevos yacimientos y a la protección activa del patrimonio. Paleolocal ya es un éxito y acaba de eclosionar.

Esta comunicación es parte del proyecto PLEC2021-008203, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR”.

# PAISAJES DE VIÑEDO EN LA DOP DE CALATAYUD: IDENTIFICACIÓN DE PARAJES CON PREVALENCIA DEL CULTIVO ENTRE 1920 Y 2022.

Climent, E.; Esteban, S.

ecliment@unizar.es; sestebanr@unizar.es

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

Los paisajes rurales son la síntesis de elementos naturales, económicos y socio-culturales [1]. Los paisajes agrarios son el resultado de procesos históricos que explican su evolución y su actual fisionomía [2]. Los cultivos permanentes, como es el caso del viñedo, suelen dejar una huella profunda y duradera en el paisaje [3]. No obstante, estos cultivos han ido mutando en relación con la evolución del sector agrario [2].

Lasanta y Ruiz (2014) diferenciaron entre viñedos tradicionales, de carácter residual y alto valor ecológico, y nuevos viñedos, caracterizados por generar un paisaje más homogéneo que los anteriores [3]. Muchos de los cambios se asocian con la mecanización [4]. En zonas como Castilla y León, desde la década de 1970, el viñedo sufrió un fuerte retroceso hasta la entrada de España en la Unión Europea y la puesta en valor del cultivo [5]. En Castilla- La Mancha, sin embargo, se produjo una fase de expansión del cultivo hasta 1986 y posteriormente una fuerte reestructuración del viñedo [6]. A la par que pueden observarse viñedos instalados en fuertes pendientes, valorados como un elemento patrimonial [7], otros son abandonados por su difícil mantenimiento y explotación [8].

En la Denominación de Origen Protegida (DOP) de Calatayud la superficie de viñedo se ha reducido considerablemente en las últimas décadas y actualmente presenta una gran fragmentación [9]. De cara a su puesta en valor como recurso patrimonial, resulta de interés identificar las áreas en las que se ha conservado el cultivo a lo largo del tiempo. El objetivo de este trabajo es identificar las áreas de la DOP de Calatayud con una mayor prevalencia del viñedo. Para ello, a partir de una retícula compuesta por celdas de 100 ha, se ha cartografiado la distribución del cultivo utilizando: 1) los mapas topográficos del Instituto Geográfico Nacional de entre 1917 y los años cincuenta; 2) el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación de 1980 y 2000; 3) el Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) de 2005, 2009, 2011 y 2014; y 4) el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SigPAC) de 2022. A partir de estas fuentes de información se han identificado las unidades territoriales que han mantenido el viñedo a lo largo del último siglo.

El 18 % de las celdas de la DOP presentan viñedo en más del 1 % de su superficie desde 1920 hasta la actualidad. Aunque se conserva viñedo en numerosos parajes dispersos, las zonas de mayor prevalencia se concentran en el área de Cervera de la Cañada y en el eje de Munébrega-Atea. Estas áreas pueden tener un interés especial de cara a su inclusión en recorridos turísticos dentro de la ruta del vino de Calatayud, pudiendo tener un aprovechamiento patrimonial que va más allá de la producción del vino.

## Referencias

- [1] Cañizares Ruiz, M.C., & Ruiz Pulpón, A.R. *Investigaciones Geográficas*, 74, 9-28 (2020).
- [2] Silva Pérez, R. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 49 (2009).
- [3] Lasanta Martínez, T.; Ruiz Flaño, P. *Berceo*, 167, 13-38 (2014).
- [4] Vinatier, F.; González Arnaiz, A. *Applied Geography*, 90, 115-122 (2018).
- [5] Molinero Hernando, F. *Polígonos: Revista de Geografía*, 21 (2011).
- [6] Cañizares Ruiz, M.C.; Ruiz Pulpón, A.R. *Scripta Nova*, 18, 463-499 (2014).
- [7] Petit, C.; Konold, W.; Höchtl, F. *Landscape History*, 33, 5-28 (2012).
- [8] Cossart, E.; Pic, J.; Le Guen, Y.; Fressard, M. *Sustainability*, 12, 4695 (2020).
- [9] Climent-López, E.; Esteban-Rodríguez, S. *E3S Web Conf.* 50, 01046 (2018).

## **Restoration with Optimal Seed Assemblages (ROSA): un experimento de biodiversidad aplicado a la restauración**

Saiz, H.

*Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica  
Superior, Universidad de Zaragoza. Ctra. de Cuarte s/n, 22071, Huesca*

En los últimos años los experimentos sobre biodiversidad-funcionamiento del ecosistema (BEF) han encontrado un efecto positivo de la biodiversidad sobre los procesos ambientales [1], lo que sugiere que favorecer la biodiversidad puede ayudar a la gestión y conservación de los ecosistemas [2]. Sin embargo, la aplicación de estos experimentos al mundo real ha sido limitada, particularmente para la restauración de ecosistemas que depende principalmente de la fase de establecimiento de la vegetación.

El Proyecto ROSA (Restoration with Optimal Seed Assemblages) usará el marco conceptual BEF para evaluar el efecto que la diversidad de semillas (tanto taxonómica como funcional) tiene sobre la restauración de una mina abandonada. El trabajo se dividirá en tres partes:

1. Se seleccionarán 12 especies nativas del entorno de la mina y se medirán varios rasgos funcionales de sus semillas incluyendo tasa y velocidad de germinación, contenido de nutrientes (C, N, P) y tamaño (peso y longitud).
2. En el invernadero se plantarán 300 comunidades de semillas a lo largo de un gradiente de diversidad taxonómica (1, 2, 4, 8 y 12 especies) y un gradiente funcional (usando los valores de los rasgos) manteniendo constante el número de semillas [3]. El éxito de cada una de estas comunidades se evaluará en base a su tasa de germinación y la biomasa vegetal producida.
3. Una vez cosechadas las 300 comunidades, se identificarán aquellas con mayor éxito y se sembrarán en el campo junto con las comunidades de semillas que se usan tradicionalmente en la restauración de la mina abandonada.

Este Proyecto es la primera evaluación del marco BEF sobre bancos de semillas y su aplicación a la restauración. Además, permitirá valorar el realismo de los experimentos de biodiversidad al pasar de ambientes controlados a ecosistemas reales.

### **Referencias**

- [1] Hooper, D.U. et al., *Ecol Mon*, 75 (1), 3-35 (2005)
- [2] Jochum, M. et al., *Nat Eco Evo*, 4 (11), 1485-1494 (2020)
- [3] Le Bagousse-Pinguet, Y. et al., *PNAS*, 118 (7), e201935118 (2021)

## CULTURA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE. EVIDENCIAS E IMPLICACIONES

Escalona, A.I.\*; Escolano, S.\*; Navarro, M.C.\*\*; Pinillos, M.\*\*; Sáez, L.A.\* y Sánchez-Valverde, B.\*

\* *Universidad de Zaragoza*; \*\* *Universidad de La Rioja*

*e-mail: aescalon@unizar.es*

En las vísperas de la pandemia de coronavirus, destacadas iniciativas internacionales habían dejado patente la importancia de la cultura y la creatividad para el desarrollo urbano. En 2017 la Comisión Europea presentó el *Cultural and Creative Cities Monitor*, CCCM, herramienta que genera diversas medidas sintéticas, ponderadas y normalizada del rendimiento cultural; en 2019 la UNESCO publicó *Culture 2030 Indicators*, para medir y evaluar la contribución de la cultura a los objetivos de desarrollo sostenible; 2021 fue declarado por Naciones Unidas como Año Internacional de la Economía Creativa para el Desarrollo Sostenible.

La investigación que presentamos ha querido reforzar los argumentos a favor de la cultura y su vinculación con el desarrollo sostenible. Hemos estudiado las 81 ciudades españolas de entre 50 y 100.000 habitantes, midiendo su dinamismo cultural y creativo mediante una adaptación ad hoc de los 29 indicadores y 13 medidas sintéticas del CCCM y, en relación con el indicador 8, Empresas culturales de los IC|2030 de la UNESCO, hemos obtenido y analizado una muestra de 13.204 empresas de 14 sectores creativos y culturales. El índice C3, medida principal de las que se obtienen aplicando el CCCM, ha resultado eficaz para dejar patente que los ecosistemas culturales y creativos de las ciudades estudiadas son muy heterogéneos, detectando una interesante y decisiva distinción entre las que forman parte de las grandes áreas metropolitanas españolas y las que no son metropolitanas y ostentan la capitalidad de sus provincias o autonomías.

Los datos de la muestra de 13.204 empresas de las 81 ciudades estudiadas y su análisis conjunto con los principales indicadores del CCCM, ha permitido verificar que el índice C3 es eficiente al captar el dinamismo empresarial ya que la concentración de empresas y empleos culturales aumenta en los grupos de ciudades que presentan valores más altos del índice. Hemos interpretado este resultado como una evidencia de la relación entre el dinamismo cultural, expresado por el valor del índice C3, y el empresarial, recogido por los índices de concentración. Pero los datos de la muestra de empresas han dejado también patente la diversidad de ese conjunto empresarial en términos de empleo, activos y beneficios, confirmando así algunas carencias estructurales del sector puestas de relieve durante la pandemia. De hecho, hay elevadas asimetrías entre las empresas y ciudades de la muestra en relación con el reparto del dinamismo cultural y de la actividad empresarial. Sirva como ejemplo que, ordenadas las ciudades según su porcentaje de empleo, y establecidos deciles según su población, el decil 10, con las de más actividad cultural, concentra en sus empresas culturales más empleo, activos y beneficios que todo el resto considerado de forma conjunta. Es también llamativo que las 7.000 empresas más pequeñas (que representan el 53% del total) sólo acumulen el 10% de los activos totales, mientras que sólo las 26 mayores concentren más del 40%. No obstante, hemos detectado también elementos alentadores para las ciudades de menor dinamismo cultural, ya que en los últimos años sus empresas culturales se asemejan a las de las ciudades más dinámicas tanto en su tamaño como en su ritmo de aparición.

Al iniciar el trabajo presentado asumíamos que la cultura tiene un valor intrínseco muy alto y que además impulsa otras dinámicas creativas en la sociedad y en su economía local. La investigación realizada aporta argumentos consistentes y evidencias de estas interdependencias, es decir, un conocimiento fiable sobre la conveniencia de apoyar la cultura desde lo público en sus diversas facetas. También se proporciona a la ciudadanía elementos para abordar una reflexión fundamentada y compartida sobre el presente y el futuro de la cultura y su papel en el territorio.

### Referencias

[1] Cultura y territorio (<http://www.culturayterritorio.com>).



# EVOLUCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL TRAS UNA QUEMA PRESCRITA EN PUERTO SOBÁS, YEBRA DE BASA

Citoler-Lardiés, N.; Longares-Aladrén, L.A.<sup>1</sup>, Badía-Villas, D.<sup>1</sup>, Peña-Monné, J.L.<sup>1</sup>  
Gómez, D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IUCA-Universidad de Zaragoza, Zaragoza 50009, [lalongar@unizar.es](mailto:lalongar@unizar.es)

<sup>2</sup> Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC

La ganadería extensiva y el aprovechamiento de los recursos forestales son dos de las actividades principales que durante siglos han articulado los montes españoles. El éxodo rural y los cambios socioeconómicos que han afectado a los pueblos pirenaicos y prepirenaicos, junto a las nuevas políticas de gestión de los espacios naturales, han favorecido un descenso en la presión antrópica sobre extensas áreas. El aumento de las cubiertas vegetales como consecuencia de estos procesos se plantea como una amenaza a la biodiversidad y a los paisajes de los puertos pirenaicos [1].

Entre las citadas cubiertas destaca el matorral de erizón (*Echinopartum horridum*) que conduce a la homogenización del espacio y la pérdida de biodiversidad en el puerto. Entre las prácticas que pretenden su control se encuentra la quema prescrita. Sin embargo, la falta de cobertura vegetal protectora del suelo también puede suponer un grave riesgo de erosión [2]. Por ello, el objetivo de este trabajo consiste en analizar la evolución a corto plazo de la cubierta vegetal tras una quema prescrita en los alrededores de una cabañera en Puerto Sobás (Yebra de Basa). Para ello, se han realizado 3 vuelos de dron (en los años 2017, 2018 y 2019), meses después de la quema (diciembre, 2016), mediante un Drone cuadricóptero DJI Phantom 4 y un Drone hexacóptero Yuneec H520. (Guaradrone). La digitalización con polígonos y puntos se realiza en ArcMap 10.0 y aquí se expone a una escala. 1:1.500 (escala de quema). El área estudiada es de 6.7 hectáreas en Puerto Sobás (Yebra de Basa). EL vuelo realizado pocos meses (2017) tras la quema permite identificar la zona sometida a la quema prescrita. Un año después (2018) la cubierta herbácea aumenta ligeramente para en 2019 recuperar la mayor parte del espacio. Como resumen de esta escala de trabajo, se puede decir que la revegetación tras el incendio es prácticamente total 3 años después de la quema.

## Referencias

[1] Alados, C., Komak, B., Bueno, G., Gartzía, M., Escós, J., Gómez, D., García-Gonzalez, R., Fillat, F., Camarero, J., Herrero, J. y Pueyo, Y. (2011). Modelización de la matorralización de los pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su relación con el cambio global. En *Proyectos de investigación en parques nacionales 2007-2010* (pp. 101-123). Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.

[2] Badía, D. Armas-Herrera, C., Mora, J.L. Gómez, D., Montserrat, G., Palacios, S. (2017) (2016). ¿Podemos controlar la expansión del erizón mediante quemadas? Lucas Mallada, 19: 69-94

(¿?) Incluir o cita o quitar...

Citoler, N. Respuesta de la cubierta vegetal a las actuaciones de quema prescrita: Análisis de la composición vegetal y su variación espacio-temporal en el Prepirineo aragonés (Trabajo fin de Grado, inédito). Universidad de Zaragoza. (2018).

# TOPOSECUENCIA EDÁFICA EN VIÑEDOS DE TORRESALAS (DOP SOMONTANO BARBASTRO)

**Jiménez, A.;** Badía, D.; Martí, C.; Ortiz, O.; Casanova, J.; J. A. Cuchí, J.A.;  
Duque, C.; Echandi, J.

*Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza.*

*Calle de Cuarte, s/n, 22071 Huesca, badia@unizar.es*

## Resumen

El suelo es un medio natural constituido por aire, agua y sólidos (materia mineral y orgánica). Asimismo, se caracteriza por estar compuesto por horizontes genéticos resultado de los factores de formación (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre el material parental <sup>[1]</sup>. El suelo además de ser el soporte físico de las plantas, es capaz de suministrarle agua y nutrientes, en función de un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas. Eso afecta tanto a la cantidad como a la calidad de la producción vegetal como, por ejemplo, al viñedo; por tanto, la diversidad edáfica puede otorgar una diversidad a las características organolépticas del vino.

En este trabajo se caracterizan los factores formadores, se analizan, evalúan y clasifican, un conjunto de suelos (seis perfiles) a lo largo de un transecto topográfico que muestre la edafodiversidad en los viñedos de Torresalás (Barbastro). Se plantea determinar la influencia de las propiedades físicas, químicas y morfológicas del perfil edáfico en el cultivo de la vid y las características del vino.

Los perfiles se describen macromorfológicamente siguiendo la descripción oficial <sup>[2]</sup>. Se analizan sus principales propiedades físicas y químicas siguiendo los métodos estándar <sup>[1]</sup>. Los suelos se clasifican siguiendo la WRB <sup>[3]</sup> y la STS <sup>[4]</sup>. Además, se evalúa el potencial de vigor del terreno (PVT) y el de precocidad (PPT) para la vid <sup>[5]</sup>.

Los viñedos de Torresalás se localizan sobre los 370 metros sobre un relieve ligeramente ondulado. La precipitación media es de unos 470 mm/año y la temperatura media anual es de unos 14°C. Los resultados analíticos reflejan que, la distribución de estos suelos, se ve condicionada mayoritariamente, por el material parental de los perfiles de estudio adquiriendo propiedades singulares según dónde se desarrolle. La zona presenta una elevada heterogeneidad en la que se diferencian dos unidades geoedafológicas; suelos carbonatados (Calcisoles) desarrollados sobre depósitos detríticos aluviales de una terraza Pleistocena al Este de la bodega, que presentan mayor aptitud para las variedades tintas, donde adquieren un nivel adecuado de taninos de calidad <sup>[6]</sup>. Al Oeste, encontramos suelos con yeso (Gypsisoles) que se han desarrollado sobre lutitas, margas y yesos Oligo-Eocenos, resultan más adecuados para las variedades blancas, puesto que adquieren una mayor mineralidad que acentúa la calidad del vino. Por lo que, la diversidad de suelos es un factor más a identificar en el reconocimiento de los factores que influyen en la personalidad y calidad de los vinos del Somontano <sup>[7]</sup>.

[1] Badía, D., Martí, C., Cuchí, J.A. and Casanova, J. *Los suelos de los viñedos en la denominación origen Somontano de Barbastro*. 205 pp. Colección Ciencias, 8. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza (2006).

[2] FAO. *Guía para la descripción de suelos*. 4ª Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONU). 111 pp. Roma (2009).

[3] IUSS. *Base de referencia mundial del recurso suelo: Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos*. Informes sobre recursos mundiales de suelos, 106. FAO. Roma. (2015).

[4] Soil Survey Staff. *Keys to Soil Taxonomy*. 12<sup>th</sup> Edition. United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service. 372 pp. (2014).

[5] Morlat, R. *Traité de viticulture de terroir*. Editions Tec & Doc. París (2010).

[6] Bonfante, A., Agrillo, A., Albrizio, R., Basile, A., Buonomo, R., De Mascellis, R., Gambuti, A., Giorio, P., Guida, G., Langella, G., Manna, P., Minieri, L., Moio, L., Siani T. and Terribile, F. *Viticulture microzoning: a functional approach aiming to grape and wine qualities*. SOIL Discussions, 1(1), 1203-1237 (2014).

[7] Badía, D., Casanova, J., Cuchí, J.A., Duque, C., Echandi, J.M., Jiménez, A., Martí, C., Muñoz, M., and Ortiz, O. *Diversidad edáfica en viñedos de Montesa y Torresalás (DOP Somontano, NE-España)*. IX Congreso Ibérico de Ciencias del Suelo, Lisboa (CICS 2022).

[8] Badía, D., Casanova, J., Cuchí, J.A., Martí, C., Rodríguez, J.M. Ayuso, J.M. and Albar, J. *Herramientas para la transferencia del conocimiento geo-edáfico: aplicación a los viñedos de Secastilla (DO Somontano, NE-España)*. Retos y oportunidades en la Ciencia del Suelo (2014).

## EL SANTO CÁLIZ DE VALENCIA: MINERALOGÍA, GEMOLOGÍA Y ORFEBRERÍA

Osácar Soriano, M.C.<sup>a</sup>; Naya Franco, C.<sup>b</sup>; Roldán García, C<sup>c</sup> y Murcia Mascarós, C.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Dpto. de Ciencias de la Tierra – IUCA. Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza; e-mail: cinta@unizar.es*

<sup>b</sup>*Dpto de Historia del Arte, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza; e-mail: naya@unizar.es*

<sup>c</sup>*Instituto de Ciencia de Materiales (ICMUV) Universitat de València. C/ Catedrático José Beltrán 2, 46980 Paterna (Valencia); e-mail: clodoaldo.Roldan@uv.es, sonia.mascaros@uv.es*

El Santo Cáliz de Valencia es una pieza de orfebrería, de origen medieval, que incluye, en una montura de oro y gemas, la copa de piedra que tradicionalmente ha sido considerada como la utilizada en la Última Cena, y que dio origen al mito literario del Santo Grial. Según la tradición, la copa habría sido enviada a Huesca por San Lorenzo, en el siglo III, para preservarla durante la persecución de Valeriano, creencia que ya aparece representada en un capitel de la catedral de Jaca (s. XI). Durante la invasión musulmana habría sido llevada al Pirineo y se custodió hasta 1399 en el Monasterio de San Juan de la Peña; posteriormente fue trasladado a la catedral de Valencia, donde se conserva hoy día. Por la veneración que se le profesa raras veces se ha permitido su estudio directo, así que existen pocos trabajos científicos sobre el objeto en si mismo. El más completo es el de Beltrán [1], desde un punto de vista arqueológico, para el cual se llegaron a desmontar partes del Cáliz, pero no se abordó el estudio de los materiales.

Este trabajo se enmarca en un estudio multidisciplinar más amplio para el cual se puso el Santo Cáliz a disposición de un grupo de investigadores, aunque de forma restringida. Se pudo examinar el objeto en la propia sala de la catedral donde está ubicado, durante un tiempo limitado y compartido, y sin desmontar la pieza. Todas las pruebas y análisis, por supuesto no destructivos, se realizaron con instrumentación portátil.

Nuestra labor consistió en la caracterización de los materiales mediante métodos mineralógicos, gemológicos y químicos (fluorescencia de rayos X), en colaboración con investigadores del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza y del Instituto de Ciencia de Materiales de Valencia (ICMUV). También se ha realizado un análisis de la orfebrería desde el punto de vista de la joyería histórica, así como de la simetría de la orfebrería y sus motivos decorativos.

El análisis de la orfebrería, que refleja las diversas actuaciones sobre la pieza, ha permitido establecer algunas partes de su historia [2]. El estudio de la copa que se venera como reliquia ha permitido determinar que se trata de ágata bandeada según la nomenclatura vigente, así como algunas características que la hacen peculiar. En especial, esta copa está tallada de un ágata de relleno de grieta, lo cual es inusual respecto a otros cálices, pero además se labró de manera que el bandeo aparece vertical, lo que es aún más extraordinario. Todo esto, junto a otros rasgos de la superficie de la copa ha proporcionado información sobre el proceso de talla, en el que se labró primero la cavidad y luego se separó del encajante. Algunos resultados de este estudio están aún pendientes de publicación.

### Referencias

- [1] Beltrán Martínez, A. *El Santo Cáliz de la Catedral de Valencia*. Valencia: Inst. R. Chabás. (1960)  
 [2] Osácar Soriano, M.C. y Naya Franco, C. *El Santo Cáliz de Valencia: la materia prima del Santo Grial*. En: *Actas de las V Jornadas: Las reliquias y sus cultos: de lo terapéutico a lo taumatúrgico*, Alfaro Pérez, Naya Franco y Postigo Vidal Eds., Univs. Zaragoza y Salamanca 92-107 (2022)

# EL VALLE DE LA FUEVA (SOBRARBE-HUESCA) ANTE SUS ESCENARIOS DE FUTURO: TENDENCIAL Y TRANSFORMACIÓN POR PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

Ibarra, P.; Esteban, S.; Heredia, A.; Hernández, M.L.; Ballarín, D.; Tomás, E.

*Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Zaragoza. [pibarra@unizar.es](mailto:pibarra@unizar.es);*

*[sestebanr@unizar.es](mailto:sestebanr@unizar.es); [africaheredia@unizar.es](mailto:africaheredia@unizar.es), [mlhernan@unizar.es](mailto:mlhernan@unizar.es);*

*[danielbf@unizar.es](mailto:danielbf@unizar.es); [evatomas@unizar.es](mailto:evatomas@unizar.es).*

El Valle de La Fueva es una zona rural del Pirineo Oscense, en la que viven unas 650 personas repartidas en 27 entidades de población. Sus tres pilares son la fertilidad del secano de su fondo de valle, la ganadería y un turismo no masivo apoyado en su paisaje rural y en su localización en Sobrarbe. Su autenticidad, valores y tranquilidad lo hacen atractivo para vivir y ha conseguido aumentar y rejuvenecer su población en los últimos años. Recientemente, la población del Valle se ha visto inmersa en un proceso de incertidumbre al tener conocimiento de la existencia de tres proyectos para instalación de grandes parques fotovoltaicos (Ussía, La Nata y Guarados). Para despejar algo esta incertidumbre y tener criterios fundamentados para orientar decisiones que pudieran afectar al futuro del Valle, los ayuntamientos de La Fueva y Palo encargaron un proyecto (OTRI-2022/0114) al equipo firmante de UNIZAR con conocimientos de territorio rural y ciencia ciudadana. El poster presenta de forma sintética este proyecto de transferencia del conocimiento.

La elaboración de escenarios de carácter prospectivo y la visualización de las posibles consecuencias socioterritoriales, resulta una herramienta muy útil que puede orientar tanto a la población directamente afectada como a los diferentes responsables de las administraciones y entidades implicadas. El análisis prospectivo de estos escenarios ha de apoyarse no solo en datos estadísticos, normativas o proyectos, sino también y fundamentalmente, en las percepciones y opiniones de las personas ligadas al Valle (residentes con larga vinculación, nuevos residentes, personas con 2ª residencia, propietarios no residentes...) y en su disposición a tomar decisiones personales vitales en cada uno de los escenarios que se identifiquen con claridad. En un principio se consideraron dos:

Escenario 1: Continuación con la tendencia actual que el Valle de La Fueva lleva en los últimos años.  
Escenario 2: Transformación del sector central del fondo del valle por la instalación de varios grandes parques de placas fotovoltaicas y las consiguientes infraestructuras.

El proceso metodológico ha incluido: recopilación y análisis estadístico de variables demográficas, económicas y sociales, cartografía y análisis de visibilidad mediante SIG, revisión de planes, estrategias y aspectos legales y procesos de participación ciudadana (encuesta a las personas con algún tipo de vinculación con el valle –entre el 19 y 28 de marzo de 2022, 437 encuestados con una representatividad de la muestra superior al 95 %- y 25 entrevistas semiestructuradas a agentes sociales con un planteamiento de análisis DAFO realizadas en mayo de 2022).

En el transcurso del proyecto ha ido tomando forma un Escenario 3: Reactivación comprometida. Se vislumbra como una ventana de oportunidad de la mano de un “despertar”, de una reactivación de muchas personas para potenciar las fortalezas por desarrollar de las que han sido especialmente conscientes al verse amenazadas por un futuro de transformación que mayoritariamente se percibe como muy dañino para el Valle.

Se presentan en un cuadro sintético las principales conclusiones para los tres escenarios en cuanto a un conjunto de variables territoriales de muy distinta naturaleza, desde el atractivo para residir y trabajar, para tener una 2ª residencia, calidad y armonía del paisaje, valor de fincas y propiedades, puestos de trabajo existentes, posibilidad de empleo, proyectos personales en el valle, actividad agraria, ganadera, turística, industrial y de construcción y sobre todo disposición de la población a continuar residiendo en el valle de la Fueva dentro de unos años. Las diferencias son muy marcadas e invitan a la reflexión sobre las consecuencias socioterritoriales que pueden tener en determinadas zonas rurales de montaña, la instalación de macroproyectos de energía solar en este caso.

# RESPUESTA ESTACIONAL DEL CAUDAL EN UNA CUENCA MEDITERRÁNEA DE BANCALES ABANDONADOS

(SEASONAL STREAMFLOW RESPONSE IN A MEDITERRANEAN CATCHMENT WITH  
ABANDONED AGRICULTURAL TERRACES)

Fernández Olloqui, G.; Lana-Renault, N.; Llorente, J.A.; Ruiz-Flaño, P.; Arnáez, J.

Universidad de Zaragoza. Calle Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. [ciu@unizar.es](mailto:ciu@unizar.es)

Universidad de La Rioja. Avda. de La Paz 93-103, 26006 Logroño.

[comunicacion@adm.unirioja.es](mailto:comunicacion@adm.unirioja.es)

Los bancales han jugado un papel fundamental en el desarrollo económico de las sociedades de montaña mediterránea. Debido a los avances tecnológicos y al descenso de la presión demográfica, se produjeron grandes cambios a lo largo de los siglos XIX y XX en estas áreas rurales, originando el abandono y posterior deterioro de los bancales. Nuevos procesos cobran ahora importancia en estos espacios, afectando a las dinámicas hidrológicas y geomorfológicas de las laderas. En este estudio se analizan los datos de crecidas de una pequeña cuenca de bancales abandonados, con el objetivo de determinar cómo se comporta el sistema hidrológico. Se concluye que, debido a la profundidad, estructura y organización interna de los bancales, dominan los procesos de escorrentía subsuperficial que dan como resultado tiempos de crecida lentos y curvas de recesión muy largas. El desmantelamiento de estas construcciones y la recuperación del perfil original de la ladera traerá consigo cambios en la organización de la red hidrológica.

## Referencias

- [1] Arnaez, J., Lasanta, T., Errea, M. P., Ortigosa, L. *Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a spanish mediterranean mountain region: the case of Camero Viejo*. (2010)
- [2] Ceballos, A., Schnabel, S. *Hydrological behaviour of a small catchment in the dehesa landuse system (Extremadura, SW Spain)*. Journal of Hydrology 210, 146-160 (1998)
- [3] Fortesa, J., Latron, J., García-Comendador, J., Tomàs-Burguera, M., Company, J., Calsamiglia, A., Estrany, J. *Multiple temporal scales assessment in the hydrological response of small mediterranean-climate catchments*. Water 12, 299 (2010).
- [4] Gallart, F., Llorens, P., Latron, J. Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small mediterranean mountainous basin. Journal of Hydrology, 159, 291-303 (1994)
- [5] Lasanta, T., Arnáez, J., Oserín, M., Ortigosa, L. M. *Marginal lands and erosion in terraced fields in the mediterranean mountains. A case study in the Camero Viejo (Northwestern Iberian System, Spain)*. Mountain research and development 21, 69-76 (2001)
- [6] Lasanta, T., Arnáez, J., Ruiz-Flaño, P., Lana-Renault, N. *Los bancales en las montañas españolas: un paisaje abandonado y un recurso potencial*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (BAGE), 63: 301-322 (2013)
- [7] Latron, J., Soler, M., Llorens, P., Gallart, F. *Spatial and temporal variability of the hydrological response in a small Mediterranean research catchment (Vallcebre, Eastern Pyrenees)*. Hydrological Processes, 22, 775-787 (2008)
- [8] Moreno-de-las-Heras, M., Lindenberger, F., Latron, J., Lana-Renault, N., Llorens, P., Arnáez, J., Romero-Díaz, A., Gallart, F. *Hydro-geomorphological consequences of the abandonment of agricultural terraces in the mediterranean region: Key controlling factors and landscape stability patterns*. Geomorphology, 333, 73-91 (2019)
- [9] Pérez-Cabello, F. *Actividad vegetal de las cuencas de los ríos Cidacos y Alhama (La Rioja): análisis diacrónico mediante imágenes Landsat*. Zubia Monográfico, Logroño, 23, 79-102 (2011)

# EVALUACIÓN DE LA UTILIDAD DEL SATÉLITE PAZ PARA LA CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE COMBUSTIBLE EN CENTROS DE ADIESTRAMIENTO Y CAMPOS DE MANIOBRAS Y TIRO DEL EJÉRCITO DE TIERRA

García-Martín, A. <sup>(1,2)</sup>; Domingo, D. <sup>(2)</sup>; Lamelas, M.T <sup>(1,2)</sup>; de la Riva, J. <sup>(2)</sup>; Escribano, F. <sup>(3)</sup>; Montealegre, A.L <sup>(1,2)</sup>; Montorio, R. <sup>(2)</sup>; Pérez Cabello, F. <sup>(2)</sup>

- (1) *Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar, Ctra. de Huesca s/n, 50090, Zaragoza. [algarcia@unizar.es](mailto:algarcia@unizar.es)*
- (2) *Grupo GEOFOREST-IUCA, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza.*
- (3) *Mando de Adiestramiento y Doctrina, Ejército de Tierra, C/ San Matías 26, 18006, Granada.*

Los Centros de Adiestramiento (CENAD) y los Campos de Maniobras y Tiro (CMT) son las instalaciones que el Ejército de Tierra utiliza para su preparación. En ellos se realizan las maniobras y ejercicios con fuego real necesarios para la instrucción, el adiestramiento y la evaluación de sus Unidades. Debido a esto, en estas instalaciones se exige la implantación de un Plan contra incendios forestales (PCIF) y un Protocolo operativo de actuación (POA), tal y como señala la Directiva 03/19 del Jefe de Estado Mayor del Ejército.

La cartografía de tipos de combustible es muy importante para la estimación de la ignición y de las condiciones de propagación y, por ende, para la estimación del peligro de incendios forestales [1]. Los sensores de teledetección activos LiDAR (*Light Detection And Ranging*) y SAR (*Synthetic Aperture Radar*) se muestran adecuados para la caracterización de la estructura de los bosques, soslayando las limitaciones de los sensores pasivos ópticos, incapaces de atravesar el dosel forestal. Precisamente, el satélite PAZ, el primero del Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite (PNOTS) y operado por el Ministerio de Defensa, se encuentra equipado con uno de estos sensores, en concreto con un sensor SAR de banda X (longitud de onda de 3 cm - 9,65 GHz).

En este contexto, el objetivo es analizar la sensibilidad de las imágenes PAZ para obtener cartografía de tipos de combustible que permita apoyar los PCIF y los POA. Como área de estudio piloto se seleccionó, por su importancia, su tamaño y la representatividad de su cubierta y estructura vegetal respecto al resto de CMT que se ubican en entornos mediterráneos, al CENAD San Gregorio. La metodología se dividió en tres fases. La primera consistió en el procesamiento de las imágenes PAZ del área de estudio proporcionadas por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) en el contexto del proyecto AO-001-040. La segunda se centró en la identificación de parcelas de campo adecuadas para ser relacionadas con las imágenes, tomando como referencia la cartografía de tipos de combustible obtenida mediante la utilización de LiDAR en [1]. Finalmente, se evaluaron dos métodos de clasificación de imágenes no paramétricos: *Random forest* y *Support Vector Machine*.

Los resultados muestran que, aunque las bandas de PAZ están correlacionadas con los tipos de combustible de la clasificación de *Prometheus*, no son adecuadas para la obtención de cartografía en este marco. Esto se debe a la escasa penetración que la banda X tiene en el dosel vegetal. Sin embargo, sí son apropiadas para discriminar entre tres categorías de agrupación en función de la cobertura dominante y con distinto comportamiento ante el fuego: pasto, matorral y arbolado (porcentajes de exactitud superiores al 70% con la muestra de validación).

## Referencias

[1] Montealegre, A.L. et al. *III Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad*, 1185-1192 (2015)

# OBTENCIÓN DE CARTOGRAFÍA DE SEVERIDAD DE DEFOLIACIÓN MEDIANTE IMÁGENES ÓPTICAS Y SOFTWARE LIBRE: UN MÉTODO DIRIGIDO A LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Gabas Alcaine, P. <sup>(1)</sup>; García-Martín, A. <sup>(2,3)</sup>

(1) *Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza. pablogalcaine@gmail.com*

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

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

Una de las perturbaciones que afectan al estado sanitario de las masas forestales y a la dinámica de los ecosistemas es la defoliación [1], siendo este un motivo de preocupación para la comunidad científica y numerosos organismos internacionales, nacionales y regionales. Su evaluación y control es esencial para estos, siendo la teledetección una herramienta ideal para su monitorización dado que presenta múltiples ventajas frente a los tradicionales inventarios forestales [2].

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una metodología transferible a la administración pública para estimar la severidad de la defoliación sobre las masas forestales sin coste alguno mediante el empleo de software libre, tanto de tratamiento de imágenes de satélite como de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Como área de estudio piloto se utiliza una dentro del Prepirineo seleccionada por los técnicos competentes en Aragón en esta materia.

La metodología se dividió en tres etapas. En primer lugar, para conocer el grado de defoliación de las masas forestales, se seleccionaron las parcelas de campo de la Red de Evaluación Fitosanitaria de Aragón (REFMFA) dentro del área de estudio, sumando estas un total de 52 parcelas. En ellas, la información de defoliación estaba expresada en porcentaje. En segundo lugar, se seleccionaron y descargaron imágenes del satélite Sentinel-2 coincidentes con las fechas de realización del trabajo de campo de las citadas parcelas, en verano de 2015, 2016 y 2017. Los pretatamientos sobre estas imágenes necesarios para obtener la reflectividad superficial e índices de vegetación se llevaron a cabo mediante el software de la Agencia Espacial Europea (ESA) SNAP. Por último, usando el mismo software, se evaluaron dos métodos de clasificación de imágenes, uno paramétrico (*Maximum Likelihood*) y uno no paramétrico (*Random Forest*). Ambos métodos se aplicaron dos veces: la primera al objeto de crear una máscara forestal para soslayar el efecto de la heterogeneidad vegetal del área de estudio. La segunda para obtener la cartografía con los niveles de severidad de defoliación. En esta segunda, con el propósito de caracterizar mejor el estado de los bosques y su evolución, se ensayaron categorías de severidad más acotadas que las propuestas por la administración pública aragonesa.

Los resultados que se obtuvieron muestran que la metodología creada es adecuada para analizar la severidad de la defoliación y su comportamiento espacial y temporal. En concreto, el método de clasificación más robusto fue *Random Forest*, señalándose las bandas del *Red-edge* (5, 6 y 7), las del infrarrojo cercano (8 o 8A) y las del infrarrojo medio (preferentemente la banda 11) como las más adecuadas, siendo también relevante el papel de algunos de los índices de vegetación calculados (NDVI y PSSR). Los porcentajes de acierto de los mejores modelos utilizando las categorías de severidad propuestas fueron superiores a los obtenidos empleando las categorías empleadas por la administración (92-98% frente a 88-95%, respectivamente).

## Referencias

[1] Gottardini, E., et al. *For. Ecol. Manag.* 467, 118151 (2020).

[2] Bárta, V.; Lukeš, P. and Homolová, L. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 100, 102335 (2021).

# EVOLUCIÓN A LARGO PLAZO DEL CARBONO DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS DESPUÉS DE QUEMAS PRESCRITAS DE MATORRAL EN EL PIRINEO CENTRAL

Alfaro Leránoz, A.\*; Badía Villas, D.; Conte Domínguez, A.P.

*Escuela Politécnica Superior de Huesca, Ctra. Cuarte s/n 22071 Huesca,*  
[a.alfaroler@unizar.es](mailto:a.alfaroler@unizar.es)

La reducción de la ganadería extensiva, junto con el cambio climático, está facilitando la matorralización de los pastos de alta montaña [1,2], que propicia un mayor riesgo de incendio [3] y una pérdida de biodiversidad [4]. El EPRIF de Aragón se encarga de realizar quemadas prescritas con tres objetivos principales: i) Prevenir grandes incendios forestales, reduciendo la carga de combustible y rompiendo su continuidad (paisajes en mosaico), ii) Recuperar los pastos de alta montaña, iii) Entrenar al cuerpo de bomberos. Estas quemadas son realizadas bajo unas condiciones atmosféricas y edáficas concretas, que buscan que sus efectos sobre el suelo sean mínimos. No obstante, a veces estas quemadas afectan a algunas propiedades del suelo, especialmente a las biológicas, debido a que son más sensibles a las bajas temperaturas alcanzadas en quemadas de baja severidad [5].

Para determinar qué efectos tienen las quemadas prescritas sobre el suelo se han escogido dos localidades (Asín de Broto y Tella-Sin), en el Pirineo Central, con pastos subalpinos matorralizados por *Echinopartum horridum* (Vahl) Rothm. Se han analizado los efectos inmediatamente después de la quemada, a medio plazo (5 o 6 años) y a largo plazo (9 o 10 años). El suelo fue muestreado hasta 3 cm de profundidad, basándose en estudios previos [6]. Se ha analizado el carbono orgánico total, carbono microbiano, respiración basal y actividad enzimática de la  $\beta$ -D-Glucosidasa, además de otras propiedades físicas y químicas del suelo.

Los resultados obtenidos muestran respuestas diferentes en ambas zonas de estudio: en Asín de Broto se produce un aumento significativo del carbono orgánico justo después de la quemada, valores que se normalizan a medio y largo plazo; en Tella-Sin el carbono orgánico muestra una tendencia lineal decreciente con el tiempo, siendo la disminución significativa a medio y largo plazo, respecto de los valores control e inmediatamente después de la quemada. En cuanto a las propiedades biológicas, en Asín de Broto, la única significativamente afectada, negativamente, es la  $\beta$ -D-Glucosidasa a medio y largo plazo. En cambio, en Tella-Sin, la respiración basal es afectada significativamente y negativamente a medio y largo plazo, y la  $\beta$ -D-Glucosidasa de forma inmediata y permanente. El carbono orgánico presenta una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) con todos los parámetros biológicos medidos, siendo más evidente en Tella-Sin ( $r = 0,7-0,75$ ) que en Asín de Broto ( $r = 0,31-0,43$ ).

Se concluye que, a pesar de que las condiciones de las quemadas son similares en ambas localidades, los efectos, a escala centimétrica, pueden ser distintos, al focalizarlos en las propiedades más sensibles del suelo, como las biológicas y el carbono orgánico.

## Referencias

- [1] Komac, B.; Kefi, S.; Nuche, P.; Escós, J.; Alados, C.L *Jour. Env. Manag.* 121, 160-169. (2013)
- [2] Nadal-Romero, E.; Cammeraat, E.; Pérez-Cardiel, E.; Lasanta, T. *Agric., Ecosys. Environ.* 228, 91-100. (2016)
- [3] Vélez, R. Intro. Cap. 1. 10-19. In: Quemadas prescritas realizadas por los EPRIF. *MAGRAMA*. (2012)
- [4] Caballero, R.; Fernández González, F.; Pérez Badía, R.; Molle, G.; Roggero, P.P.; Bagella, S.; D'Ottavio, P.; Papanastasis, V.P.; Fotiadis, G.; Sidiropoulou, A.; Ispikoudis, I. *Pastos* 39, 9-154. (2009)
- [5] Santín, C.; Doerr, S.H.; *Phil. Transact. Roy. Soc. B: Bio. Sciences* 371, 20150171. (2016)
- [6] Girona-García, A.; Ortiz Perpiñá, O.; Badía-Villas, D. *Jour. Env. Manag.* 233, 695-705. (2019)

## LA HUELLA DE LAS SEQUÍAS EN LOS PINARES MEDITERRÁNEOS

Royo-Navascues, M.; Martínez del Castillo, E.; Tejedor, E.; Serrano-Notivoli, R.; Longares, L.A.; Saz, M.A.; Novak, K.; De Luis, M.

*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. mr@unizar.es*

Provocadas por las frecuentes altas temperaturas y la escasez de precipitaciones, las sequías son un fenómeno recurrente en la cuenca mediterránea, provocando importantes impactos sobre los bosques. En este trabajo analizamos los efectos de la intensidad, la duración y la estacionalidad de la sequía en el crecimiento de los árboles investigando la relación entre el índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración (SPEI) a diferentes escalas de tiempo y el ancho de los anillos (TRW) en tres especies de pino (*Pinus halepensis* Mill, *P. sylvestris* L, y *P. uncinata* Ramond ex A.DC) a lo largo de una densa red dendrocronológica en la cuenca mediterránea. Utilizamos modelos mixtos lineales generalizados para predecir dichos valores en toda la distribución de las especies analizadas. Y, además, en áreas donde las especies coexisten, analizamos los mismos parámetros para resaltar las diferencias en sus respuestas a condiciones climáticas similares.

Nuestros resultados mostraron que la máxima intensidad de coníferas afectadas por la sequía se produjo más en las zonas del sur de la costa mediterránea española, especialmente *P. halepensis*, con valores máximos de  $r = 0.67$ , mientras que en el resto del área de estudio la intensidad disminuyó con la elevación; obtuvimos valores máximos de  $r = 0.40$  y  $r = 0.33$  para *P. sylvestris* y *P. uncinata*, respectivamente. Esta distribución espacial también estuvo relacionada con la duración de los impactos de la sequía, mostrando que las áreas con menor intensidad tuvieron duraciones más cortas (2 a 4 meses). También observamos un patrón latitudinal en la estacionalidad de los impactos de la sequía, con temporadas de crecimiento más tempranas en elevaciones altas (junio-agosto) y más tardías en el Mediterráneo semiárido. Además, se encontraron impactos de intensidad similar en las *P. halepensis* y *P. sylvestris*, aunque *P. halepensis* tuvo una duración mucho más larga y un comienzo más temprano de la estacionalidad. Por último, se observaron efectos de sequía de mayor intensidad, duración y estacionalidad para *P. sylvestris* en áreas donde *P. sylvestris* y *P. uncinata* se distribuyen simpátricamente.

Comprender la plasticidad y la respuesta climática de estas especies comunes del sur de Europa a diferentes tipos de sequías es crucial en el contexto del cambio climático, donde las sequías aumentan en frecuencia e intensidad.

### Referencias

- [1] Royo-Navascues, M.; Castillo, E.M. del; Serrano-Notivoli, R.; Tejedor, E.; Novak, K.; Longares, L.A.; Saz, M.A.; Luis, M. de *When Density Matters: The Spatial Balance between Early and Latewood Forests*, Vol. 12, Page 818 (2021)
- [2] Serrano-Notivoli, R.; Beguería, S.; De Luis, M. *STEAD: A high-resolution daily gridded temperature dataset for Spain*. *Earth Syst. Sci. Data Discuss.* 11, 1171-1188 (2019)
- [3] Serrano-Notivoli, R.; Beguería, S.; Saz, M.Á.; Longares, L.A.; de Luis, M. *SPREAD: a high-resolution daily gridded precipitation dataset for Spain – an extreme events frequency and intensity overview*. *Earth Syst. Sci. Data.* 9, 721–738 (2017)
- [4] Vicente-Serrano, S.M.; Beguería, S.; López-Moreno, J.I. *A multiscale drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index*. *J. Clim.* 23, 1696–1718 (2010)
- [5] Martínez del Castillo, E.; Zang, C.S.; Buras, A.; Hacket-Pain, A.; Esper, J.; Serrano-Notivoli, R.; Hartl, C.; Weigel, R.; Klesse, S.; Resco de Dios, V. *Climate-change-driven growth decline of European beech forests*. *Commun. Biol.* 5, 163 (2022)
- [6] De Luis, M.; Cufar, K.; Di Filippo, A.; Novak, K.; Papadopoulos, A.; Piovesan, G.; Rathgeber, C.; Raventós, J.; Saz, M.; Smith, K. *Plasticity in dendroclimatic response across the distribution range of Aleppo pine (*Pinus halepensis*)*. *PLoS One* 8 (2013)
- [7] Tejedor, E.; Saz, M.A.; Esper, J.; Cuadrat, J.M.; de Luis, M. *Summer drought reconstruction in northeastern Spain inferred from a tree ring latewood network since 1734*. *Geophys. Res. Lett.* 44, 8492–8500 (2017)

## **Evaluación de las condiciones de quema controlada que influyen en atributos biológicos y físicos de suelos bajo *Echinopartum horridum***

Marta Escuer Arregui, Oriol Ortiz Perpiñá, Ana Paula Conte Domínguez, David Badía Villas

*Escuela Politecnica Superior de Huesca. Ctra. de Cuarte, s/n, 22071 (Huesca).*

[701803@unizar.es](mailto:701803@unizar.es)

En los Pirineos Centrales (NE-España), los pastos pirenaicos se han visto inmersos en las últimas décadas en un proceso de matorralización en el que juega un papel destacable el erizón (*Echinopartum horridum* (Vahls) Rothm) [1]. Una de las practicas más comunes para detener esta matorralización son las quemas prescritas [2].

Para ver los efectos del fuego sobre propiedades biológicas y físicas del suelo, se realizaron cuatro tipos de quemas controladas de monolitos de suelo bajo distintas temperaturas y tiempos. De cada lote de 5 monolitos de suelo, uno se quemó a baja severidad (temperatura baja y tiempo corto, LS), uno a severidad media por duración (temperatura baja y tiempo largo, LL), uno a severidad media por temperatura (temperatura alta y tiempo corto, HS), uno a severidad alta (temperatura alta y tiempo largo, HL) y un último bloque no se quemó y se reservó como control (UU). A partir de los datos de temperatura y duración de las quemas se obtuvieron los parámetros de quema siguientes: temperatura máxima, tiempo de duración, índice de quema y temperaturas por encima de los 50, 100, 300 y 500 °C. Los monolitos fueron muestreados de 0 a 1 cm y de 1 a 3 cm, justo después de las quemas (T0) y tras cinco meses de conservación en invernadero, conservando la biomasa parcialmente calcinada y las cenizas en la superficie (T5+), y la otra mitad sin (T5-). Los parámetros medidos fueron: carbono oxidable total, carbono lábil, carbono recalcitrante y persistencia de la repelencia al agua del suelo.

Los resultados observados fueron los siguientes: Los distintos tipos de quemas realizadas en condiciones experimentales permiten estudiar la respuesta del suelo frente a distintos grados de severidad, habiéndose conseguido reproducir en condiciones controladas desde quemas de impacto muy leve hasta quemas que han afectado profundamente el suelo. La mayoría de los efectos del fuego se han observado en la capa de 0 a 1 cm, mostrando la necesidad en estos tipos de trabajo de una toma de muestras siempre finamente estratificada para evitar la dilución de los efectos del fuego. Las diferencias observadas como efecto directo en los distintos tipos de bloques tienden a desaparecer en 5 meses en la capa superficial y prácticamente desaparecen en su totalidad en la capa de 1 a 3 cm.

En términos cuantitativos, el fuego ha producido una notable pérdida de carbono orgánico total en la capa más superficial de la quema más severa como efecto directo, que parece desaparecer tras cinco meses. Cualitativamente, en el caso del carbono lábil, como efecto directo del fuego encontramos un incremento generalizado, en mayor medida para las quemas más severas. El efecto directo del fuego parece desaparecer tras cinco meses. En el carbono recalcitrante, como efecto inmediato del fuego se observa una reducción generalizada, mayor para la quema más severa (HL). Por otro lado, a los cinco meses parece que los efectos del fuego persisten, sugiriendo que las formas recalcitrantes permanecen inalteradas.

El suelo presentaba una leve repelencia natural al agua, que es eliminada por el efecto de las quemas de baja severidad, sin embargo, en las quemas de mayor severidad se desarrolla una repelencia muy notable en las capas superficial o subsuperficial según la duración de la quema. Por otro lado, a los cinco meses, la repelencia al agua se reduce de forma significativa en todas las muestras.

### **Referencias**

- Komac, B., Kefi, S., Nuche, P., Escós, J., & Alados, C. L. *Jour. of Environm. Manag.*, 121, 160-169. (2013).
- Montiel, C., & Kraus, D. *European Forest Institute Research Report*, 24. (2010).

## Análisis del potencial de los sistemas de Alimentación-Energía-Agua (AEA) en cubiertas de edificios

Montealegre, A.L.<sup>a,b</sup>; García-Pérez, S.<sup>c</sup>; Guillén-Lambea, S.<sup>a,d</sup>; Monzón-Chavarrías, M.<sup>c</sup>; Sierra-Pérez, J.<sup>e,f</sup>

<sup>a</sup> Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza, Academia General Militar, Ctra. de Huesca s/n, 50090 Zaragoza, España. monteale@unizar.es; <sup>b</sup> GEOFOREST-IUCA, Departamento de Geografía, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España; <sup>c</sup> Departamento de Arquitectura, EINA, Universidad de Zaragoza, María de Luna 3, 50018 Zaragoza, España; <sup>d</sup> Grupo de Ingeniería Térmica y Sistemas Energéticos (GITSE), Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza, 50018 Zaragoza, España; <sup>e</sup> Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, EINA, Universidad de Zaragoza, María de Luna 3, 50018 Zaragoza, España; <sup>f</sup> Agua y Salud Ambiental-IUCA, Universidad de Zaragoza, 50018 Zaragoza, España.

La Agenda Urbana Española es la hoja de ruta que va a marcar la estrategia hasta 2030 para hacer de las ciudades lugares de convivencia saludables y concienciados con el medio ambiente. A ello hay que sumar los nuevos retos en materia de energía, eficiencia y sostenibilidad que van a cambiar la manera de diseñar los espacios urbanos. Los sistemas de Alimentación-Energía-Agua (AEA) fomentan un modelo de gestión de los recursos responsable y basado en la autoproducción. En las ciudades, el suelo es un recurso escaso, sin embargo, los tejados ofrecen un potencial todavía no explotado ¿por qué no aprovecharlos para implantar estos sistemas AEA, es decir, para colocar invernaderos en los que cultivar alimentos, paneles solares para obtener energía eléctrica fotovoltaica y depósitos para recoger el agua de lluvia?

En este contexto, el objetivo principal de la investigación ha sido desarrollar una metodología para estimar el potencial de instalación de sistemas AEA en las cubiertas de los edificios del distrito zaragozano de El Rabal. Los objetivos específicos se centran, por un lado, en identificar y evaluar las ubicaciones idóneas para los sistemas AEA a nivel de edificio mediante un análisis multicriterio y, por otro lado, en estimar la producción de alimentos, energía y agua según el tipo de morfología urbana [1].

Mediante el uso de un modelo tridimensional de las azoteas, obtenido al combinar datos geoespaciales del Catastro con nubes de puntos LiDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, se ha calculado la inclinación, la orientación, el sombreado y la irradiancia solar que reciben. El uso de los Sistemas de Información Geográfica ha sido clave para relacionar espacialmente estas variables de acuerdo con distintos criterios y determinar qué superficie de tejado de cada edificio es adecuada para producir alimentos y/o electricidad y/o recoger agua. Además, el análisis considera el uso específico de cada edificio, la superficie total construida y las personas que lo habitan, permitiendo relacionar estos parámetros con la producción potencial estimada de cada tejado [1].

Los resultados obtenidos muestran diferencias entre edificios, pero, sobre todo, entre morfologías urbanas. Las áreas industriales tienen el mayor potencial para el sistema AEA (2,51 kg de tomate/m<sup>2</sup>, 48,09 kWh de energía fotovoltaica/m<sup>2</sup>/año y 0,16 l de agua de lluvia/m<sup>2</sup>). En el caso de las áreas residenciales, las más compactas son las que presentan mayor potencial. En general, la producción de energía fotovoltaica es la más destacable, ya que la pluviosidad en la ciudad de Zaragoza es escasa y los invernaderos para el cultivo de alimentos requieren tejados planos. La cartografía que se ha obtenido de El Rabal pone de manifiesto un potencial heterogéneo que, aun así, permite identificar patrones espaciales de producción, determinados por las características de los edificios y por la intensidad del entorno construido. Aunque los resultados indican que la autosuficiencia total no podrá conseguirse y que la autoproducción será desigual entre las morfologías urbanas, sí muestran que los sistemas AEA pueden ser relevantes como una estrategia complementaria a otras. También indican que podría ser interesante plantear sinergias entre espacios con alto potencial, como los industriales y los equipamientos cuyas cubiertas son extensas, y las áreas residenciales del entorno [1].

### Referencias

[1] Montealegre, A.L., García-Pérez, S., Guillén-Lambea, S., Monzón-Chavarrías, M., Sierra-Pérez, J. 2022. GIS-based assessment for the potential of implementation of food-energy-water systems on building rooftops at the urban level. *Science of the Total Environment*. 803 149963.

## Utilización de la mostaza (*Sinapsis alba L.*) como cultivo intermedio de cobertura en plantaciones de maíz: efecto sobre la calidad del suelo

Quintana.S; Martí.C; Oriol.O.

*Escuela Politécnica Superior de Huesca, C. de Cuarte, s/n, 22071 Huesca*

*774847@unizar.es*

El suelo es un recurso natural esencial y no renovable que genera bienes y servicios básicos para los ecosistemas y la vida humana motivo por el cual es muy importante conocer su calidad o estado de salud [1]. A la hora de definir la calidad del suelo, el problema que existe en la actualidad es que aún no se han desarrollado criterios universales para poder evaluarla, además de no haber una definición homogénea al respecto. En el presente trabajo se ha optado por utilizar indicadores relacionados con las funciones edáficas sensibles a los diferentes manejos y las condiciones edafoclimáticas en las que se encuentra [2]. Los indicadores usados se dividen en físicos (cobertura vegetal, capacidad de campo, estabilidad estructural de los agregados, y densidad aparente), químicos (pH y conductividad eléctrica), biológicos (glomalina total, glomalina fácilmente extraíble y mesofauna) y referentes a la dinámica de la materia orgánica (materia orgánica total, oxidable y disuelta). Además, estos indicadores se estudiarán en muestras superficiales inalteradas, de 0-6 cm, y en muestras de 0-20 cm de profundidad. Los indicadores utilizados se puntúan y se ponderan y, posteriormente, el índice de calidad del suelo se estima acorde a la siguiente expresión [3]:

$$SQI_w = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i)$$

Siendo SQI<sub>w</sub> el índice de calidad del suelo de un ecosistema determinado, W<sub>i</sub> el factor de ponderación de un indicador i; X la puntuación de un indicador determinado y n el número de indicadores evaluados.

En este estudio se evalúa el efecto del manejo del cultivo intermedio de mostaza sobre la calidad del suelo de unas parcelas en regadío con monocultivo de maíz ubicadas en la localidad de Ariéstolas, (Huesca). Se estudia el efecto del manejo del cultivo, del método de siembra, del sistema de riego y del tiempo centrándonos en 4 tratamientos: siembra directa (SD), siembra convencional (SC), control (C) y riego a pie (RP).

Al determinar los diferentes parámetros, se ha visto que los indicadores químicos son más estables, en los físicos hay cierta variabilidad en la capacidad de campo y una muy baja estabilidad estructural de los agregados y en los biológicos es donde mayor variabilidad hay entre tratamientos. Con todo ello, los resultados del SQI obtenidos en febrero son menores que en mayo, oscilando dichos valores entre 5,22, en las parcelas de RP y 7,21, en la SD, siendo 0 el mínimo y 10 el máximo.

Como conclusión de este estudio se ha determinado que las cubiertas vegetales tienen un efecto positivo sobre la calidad del suelo, siendo la siembra directa el mejor tratamiento. Sin embargo, hay que tomar en consideración que en este estudio se ha realizado con dos muestreos en una sola campaña agrícola y que el contenido de glomalina y el análisis de la mesofauna se deben tomar como valores globales de evaluación, debido a su variabilidad temporal.

### Referencias

- [1] *Tierra y suelos.* (s/f). Fao.org. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/land-and-soils/es/>
- [2] García, Y., Ramírez, W., Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Patos y Forrajes*, 35 (2), 125-137.
- [3] Andrews, S.S., Mitchell, J.P., Mancinelli, R., Karlen, D.L., Hartz, T.K., Horwath, W.R., Pettygrove, G.S., Scow, K.M., Munk, D.S., 2002a. On-farm assessment of soil quality in California's Central Valley. *Agron. J.* 94, 12–23.

## ESTUDIO DE LA ACTIVACIÓN DEL CANAL CATSPER EN ESPERMATOZOIDES OVINOS

Miguel-Jiménez, S; Brú Albesa, M; Casao, A; Pérez-Pe, R\*

*Grupo BIOFITER-Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular,  
Facultad de Veterinaria, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias  
Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Zaragoza*

El canal CatSper (*CATion channel of SPERm*), es la principal vía de entrada de calcio en espermatozoides y está implicado en procesos fundamentales para que éste adquiera capacidad fecundante. Para que se produzca la entrada de calcio al espacio intracelular a través de CatSper, se tiene que producir su activación, la cual puede llevarse a cabo por diversos estímulos. En espermatozoides humanos se ha descrito que CatSper se activa por alcalinización intracelular, por despolarización de la membrana plasmática y por unión a determinados ligandos, como la progesterona [1] pero esto no es así en otras especies [2]. Dado que la homología molecular entre las distintas subunidades de CatSper en la especie ovina, y la humana no es muy alta, se planteó la hipótesis de que existen diferencias en las formas de activación o de inhibición del canal CatSper en los espermatozoides de ambas especies. De esta manera, el objetivo principal del presente trabajo consistió en estudiar si los inhibidores conocidos y las formas de activación de CatSper en espermatozoides humanos producen la inhibición o activación de CatSper en espermatozoides ovinos.

Para ello, se obtuvieron espermatozoides ovinos de nueve moruecos adultos de la raza *Rasa Aragonesa*, mediante vagina artificial, y espermatozoides humanos procedentes de donantes mediante masturbación. Tras la eliminación del plasma seminal por un proceso de *swim-up*, los cambios en la concentración de calcio intracelular se evaluaron con la sonda Fluo-4-AM mediante fluorimetría (fluorímetro Fluostar Omega, BMG Labtech, Ortenberg, Alemania) en placas multipocillos (Ex/Em = 480/520 nm).

Los resultados obtenidos indicaron que, de los inhibidores de CatSper en la especie humana, el H-89 no ejerció ningún efecto observable en espermatozoides ovinos y, sorprendentemente, el ESI-09 favoreció el incremento de  $[Ca^{2+}]_i$ . De los tres mecanismos de activación de CatSper ensayados, solo la activación por despolarización de la membrana plasmática producida por la incubación en un medio con elevadas concentraciones de  $K^+$  y pH 8 dio lugar a un incremento del calcio intracelular en espermatozoides ovinos. Por tanto, se podría concluir que el principal canal de entrada de calcio en los espermatozoides se activa de distinta forma en función de las especies. El conocimiento de estos mecanismos es fundamental para mejorar los protocolos de fecundación *in vitro* en la especie ovina.

### Referencias

- [1] Strünker T *et al.* *Nature* 17;471(7338):382-6 (2011)
- [2] Miguel-Jiménez *et al.* *Anim. Reprod. Sci.* 220:106374 (2020)

### Agradecimientos:

[AGL-2017-83799-R; DGA-A07\_20R; PID2020/113239RB]

## LOS ESPERMATOZOIDES OVINOS CAPACITADOS SON QUIMIOATRAIDOS POR EL FLUIDO FOLICULAR DE OVEJA

Pérez-Pe, R\*, Miguel-Jiménez, S; Arribas, A; Martínez-Saz, C y Casao, A;  
Grupo BIOFITER-Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular,  
Facultad de Veterinaria, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias  
Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Para que los espermatozoides adquieran capacidad fecundante, deben sufrir, en el interior del tracto reproductor femenino, un proceso conocido como capacitación espermática. Además, para conseguir llegar hasta el ovocito, los espermatozoides han de ser capaces de orientarse y moverse en dirección al mismo. Entre los mecanismos de orientación espermática propuestos, la quimiotaxis consiste en el movimiento a favor de un gradiente de concentración de una sustancia. El fluido folicular es el ambiente bioquímico donde se desarrolla el ovocito hasta su ovulación, y su composición cambia a lo largo del ciclo estral. El fluido folicular se libera junto con el ovocito en el momento de la ovulación, y se ha propuesto como quimioatrayente para los espermatozoides de algunas especies de mamíferos [1], pero hasta la fecha no se han realizado estudios en la especie ovina. Además, se ha descrito que solo los espermatozoides capacitados pueden responder a estímulos quimiotácticos [2]. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar la respuesta quimiotáctica de los espermatozoides ovinos al fluido folicular de oveja, obtenido en diferentes etapas del ciclo estral, y evaluar la influencia del estado de capacitación en el mecanismo de quimiotaxis.

Para realizar los experimentos, se obtuvieron fluidos foliculares ovinos en las fases folicular y luteal temprana y tardía, y se ensayaron dos concentraciones, 2% y 10% (v/v). Se recogieron muestras de semen de nueve moruecos Rasa Aragonesa mediante vagina artificial y se eliminó el plasma seminal por el método de *swim-up*/dextrano. La capacitación *in vitro* de los espermatozoides se indujo mediante incubación sin (cap-TALP) o con agentes elevadores de AMPc (cap-Cocktail). Tras la evaluación de la calidad espermática (motilidad, viabilidad y estado de capacitación), se realizaron los ensayos quimiotácticos usando un dispositivo comercial (cámara IBIDI®  $\mu$ -Slide Chemotaxis, Ibidi GmbH). Las muestras *Swim-up*, cap-TALP o cap-Cocktail se cargaron en las cámaras en presencia de fluido folicular. Las trayectorias espermáticas individuales fueron analizadas por el software OpenCASA [3], que calcula un índice de quimiotaxis (*Ch-index*). Las diferencias se analizaron mediante la prueba de  $\chi^2$ , excepto para el índice de quimiotaxis, que se analizó por ANOVA, utilizando GraphPad PRISM® (versión 8.0.1).

Los resultados demostraron que el fluido folicular de oveja, tanto al 2% como al 10% de concentración, obtenido en las fases luteal y folicular temprana, indujo una quimioatracción para los espermatozoides ovinos. Esta respuesta quimiotáctica solo se observó en los espermatozoides capacitados, lo que respalda lo evidenciado previamente en otras especies. Estos resultados revelan, por primera vez, el efecto quimiotáctico del fluido folicular de oveja en espermatozoides ovinos.

### Referencias:

- [1] Vieira et al. *Animals*, 11(1), 53 (2021)
- [2] Eisenbach, M. *Dev Genet*, 25(2), 87-94 (1999)
- [3] Alquezar-Baeta et al, *PLoS Comput Biol*, 15(1) (2019)

### Agradecimientos:

[AGL-2017-83799-R; DGA-A07\_20R; PID2020/113239RB]

## Caracterización de la composición genética de colonias de abeja negra ibérica (*Apis mellifera ssp. iberiensis*) mediante marcadores microsatélites

Martínez-Ballano, S.; Sales, E.; Santolaria, P.; Yániz, J.

*IUCA, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Zaragoza,*

*Ctra. Cuarte s/n 22071 Huesca; jyaniz@unizar.es*

Debido a sus beneficios como productoras de miel y otros derivados, el hombre ha ido seleccionando las mejores abejas atendiendo a características productivas y de manejo. Esta selección se ha basado tradicionalmente solo en el progenitor femenino, las reinas, lo que retrasa el avance genético. La selección de ambos progenitores está limitada por el sistema reproductivo de *Apis mellifera*, una especie haplo-diploide y con poliandria. El único método que permite la reproducción controlada es la inseminación artificial, pero además de ser costoso, no es tan eficiente como la cubrición natural. Una alternativa es desarrollar sistemas de apareamiento natural controlado, pero hay que disponer de una herramienta que permita comprobar si los zánganos seleccionados son los que se han apareado con la reina. Los marcadores moleculares, en concreto los microsatélites, pueden ser una técnica útil para ello. El empleo de marcadores hipervariables para el estudio de la paternidad en abejas fue establecido por Estoup *et al.* [1] y se ha empleado también para caracterizar la variación en el tiempo de la composición en líneas paternas de las colonias [2] o para estudiar la competencia espermática de zánganos de distinto tamaño [3].

En la Escuela Politécnica Superior de Huesca estamos desarrollando un programa de selección de abeja negra ibérica (*Apis mellifera iberiensis*) en colaboración con varios apicultores. Como paso previo a los ensayos de cubrición natural de reinas seleccionadas con zánganos de colonias también seleccionadas, es necesario desarrollar un protocolo para determinar paternidades en colonias de esta subespecie mediante marcadores microsatélite, para lo cual es preciso validar en *A. mellifera iberiensis* los marcadores descritos en la bibliografía. Para abordar este objetivo, en este estudio muestreamos pupas de cuatro colonias en un colmenar ubicado en Aniés (Huesca). Se colectaron en cada colmena 8 pupas de zánganos (haploides), para determinar el genotipo de la reina, y 24 pupas de obreras (diploides) para determinar los alelos paternos, y de esta forma distinguir las líneas paternas (patrilíneas) de cada colonia. Se aisló el ADN de cada pupa (128 individuos en total) con un protocolo CTAB [4], y se ensayó la amplificación de 9 loci microsatélite descritos en *Apis mellifera* para la determinación de paternidades [2, 3]. Algunos pares de cebadores no produjeron los fragmentos esperados, por lo que finalmente 6 loci (A024, A029, A079, A107, A113 y Ap226), fueron amplificados con cebadores directos marcados con fluorocromos para su electroforesis capilar. Los resultados se analizaron mediante el programa Geneious R8 (Biomatters Ltd., Nueva Zelanda), determinando el tamaño de los alelos presentes en cada individuo para cada loci. Únicamente 4 marcadores encontraron diversidad alélica en la muestra (A029, A107, A113 y Ap226). Las matrices de genotipos obtenidas para cada colonia se analizaron mediante el programa Colony (Zoological Society of London, Reino Unido), incluyendo la información de los genotipos maternos en cada caso. Aunque el soporte estadístico fue bajo, debido al reducido tamaño muestral, fue posible discriminar patrilíneas en las cuatro colonias analizadas. Se concluyó que el método desarrollado permite una correcta determinación de paternidades en *Apis mellifera iberiensis*.

Este trabajo ha sido financiado por AEI-MICINN (PID2020-112673RB-100), y DGA-FSE (A07\_17R).

### Referencias

- [1] Estoup, A.; Solignac, M.; Cornuet, J.M. *Proc. R. Soc. B* 258, 17 (1994)
- [2] Brodschneider, R.; Arnold, G.; Hrassnigg, N.; Crailsheim, K. *Insects* 3, 857-869 (2012)
- [3] Gençer, H.V. and Kahya, Y. *Apidologie* 51, 1–17 (2020)
- [4] Evans, J.; Budge, G.E.; Schwarz, R.S.; De la Rúa, P. *J. Apic. Res.* 52, 10-12 (2013)

## VALIDACIÓN DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL iSPERM® PARA EL ANÁLISIS DE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA OVINA

Casao, A.<sup>1</sup>; Miguel-Jiménez, S.<sup>1</sup>; Laviña, A.<sup>2</sup>; Macías, A.<sup>2</sup>; Martín, E.<sup>2</sup>; Pérez-Pe, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo BIOFITER, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España. [adriana@unizar.es](mailto:adriana@unizar.es)

<sup>2</sup>Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino de la raza Rasa aragonesa (ANGRA), Zaragoza, España

En las explotaciones ovinas extensivas, la producción de corderos se basa en la fertilidad tanto de hembras como de machos. Sin embargo, la evaluación del semen de los moruecos en una granja comercial implica el transporte de las muestras al laboratorio de andrología, lo que aumenta los costes y puede comprometer los resultados de los análisis. Sin embargo, recientemente se han desarrollado dispositivos portátiles para la evaluación *in situ* de la motilidad espermática, que pueden ser muy útiles para identificar machos estériles en una explotación. Uno de estos dispositivos es el iSperm®, un sistema CASA (*computer assisted sperm analysis*) instalado en un iPad mini 4. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el sistema de análisis de motilidad iSperm® comparándolo con otros sistemas CASA.

Para ello se obtuvieron 24 muestras de semen de 9 moruecos Rasa aragonesa mediante vagina artificial. Las muestras se diluyeron en un medio salino tamponado con fosfato a una concentración de  $3 \times 10^7$  células/ml. Para el análisis de motilidad con iSperm®, se cargaron 7,5 µl de la muestra diluida en un dispositivo de microfluidica desechable del sistema, y que se insertó en una lente calefactada adaptada para el iPad mini 4. Al mismo tiempo, se colocó una gota del mismo volumen entre un portaobjetos y un cubreobjetos precalentado y la motilidad espermática se evaluó mediante una cámara conectada a un microscopio óptico y con dos sistemas CASA: uno comercial (ISAS, Proiser, España) y otro de código abierto (OpenCASA [1]). Se evaluaron cuatro campos en cada muestra y con cada sistema. La motilidad total y progresiva, la velocidad curvilínea (VCL), la velocidad en rectilínea (VSL), la velocidad media (VAP), la rectitud (STR) y la linealidad (LIN) se compararon entre sistemas mediante la correlación de Pearson y la prueba de Bland-Altman (Graphpad Prism v.8, GraphPad Software, San Diego, EEUU).

Los análisis de estadísticos mostraron una correlación positiva entre la motilidad total evaluada con iSperm® y con ambos sistemas CASA ( $P < 0.05$ ), pero no así la motilidad progresiva. Esta falta de correlación podría deberse a los diferentes métodos de cálculo entre sistemas o diferencias en la velocidad de grabación (fotogramas por segundo) de las cámaras utilizadas en cada técnica. La correlación también fue significativa ( $P < 0,01$ ) en todos los parámetros cinéticos, excepto en STR. No obstante, a pesar de la falta de correlación en la motilidad progresiva y STR, la prueba de Bland-Altman reveló que la diferencia entre los resultados obtenidos en estos parámetros estaba por debajo del 10%.

Por tanto, el sistema iSperm® es adecuado para el análisis de la motilidad espermática de morueco y podría ser una herramienta muy útil para el análisis de campo de muestras seminales y la identificación de machos estériles.

### Referencias

[1] Alquezar-Baeta, C. et al., *PLoS Comput Biol*, 15(1), (2019)

### Agradecimientos:

[TRF2021GAN0022 FEADER-DGA]

# INFLUENCIA DE LOS POLIMORFISMOS DEL GEN DEL RECEPTOR DE MELATONINA 1A (MTNR1A) EN LA RESPUESTA A LA MELATONINA DE LOS ESPERMATOZOIDEOS OVINOS DURANTE LA ÉPOCA NO REPRODUCTIVA. UN ESTUDIO PRELIMINAR.

Peña-Delgado, V.; Miguel-Jiménez, S.; Carvajal-Serna, M.; Abecia, JA.; Casao, A.;  
Pérez-Pe, R

*Grupo BIOFITER, Facultad de Veterinaria, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza. C. Miguel Servet, 177. 50013. Zaragoza, España. vpdelgado@unizar.es*

La melatonina es una hormona que participa en la regulación de muchos procesos biológicos, como la reproducción estacional en la especie ovina, y que también destaca por su papel antioxidante. Esta hormona ejerce algunas de sus funciones uniéndose a receptores de membrana específicos, denominados MT1 y MT2. El gen del receptor de melatonina 1A (MTNR1A) presenta varios polimorfismos o variantes genéticas y algunos de ellos (*Rsal*, g.17355458G>A) se han relacionado con un adelanto de la actividad reproductiva de machos jóvenes o con un comportamiento reproductivo más intenso en machos adultos [1]. Sin embargo, aún se desconoce la influencia de esos polimorfismos en la respuesta de los espermatozoides a la melatonina. Además para que los espermatozoides sean capaces de fecundar al ovocito, han de sufrir un proceso conocido como capacitación espermática y trabajos previos de nuestro grupo han demostrado que la melatonina es capaz de modular este proceso, ejerciendo, a concentración 1  $\mu$ M, un efecto descapacitante o inhibitorio de la capacitación [2]. Esta misma concentración también tiene un efecto antiapoptótico y antioxidante en estas células [3]. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar si los polimorfismos *Rsal* del gen MTNR1A influyen en la respuesta de los espermatozoides ovinos a la melatonina añadida *in vitro*.

Para ello, durante la época no reproductiva se obtuvieron dosis seminales de 6 moruecos de raza Rasa Aragonesa previamente genotipados. Se eliminó el plasma seminal por el método de *swim-up/dextrano* y se incubaron los espermatozoides durante 3 horas en condiciones capacitantes (39 °C, 5% CO<sub>2</sub> y 100% humedad) en medio TALP con agentes elevadores de AMP cíclico. Las muestras se incubaron sin (control) o con melatonina a una concentración 1  $\mu$ M. Tras la incubación, se evaluaron la motilidad, la viabilidad, los niveles intracelulares de especies reactivas de oxígeno (ROS), algunos marcadores de apoptosis (inversión de fosfatidilserina (PS) y activación de caspasas) y el estado de capacitación. El análisis estadístico (prueba de chi-cuadrado) se realizó utilizando IBM SPSS Statistics v.26.

Tras la incubación en condiciones capacitantes, la melatonina 1  $\mu$ M, fue capaz de ejercer un efecto descapacitante solamente sobre los espermatozoides de los machos portadores de los genotipos G/A y G/G, observándose un mayor porcentaje de espermatozoides no capacitados ( $P < 0,001$ ) y una disminución de la tasa de espermatozoides capacitados en comparación con las muestras de control ( $P < 0,001$  para G/A,  $P < 0,05$  para G/G). Por otro lado, las muestras de los animales con genotipo A/A mostraron mayor porcentaje de espermatozoides móviles, viables sin translocación de PS y viables con niveles bajos de ROS cuando se incubaron con melatonina 1  $\mu$ M. En conclusión, estos resultados preliminares sugieren que los espermatozoides portadores del genotipo A/A para el polimorfismo *Rsal* del gen MTNR1A no se ven influidos por la melatonina en cuanto a sus efectos sobre la capacitación espermática, pero sí responden a su efecto antioxidante y antiapoptótico.

## Referencias

- [1] Abecia JA, *et al. Theriogenology*. 157, 42–7. 2020
- [2] Casao A, *et al. J Pineal Res*. 48, 39–46. 2010
- [3] Gimeno-Martos S, *et al. Reprod Fertil Dev*. 31, 420–31. 2019

## Agradecimientos

PID2020-113239RB-I00 y A07\_20R. V.P-D. disfruta de una beca predoctoral de la DGA.

# INFLUENCIA DE LOS POLIMORFISMOS DEL GEN DEL RECEPTOR DE LA MELATONINA 1A (MTNR1A) EN LA EXPRESIÓN GÉNICA DE LAS ENZIMAS DE SÍNTESIS DE LA MELATONINA Y SUS RECEPTORES EN MORUECOS

Carvajal-Serna, M<sup>1\*</sup>; Peña-Delgado, V<sup>1</sup>. Lázaro-Gaspar, S<sup>1</sup>; Martínez-Marcos, P<sup>1</sup>; Pulinas, L<sup>2</sup>; Mura, C<sup>2</sup>; Carcangiu, V<sup>2</sup>; Abecia, JA<sup>1</sup>; Pérez-Pe, R<sup>1</sup>, Casao, A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo BIOFITER-, Facultad de Veterinaria, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Calle Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza, España. <sup>2</sup>Dipartimento di Veterinary Medicine, Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italy

\*[melissac@unizar.es](mailto:melissac@unizar.es)

La melatonina es la molécula encargada de la regulación de la estacionalidad reproductiva en la especie ovina. Recientemente, el subtipo 1A del gen que codifica para el receptor de membrana de la melatonina (*MTRN1A*) se ha asociado con la respuesta a la estacionalidad, como resultado de las diferencias observadas en una mutación silenciosa en la posición g.17355458G>A de dicho gen. En el genotipo A/A (mutante) se ha evidenciado un incremento en la actividad reproductiva de los moruecos durante la estación no reproductiva, y una disminución en el periodo de anestro estacional en las ovejas de la raza Rasa Aragonesa, en comparación con los genotipos G/A y G/G [1,2]. Por otro lado, el tracto reproductor del morueco, y más concretamente el testículo, tiene la maquinaria enzimática necesaria para la síntesis de melatonina, y presenta ambos receptores de membrana para la melatonina, MT<sub>1</sub> y MT<sub>2</sub> [3]. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar si este polimorfismo en el gen receptor de la melatonina *MTRN1A* afecta la expresión génica de las enzimas de síntesis de melatonina, arilalkilamina-N-acetiltransferasa (AANAT) y N-acetilserotonina-O-metiltransferasa (ASMT), y de los receptores de membrana MT<sub>1</sub> y MT<sub>2</sub> en los testículos de los moruecos. Para ello, veintisiete testículos, obtenidos en un matadero local, fueron genotipados para el gen *MTRN1A*. El ADN fue extraído mediante un kit comercial (NucleoSpinRBlood, MACHERY-NAGEL GmbH & Co), amplificado con PCR, y los polimorfismos se identificaron mediante el uso de la enzima de restricción *Rsal*. Al mismo tiempo, se realizó la extracción y la amplificación del ARN con el protocolo de TRI-reagent®/RT-PCR. Posteriormente el producto obtenido se sometió a q-PCR para cuantificar la expresión génica de AANAT, ASMT, MT<sub>1</sub> y MT<sub>2</sub>. Los resultados se analizaron por ANOVA de una vía, seguido del test de comparaciones múltiples de Tukey en el paquete estadístico GraphPad PRISM® 8.0.1 (GraphPad Software Inc, San Diego, California, Estados Unidos)

Los resultados no revelaron diferencias significativas entre los genotipos evaluados en la expresión génica de las enzimas de síntesis de melatonina AANAT y ASMT, ni del receptor MT<sub>2</sub>. Sin embargo, el genotipo G/G mostró una expresión génica significativamente mayor (P<0.05) para el receptor MT<sub>1</sub> en comparación con los genotipos G/A y A/A. De esta forma, los menores niveles de expresión génica observados en el receptor MT<sub>1</sub> en los genotipos G/A y A/A podrían explicar la reducida estacionalidad observada en los animales portadores de estos genotipos. Estos hallazgos podrían resultar útiles en los programas de selección genética de los machos ovinos. No obstante, se desconocen las implicaciones de las diferencias entre estos polimorfismos sobre la funcionalidad espermática.

## Referencias

- [1] Abecia, J.A *et al.* Theriogenology 157,42-47 (2020)
- [2] Calvo, J.H *et al.* Theriogenology 113, 63-72 (2018)
- [3] González-Arto *et al.* Andrology 4, 163-171 (2016)

## Agradecimientos:

[AGL-2017-83799-R; PRE2018-085198; DGA-A07\_20R; PID2020/113239RB]

# APLICACIÓN DE SINGLE CELL ICP-MS PARA EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS SINÉRGICOS BACTERICIDAS DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA Y ANTIBIÓTICOS

Giménez, A.C.<sup>1\*</sup>; Bakir, M.<sup>1</sup>; Goñi, M.P.<sup>2</sup>; Laborda, F.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Grupo de Espectroscopía, Analítica y Sensores (GEAS), <sup>2</sup>Grupo de Agua y Salud Ambiental. IUCA. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza.*

[acgimenez@unizar.es](mailto:acgimenez@unizar.es)

La Resistencia a antimicrobianos es uno de los mayores retos de salud pública a nivel mundial ya que es una amenaza creciente que deteriora la eficacia de los antibióticos. Una estrategia para reducir el consumo de los antibióticos y combatir esta resistencia a antimicrobianos es el uso de nanomateriales a base de plata. Los compuestos de plata son utilizados por su efecto bactericida, y su utilización en forma de nanopartículas de plata puede presentar ventajas adicionales.

El objetivo de esta línea de trabajo consiste en el estudio del efecto bactericida de nanomateriales a base de plata, así como de los efectos sinérgicos que pueda presentar el uso de estos nanomateriales en combinación con antibióticos convencionales. El objetivo analítico se basa en el desarrollo y aplicación de métodos analíticos para cuantificar la plata presente en bacterias individuales que previamente han sido incubadas con nanomateriales de plata.

La técnica de detección de células individuales mediante espectrometría de masas con plasmas de acoplamiento inductivo (SC-ICP-MS) permitió demostrar que las bacterias estudiadas contenían plata, lo que implicaba que la plata había sido internalizada o adsorbida por dichas bacterias durante los cultivos microbiológicos. Para determinar la forma química en la que se encontraba la plata que había interactuado con las bacterias se llevó a cabo una digestión alcalina. Las suspensiones digeridas se midieron mediante técnicas complementarias como detección de partículas individuales mediante ICP-MS (Single Particle-ICP-MS) y cromatografía hidrodinámica (HDC). Los resultados obtenidos demostraron que la plata interactuaba con las bacterias en forma de nanopartículas y de plata disuelta.

Además, se combinó un antibiótico convencional con Ag(I) o nanopartículas de plata y se estudiaron los efectos sinérgicos de ambas combinaciones frente a diferentes bacterias. Los resultados demostraron que en el caso de las combinaciones con Ag(I), la dosis del antibiótico convencional se redujo hasta 8-12 veces, en función de la bacteria estudiada; a la vez que se mantenía la actividad bactericida del antibiótico. En el caso de las combinaciones con nanopartículas de plata, la dosis del antibiótico se redujo hasta 4-8 veces.

Como conclusión general, single cell-ICP-MS permite detectar y cuantificar el contenido de plata internalizada o adsorbida por las bacterias. Complementada con otras técnicas, SC-ICP-MS permite determinar las especies de plata involucradas en la actividad bactericida de la plata individualmente o en combinación con antibióticos convencionales, lo que ayuda a explicar sus mecanismos de acción.

## **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido subvencionado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional proyecto RTI2018-096111-B-I00 (MICINN/FEDER) y por el Gobierno de Aragón (E29\_17R) y cofinanciado con FEDER 2014-2020 "Construyendo Europa desde Aragón". A.C.G. agradece al Gobierno de Aragón por el contrato predoctoral.

# ELIMINACIÓN DE ANTIBIÓTICOS DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

Moles\*, S; Ilzarbe\*\*, I; Gómez\*\*, J; Ormad\* M.P.; Mosteo\* R.

\*Grupo de Investigación Agua y Salud Ambiental, Universidad de Zaragoza, Calle María de Luna 3, Zaragoza, IUCA, España. (E-mail: sma@unizar.es)

\*\* Navarra de Infraestructuras Locales S.A., Av. de Barañáin, 22, Pamplona, España (E-mail: nilsa@nilsa.com)

En los últimos años, el incipiente uso inadecuado y excesivo de antibióticos ha acelerado la aparición de resistencia a los agentes antimicrobianos. Los antibióticos, de uso médico y veterinario, no son completamente metabolizados, de forma que son parcialmente excretados y se incorporan a las aguas residuales, en conjunto con sus metabolitos [1]. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) no son capaces de eliminar estos antibióticos, puesto que los tratamientos convencionales no están diseñados para eliminar estos compuestos. De este modo, estamos expuestos a una preocupante amenaza para la salud pública. En consecuencia, se requieren medidas enfocadas a mitigar los riesgos asociados con los genes resistentes a los antibióticos urgentemente. En este contexto, se pone de manifiesto la necesidad de realizar un adecuado diagnóstico de la presencia de antibióticos en las diferentes Cuencas Hidrográficas del territorio nacional. Así como estudiar tratamientos de aguas que permitan su eliminación, tales como los procesos avanzados de oxidación o la adsorción. El objetivo de este trabajo es estudiar a escala piloto el tratamiento en serie de fotocátalisis con  $\text{TiO}_2$  y adsorción con carbón activado en polvo (PAC) en agua residual para eliminar los antibióticos previamente detectados en la Cuenca del Ebro.

Como etapa previa a este trabajo de investigación se ha determinado que la fotocátalisis con  $\text{TiO}_2$  y el (PAC) son capaces de reducir parcialmente la concentración de antibióticos en aguas residuales, a escala de laboratorio [2] [3]. Además, se ha demostrado que la combinación de ambos tratamientos mejora la eliminación de antibióticos, alcanzando una eliminación porcentual entre 90-97% para los antibióticos amoxicilina, azitromicina, enrofloxacina, sulfadiazina y trimetoprima, recientemente detectados en la Cuenca del Ebro en concentraciones de hasta 9000 ng/l [4]. Posteriormente, se ha diseñado y construido una instalación de tratamiento de antibióticos automatizada con una capacidad de  $0.8 \text{ m}^3/\text{d}$ . Finalmente, esta instalación se ha puesto a prueba para eliminar los antibióticos objetivo (amoxicilina y sus metabolitos, azitromicina, enrofloxacina, trimetoprima y sulfadiazina) en una matriz de agua residual real.

Como conclusión principal de esta investigación, en primer lugar, se demuestra que el proceso es capaz de eliminar parcialmente los antibióticos objetivo. Concretamente, se obtienen tasas de eliminación en el rango 61-89% para los antibióticos seleccionados y entre 75-100% para metabolitos de amoxicilina. Asimismo, se determina que, tanto el  $\text{TiO}_2$  como el PAC, se pueden reutilizar durante 10 ciclos, y que no se emite  $\text{TiO}_2$  en el efluente de la planta piloto de eliminación de antibióticos. Este trabajo de investigación se enmarca en el proyecto europeo OUTBIOTICS (EFA 183-16) y sus resultados y conclusiones se han difundido en diferentes medios de comunicación, revistas de investigación indexadas en el JCR y han sido el eje de una Tesis Doctoral [5].

## Referencias

- [1] Daughton, C.G. and Ruhoy, I.S. Environmental footprint of pharmaceuticals: The significance of factors beyond direct excretion to sewers. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28(12): 2495–2521. (2009)
- [2] Moles, S., Mosteo, R., Gómez, J., Szpunar J., Gozzo S., Castillo J.R., Ormad M.P. Towards the Removal of Antibiotics Detected in Wastewaters in the POCTEFA Territory: Occurrence and  $\text{TiO}_2$  Photocatalytic Pilot-Scale Plant Performance. *Water* 12(5). (2020)
- [3] Moles, S., Berges, J., Ormad, M.P., Nieto-Monge, M.J., Gómez, J., Mosteo, R. Photoactivation and photoregeneration of  $\text{TiO}_2$ /PAC mixture applied in suspension in water treatments: approach to a real application. *Environ Sci Pollut. Res.* 28 (7): 8442–8452. (2021)
- [4] Moles, S.; Gozzo, S.; Ormad, M.P.; Mosteo, R.; Gómez, J.; Laborda, F.; Szpunar, J. Long-Term Study of Antibiotic Presence in Ebro River Basin (Spain): Identification of the Emission Sources. *Water*, 14, 1033. (2022)
- [5] Moles, S. Eliminación de antibióticos de aguas contaminadas mediante fotocátalisis y adsorción. (PhD thesis). Universidad de Zaragoza. (2021)

# ESTUDIO DE LIBERACIÓN DE ESPECIES DE PLATA EN CERDOS ALIMENTADOS CON NANOMATERIALES DE PLATA: IMPLICACIONES MEDIOAMBIENTALES

Mariam Bakir, Khaoula Ben Jeddou, M<sup>a</sup> Sierra Jiménez, Eduardo Bolea, M<sup>a</sup>  
Teresa Gómez, Francisco Laborda

*Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS). IUCA. Universidad de Zaragoza, España. email: mbakir@unizar.es*

Durante años, los antibióticos se han utilizado como aditivos alimentarios en ganadería. Sin embargo, esta práctica conlleva su acumulación en tejidos animales, lo que deriva en el desarrollo por parte de las bacterias de resistencia antimicrobiana. Para resolver este problema es necesaria la búsqueda de posibles alternativas al uso antibióticos cuyo impacto en el medio ambiente y la salud humana sea bajo. Una de estas alternativas es el uso de plata tanto en su forma iónica Ag (I) como en forma de nanopartículas metálicas (AgNPs).

En este trabajo se ha llevado a cabo un experimento *in vivo* en el que se han alimentado a cerdos con un pienso que contenía un nanomaterial a base de nanopartículas de plata metálica depositadas en micropartículas de caolín utilizado como sustituto de antibióticos. Posteriormente se han analizado diferentes tejidos y heces de los cerdos para conocer el contenido total de Ag y su posible acumulación. Además, las heces se han sometido a un proceso de lixiviación en agua, según el procedimiento descrito por *Kosson et al* [1], con el objetivo de valorar el posible impacto de la plata liberada en el medio ambiente tras su eliminación en forma de heces y purines que podrían ser utilizados como posible abono.

La determinación de plata total en los tejidos y heces se ha llevado a cabo mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS). Se han utilizado diferentes técnicas de separación para el estudio de las distintas formas de plata liberada, como la cromatografía hidrodinámica (HDC) y el fraccionamiento en flujo con campo de flujo asimétrico (AF4), acopladas a ICP-MS, así como mediante la detección individual de partículas (single particle-ICP-MS) y microscopía electrónica de transmisión (TEM) para validar los resultados.

A partir de los resultados obtenidos, se ha determinado que la Ag no se acumula en el músculo, sí lo hace en el hígado y en menor medida en el riñón. En cuanto al porcentaje de Ag liberada durante la lixiviación de heces en agua, en torno al 1-5% de la plata total presente en las heces es movilizada, siendo la mayoría en forma de Ag (I) (entre el 90 y el 97%), mientras que el 3-10% restante corresponden a partículas que contienen Ag, ya sea como Ag unida a partículas del nanomaterial caolín o formando complejos con partículas presentes en las heces.

## Referencias

[1] Kosson, D. S.; Van Der Sloot, H. A.; Sanchez, F.; Garrabrants, A. C. *Environ. Eng. Sci.*, 19, 3, 159–204, (2002).

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades y la Fundación de Desarrollo Regional Europeo, proyecto RTI2018-096111-B-I00 (MICINN/FEDER), el proyecto EFA 183/16/OUTBIOTICS, Programa Interreg-POCTEFA 2014-2020, financiado por fondos FEDER.

## Nanomateriales a base de plata utilizados como aditivos para piensos: Caracterización de especies de plata en heces y estiércol de pollo

Khaoula Ben-Jeddou\*, Mariam Bakir, Maria S. Jimenez, Francisco Laborda

Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS). Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA). Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, España, \* khaoula@unizar.es

La alta demanda por parte de los consumidores de carne de pollo está presionando a los productores para mejorar la industria avícola mediante la adición de aditivos para asegurar el crecimiento saludable del animal. Sin embargo, los antibióticos como promotores del crecimiento fueron prohibidos por la Unión Europea desde 2003 para combatir la llamada "resistencia a los antimicrobianos", Es por tanto necesaria la investigación de nuevos agentes antimicrobianos para reemplazar a los antibióticos. Debido a sus propiedades antimicrobianas, la plata (Ag) en sus diferentes formas se ha utilizado como aditivo alimentario actuando como agente antimicrobiano<sup>1</sup>.

Para evaluar el efecto del uso de un nanomaterial a base de plata metálica, en este estudio, se ha llevado a cabo un experimento in vivo en el que participaron 870 pollos alimentados con un pienso que contenía un nanomaterial a base de plata metálica, usado como sustituto de antibióticos, durante un período de 6 semanas. El objetivo era estudiar la acumulación de plata en diferentes tejidos de los pollos (hígado y músculos) y su excreción a través de las heces. Los resultados han demostrado que la plata no se acumuló en los tejidos musculares. Los tejidos hepáticos mostraron una concentración de en torno a 1 mg kg<sup>-1</sup> cuando los animales fueron sacrificados después de terminar el período de alimentación con el aditivo de plata, reduciéndose a menos de 0.4 mg kg<sup>-1</sup> si había un período de eliminación de 1 semana con alimentación sin plata antes del sacrificio. Los contenidos de plata en heces y estiércol fueron de 75 y 30 mg kg<sup>-1</sup>, lo que confirma que la mayor parte de la plata era eliminada a través de las heces.

Con el fin de evaluar el potencial de liberación ambiental de plata del estiércol de pollos alimentados con el aditivo a base de plata, se estudiaron las diferentes especies de plata en las heces y estiércol utilizando diferentes procedimientos de extracción, así como la plata liberada por lixiviación mediante diferentes técnicas (ICP-MS, ICP-MS con detección de partículas individuales y cromatografía hidrodinámica acoplada a ICP-MS). Para evaluar el impacto ambiental las heces y el estiércol, se sometieron a lixiviación con agua siguiendo el procedimiento desarrollado por Kosson et al.<sup>2</sup> Los resultados de las extracciones con hidróxido de tetrametil amonio (TMAH) y pirofosfato de tetrasodio (TSP/Na<sub>2</sub>S) revelaron que la mayor parte de la plata presente en las heces y el estiércol estaba en forma de plata iónica (62 % de la plata extraída). La extracción de TSP/Na<sub>2</sub>S reveló la presencia de diferentes nanopartículas que contienen Ag: Ag<sub>2</sub>S (21 %), AgCl (9 %), y Ag metálica (8 %), lo que sugiere la transformación del nanomaterial de plata metálica durante el proceso de digestión gastrointestinal. La cantidad de plata lixiviada en agua de heces y estiércol fue de 6 y 5 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (que supone un 7 a 20% del contenido total), siendo la plata iónica la especie más abundante, aunque también se detectaron partículas que contenían Ag.

1. Fondevila, M. Potential Use of Silver Nanoparticles as an Additive in Animal Feeding. in *Silver Nanoparticles* 325–334 (InTech, 2010). doi:10.5772/8509.
2. Kosson, D. S., van der Sloot, H. A., Sanchez, F. & Garrabrants, A. C. An Integrated Framework for Evaluating Leaching in Waste Management and Utilization of Secondary Materials. *Environ Eng Sci* **19**, 159–204 (2002).

*Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de España, proyecto RTI2018-096111-B-I00 (MICINN/FEDER) y el Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón (E29\_20R) y el proyecto EFA 183/16/OUTBIOTICS, programa Interreg-POCTEFA 2014-2020, financiado por FEDER. K. B.-J. fue financiado por el programa Horizonte 2020 bajo el acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie N° 801586"*

# ENFOQUE MULTIANALÍTICO NO INVASIVO PARA CARACTERIZAR PIGMENTOS TRADICIONALES Y NUEVOS EN ESTAMPAS JAPONESAS: NUEVAS CONTRIBUCIONES PARA EL CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES ORIENTALES

Pérez-Arantequi, J.<sup>1</sup>; Rabehl, B.<sup>1</sup>; Gil, A.<sup>1</sup>; Biron, C.<sup>2</sup>; Mounier, A.<sup>2</sup>; Daniel, F.<sup>2</sup>;  
Roldán, C.<sup>3</sup>; Almazán, D.<sup>4</sup>; Díez-de-Pinos N.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Universitario de investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA),  
Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza*

<sup>2</sup>*Institut de Recherche sur les Archéomatériaux (IRAMAT), UMR CNRS 5060, CRPAA,  
Université Bordeaux Montaigne, 33607 Pessac, Francia*

<sup>3</sup>*Instituto de Ciencia de los Materiales de la Universitat de Valencia (ICMUV),  
Dpto. Física aplicada y electromagnetismo, 46010 Valencia*

<sup>4</sup>*Dpto. Historia del Arte, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, Spain*

<sup>5</sup>*Museo de Zaragoza, 50001 Zaragoza*

En los periodos Edo (1615-1868) y Meiji (1868-1912), las estampas japonesas eran una forma de arte comercial que reproducía la vida cotidiana de la gente corriente (el estilo *ukiyo-e*). Dado que se utilizaban diferentes colorantes y pigmentos para producir estos grabados, que se modificaban con el tiempo, el conocimiento de estos materiales puede ser muy importante para la historia y la conservación de las estampas *ukiyo-e*.

Este estudio presenta los resultados de la investigación de varias estampas, producidas entre los siglos XVIII y XX. Las obras pertenecen a la colección de arte asiático del Museo de Zaragoza (España). El objetivo del estudio es la identificación de los colorantes orgánicos y los pigmentos inorgánicos empleados por los impresores japoneses, haciendo especial hincapié en la introducción de nuevos compuestos sintéticos en los siglos XIX y XX. Dado que los grabados son obras de arte muy frágiles, se emplearon varios métodos no invasivos en un enfoque multianalítico, como imágenes hiperespectrales en el rango visible e infrarrojo cercano, espectroscopía de reflectancia difusa puntual in situ, espectroscopía de reflectancia con fibra óptica en el rango del infrarrojo cercano y espectroscopía del infrarrojo medio, combinados con fluorescencia de rayos X para confirmar la presencia de algunos elementos químicos. Para identificar los diversos materiales, también se construyó una base de datos de pigmentos, colorante y papeles japoneses, incluyendo el uso de mezclas para producir tonos azules, verdes, naranjas y púrpuras.

Los resultados obtenidos hasta el momento confirman la utilización de materiales tradicionales, como comelina, índigo, cártamo rojo, bermellón o plomo rojo, junto a otros como azul ultramar, azul de Prusia, sulfuros sintéticos de arsénico, o colorantes sintéticos (eosina, violeta cristal, rojo de naftol, etc.), además del uso de mezclas de pigmentos para conseguir algunas de las tonalidades.

## AMEBAS DE VIDA LIBRE INACTIVADAS PROTEGEN BACTERIAS FRENTE A DESINFECTANTES CONVENCIONALES

Menacho, C.; Soler, M.; Marez, C.; Chueca, P.; Goñi, P.; Ormad, M.P.

*Grupo de Investigación de Agua y Salud Ambiental (IUCA), Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna 12, Zaragoza. Email: cmenacho@unizar.es*

Las Amebas de Vida Libre (AVL) son protozoos ubicuos que pueden actuar como patógenos oportunistas. Su estadio de quiste es muy resistente a condiciones adversas y tratamientos de desinfección de agua. Por ello, es frecuente aislarlas en aguas de red, piscinas e incluso en sistemas de agua hospitalaria [1]. Además, las AVL pueden actuar como reservorio y vector de bacterias potencialmente patógenas, transportándolas y protegiéndolas durante los procesos de depuración y potabilización. De esta forma, estas bacterias internalizadas (BI) pueden pasar inadvertidas en los controles microbiológicos de calidad de agua y colonizar sistemas acuáticos artificiales, lo cual, supone un riesgo para la salud pública [2].

Hasta la fecha, se ha investigado la resistencia de AVL a diferentes desinfectantes [3], sin embargo, apenas se ha estudiado la supervivencia de las BI y, en todo caso, ha sido infectando *in vitro* la AVL [4]. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar el poder desinfectante de tres desinfectantes convencionales sobre dos cepas de AVL y las BI que, de forma natural, portaban en su interior.

Se realizaron ensayos de desinfección con dos cepas de *Acanthamoeba* spp.: la C1-211, aislada de agua del río Noguera Ribagorzana (Lérida) y la P31, aislada de una piscina pública descubierta de Zaragoza. Los desinfectantes y concentraciones evaluadas fueron: NaClO (1–500 mg/L), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (34–850 mg/L) y radiación solar (mediante una cámara solar con lámpara de xenón, con una fluencia de 500 W/m<sup>2</sup> y longitudes de onda entre 250 y 800 nm) durante 30 minutos. El poder desinfectante se evaluó valorando la supervivencia de los microorganismos tras los tratamientos: en el caso de las AVL, se utilizó el método del NMP [5] y, para las BI, se evaluó la presencia o ausencia de crecimiento en medio Müeller Hinton. Se calcularon el tiempo de contacto (Ct en mg.min/L) y la dosis de exposición a radiación solar (Ed en W.s/m<sup>2</sup>) necesarios para la inactivación de las AVL y las BI.

Se apreciaron diferencias en la resistencia entre las cepas amebianas: P31 resistió concentraciones superiores de NaClO (Ct=6.000 mg.min/L) y exposiciones mayores de radiación solar (Ed=150 KW.s/m<sup>2</sup>) comparada con C1-211 (Ct=3.000 mg.min/L y Ed=90 KW.s/m<sup>2</sup>). Dado que fue aislada de una piscina descubierta en la que constantemente está sometida a tratamientos de cloro y radiación solar, cabe esperar su elevada resistencia a estos tratamientos. Por su parte, la ameba de río, C1-211, resultó ser más resistente al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Ct=7.140 mg.min/L) que la de piscina, P31 (Ct=5.100 mg.min/L), pudiendo deberse a diferencias en los mecanismos de resistencia o las cepas.

En cuanto a las BI, en todos los casos resistieron dosis superiores a las AVL que las portaban (entre 2 y 12 veces superiores). Las BI de la cepa C1-211 fueron inactivadas a Ct>30.000 mg.min/L de NaClO, Ct=25.500 mg.min/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y Ed=900 KW.s/m<sup>2</sup> de radiación solar, mientras que las BI de la cepa P31 fueron inactivadas a Ct=30.000 mg.min/L de NaClO, Ct=10.200 mg.min/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y Ed>1.800 KW.s/m<sup>2</sup>. Estos resultados revelan que las AVL pueden proteger las BI incluso estando inactivadas.

Los resultados de este estudio demuestran la gran resistencia que las AVL confieren a las BI que portan de forma natural en su interior ante tratamientos de desinfección convencionales. Los resultados sugieren que son necesarios otro tipo de tratamientos para poder asegurar la inocuidad del uso de las aguas en actividades de riesgo.

### Referencias

- [1] Fernandez, M. T. Universidad de Zaragoza (2014)
- [2] Goñi P., Fernandez M. T. and Rubio E. Environ. Microbiol. 16 (2), 339-349 (2014)
- [3] Thomas, V. Blackwell Publishing Ltd., Hoboken, New Jersey, USA.155-177 (2013)
- [4] He, Z., Wang, L., Ge, Y., et al. J. Hazard. Mater. 417 (2021)
- [5] Beattie, T. K., Seal, D. V., Tomlinson, A., et al. J. Clin. Microbiol. 41, 2992–3000 (2003)

# DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MICROPLÁSTICOS Y SU INTERACCIÓN CON CONTAMINANTES ORGÁNICOS EMPLEANDO TÉCNICAS ELECTROANALÍTICAS

Vidal, J.C.; Midón, J.; Belén, A.; Ciomaga, D.; Laborda, F.

*Universidad de Zaragoza, Departamento de Química Analítica, IUCA, Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores, EMail: jcvidal@unizar.es*

Las técnicas de electroanálisis proporcionan información analítica muy importante en la caracterización químico-física de nanomateriales, nano- y micropartículas, como por ejemplo su concentración en dispersión, distribuciones de tamaño, estados de agregación/aglomeración, comportamiento electrocatalítico, coeficientes de difusión o la presencia de etiquetados redox y estados de oxidación superficial. Particularmente, con las denominadas técnicas de impacto electroquímico o de colisión, en donde las micro(nano)partículas electroactivas impactan con el electrodo de trabajo y proporcionan señales electroquímicas transitorias [1]. Sin embargo, en el caso de especies no electroactivas ni conductoras (como ocurre con los plásticos), apenas se han estudiado, por las dificultades inherentes a su falta de generación directa de señal electroquímica. En el trabajo que se presenta, se muestran herramientas que permiten este estudio de forma indirecta, empleando mediadores de transferencia de carga.

El trabajo estudia la cuantificación y caracterización del tamaño de micropartículas de poliestireno (PS-MPs) y poliestireno expandido (EPS-MPs), por técnicas de cronoamperometría de colisión de partículas [2]. En su impacto aleatorio (movimiento *browniano*) se van adsorbiendo fuertemente sobre la superficie de microelectrodos de carbón vítreo, disminuyendo su superficie electroactiva, y se mide la disminución escalonada de la corriente de un mediador de transferencia de carga electroactivo. A partir de la disminución de la corriente se obtienen distribuciones del tamaño de los MPs, y la frecuencia con la que se producen los impactos se relaciona con su concentración dispersa.

Por otro lado, se emplean técnicas de impedancia electroquímica para estudiar la cinética de adsorción de los MPs sobre los electrodos, así como la de otros contaminantes del medio ambiente que pueden, a su vez, ser retenidos por los MPs, como es el bisfenol A (disruptor endocrino muy presente en el medio ambiente y con una gran capacidad contaminante).

Mediante técnicas voltamétricas diferenciales se miden concentraciones contaminantes de BPA en disolución, y se estudia la adsorción del BPA sobre los distintos microplásticos, obteniéndose isotermas de adsorción que se han modelizado para el estudio de su cinética. Empleando técnicas de separación sencillas (ultracentrifugación).

Como conclusiones finales, además de aportar procedimientos analíticos novedosos, se ha observado que los microplásticos (que son de por sí contaminantes emergentes muy preocupantes) son capaces de retener, concentrar y propagar la contaminación medioambiental de otras moléculas o fármacos presentes en el medio ambiente. Por lo que es necesario tener las herramientas analíticas lo más sencillas posibles que nos detecten de forma rápida esta contaminación sinérgica en el medio ambiente.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de España, proyecto RTI2018-096111-B-I00 (MICINN/FEDER) y el Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón (E29\_20R).

## Referencias

- [1] D. Hernández, D. et al., *Microchim. Acta* 188, 12-22 (2021)
- [2] Laborda, F. et. al., *Analytica Chimica Acta* 904, 10-32 (2016).

# DETECCIÓN DE MICROPARTÍCULAS DE PLÁSTICO MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO DE UNA SOLA PARTÍCULA EN PRODUCTOS DE CONSUMO Y MUESTRAS AMBIENTALES

Trujillo, C<sup>1\*</sup>; Abad-Álvaro, I<sup>1</sup>; Laborda, F<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Grupo de Espectroscopia Analítica y Sensores (GEAS). Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA). Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, España. Email:ctrujillo@unizar.es*

El plástico es un problema mundial debido a su ubicuidad y persistencia en el medio ambiente. Se calcula que aproximadamente el 10% de todo el plástico producido acaba en forma de fragmentos en los sistemas acuáticos. Estos fragmentos de diferentes tamaños incluyen micro y nanoplásticos. Los nanoplásticos se definen como partículas de plástico de entre 1  $\mu\text{m}$  y 1 nm, mientras que los microplásticos incluyen partículas del rango de 5 mm a 1  $\mu\text{m}$ . La amenaza de los micro y nanoplásticos en el medio ambiente se debe a su pequeño tamaño y al hecho de que pueden ser ingeridos por los (micro)organismos, lo que podría provocar su translocación e internalización a nivel celular, entrando en la cadena alimentaria [1].

Actualmente las técnicas utilizadas para la detección, identificación y cuantificación de los microplásticos se basan en técnicas de microscopía, tanto óptica como electrónica (de barrido y de transmisión), las técnicas espectroscópicas en combinación con la microscopía (espectroscopias micro-FTIR y micro-Raman) y las técnicas cromatográficas (cromatografía de gases-espectrometría de masas por pirólisis y desorción térmica), entre otras [2]. Sin embargo, existe otras técnicas como la espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo de una sola partícula (SP-ICP-MS) que pueden ser utilizadas para el análisis de microplásticos [3]. El análisis de las partículas que contienen carbono mediante ICP-MS se ve obstaculizado por la baja sensibilidad intrínseca y los altos niveles de fondo en la determinación del carbono.

En este trabajo se lleva a cabo el análisis de suspensiones de microplásticos mediante ICP-MS operado en modo de partícula única utilizando tiempos de permanencia de microsegundos. La detección de micropartículas de poliestireno de 1  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$  se logró mediante el seguimiento del isótopo <sup>13</sup>C. El sistema de nebulización utilizado proporcionó eficiencias de transporte en torno al 40% para micropartículas de hasta aproximadamente 3  $\mu\text{m}$ , aunque disminuyó para partículas más grandes. En las condiciones de plasma seleccionadas, las micropartículas de plástico se volatilizaron por completo, lo que permitió la detección de microplásticos, su cuantificación mediante estándares de carbono acuoso disuelto y la medición de la distribución del tamaño de las partículas detectadas. Se alcanzaron límites de detección de 100 partículas por mL para un tiempo de adquisición de 5 minutos. El método desarrollado se aplicó al cribado de microplásticos en productos de cuidado personal, su liberación de los envases alimentarios y su aparición en las aguas fluviales.

## References

- [1] Alexy, P, Anklaam, E, Means, T, Furfari, A, Galgani, F, Hanke, G, Koelmans, A, Pant, R, Saveyn, H and Sokull Klueffgen. *B. Food Addit. Contam. Part A.* 37, 1–10(2020).
- [2] Ivleva, N.P. *Chem. Rev.* (2021).
- [3] E. Bolea, M.S. Jimenez, J. Perez-Arantegui, J.C. Vidal, M. Bakir, K. Ben-Jeddou, A.C. Gimenez-Ingalaturre, D. Ojeda, C. Trujillo, F. Laborda. *Anal. Methods.* 1, 2742–2795J (2021)

## DESINFECCIÓN DE AGUA PARA SU REUSO: ACTIVACIÓN DEL PEROXYDISULFATO POR Ag/ZnO BAJO LUZ SOLAR

Jojoa-Sierra S.D.<sup>a</sup>, Silvera A. F.<sup>a</sup>, Jaramillo-Páez C.<sup>c</sup>, Hidalgo M.C.<sup>b</sup>, Ormad M.P.<sup>a</sup>, Navío J.A.<sup>b</sup>, Mosteo R.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Grupo Agua y Salud Ambiental, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, C. María de Luna, 3 Zaragoza, España.*

<sup>b</sup> *Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla, Centro Mixto Universidad de Sevilla-CSIC, Américo Vespucio 49, Sevilla, España.*

<sup>c</sup> *Departamento de Química, Universidad del Tolima, Barrio Santa Elena, Ibagué, Colombia*

La reutilización de aguas residuales regeneradas se propone como alternativa que, junto con otras medidas, puede ayudar a mitigar la escasez de agua y la sequía que según la Comisión Europea, son fenómenos cada vez más frecuentes y generalizados en Europa [1]. De hecho, la reutilización de agua constituye un pilar en la economía circular, necesaria para la sostenibilidad ambiental y que hace parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas y en los que apunta a un aumento sustancial en el reciclaje y la reutilización segura de agua a nivel mundial para 2030 [2]. En este sentido, se requieren metodologías de tratamiento que sean capaces de brindar agua de calidad para su segundo uso, lo que supone degradar no solo las sustancias recalcitrantes sino, favorecer la eliminación de microorganismos patógenos comunes y de bacterias resistentes a antibióticos comúnmente detectadas en efluentes de EDARs y que representan un foco de riesgo para la diseminación de la resistencia bacteriana en el medio ambiente.

En este trabajo se evalúa el uso ZnO y Ag/ZnO como fotocatalizadores y como posibles activadores de peroxidisulfato (PDS) para la desinfección de agua, usando *E. coli* como bacteria modelo. Inicialmente, los catalizadores se caracterizaron utilizando XRD, SEM y TEM y se determinó el efecto del dopaje con Ag en la absorción de luz visible (análisis DRS UV-Vis). Asimismo, se estudian y comparan las vías que favorecen la desinfección con el uso de los semiconductores y la posible relación sinérgica o antagónica entre estos materiales, la luz solar y el PDS. Paralelamente, se evalúa el efecto de la concentración de PDS en el proceso de desinfección. Finalmente, bajo las condiciones más favorables se evalúa su alcance en matrices reales.

Los análisis por XRD de los catalizadores preparados muestran la fase hexagonal wurtzita de ZnO en ambos sistemas, junto con señales adicionales en el análisis de Ag/ZnO, atribuidas a planos cristalinos de Ag cúbica que confirman su presencia. Los análisis SEM y TEM confirman los tamaños y morfología de los semiconductores, además de la presencia de Ag en forma de partículas agregadas sobre el ZnO y de tamaños cercanos a los 3–4 nm. Respecto al análisis UV-Vis DRS para ZnO se observó que la presencia de Ag en el semiconductor aumenta la absorción en el intervalo de luz visible lo que sugiere la formación de bandas de plasmón de superficie que favorecería la desinfección por vía fotocatalítica en la zona visible de luz; además, promovería la activación del PDS y por tanto aceleración el proceso de desinfección. La evaluación preliminar de las vías de degradación sugiere la intervención de especies reactivas de oxígeno diferentes cuando es usado el Ag/ZnO y el ZnO. Dado que, la presencia de PDS promueve la presencia de radicales sulfatos, que son los responsables de la disminución de los tiempos requeridos para el proceso de desinfección, la presencia de tales especies se evalúa mediante Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR).

### Referencias

- [1] C. From The, Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, 2012. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0673:FIN:EN:PDF>.
- [2] The European Commission, Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD, (2016) 1–95.

## **5.- ÍNDICE AUTORES**

P-01	Gilabert, V	P-06	Núñez-Lahuerta, C
P-01	Arenillas, I.	P-06	Pérez-Pueyo, M
P-01	Batenburg S.J.	P-06	Cuenca-Bescós, G
P-01	Robinson, S.A	P-06	Canudo, J.I
P-01	Arz, J.A	P-01	Climent, E
P-01	Krhal, G	P-01	Esteban, S
P-01	Fauth, G.	P-02	Saiz, H.
P-02	Sáez-Bondía, M.J	P-03	Escalona, A.I
P-02	Mateo, E	P-03	Escolano, S
P-02	Martín-García, J	P-03	Navarro, M.C
P-02	Dies Álvarez, M.E	P-03	Pinillos, M.
P-02	Salvadó, Z.	P-03	Sáez, L.A
P-03	Carrasquer-Álvarez, B	P-03	Sánchez-Valverde, B
P-03	Ponz-Miranda, A	P-04	Citoler-Lardiés, N
P-03	Royo-Torres, R	P-04	Longares-Aladrén, L.A
P-04	Domingo, Rafael	P-04	Badía-Villas, D
P-04	Montes, Lourdes	P-04	Peña-Monné, J.L
P-04	Peña-Monné, José Luis	P-04	Gómez, D
P-05	Sampietro-Vattuone, María Marta	P-05	Citoler-Lardiés, N
P-05	Díaz-Berenguer	P-05	Longares-Aladrén, L.A
P-05	Moreno-Azanza, M	P-05	Badía-Villas, D
P-05	Badiola, A	P-05	Peña-Monné, J.L
P-05	Canudo, J.I	P-05	Gómez, D
P-06	Moreno-Azanza, M	P-06	Osácar Soriano, M.C.
P-06	de Jorge i Aranda, L	P-06	Naya Franco, C.b
P-06	Díaz-Berenguer, E	P-06	Roldán García, Cc
P-06	Ezquerro, L	P-06	Murcia Mascarós, C

P-07	Ibarra, P	P-12	Tejedor, E
P-07	Esteban, S	P-12	Serrano-Notivoli, R
P-07	Heredia, A	P-12	Longares, L.A
P-07	Hernández, M.L	P-12	Saz, M.A
P-07	Ballarín, D	P-12	De Luis, M.
P-07	Tomás, E	P-12	Novak, K
P-08	Fernández Olloqui, G	P-13	Escuer Arregui, M;
P-08	Lana-Renault, N	P-13	Ortiz Perpiñá,O. ;
P-08	Llorente, J.A	P-13	Conte Domínguez Ana P
P-08	Ruiz-Flaño, P	P-13	Badía Villas D.
P-08	Arnáez, J	P-14	Montealegre, A.L
P-09	García-Martín, A	P-14	García-Pérez, S
P-09	Domingo, D.	P-14	Guillén-Lambea, S
P-09	Lamelas, M.T	P-14	Monzón-Chavarrías, M
P-09	de la Riva, J	P-14	Sierra-Pérez, J
P-09	Escribano, F.	P-15	Quintana.S
P-09	Montealegre, A.L	P-15	Martí.C
P-09	Escribano, F	P-15	Oriol.O
P-09	Montorio, R.	P-01	Miguel-Jiménez, S
P-09	Pérez Cabello, F.	P-01	Brú Albesa, M
P-10	Gabas Alcaine, P	P-01	Casao, A
P-10	García-Martín, A.	P-01	Pérez-Pe, R
P-11	Alfaro Leránoz, A	P-02	Pérez-Pe, R
P-11	Badía Villas, D	P-02	Miguel-Jiménez, S
P-11	Conte Domínguez, A.P.	P-02	Arribas, A
P-12	Royo-Navascues, M	P-02	Martínez-Saz, C
P-12	Martinez del Castillo, E	P-02	Casao, A

P-03	Martínez-Ballano, S	P-01	Goñi, M.P
P-03	Sales, E	P-01	Laborda, F
P-03	Santolaria, P	P-02	Moles*, S
P-03	Yániz, J.	P-02	Ilzarbe**, I
P-04	Casao, A	P-02	I; Gómez**,
P-04	Miguel-Jiménez, S	P-02	Ormad* M.P
P-04	Laviña, A	P-02	Mosteo* R.
P-04	Martín, E	P-03	Bakir, Mariam
P-04	Macías, A	P-03	Ben Jeddou, Khaoula
P-04	Pérez-Pe, R	P-03	Sierra Jiménez, M.
P-05	Peña-Delgado, V	P-03	Bolea, Eduardo.
P-05	Miguel-Jiménez, S	P-03	Gómez Teresa M.
P-05	Carvajal-Serna, M	P-03	Laborda Francisco.
P-05	Abecia, JA	P-04	Khaoula Ben-Jeddou
P-05	Casao, A	P-04	Bakir, Mariam
P-06	Carvajal-Serna, M	P-04	Sierra Jiménez, M.
P-06	Peña-Delgado, V	P-04	Laborda Francisco.
P-06	Lázaro-Gaspar, S	P-05	Pérez-Arantegui, J
P-06	Martínez-Marcos, P	P-05	Rabehl, B
P-06	Pulinas, L	P-05	Biron, C
P-06	Mura, C	P-05	Mounier, A
P-06	Carcangiu, V	P-05	Daniel, F
P-06	Abecia, JA	P-05	Roldán, C
P-06	Pérez-Pe, R	P-05	Almazán, D
P-06	Casao, A	P-05	Díez-de-Pinos N
P-01	Giménez, A.C	P-06	Menacho, C
P-01	Bakir, M	P-06	Soler, M

P-06 Marez, C  
P-06 Chueca, P  
P-06 Goñi, P  
P-06 Ormad, M.P  
P-07 Vidal, J.C  
P-07 Midón, J  
P-07 Belén, A  
P-07 Ciomaga. D  
P-07 Laborda, F  
P-08 Trujillo, C  
P-08 Abad-Álvaro, I  
P-08 Laborda, F  
P- 08 Jojoa-Sierra S.D  
P- 08 Silvera A. F  
P- 08 Jaramillo-Páez C  
P- 08 Hidalgo M.C  
P- 08 Ormad M.P  
P- 08 Navío J.A  
P- 08 Mosteo R  
P-09 Jojoa-Sierra S.D  
P-09 Silvera A. F  
P-09 Jaramillo-Páez C  
P-09 Hidalgo M.C  
P-09 Ormad M.P  
P-09 Navío J.A  
P-09 Mosteo R.

## **6.- LOGOS**



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



**GOBIERNO  
DE ARAGON**



**Universidad  
Zaragoza**



Facultad de Ciencias  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de Derecho  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de Medicina  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Economía y Empresa  
**Universidad Zaragoza**



Escuela Politécnica  
Superior - Huesca  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de Educación  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Filosofía y Letras  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Ciencias Sociales  
y Humanas - Teruel  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Ciencias de la Salud  
y del Deporte - Huesca  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Ciencias Humanas y de  
la Educación - Huesca  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Empresa y Gestión  
Pública - Huesca  
**Universidad Zaragoza**



Facultad de  
Ciencias Sociales  
y del Trabajo  
**Universidad Zaragoza**



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

**Residencia de Profesores, 3<sup>o</sup> izda.**

C/ Pedro Cerbuna 12

50009 Zaragoza

[luca@unizar.es](mailto:luca@unizar.es)

<http://iuca.unizar.es>

Twitter: @IUCAunizar.es