

JORNADAS

IX

DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
**INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS AMBIENTALES**
DE ARAGÓN
(IUCA)

DE LA RED DE INSTITUTOS
UNIVERSITARIOS DE
**INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS Y
TECNOLOGÍAS DEL MEDIO
AMBIENTE**
(RED RIMA)

ACUARIO DE ZARAGOZA

Av. de José Atarés, s/n, Zaragoza

9-10 de junio de 2026

PÓSTERES CIENTÍFICOS
CONCURSO DE FOTOGRAFÍA
EXPOSICIÓN DE PROYECTOS
RECONOCIMIENTOS

MÁS INFORMACIÓN E INSCRIPCIONES



IUCA.UNIZAR.ES

IX JORNADAS

DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES
(IUCA) y

I JORNADAS DE LA RED RIMA

LIBRO DE RESÚMENES

Edición y coordinación:

Alfonso Abecia Martínez

Noelia Álvarez Lacaba

M^a Eugenia Dies Álvarez

María Lázaro Fernández

Jacqueline Sambou Gimeno

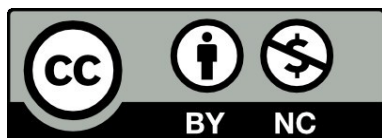
Miguel Ángel Saz Sánchez

IX Jornadas del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón y I Jornadas de la Red RIMA

Libro de Actas. Zaragoza, 9 y 10 de junio de 2026.

Edición y coordinación: Abecia Martínez, A.; Álvarez Lacaba, N.; Dies Álvarez, M.E.;
Lázaro Fernández, M; Sambou Gimeno, J. y Saz Sánchez, Miguel Ángel.

ISBN 978-84-09-87687-7



 Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza

1. Introducción	5
2. Programa	6
3. Resúmenes de pósteres	8
4. Resúmenes y comunicaciones red RIMA	36
5. Fotografías presentadas a concurso	50
6. Índice de autores	66

1. Introducción

Las IX Jornadas del IUCA representan una nueva oportunidad para compartir conocimiento, fortalecer colaboraciones y reflexionar colectivamente sobre los grandes retos ambientales que afronta nuestra sociedad. Desde la creación del instituto en 2008, estas jornadas se han consolidado como un espacio de encuentro entre investigadores e investigadoras de distintas disciplinas que comparten un objetivo común: generar conocimiento científico riguroso y útil para avanzar hacia modelos más sostenibles.

Esta edición tiene además un significado especial. Por primera vez, las jornadas del IUCA se celebran conjuntamente con la I Jornada Científica de la Red RIMA, la Red de Institutos Universitarios de Investigación en Ciencias y Tecnologías del Medio Ambiente, constituida en Zaragoza en octubre de 2025. RIMA nace con la voluntad de fortalecer la cooperación entre institutos universitarios de distintas universidades españolas y promover sinergias en investigación, formación, transferencia y divulgación ambiental. La creación de esta red refleja una realidad evidente. Los desafíos ambientales actuales requieren enfoques multidisciplinares y estructuras de colaboración amplias, capaces de integrar conocimientos diversos y conectar ciencia, sociedad y gestión pública. El cambio climático, la gestión del agua, la conservación de la biodiversidad, la sostenibilidad agroalimentaria o la transición energética exigen respuestas coordinadas y una ciencia ambiental cada vez más abierta, colaborativa e integradora.

Las contribuciones recogidas en este libro de resúmenes muestran precisamente esa diversidad temática y metodológica que caracteriza tanto al IUCA como a la Red RIMA. En ellas convergen investigaciones básicas y aplicadas, aproximaciones experimentales y territoriales, nuevas tecnologías, análisis sociales y estudios orientados directamente a la transferencia y a la toma de decisiones.

En el marco de estas jornadas se hará entrega también de la III edición del Premio IUCA Profesor Juan Ramón Castillo, creado en 2022 para reconocer a personas e instituciones que comparten los valores y la misión del instituto: la excelencia científica, el compromiso ambiental, la multidisciplinariedad, el trabajo en equipo y la responsabilidad social. En esta edición, el premio se concede a la Confederación Hidrográfica del Ebro, coincidiendo además con el centenario de la institución. Este reconocimiento pone en valor su papel histórico en la planificación y gestión de los recursos hídricos, así como la estrecha colaboración mantenida durante años con numerosos grupos de investigación del IUCA. La interacción entre administración e investigación científica constituye un elemento esencial para afrontar con rigor los desafíos ambientales asociados al agua y al territorio.

Queremos agradecer a todas las personas participantes su contribución a estas jornadas y, de forma especial, a quienes presentan sus trabajos en este volumen. La ciencia ambiental avanza mediante el intercambio de ideas, la cooperación y la construcción de redes estables de conocimiento. Estas jornadas son una muestra de ello y un impulso para seguir fortaleciendo una comunidad científica comprometida con el análisis y la mejora de nuestro entorno.

Alfonso Abecia, Director del IUCA
Zaragoza, junio de 2026.

IX JORNADAS

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
**INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS AMBIENTALES**
DE ARAGÓN
(IUCA)

**RED DE INSTITUTOS
UNIVERSITARIOS DE
INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS Y
TECNOLOGÍAS DEL MEDIO
AMBIENTE**
(RED RIMA)

ACUARIO DE ZARAGOZA
Av. de José Atarés, s/n, Zaragoza
9-10 de junio de 2026



Programa

Martes, 9 de junio de 2026

15:30h - 16:30 h	Consejo IUCA (Miembros IUCA) Aula. Primera planta.
16:00h. - 16:30h.	Recepción y entrega de acreditaciones. Entrada del Acuario (puerta restaurante)
16:30h. - 17:00h.	Bienvenida e inauguración de las jornadas. Auditorio del acuario. Primera planta.
17:00h. - 17:40h.	Reconocimientos IUCA y entrega de premio IUCA Profesor Juan Ramón Castillo. Auditorio del acuario. Primera planta.
17:40-17:45h.	Fotografía de grupo: asistentes y premiados. Auditorio.
17:45h. - 18:15 h	Pausa café, visita fotografías y pósteres. Espacio interactivo. Restaurante del acuario. Tercera planta.
18:15 h. - 19:00h.	Presentación proyectos de conservación del acuario de Zaragoza. Auditorio del acuario. Primera planta.
19:00 h. - 20:00h.	Visita al acuario de Zaragoza

Miércoles, 10 de junio de 2026

9:00h. - 9:30h.	Recepción y entrega de acreditaciones. Entrada del Acuario (puerta restaurante)
9:30h. - 10:15h.	Conferencia inaugural Francisco Pellicer Corellano. Profesor colaborador extraordinario Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza. Investigador del grupo AGUDEMA. Auditorio del acuario. Primera planta.
10:15h. - 11:30h.	SESIÓN I Comunicaciones Institutos Universitarios de Investigación
11:30h. - 12:15h.	Pausa café, visita fotografías y pósteres. Espacio interactivo. Restaurante del acuario. Tercera planta.
12:15h. - 14:30h.	SESIÓN II Comunicaciones Institutos Universitarios de Investigación
14:30h. - 16:00h.	COMIDA Restaurante del acuario. Tercera planta. *15h. Cierre del voto popular del concurso de fotografía*
16:00 h. - 16:30h.	Show de Monólogos Científicos - Risarchers Auditorio del acuario. Primera planta.
16:30 h. - 17:45h.	Proyección del corto "El latido de las rocas". Premiado con el I premio IUCA con Ciencia en el Festival de Cine de La Almunia (FESCILA) Presentación de Almudena Muñoz, directora del documental. Auditorio del acuario. Primera planta.
18:00h. - 18:15h.	Entrega de premios de póster científico y fotografía Auditorio del acuario. Primera planta.
18:15h. - 18:30h.	Clausura de las jornadas Auditorio del acuario. Primera planta.
18:30h. - 19:30h.	Fotografía de grupo final Paseo con ciencia. Parque del agua. Junto a Francisco Pellicer Corellano, profesor Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza. Investigador del grupo AGUDEMA.

3. Resúmenes de pósteres

USO DE ANTIMONIO COMO MARCADOR INTERNO PARA LA DETECCIÓN DE MICRO Y NANOPLÁSTICOS DE PET

Abad-Alvaro, I.; Jiménez, M. S.; Cester, S.; Lázaro-Fernández, I.; Bolea, E.; Laborda, F.

Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS), Instituto Universitario en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. Email: iabad@unizar.es

Los plásticos constituyen uno de los materiales más utilizados debido a su bajo coste, alta durabilidad y gran versatilidad. Sin embargo, su elevada estabilidad y lenta degradación favorecen su acumulación en el medio ambiente, lo que conduce a su contaminación por micro y nanoplásticos, así como por los distintos aditivos incorporados durante su fabricación.

La presencia de diversos elementos metálicos añadidos como aditivos, que no están enlazados covalentemente a la estructura polimérica, pueden ocasionar problemas ambientales y riesgos para la salud humana, ya que estos elementos se liberan al entorno cuando los materiales se someten a procesos como calentamiento, contacto con disolventes, variaciones de pH, radiación UV o degradación física. Aunque esta migración supone una desventaja relevante, también abre nuevas vías para desarrollar estrategias de detección de micro y nanoplásticos, ya que dichos elementos pueden emplearse como marcadores internos.

El objetivo de este trabajo consiste en explorar el uso de marcadores internos para la detección de micro y nanoplásticos de tereftalato de polietileno (PET), un polímero ampliamente utilizado en envases de alimentos y bebidas. Para ello, se determinó la migración de distintos elementos desde muestras con PET en diferentes medios mediante ICP-MS. Se evaluó además el efecto del tamaño de partícula sobre la cantidad de metal liberado mediante la comparación de lixiviados procedentes de materiales originales y de materiales degradados por molienda criogénica. La reducción del tamaño del material polimérico incrementó la concentración de elementos liberados, en particular de antimonio, elemento utilizado como catalizador en el proceso de fabricación del PET. Este elemento se empleó posteriormente como marcador interno para la detección y caracterización de micro y nanoplásticos liberados a partir de PET mediante SP-ICP-MS, lo que permitió mejorar los límites de detección de tamaño respecto a los métodos basados en la monitorización de carbono.

Por último, la metodología propuesta se aplicó al estudio de la migración de micro y nanoplásticos desde botellas de agua mineral de PET, lo que indica que este material puede degradarse de forma progresiva y liberar micro y nanoplásticos. Los resultados obtenidos contribuyen al control de calidad de materiales poliméricos y a la protección de la salud pública y del medio ambiente.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Fondo Europeo de Desarrollo (proyecto PID2021-123203OB-I00 (AEI/FEDER)).

ACANTHAMOEBA COMO RESERVORIO AMBIENTAL Y VEHICULO DE BACTERIAS OPORTUNISTAS

García-Gracia, M¹; Larumbe, N¹; González-Moreno, O²; Remacha, V¹; Beltrán, A^{3,4}; Goñi, P^{1,4}

¹ Facultad de Medicina, Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública. Universidad de Zaragoza (mireya.garcia@unizar.es)

² Departamento de Microbiología y Parasitología, Esplugues de Llobregat SNB Diagnósticos Globales Eurofins Clinical Diagnostics

³ Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza

⁴ Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales. Universidad de Zaragoza

Acanthamoeba sp. es un género de ameba de vida libre presentes en ambientes tanto acuáticos como terrestres. Estas amebas son bacteriófagas y en ocasiones as bacterias de las que se alimenta sobreviven a la lisis, permaneciendo en su interior como bacterias endosimbiontes (BE). Son capaces de provocar queratitis, estas infecciones están especialmente relacionadas con un mal uso o mantenimiento de lentes de contacto. Algunas de estas bacterias se pueden liberar al exterior y causar una infección bacteriana que enmascare la queratitis amebiana, por ello el objetivo de este estudio fue aislar e identificar bacterias endosimbiontes en el interior de cepas de *Acanthamoeba* aisladas de muestras clínicas.

El estudio se realizó sobre 4 cepas de *Acanthamoeba* de procedencia clínica y 1 de origen medioambiental. Para su cultivo se utilizó agar no nutritivo (MNN), suplementado con *Escherichia coli* inactivada por calor. Las bacterias se aislaron del fondo de las placas donde crecieron las amebas mediante siembra por agotamiento y se identificaron mediante Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight (MALDI-ToF). Se extrajo el DNA de las amebas mediante un kit comercial y se sometió a PCR multiplex diseñada para detectar *Legionella* sp., *Pseudomonas* sp., *Mycobacterium* sp. y *Cyanobacteria* sp. [1]. Además, en el caso de la muestra de origen ambiental (P31) se realizó un análisis metagenómico para determinar su microbioma completo, partiendo de un cultivo axénico en medio PPYG.

En las muestras de *Acanthamoeba* sp. cultivadas en placa se identificaron bacterias ambientales que podrían causar infecciones oportunistas en humanos (*Paenibacillus glucanolyticus* [2] o *Microbacterium paraoxydans* [3]). También se identificaron bacterias de reconocida relevancia clínica como *Serratia liquefaciens*, *Legionella* sp. o *Pseudomonas* sp. No se observaron diferencias entre las bacterias de procedencia clínica y ambiental. En cuanto al análisis metagenómico, se detectó *Salmonella enterica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Legionella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa* entre los 10 microorganismos más abundantes en el interior de la muestra "P31". Las dos primeras especies evidencian que la contaminación fecal de las aguas puede persistir incluso alejada de su fuente original por la intervención de microorganismos que habitan en las aguas.

Se ha demostrado la capacidad de estas amebas para albergar bacterias patógenas y la necesidad de estudiar su microbioma para entender en profundidad su papel como reservorio ambiental. Esta información es imprescindible para la prevención de infecciones oportunistas asociadas a la infección amebiana.

Referencias

- [1] Calvo, I. Gregorio, A. García, M.T. Fernández, P. Goñi, A. Clavel, M.L. Peleato, M.F. Fillat. *Water Research*, 47(2), 493-502 (2013).
- [2] Hassan A, Rampat R, Vasquez-Perez A. *Cornea*. 40(8), 1062-1064 (2021).
- [3] Chorost MS, Smith NC, Hutter JN, Ong AC, Stam JA, McGann PT, Hinkle MK, Schaecher KE, Kamau E. *JMM Case Rep*. 5(11), e005169 (2018).

Agradecimientos

PID2022-141402NB-I00 y grupo de referencia B43_23R: Agua y Salud Ambiental (Gobierno de Aragón)

COMPARACIÓN ENTRE AMEBAS DE VIDA LIBRE AMBIENTALES Y DE ORIGEN CLÍNICO

García-Gracia, M¹; Larumbe, N¹; Moles, S²; Morales Mendizábal, D¹; Beltrán, A^{2,3}; Goñi, P^{1,2}

¹ Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública. Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza (mireya.garcia@unizar.es); ² Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza; ³ Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza

Las amebas de vida libre (AVL) son microorganismos ubicuos en el ambiente, han sido estudiados especialmente en sistemas acuáticos tanto naturales como artificiales. Mediante un mecanismo de defensa frente a condiciones adversas, el enquistamiento, pueden persistir en sistemas de aguas de red incluso tras tratamientos de desinfección. Las infecciones causadas por estos microorganismos, como en el caso de *Acanthamoeba*, pueden ocasionar graves problemas para la salud [1]. Este estudio pretende identificar y caracterizar amebas aisladas de muestras clínicas en comparación con amebas ambientales para determinar su potencial patogénico.

El estudio se realizó sobre 8 muestras aisladas de pacientes con queratitis amebiana y 16 de origen ambiental. Se cultivaron en agar no nutritivo (MNN), suplementado con *Escherichia coli* inactivadas con calor y sin suplementar. Tras monitorizar su crecimiento durante 1 mes se realizaron ensayos de osmotolerancia (manitol a concentraciones 0,3M, 0,5M y 1M) y termotolerancia a 30°C, 37°C y 42°C. Se extrajo el DNA de las amebas mediante un kit comercial y se realizó PCR convencional específica para amebas de vida libre (FLA) [2], *Acanthamoeba* sp. (JDP) [3], o eucariotas (EUK) [4] en el caso de resultado negativo para las dos anteriores. Además, se secuenció el DNA obtenido de las muestras positivas para su identificación.

Todas las cepas clínicas se identificaron como *Acanthamoeba* sp. El 100% crecieron a 30°C y 37°C, y el 87,50% (7/8) crecieron a 42°C, esto se considera un factor de patogenicidad puesto que proliferan a la temperatura habitual del cuerpo humano e incluso continuarían proliferando en caso de fiebre elevada. Todas las cepas crecieron a 0,3M y ninguna a 1M.

En las muestras ambientales el 50% se identificó como *Acanthamoeba* sp. (8/16), el 43,75% como *Vermamoeba* sp. (7/16) y el 6,25% como *Stenamoeba* sp. (1/16). Esta mayor diversidad también se trasladó a los ensayos de osmotolerancia y termotolerancia. El 75% sobrevivieron a 37°C y sólo el 43,75%, a 42°C. El 37,5% (6/16) de las cepas sobrevivió en 1M de manitol.

Se ha demostrado la presencia de AVL en muestras ambientales de aguas de red y efluentes industriales con características similares a AVL aisladas de queratitis amebianas. Su potencial riesgo para la salud denota la importancia de su estudio en los planes de vigilancia microbiológica para asegurar la calidad del agua.

Referencias

- [1] Rodríguez-Zaragoza S. Crit Rev Microbiol. 20(3), 225-241 (1994).
- [2] Tsvetkova N, Schild M, Panaiotov S, Kurdova-Mintcheva R, Gottstein B, Walochnik J, Aspöck H, Lucas MS, Müller N. Parasitol Res. 92(5):405-413 (2004).
- [3] Schroeder JM, Booton GC, Hay J, Niszl IA, Seal DV, Markus MB, Fuerst PA, Byers TJ. Clin Microbiol. 39(5),1903-1911 (2001).
- [4] DeLong EF. Proc Natl Acad Sci U S A. 89(12), 5685-5689 (1992).

Agradecimientos

PID2022-141402NB-I00 y grupo de referencia B43_23R: Agua y Salud Ambiental (Gobierno de Aragón)

BACTERIAS MULTIRRESISTENTES EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: ESTUDIO PILOTO EN EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES

Larumbe, N.¹; García-Gracia, M.¹; Ceña, P.¹; Beltrán, A.^{1,2,3}; Moles, S.^{1,3}; Goñi, P.^{1,3}.

¹Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública. Universidad de Zaragoza (nlarumbe@unizar.es)

²Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza

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

La diseminación de la resistencia a antibióticos representa una amenaza creciente para la Salud Pública. Recientemente desde la perspectiva *One Health* se estudia si los ecosistemas acuáticos desempeñan un papel clave como reservorios y medios de diseminación de bacterias resistentes y genes de resistencia, especialmente ante el impacto de efluentes antropogénicos. Resulta esencial el aislamiento de bacterias resistentes viables a partir de muestras de aguas, para evaluar su diversidad, perfiles de susceptibilidad y potencial de transferencia genética. Este trabajo se plantea como un estudio piloto cuyo objetivo es identificar bacterias patógenas y multirresistentes presentes en muestras de agua relacionadas con actividades humanas.

Se analizaron dos muestras (efluente doméstico e industrial) en las que se habían detectado previamente genes de resistencia por real-time PCR. El aislamiento de bacterias resistentes se realizó por siembra del sedimento obtenido por centrifugación de las muestras, en placas de agar Müller-Hinton suplementado con distintas familias de antibióticos. Se identificaron las colonias obtenidas por espectrometría de masas MALDI-TOF, se realizaron antibiogramas para determinar sus perfiles de susceptibilidad y se detectó la presencia de integrones de clase 1 (gen *int1*) por PCR convencional [1].

Se aislaron 38 cepas con crecimiento en medios suplementados con estreptomicina, amoxicilina, imipenem, gentamicina, cloranfenicol o cotrimoxazol. Los patrones de resistencia predominantes fueron: tetraciclina/cotrimoxazol (muestra doméstica) y kanamicina/ceftazidima (muestra industrial). A partir de los antibiogramas se seleccionaron 14 cepas de alto nivel de resistencia, cuya identificación en género y especie las clasificó como patógenos oportunistas causantes de infecciones graves en humanos [2,3].

En la muestra del efluente doméstico se detectaron cepas de *Pseudomonas aeruginosa* resistentes a cotrimoxazol, tetraciclina, loracarbef, penicilina, ampicilina y cefotaxima, portadoras del gen *int1*. A partir del efluente industrial se aislaron cepas de *Sphingobacterium mizutaii* positivas para *int1* y resistentes a kanamicina, loracarbef, penicilina, ampicilina y cefotaxima. La resistencia simultánea a múltiples antibióticos beta-lactámicos detectada en estas cepas sugiere la presencia de beta-lactamasas de espectro extendido, que, asociado con identificaciones positivas del gen *int1*, sugiere la posibilidad de que la transferencia horizontal de estos genes se pueda producir en los medios acuáticos.

La identificación de bacterias patógenas oportunistas multirresistentes portadoras de elementos genéticos móviles subraya la relevancia de los ambientes acuáticos como reservorios y diseminadores de bacterias resistentes, lo que refuerza la necesidad de profundizar en su detección, identificación y caracterización genética, así como determinar si se produce la transferencia genética en el medio ambiente y qué factores la favorecen.

Referencias

- [1] Firoozeh, F., Mahluji, Z., Khorshidi, A. and Zibaei, M. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 8, 59, (2019).
- [2] Narváez, S., Vergara, A., Quintana, L.F. et al. *SN Compr. Clin. Med.* 5, 198 (2023).
- [3] Schwartz, B.; Klamer, K.; Zimmerman, J.; Kale-Pradhan, P.B.; Bhargava, A. *Pathogens* 13, 975 (2024).

Agradecimientos

Proyecto PID2022-141402NB-I00 financiado por la Agencia Estatal de Investigación. Grupo de investigación de referencia B43_23R: Agua y Salud Ambiental (Gobierno de Aragón). Contrato predoctoral: Nadia Larumbe (Gobierno de Aragón).

GENES DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA: PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL EN EL CICLO URBANO DEL AGUA

Larumbe, N.¹; García-Gracia, M.¹; Ceña, P.¹; Mosteo, R.^{2,3}; Moles, S.^{1,3}; Goñi, P.^{1,3}.

¹Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública. Universidad de Zaragoza (nlarumbe@unizar.es)

²Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Zaragoza

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

La perspectiva *One Health* reconoce al medio ambiente como un potencial reservorio de genes de resistencia antimicrobiana con implicaciones en la epidemiología de las infecciones microbiológicas humanas. Los ecosistemas acuáticos, especialmente aquellos sometidos a presión antropogénica, pueden favorecer la persistencia y diseminación de elementos genéticos clínicamente relevantes, asociados con la resistencia a distintos antibióticos. Este estudio tiene como objetivo contribuir a la vigilancia ambiental de la resistencia antimicrobiana y explorar sus posibles variaciones estacionales.

Se analizó la presencia de genes de resistencia a antibióticos en 39 muestras de agua de distintos orígenes, tomadas de efluentes industriales, colectores, ríos y depuradoras del norte de España y sur de Francia durante los meses de verano e invierno. La obtención del DNA se realizó centrifugando las muestras y tratando el sedimento a 100°C durante 10 minutos. Los genes fueron identificados utilizando cebadores específicos, por PCR convencional para la detección de integrones de clase 1, 2 y 3 (*int1*, *int2*, *int3*) [1], PCR multiplex para los genes *qnrA*, *qnrB* y *qnrS* [2], y real-time PCR para los genes *tetM*, *sul1*, *bla_{TEM}*, *bla_{CTX-M-32}*, *bla_{OXA-48}* y *bla_{VIM}* [3].

Los integrones de clase 1 (*int1*) fueron los elementos genéticos más frecuentemente detectados, tanto en las muestras tomadas durante los meses de verano como de invierno. El gen *int2* se identificó únicamente en un punto de muestreo correspondiente a un efluente industrial, y fue detectado tanto en la campaña de invierno como la de verano. La frecuencia de los genes de resistencia a sulfamidas (*sul1*) también resultó relevante, encontrándose asociada con la presencia del elemento genético móvil *int1*, sugiriendo que el gen *sul1* podría estar formando parte del integrón, lo que alerta de su posible transmisión horizontal. Entre los genes de resistencia a antibióticos beta-lactámicos analizados se detectó la presencia de *bla_{OXA-48}*, un gen de gran relevancia y preocupación clínica, que confiere resistencia a carbapenems en ambientes hospitalarios. Los genes *int3*, *qnrA*, *qnrB*, *qnrS*, *tetM*, *bla_{CTX-M-32}*, y *bla_{VIM}* no han sido identificados.

En cuanto a la distribución estacional, no se observaron patrones claros entre los genes identificados en las campañas de muestreo de verano e invierno. Las mayores frecuencias de detección de genes se registraron en las muestras procedentes de efluentes industriales y colectores.

En conjunto los resultados confirman la presencia de genes de resistencia a antibióticos en 24 de las 39 aguas estudiadas, con mayor prevalencia de los genes *int1*, que son elementos genéticos móviles, y la presencia de genes muy relevantes en la clínica como *bla_{OXA-48}* en muestras procedentes de colectores y efluentes industriales, sugiriendo la importancia de caracterizar estos genes y las bacterias que los portan, así como su potencial de transmisión horizontal y diseminación en los medios acuáticos.

Referencias

[1] Firoozeh, F., Mahluji, Z., Khorshidi, A. and Zibaei, M. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 8, 59, (2019).

[2] Cattoir, V., Poirel, L., Rotimi, V., Soussy, C. J. and Nordmann, P. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 60, 394-397 (2007).

[3] Guerra-Rodríguez, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Polo-López, M.I., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A. Rodríguez, E., Rodríguez-Chueca, J. *Chemical Engineering Journal* 477 (2023).

Agradecimientos

Proyecto PID2022-141402NB-I00 financiado por la Agencia Estatal de Investigación. Grupo de investigación de referencia B43_23R: Agua y Salud Ambiental (Gobierno de Aragón). Contrato predoctoral: Nadia Larumbe (Gobierno de Aragón).

EL PAPEL DE LAS AMEBAS DE VIDA LIBRE EN LA PERSISTENCIA DE GENES DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN AGUAS

Larumbe, N.¹; García-Gracia, M.¹; Morales, D.¹; Mosteo, R.^{2,3}; Moles, S.^{1,3}; Goñi, P.^{1,3}.

¹Departamento de Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública. Universidad de Zaragoza (nlarumbe@unizar.es)

²Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Zaragoza

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

Los ecosistemas acuáticos, especialmente aquellos que reciben efluentes derivados de las actividades humanas, han sido descritos como reservorios de genes de resistencia antimicrobiana. En este contexto, las amebas de vida libre (AVL) desempeñan un papel clave como nichos ecológicos capaces de albergar bacterias endosimbiontes, favoreciendo su supervivencia frente a condiciones adversas y facilitando el intercambio de elementos genéticos. Estas interacciones convierten a las amebas en potenciales reservorios y diseminadores de la resistencia antimicrobiana, por lo que su estudio resulta especialmente relevante para abordar esta problemática desde la perspectiva *One Health*. Este trabajo contribuye a la vigilancia ambiental de diseminación de la resistencia antimicrobiana, explorando el papel de las amebas de vida libre en su persistencia y propagación en ambientes acuáticos.

Se incluyeron en el estudio 14 muestras de aguas de distintos orígenes. Las amebas de vida libre (14) fueron aisladas a partir de ellas por siembra en agar no nutritivo, y las bacterias endosimbiontes (10) por cultivo de lisados de AVL en medios con antibióticos. Para todas ellas se realizó una extracción de ADN y se analizó la presencia de genes de resistencia a antibióticos (*int1*, *qnrS*, *sul1*, *tetM*, *bla_{TEM}*, *bla_{CTX-M-32}*, *bla_{OXA-48}* y *bla_{VIM}*) mediante real-time PCR utilizando protocolos previamente descritos [1].

Tanto en las AVL como en las aguas se detectaron los genes *int1*, *sul1* y *bla_{TEM}*, con predominancia de *bla_{TEM}* (43%) en aguas e *int1* (56%) en AVL. En las bacterias endosimbiontes aisladas del interior de las AVL se identificaron *int1*, *sul1*, *tetM* y *bla_{VIM}*, predominando *bla_{VIM}* (50%). Los genes *qnrS* y *bla_{CTX-M-32}* no fueron detectados en las muestras. Estos resultados ponen de manifiesto que las AVL contienen en su interior bacterias portadoras de genes de resistencia frente a distintas familias de antibióticos: sulfonamidas (*sul1*), tetraciclinas (*tetM*) y beta-lactámicos (*bla_{TEM}*), incluidos los carbapenems (*bla_{VIM}*). Además, la frecuente identificación de *int1* alerta de la posible transferencia horizontal de genes de resistencia en el interior de las AVL, al codificar para una integrasa que permite a las bacterias adquirir y acumular determinantes genéticos de resistencia a los antimicrobianos.

Los resultados de este estudio confirman la presencia de genes de resistencia frente a múltiples familias de antibióticos tanto en aguas como en amebas de vida libre y sus bacterias endosimbiontes. La prevalencia de elementos genéticos móviles como *int1* en las muestras de amebas sugiere la importancia de caracterizar los fenómenos de transferencia horizontal de genes que pueden estar favorecidos en su interior y su posible contribución a la diseminación de resistencias en ambientes acuáticos.

Referencias

[1] Guerra-Rodríguez, S., Abeledo-Lameiro, M.J., Polo-López, M.I., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A. Rodríguez, E., Rodríguez-Chueca, J. *Chemical Engineering Journal* 477 (2023)

Agradecimientos

Proyecto PID2022-141402NB-I00 financiado por la Agencia Estatal de Investigación. Grupo de investigación de referencia B43_23R: Agua y Salud Ambiental (Gobierno de Aragón). Contrato predoctoral: Nadia Larumbe (Gobierno de Aragón).

MICROESFERAS JERÁRQUICAS DE $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$ ACTIVADAS POR LUZ VISIBLE PARA EL TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS

Miguel, N.¹; Quishpe-Quishpe, M.^{1,2,3}; Proaño-Rhona, L.²; Auquilla-Villamagua, M.²; Suarez-Chamba, M.⁴; Morán-Marcillo, G.²; Herrera-Robledo, M.⁵

¹ Grupo de investigación Agua y Salud Ambiental, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Zaragoza, María de Luna s/n, 50018 Zaragoza, España.

² Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Regional Amazónica Ikiam, Muyuna Road km 7, Tena 150150, Napo, Ecuador.

³ Grupo de Investigación en Biomimética Amazónica y Nanotecnología (GIBAN, Universidad Regional Amazónica Ikiam, Muyuna Road km 7, Tena 150150, Napo, Ecuador.

⁴ Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de San Martín, Avenida 25 de Mayo 1169, General San Martín, Buenos Aires, Argentina.

⁵ School of Chemical Sciences and Engineering, Yachay Tech University, Urcuquí 100650, Ecuador;

La presencia simultánea de contaminantes emergentes y microorganismos patógenos en cuerpos de agua representa un desafío creciente para la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Entre estos contaminantes, los parabenos han sido ampliamente estudiados por su persistencia, uso extendido y potencial impacto ambiental, mientras que la contaminación microbiológica continúa siendo un problema relevante para la calidad del agua [1,2]. En este contexto, la fotocatalisis activada por luz visible se presenta como una alternativa prometedora frente a tratamientos convencionales, especialmente cuando se emplean semiconductores capaces de generar especies reactivas de oxígeno bajo irradiación de baja energía. Los oxihaluros de bismuto ricos en bismuto han emergido como una familia de fotocatalizadores de interés por sus propiedades ópticas, electrónicas y ambientales [3,4]. En este trabajo se sintetizaron microesferas jerárquicas tipo flor de $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$ mediante un proceso solvotermal seguido de calcinación. Los materiales obtenidos fueron caracterizados mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido, espectroscopía de energía dispersiva, análisis superficial, espectroscopía UV-Vis de reflectancia difusa y espectroscopía fotoelectrónica de rayos X. Los resultados confirmaron la transformación de BiOI hacia la fase $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$, conservando una arquitectura tridimensional compuesta por nanoplacas. Esta estructura favorece la disponibilidad de sitios activos y contribuye al desempeño fotocatalítico del material. La actividad del $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$ fue evaluada en dos modelos de contaminación acuosa: la degradación de propilparabeno y la inactivación de *Escherichia coli* bajo luz visible. Las microesferas sintetizadas mostraron una elevada eficiencia en la degradación del contaminante orgánico y una reducción significativa de la viabilidad bacteriana. Este comportamiento se atribuye a la modificación de la estructura electrónica del material, particularmente a una posición más oxidante de la banda de valencia, que favorece la generación de especies reactivas de oxígeno. Estudios recientes han mostrado el potencial de sistemas basados en $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$ para la degradación de propilparabeno y la inactivación bacteriana, lo que refuerza la pertinencia de esta aproximación [5,6]. En conjunto, los resultados sugieren que las microesferas de $\text{Bi}_4\text{O}_5\text{I}_2$ constituyen una alternativa promisoriosa para procesos de tratamiento avanzado de agua orientados a la remoción integrada de contaminantes químicos y microbiológicos.

Referencias

- [1] Nguyen, V.H.; Phan Thi, L.A.; Chandana, P.S.; Do, H.T.; Pham, T.H.; Lee, T. *Chemosphere* 276, 130163 (2021).
 [2] Wang, M.; Ateia, M.; Awfa, D.; Yoshimura, C. *Chemosphere* 268, 128850 (2021).
 [3] Jin, X.; Ye, L.; Xie, H.; Chen, G. *Coordination Chemistry Reviews* 349, 84–101 (2017).
 [4] Suarez-Chamba, M.; Rajendran, S.; Herrera-Robledo, M.; Priya, A.K.; Navas-Cárdenas, C. *Environmental Research* 112834 (2022).
 [5] Tu, S.; Lu, M.; Xiao, X.; Zheng, C.; Zhong, H.; Zuo, X.; et al. *RSC Advances* 6, 44552–44560 (2016).
 [6] Ma, Z.; Wang, N.; Guo, W.; Zhang, K.; Li, J. *Materials Letters* 352, 135207 (2023).

VALIDACIÓN Y APLICACIÓN DE KITS ELISA COMERCIALES PARA LA DETERMINACIÓN RÁPIDA DE ANTIBIÓTICOS EN AGUAS Y LODOS DE DEPURADORA

Navarro, H.¹; Moles, S.²; Jiménez, M. S.¹; Goñi, P.²; Laborda, F.¹

¹ Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores (GEAS); ² Grupo Agua y Salud Ambiental

^{1 y 2} Instituto Universitario en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. Email: hnavarro@unizar.es

La emisión descontrolada de antibióticos procedentes de ciclos urbanos, agrícolas y ganaderos a la hidrosfera puede estar ligada al desarrollo de bacterias multirresistentes, una de las amenazas más importantes para la salud pública en la actualidad. La implementación de procesos de eliminación eficaces para este grupo de contaminantes emergentes en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) está ligada a los avances en las técnicas para su detección. Los métodos analíticos basados en ensayos por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) tiene una serie de ventajas que incluyen: rapidez, bajo coste, bajos límites de cuantificación, elevada selectividad y capacidad de analizar grandes grupos de muestras de forma simultánea. En el caso de la determinación de antibióticos, se han desarrollado distintos kits ELISA comerciales orientados a su determinación en muestras biológicas y alimentarias, pero no para el análisis de aguas u otras muestras medioambientales.

El objetivo de este trabajo es la validación de kits ELISA comerciales para su aplicación en la determinación de tres familias de antibióticos (sulfonamidas, beta-lactámicos, fluoroquinolonas), así como de azitromicina, en aguas naturales y residuales y lodos de depuradora. Las prestaciones analíticas de estos kits han permitido cuantificar los antibióticos a concentraciones por encima de 1.0 ng mL⁻¹ con una precisión mejor del 30% y recuperaciones entre 60 y 110%. También ha sido posible el análisis de muestras sólidas haciendo uso de una extracción sólido-líquido con metanol.

Los kits seleccionados se han aplicado al análisis de muestras procedentes de diversos puntos del territorio POCTEFA en sur de Francia y norte de España dentro del proyecto EMERGENTcy (<https://www.emergentcy.eu/es>), logrando resultados satisfactorios como método de detección rápida.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto EMERGENTcy (EFA37/01, cofinanciado al 65% por la Unión Europea a través del programa Interreg VI-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2021-2027). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza entre España, Francia y Andorra

HACIA UNA GANADERÍA DE PRECISIÓN SOSTENIBLE Y ÉTICA: DETECCIÓN NO INVASIVA DEL ESTRO OVINO (PROYECTO ESTRONOSE)

Pérez-Pe, R.¹; Casao, A.¹; Abecia, A.¹; Pina, P.²; Lafuente, M.²; Jerónimo-Cruz, R.²; Laviña, A.³., Macías, A.³., López, R.⁴; Ontañón, I.⁴

1 Grupo BIOFITER-Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Veterinaria, UNIZAR.

2 Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (UNIZAR-CSIC).

3 Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Rasa Aragonesa (ANGRA, San Juan de Mozarrifar, Zaragoza. 4 Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología, Química Analítica, Facultad de Ciencias, Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (UNIZAR-CITA)

En la actualidad, el sector ganadero se enfrenta a desafíos crecientes relacionados con la sostenibilidad ambiental, el bienestar animal y la demanda social de productos "limpios, verdes y éticos". En este escenario, la reducción del uso de hormonas exógenas en la reproducción animal es una prioridad, siendo ya una prohibición estricta en la ganadería ecológica y una tendencia normativa previsible para las explotaciones convencionales. La producción ovina, fundamental en Aragón por su papel en el mantenimiento de la población rural y la preservación del medio natural, requiere de nuevas tecnologías que permitan una gestión eficiente y respetuosa con el medio ambiente. El proyecto ESTRONOSE surge para desarrollar métodos de detección del estro no invasivos basados en el "volatiloma" (compuestos orgánicos volátiles), eliminando la dependencia de tratamientos hormonales de sincronización y optimizando la inseminación artificial en esquemas de mejora genética.

En una primera fase, se optimizaron los procedimientos analíticos y de muestreo mediante un estudio piloto con seis ovejas de raza Rasa Aragonesa con celo sincronizado mediante esponjas intravaginales impregnadas con 20 mg de acetato de flugestona (Chorongest®, Intervet). Se compararon muestras de frotis vaginales, heces y orina obtenidas en diferentes momentos del estro y post-estro, analizadas mediante microextracción en fase sólida (SPME) y cromatografía de gases bidimensional acoplada a espectrometría de masas (GCxGC-MS). El muestreo de orina fue descartado por su alta variabilidad, así como los hisopos con mango de plástico que generaban señales de interferencia, seleccionándose los de madera para evitar errores en la identificación de biomarcadores. Los resultados revelaron que, mientras que las heces no mostraron cambios significativos, los frotis vaginales presentaron concentraciones marcadamente superiores de diversos compuestos volátiles —principalmente ésteres etílicos— durante el estro.

Sin embargo, en un segundo estudio posterior realizado con 20 ovejas que mostraron celo de forma natural (sin tratamiento hormonal), no se encontraron cambios en esos compuestos candidatos a lo largo del ciclo estral. Tras analizar mediante GC/MS fragmentos de esponjas intravaginales limpias, utilizadas en el primer experimento para la sincronización del celo, se descartó que los compuestos detectados anteriormente fueran atribuibles a la composición de los materiales de las esponjas. No obstante, no es descartable que la colocación de las esponjas durante varios días alterase la composición de la flora vaginal y, con ello, la síntesis de determinadas sustancias.

A pesar de la ausencia de los primeros candidatos en celos naturales, se han podido identificar otros compuestos presentes sólo en el momento del celo. Actualmente, el equipo multidisciplinar trabaja en el desarrollo de un sistema de captación de estos nuevos volátiles candidatos y en el diseño de una "abrazadera sensorial" inteligente para su colocación directa sobre el animal. Este dispositivo servirá para detectar el momento de celo, permitiendo una gestión ganadera que minimice el impacto ambiental y asegure la sostenibilidad de las explotaciones. Además, esta tecnología podría ser aplicable también a especies silvestres para profundizar en el conocimiento de sus ciclos reproductivos de una manera no estresante para el animal y facilitar la aplicación de técnicas de reproducción asistida en estas especies.

Agradecimientos Este trabajo ha sido financiado por los proyectos Proy_A17_24 (Gobierno de Aragón), AEI España (PID2022-142451OB-C22) e I-2020/012/PIP (Beyond SERSING project).

RESPUESTAS FUNCIONALES DEL SUELO Y EL FORRAJE A LA INTENSIDAD DEL PASTOREO EN PASTOS SUBALPINOS DEL PIRINEO CENTRAL

Quintana-Esteras, S; Santolaria, P; Martí, C.

Escuela Politécnica Superior de Huesca; C. de Cuarte, s/n, 22071 Huesca, squintana@unizar.es

Los pastos del Pirineo Central constituyen sistemas socioecológicos altamente sensibles donde el pastoreo extensivo regula procesos clave relacionados con el almacenamiento de carbono, la dinámica hídrica y el funcionamiento microbiano del suelo [1,2]. Sin embargo, la mayoría de los estudios evalúan de forma independiente las respuestas del suelo o del forraje, limitando una comprensión integrada del funcionamiento ecosistémico.

En este estudio se compararon dos pastos subalpinos de Escuaín (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Huesca) sometidos a diferentes intensidades moderadas de pastoreo (moderada-alta y moderada-baja), validadas mediante el análisis de las trayectorias GPS obtenidas a partir de los collares de vallado virtual en cinco vacas. A través de un análisis multivariante, se integraron la carga ganadera, la información derivada del GPS, las propiedades edáficas (indicadores físicos, químicos y biológicos) y la diversidad funcional microbiana del suelo, así como la estructura de la vegetación y la calidad bromatológica del forraje. Estas últimas, evaluadas a partir de transectos lineales de intercepción y muestras de biomasa aérea y, para analizar la respuesta del ecosistema a la carga ganadera.

Los resultados mostraron que una menor intensidad de pastoreo incrementó la estabilidad estructural del suelo, la capacidad de retención hídrica y el contenido de carbono orgánico total y oxidable, favoreciendo procesos de estabilización del carbono asociados a un incremento del tiempo medio de residencia (TMR) [1,3]. Asimismo, se observó una mayor diversidad funcional microbiana. Por el contrario, las parcelas con mayor intensidad de pastoreo presentaron mayores concentraciones de carbono orgánico disuelto y mayores tasas de respiración microbiana, lo que sugiere una dinámica más activa del carbono lábil. No se observaron diferencias significativas en la diversidad de la mesofauna ni en ciertas actividades enzimáticas. La composición botánica del forraje estuvo dominada por gramíneas y leguminosas, caracterizadas por un elevado contenido en fibra y deficiencias en micronutrientes esenciales (Zn, Cu y Se); lo que dio lugar a un forraje de baja calidad nutritiva, con independencia de la carga ganadera aplicada.

Los análisis multivariantes identificaron el carbono del suelo y el estado hidrológico como los principales ejes organizadores de la variabilidad ecosistémica, coordinando las respuestas entre el suelo, los microorganismos y el forraje [4,6]. En conjunto, los resultados evidencian que incluso variaciones moderadas en la intensidad de pastoreo pueden generar respuestas funcionales integradas en estos ecosistemas de montaña, poniendo de manifiesto su elevada sensibilidad frente a cambios en la gestión ganadera y al cambio climático [7].

Referencias

- [1] Abdalla, M.; Hastings, A.; Chadwick, D.R.; Jones, D.L.; Evans, C.D.; Jones, M.B.; Rees, R.M. and Smith, P. *Agric. Ecosyst. Environ.* 253, 62–81 (2018).
- [2] Delgado-Baquerizo, M.; Reich, P.B.; Trivedi, C. et al. *Nat. Ecol. Evol.* 4, 210–220 (2020).
- [3] Bongiorno, G.; Büneemann, E.K.; Oguejiofor, C.U. et al. *Ecol. Indic.* 99, 38–50 (2019).
- [4] Lai, L. and Kumar, S. *Agric. Ecosyst. Environ.* 297, 106943 (2020).
- [5] Nannipieri, P.; Ascher, J.; Ceccherini, M.T. et al. *Eur. J. Soil Sci.* 54, 655–670 (2003).
- [6] Wang, Y. and Huang, X. *Sci. Total Environ.* 724, 138–149 (2020).
- [7] Zha, T.; Jia, X.; Bai, Y. et al. *J. Environ. Manage.* 318, 115–126 (2022).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del programa Interreg V-A España–Francia–Andorra, POCTEFA (2021–2027), proyecto EFA077/01 PASTORCLIM, y por el Gobierno de Aragón (DGA-FSE) mediante las ayudas A07_23BIOFITER y S51_23R GEOFOREST. Asimismo, agradecemos a todas las personas que colaboraron en los muestreos de campo y a los ganaderos locales por su ayuda en la identificación de las zonas de estudio adecuadas.

ESTUDIO DE LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS DE LIDIA AL MANEJO TRADICIONAL, TRANSPORTE Y FESTEJOS POPULARES MEDIANTE EL USO DE BIOLOGGERS SUBCUTÁNEOS

Abecia, J. A.¹; Iglesias, P.²; Plaza, J.³; Nieto, J.³; Morales, L.²; Alonso, M. E.²; Lomillos, J. M.⁴; Palacios, C.³

¹IUCA-UNIZAR

²Facultad de Veterinaria, UNILEON

³Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, USAL

⁴Facultad de Veterinaria, Universidad CEU Cardenal Herrera

La evaluación del bienestar animal en festejos tradicionales con ganado de lidia ha dependido históricamente de observaciones conductuales subjetivas, careciendo de una caracterización fisiológica objetiva y continua [1]. La monitorización telemétrica mediante biologgers de implantación subcutánea posibilita, por primera vez, el registro ininterrumpido de variables críticas en condiciones de libertad, superando las limitaciones del muestreo puntual. El objetivo de este estudio piloto fue cuantificar las respuestas de la temperatura corporal (T), la frecuencia cardíaca (FC) y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) en vacas de lidia durante la secuencia completa de manejo —desde la finca de origen hasta el sacrificio—, identificando los hitos de mayor compromiso homeostático.

Se emplearon cuatro vacas adultas (raza Lidia, encaste Murube) criadas en régimen extensivo. Se implantaron dispositivos subcutáneos (DST deci-HRT ACT; Star-Oddi, Islandia) 20 días antes del inicio del estudio para garantizar la estabilización basal tras la cirugía. Los dispositivos se programaron para registrar la T interna y electrocardiogramas (ECG) cada 2 min. A partir del ECG se derivaron la FC y los índices de la VFC: la desviación estándar de los intervalos NN (SDNN) y la raíz cuadrada de la media de las diferencias sucesivas entre intervalos NN (RMSSD). El análisis segmentó el proceso en 13 fases discretas (desde el reposo en finca, transporte y encierro a caballo, hasta los festejos en plaza y estancia en matadero).

Los resultados demuestran fluctuaciones altamente significativas en todas las variables analizadas ($P < 0.001$). La Fase 4 (encierro a caballo) se identificó como el episodio de mayor desafío fisiológico, alcanzando picos máximos de FC (112 ppm; +52 ppm respecto al basal) y T corporal (39.2 °C; un incremento de +2.2 °C).

Desde la perspectiva de la regulación autonómica, el índice RMSSD exhibió la mayor capacidad discriminativa, con una caída drástica del 75% durante el encierro a caballo y el transporte subsiguiente, evidenciando una profunda eliminación del tono parasimpático y un estado de alerta adrenérgica máxima. Es notable que, a diferencia de la FC y la T —que mostraron inercia térmica y cardiovascular tras el estrés—, la VFC permitió detectar una recuperación efectiva del tono vagal durante los periodos de descanso prolongado en los corrales de la plaza (Fase 8), donde los valores de RMSSD superaron incluso el nivel basal (rebote vagal compensatorio).

La implementación de biologgers subcutáneos transforma la comprensión del bienestar en el ganado de lidia al proporcionar datos empíricos de alta resolución temporal. El índice RMSSD se consolida como el indicador de bienestar animal más sensible en este contexto, permitiendo diferenciar entre estrés agudo y procesos de recuperación de forma más precisa que la FC o la T por sí solas. Estos hallazgos subrayan que el encierro a caballo representa el punto crítico de mayor exigencia, mientras que las fases de bajo estímulo resultan estratégicas para la restauración autonómica. Estos datos ofrecen una base científica para optimizar los protocolos de manejo tradicional, permitiendo ajustes técnicos que mitiguen el impacto fisiológico sin desvirtuar el marco cultural de los festejos.

Referencias

[1] Escalera-Valente F. et al., *Animals* 11 (2021) 2866.

DESARROLLO DE UN MÉTODO EFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN Y COLECTA DE EMBRIONES DE *APIS MELLIFERA* EN CONDICIONES DE CAMPO Y EVALUACIÓN DE SU VIABILIDAD

Yániz, J. L.¹, Silvestre, M. A.², Santolaria, P.¹

¹BIOFITER research group, Environmental Sciences Institute (IUCA), Department of Animal Production and Food Sciences, University of Zaragoza, Huesca, 22071, Spain.

²Department of Cell Biology, Functional Biology and Physical Anthropology, University of Valencia, 46100 Burjassot, Spain.

La obtención de embriones de *Apis mellifera* de edad conocida y en cantidades suficientes constituye un requisito fundamental tanto para estudios básicos del desarrollo como para investigaciones en criopreservación embrionaria, ámbito aun escasamente explorado en esta especie. Aunque se ha descrito un método para la obtención de embriones en condiciones de laboratorio, esto puede alterar tanto la fisiología como la viabilidad embrionaria.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar un método eficiente para la producción y recolección masiva de embriones de edad conocida en condiciones de campo. Para ello, se evaluaron dos dispositivos comerciales, Nicot y Jenter, habitualmente utilizados en la cría de reinas, los cuales se instalaron en el centro de dos colonias sanas.

Ambos dispositivos se basan en la reclusión de la reina en una caja cuya base presenta orificios o celdillas, mientras que la tapa dispone de una rejilla excluidora que permite el acceso de las obreras para su cuidado. Las cúpulas situadas en la parte posterior de los dispositivos fueron sustituidas por una lámina diseñada para facilitar la recogida de la puesta. Con el fin de estimular la oviposición, las colonias fueron suplementadas con jarabe azucarado y pasta proteica, y se colocaron cuadros con cría en las proximidades de los dispositivos. Tras la instalación del sistema con la reina en su interior, se monitorizó el inicio y la frecuencia de la puesta. La oviposición se inició entre los 5 y 16 días posteriores a la instalación, dependiendo de la colonia, y en todos los casos se obtuvieron embriones en cantidad suficiente. Una vez iniciada la puesta, la reina oviposita a intervalos de pocas horas, lo que permite la recolección de embriones de edad conocida. En cuanto a los dispositivos evaluados, se observaron diferencias relevantes. En el sistema Nicot, las obreras rodearon los huevos con depósitos de cera formando estructuras tipo cúpula, lo que dificulta su manipulación posterior. Por el contrario, el dispositivo Jenter, caracterizado por presentar orificios de menor diámetro, permitió la obtención de huevos perfectamente alineados y en posición vertical, sin acumulaciones de cera circundantes. La evaluación de la viabilidad embrionaria se realizó en un incubador a 35 °C y 70% de humedad relativa, verificando el 100% de eclosión en los embriones analizados.

Agradecimientos Este trabajo fue financiado por la AEI-MICINN (proyecto PID2023-148475OB-I00) y la DGA-FSE (proyecto A07_23R).

VARIACIÓN DEL TRANSCRIPTOMA INDUCIDA POR *PRIMING* TÉRMICO EN MASAS EMBRIOGÉNICAS DE *PINUS PINASTER*

Rodríguez-Cuesta, A.¹, Tarazona, L. M.², Pérez-Oliver, M. A.³, Arrillaga I.³, López-Álvarez, D. C.², Sales, E.¹

¹ Dpto. Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza. Escuela Politécnica Superior, Ctra. Cuarte s/n 22005, Huesca, España. alrodriguez_c@posta.unizar.es

² Dpto. Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira, Ctra. 32 # 12 -00, Palmira, Colombia.

³ Instituto de Biotecnología y Biomedicina (BiotecMed) y Dpto. Biología Vegetal, Universidad de Valencia. Facultad de Farmacia, Av. Vicent Andrés Estellés 22, 46100, Burjassot, España.

La aplicación de estímulos ambientales (*priming*) durante la propagación de plantas mediante embriogénesis somática puede inducir la activación de sus defensas contra diferentes tipos de estrés ambiental, ya que el *priming* es capaz de modular la regulación epigenética de esta respuesta [1], dando lugar a epitipos, es decir, variantes de expresión genética. Los tratamientos de estrés abiótico o biótico durante la micropropagación se han empleado para el estudio de los mecanismos que permiten establecer una memoria celular en los tejidos y proporcionan una estrategia complementaria en los programas de mejora de especies forestales [2]. Es importante considerar que estas especies, y particularmente las coníferas, son organismos con largos ciclos de vida, lo que dificulta los métodos clásicos de selección.

Para conocer qué efectos tienen los episodios repetitivos de calor en la embriogénesis de pino marítimo (*Pinus pinaster* Aiton) se aplicaron pulsos cortos semanales (10 min x 60 °C x 5 semanas) a masas embriogénicas (MEs) en fase de proliferación de cinco genotipos de esta especie, mientras que otra parte de las MEs de esos genotipos se mantuvieron en condiciones control (23 °C). Posteriormente, a partir de las MEs de tres de estos cinco genotipos se obtuvieron plantas que se aclimataron en invernadero y cultivaron hasta los 2 años de edad.

Se tomaron muestras de MEs control y primadas (5 genotipos x 2 epitipos) y de acículas de las plantas derivadas de ellas (3 genotipos x 2 epitipos). Se aisló el ARN de dichas muestras y se secuenció, generando 10 librerías de MEs y 6 de acículas. Mediante el uso de un flujo de trabajo bioinformático se ensamblaron *de novo* dos transcriptomas (uno por tipo de tejido) con la *suite* Trinity y, utilizando una serie de herramientas se redujo su complejidad hasta obtener 25.936 y 21.368 transcritos en MEs y acículas, respectivamente. Los transcritos se anotaron mediante búsqueda por homología de secuencia con BlastN contra la base de datos *core_nt* de NCBI. Estos transcriptomas se utilizaron como referencia para mapear las lecturas y los conteos obtenidos para cada transcrito se cuantificaron y normalizaron mediante el paquete de R *edgeR*. Con este mismo paquete se analizó el efecto del tratamiento de *termo-priming* y se identificaron 39 y 214 genes diferencialmente expresados (*DEGs*) para las MEs (11 sobre-expresados y 28 reprimidos) y las acículas (86 sobre-expresados y 128 reprimidos), respectivamente.

En ambos casos, la mayoría de los *DEGs* identificados codifican proteínas relacionadas con el estrés, principalmente proteínas con repeticiones pentatricopéptido (*PPR*). Esto sugiere que la aplicación de pulsos de calor durante la fase de proliferación de las MEs causa una reprogramación transcriptómica que se mantiene en las plantas derivadas de ese material.

Referencias

[1] Fossdal, C.G., Krokene, P., Olsen, J.E., Strimbeck, R., Viejo, M., Yakovlev, I. and Mageroy, M.H. *Plant Physiol.* 195, 1117-1133 (2024)

[2] Montero-Pau, J., Pérez-Oliver, M.A., Rodríguez-Cuesta, Á., Arrillaga, I. and Sales, E. *BMC Genomics* 26, 467 (2025)

Agradecimientos

Financiado por AEI/MCIN mediante los proyectos PID2020-112627RB-C31/AEI/10.13039/501100011033, PID2024-156422OB-C31/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, GVA CIAICO/2023/005, EU (contrato Programa Investigador de A. Rodríguez-Cuesta) y Universidad de Valencia (contrato predoctoral de M.A. Pérez-Oliver, *Atracció de Talent* 404).

LA DIETA DEL GANADO PREHISTÓRICO Y SU IMPRONTA DENTAL. PREHFORRAJE: EL POTENCIAL DE UNA COLECCIÓN EXPERIMENTAL EN SU RECONSTRUCCIÓN

Sierra, A.¹; Abecia, J. A.²; Alcolea, M.³; Canto, F.²; Mazzuco, N.¹; Picazo, J.³; Montes, L.³

1) *Università di Pisa, Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere (Preistoria e Archeologia sperimentale), Lungarno Antonio Pacinotti, 43, 56126 Pisa (Italia), asierrasainzaja@gmail.com*

2) *Universidad de Zaragoza. IUCA-BIOFITER*

3) *Universidad de Zaragoza. IUCA-P3A*

La alimentación de las poblaciones animales es uno de los aspectos que mayor información puede aportar para el conocimiento de la socio-economía de las sociedades del pasado. El estudio de la dieta animal tiene especial interés en el caso de los animales domésticos, puesto que las prácticas ganaderas implican control humano sobre la alimentación del ganado para asegurar su rendimiento en las condiciones ambientales locales. El proyecto PREHFORRAJE se ha enfocado en el estudio de la alimentación de los primeros ganados en la Prehistoria de la Cuenca del Ebro, con un objetivo principal: caracterizar las estrategias de gestión ganadera de las primeras sociedades campesinas y cómo estas estrategias evolucionaron a lo largo del tiempo a partir del Neolítico.

Para lograrlo, se plantearon tres objetivos específicos: 1) identificar el posible uso de forraje en la alimentación de los animales domésticos durante la Prehistoria; 2) crear un referencial de dientes de ovejas actuales alimentadas bajo control para comparar los dientes prehistóricos y, 3) recopilar y recuperar el conocimiento sobre el uso tradicional de forraje y las plantas utilizadas.

En la investigación prehistórica sobre la alimentación animal, los dientes son fundamentales debido a su distintiva morfología que permite identificar la especie, y a su habitual excelente estado de conservación. En estos análisis se emplean dos métodos principales: el análisis de isótopos estables (que permite rastrear el origen de las plantas consumidas, y con ello, estimar la movilidad de los rebaños), y el estudio del microdesgaste dental, de incipiente desarrollo, que examina el daño microscópico (estrías y alteraciones) de la superficie dental causado durante la masticación. Este último método, también conocido como efecto "Última cena," se centra en los efectos de las últimas comidas del animal [1].

Para la obtención de la colección comparativa se adquirieron cinco grupos de ovejas que fueron alimentadas durante un mes con otras tantas dietas controladas, en el campo (20 ejemplares) y en el animalario de la Facultad de Zaragoza de la Universidad de Zaragoza (29 ejemplares). Las 5 dietas contemplaban el consumo de pastos naturales (monte bajo y pradera) y de forrajes variados (paja de cereal, grano de cereal y bellotas) en el caso de los animales estabulados.

El análisis mediante microscopio confocal de los dientes de esta colección referencial ha permitido reconocer patrones de microdesgaste de las superficies dentales de gran valor en su comparación con muestras arqueológicas, para la identificación de la dieta de los ganados prehistóricos.

El proyecto, financiado por la convocatoria de Líneas Transversales 2022 del IUCA, ha involucrado a investigadores de diferentes instituciones y especialidades, habiendo desarrollado hasta el momento actividades de selección y análisis de muestras arqueológicas animales y botánicas; la recopilación de información etnográfica; el diseño de las dietas animales, y la obtención y análisis microscópico de muestras dentales actuales, generando una excelente colección referencial que está empezando a ser empleada en los análisis (en curso) de varios yacimientos de la cuenca del Ebro.

Referencias

[1] Mainland, I.L. *Environmental Archaeology*1(1), 55-62 (1998)

CAMBIO DE LA PERCEPCIÓN DE CONTAMINACIÓN EN EL BARRIO DE LA ALMOZARA (ZARAGOZA)

Pueyo Anchuela, Ó.¹, López Julián, P. L.², Revuelto Gimeno, C.³, Martín-García, J.¹, Gracia Abadías, J.⁴, Mihi, E.⁵, Sánchez, J.⁵

⁽¹⁾ Grupo de Investigación Beagle. Universidad de Zaragoza (opueyo@unizar.es; araujo@unizar.es); ⁽²⁾ EUPLA (pllopez@unizar.es); ⁽³⁾ Geoscan Consultoria, SLP (crevuelto@geoscan.es), ⁽⁴⁾ Cátedra Geología y Sociedad (grabaja@control7.es), ⁽⁵⁾ Asociación de Vecinos Ebro de La Almozara (asociacionebro@gmail.com)

El barrio de La Almozara experimentó una intensa movilización social entre las décadas de 1960 y 1980 debido a la actividad industrial desarrollada en su interior, que generaba humos y vapores tóxicos [1]. El cese de dicha actividad eliminó la contaminación perceptible —visible y cotidiana—, que quedó en parte oculta tras la construcción de un gran parque, el Parque Aljafería, sobre los residuos abandonados tras el cierre industrial [2,3].

Las movilizaciones sociales iniciales se centraban en impactos organolépticos evidentes (malos olores, irritación ocular o de garganta, molestias sensoriales). Con el tiempo, el concepto de contaminación ha evolucionado hacia procesos más complejos, asociados a interacciones y transformaciones físico-químicas menos visibles. Esta transición conceptual no ha estado exenta de dificultades. Aunque el cambio de perspectiva se ha producido a nivel social, en ocasiones la rapidez en la implementación normativa ha superado la capacidad de comprensión colectiva, recurriendo a mensajes simplificados y limitando el acompañamiento social de la problemática. Como resultado, puede generarse una desconexión entre la percepción directa de la contaminación y los marcos normativos que la regulan, más abstractos y basados en conocimiento técnico especializado. Esta brecha contribuye a que persista una percepción heredada centrada en lo visible y sensorial, sin incorporar plenamente la comprensión de procesos menos evidentes.

En el caso de La Almozara, la actividad industrial dejó en el subsuelo toneladas de residuos con alto contenido en metales pesados, tanto bajo el Parque Aljafería como en calles y otros espacios del barrio. Estos materiales fueron reutilizados como relleno para elevar la cota del terreno y reducir la inundabilidad. Lejos de ser inertes, estos residuos proceden de la tostación de sulfuros metálicos en la producción de ácido sulfúrico, generando escorias enriquecidas en metales ajenos al contexto geológico natural de terraza fluvial del río Ebro [3]. Aunque su enterramiento ha contribuido a una percepción de ausencia de riesgo, su exposición durante obras, excavaciones o procesos erosivos favorece su dispersión. La falta de reconocimiento de su peligrosidad implica que a menudo no se gestionen como residuos peligrosos. Sin embargo, su interacción con aguas de lluvia o riego —que en algunos casos presentan pH inferiores a 3— puede movilizar metales, afectando a suelos no contaminados y ampliando la huella de contaminación en el subsuelo del barrio.

En los últimos años, la investigación desarrollada desde una perspectiva de ciencia ciudadana ha permitido visibilizar esta problemática, favoreciendo la toma de conciencia sobre una contaminación heredada que, aunque originada en el siglo pasado, sigue activa. Este trabajo se ha centrado en la caracterización química y mineralógica de los residuos, así como en su variabilidad y movilidad en condiciones ácidas, abordándolos no como elementos estáticos, sino como fuentes persistentes de contaminación. En este contexto, la ciencia ciudadana ha contribuido a la alfabetización científica del barrio, promoviendo una comprensión más profunda de la herencia de contaminación ambiental de La Almozara.

Referencias

- [1] Corral, P., (2015) Protesta y ciudadanía. Conflictos ambientales durante el franquismo en Zaragoza (1939-1979). *Rolde de Estudios Aragoneses*. 305 p
- [2] Pueyo Anchuela, Ó.; Revuelto, C.; Ramajo, J.; Bartolomé, J.I.; Arce, M., López, P. L.; Gracia, J.; Bleuca, A.; Moncayola, J.A.; Pocoví, A.; Mihi, E.; Sánchez, J.; Franco, M.; Blas, A.; Gil, H. y Jiménez, G. (2018) Viviendo en La Almozara: contexto geológico y ambiental. DL Z-1810-2018.
- [3] Pueyo Anchuela, Ó., López Julián, P.L., Revuelto, C., Martín-García, J., Gracia, J., Ramajo, J., Pocoví, A., Mihi, E., Sánchez, J., Jiménez, G. (2026) Conociendo la herencia de contaminación ambiental de La Almozara. ISBN 978-84-09-82147-1.

Agradecimientos

Los autores reconocen la financiación del proyecto “Conociendo la herencia de contaminación ambiental de La Almozara” por parte de la Fundación Ibercivis y el Grupo de Investigación Beagle.

EL PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA DE RECUPERACIÓN DE LA MEMORIA OLVIDADA DE LAS MINAS ARAGONESAS

Canudo, J. I.¹, Bauluz, B.¹, Calvo, M.², Cuchi, J. A.³, Fanlo, I.¹

1: *Aragosaurus-Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)-Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. jicanudo@unizar.es*

2: *Instituto Universitario de Investigación Mixto Agroalimentario de Aragón - IA2. Facultad de Veterinaria. Calle Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.*

3: *Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Carretera de Cuarte s/n, 22071 Huesca*

El proyecto Recuperación de la memoria de las minas olvidadas de Aragón es una de las iniciativas impulsadas por el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza y el grupo Aragosaurus-IUCA desde el año 2020. Desde su concepción, se planteó como un proyecto de ciencia ciudadana, abierto tanto a personas aficionadas como a profesionales, con el objetivo de que pudieran contribuir de manera altruista aportando información. Esta información es posteriormente verificada, documentada y puesta a disposición del público, favoreciendo así la difusión y conservación del patrimonio histórico, geológico y minero aragonés.

La información se obtiene inicialmente a partir de los datos aportados por la ciudadanía, que posteriormente se contrastan mediante visitas a los lugares, revisión de documentación histórica, toma de muestras, etc. Con todo ello se gestiona una base de datos en *FileMaker* que incluye más de 35 campos distintos. Esta metodología permite realizar búsquedas cruzadas entre múltiples variables, lo que facilita el análisis y la consulta de los datos. Actualmente, la base de datos cuenta con más de 2.400 entradas que incluyen minas subterráneas, minas a cielo abierto, canteras, salinas, lagunas saladas, enclaves de interés mineralógico, expedientes mineros y fuentes mineromedicinales. Cuando se dispone de coordenadas geográficas precisas, estas localizaciones se incorporan a la plataforma Google Earth, lo que permite situarlas con gran exactitud sobre imágenes satelitales.

Una parte fundamental del proyecto consiste en transferir a la sociedad la información recopilada. Para ello se utiliza la página web “Minas Olvidadas de Aragón” (<https://minasolvidadasaragon.org/>). La web cuenta con un apartado de actualidad donde se publican, en formato carrusel, noticias e información general sobre minas y canteras aragonesas, constituyendo la portada del sitio. El núcleo principal de la web es la base de datos pública de minas, canteras, fuentes mineromedicinales, salinas, lagunas saladas y otros lugares de interés mineralógico de Aragón. Cada elemento dispone de una ficha con toda la información disponible, incluyendo localización, minerales, historia, fotografías, etc. La base de datos cuenta ya con más de 300 elementos publicados. Solo se incorporan aquellos lugares que han sido visitados por el equipo del proyecto o por colaboradores cercanos.

La web no pretende generar un efecto-llamada, dado que muchas de estas antiguas explotaciones pueden resultar peligrosas. Por ello, en cada ficha se incluyen señales de advertencia, y en algunos casos se han colocado señalizaciones físicas en las entradas de las minas.

Agradecimientos

Grupos de Investigación de la DGA (E18_23R Aragosaurus: Recursos Geológicos y Paleoambientales) y la Dirección General de Minas y Energía del Gobierno de Aragón

MENTES CREATIVAS: VARIABILIDAD TECNOLÓGICA EN LOS NEANDERTALES PIRENAICOS

Shveygert, E.; Montes, L.

Universidad de Zaragoza, Calle Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza

shveygertekaterina@gmail.com

lmontes@unizar.es

El sistema montañoso de los Pirineos, situado entre la Península Ibérica y Europa occidental, constituye un espacio clave para el estudio del Musteriense por su carácter de transición ecológica y cultural. Durante el Pleistoceno medio y superior, la región experimentó una fuerte inestabilidad climática, con alternancia de fases glaciales e interglaciales que condicionaron la intensidad y frecuencia de la ocupación humana.

La diversidad ambiental, marcada por la asimetría entre las vertientes norte y sur y por influencias oceánicas y mediterráneas, se refleja en una notable variabilidad en los conjuntos musterienses. Las industrias líticas incluyen el repertorio habitual (cantos tallados, bifaces y soportes de lascado), junto con una amplia gama de útiles retocados como raederas, denticulados, muescas y puntas.

El aprovechamiento de los recursos evidencia un conocimiento selectivo del entorno, tanto en la elección de materias primas como en las estrategias de subsistencia y organización del espacio. Se documenta variabilidad en las prácticas de caza, en la selección de especies y en los sistemas de producción lítica.

La gestión de materias primas constituye un factor clave en esta diversidad tecnológica. Tanto métodos expeditivos como premeditados y elaborados se aplicaron sobre distintas litologías, indicando que las elecciones técnicas respondían principalmente a objetivos funcionales y económicos, más que a las propiedades del material. Así, métodos como el Levallois se documentan en diferentes rocas (por ejemplo, en Gatzarria o Noisetier), mientras que, en otros contextos, como Roca San Miguel, predominan estrategias más oportunistas.

En conjunto, estos datos refuerzan la idea de los neandertales pirenaicos como seres creativos, capaces de adaptar sus sistemas tecnológicos a condiciones ambientales y necesidad

ESPACIOS DE CIENCIA DE LIBRE ELECCIÓN EN CICLOS DE INDAGACIÓN BASADA EN EL JUEGO EN LAS PRIMERAS ETAPAS EDUCATIVAS

Fernández-López del Moral, S.¹; Mateo, E.¹; Martín García, J.¹; Mazas, B.¹; Cortés-Gracia, A.L.¹; Calvo-Sevillano, G.¹; Dies-Álvarez, M.E.¹; Aragüés, A.¹; Boj Carballo, D.¹; Gil-González, C.¹; Salvadó-Belart, Z.²; Novo-Molinero, M.²; Satrústegui, A.¹; Lucha-López, P.¹; Sáez-Bondía, M.J.¹.

¹Universidad de Zaragoza. Grupo Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. IUCA.

²Universidad Rovira i Virgili. Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología.

Existe un acuerdo dentro de la comunidad científica en la necesidad de introducir las ciencias desde las primeras etapas educativas. La introducción temprana de la ciencia genera un impacto positivo en el aprendizaje científico [1]. En este contexto, se propone el planteamiento de experiencias educativas que partan de las vivencias personales de niños y niñas y que promuevan el desarrollo conectado de conceptos, destrezas y actitudes científicas, iniciándose en la puesta en marcha de prácticas científicas [2]. Para ello, se enfatiza en la importancia del adulto como facilitador, el valor del juego o la generación de experiencias multisensoriales que lleguen a todos los infantes [1]. El juego está presente en la vida de los niños y las niñas y es el modo en el que exploran el entorno. Si se proporcionan escenarios apropiados, se puede establecer una relación entre la cotidianidad del juego y los fenómenos científicos, favoreciendo su integración para el aprendizaje de las ciencias naturales en las primeras etapas educativas [3].

Así, desde la mirada del juego y la exploración en la infancia, muchos centros educativos se han sumado a iniciativas que plantean la incorporación de entornos de juego basados en la modificación física del espacio, donde se generan entornos de aprendizaje confortables e inclusivos en los que el alumnado interactúa y experimenta a través del juego [4]. Entre estas iniciativas se localizan los Espacios de Ciencias de libre elección. Dichos espacios, que parten de marcos procedentes de la educación no formal y de las escuelas Montessori o Regio Emilia, plantean una visión centrada en el juego libre intencional no iniciado por el adulto [5]. Sin embargo, estudios enmarcados en el juego libre plantean la necesidad de combinar momentos de libre elección con momentos más dirigidos [3]. En este sentido, una de las propuestas para combinar distintas modalidades de juego científico es el uso de ciclos de indagación basada en el juego, del que apenas se han localizado estudios que evalúen el tipo de aprendizajes que puede promover su uso, ni el tipo de andamios que el docente debería promover durante su aplicación [6].

Atendiendo a este hueco presente en la investigación, actualmente estamos desarrollando un proyecto centrado en la evaluación de estos contextos de juego para el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en los primeros niveles educativos con los siguientes objetivos: (1) conocer la percepción docente sobre el uso del juego para el aprendizaje científico en las primeras etapas educativas; (2) generar principios de diseño de secuencias enmarcadas en ciclos de indagación basada en el juego a partir de la evaluación de los aprendizajes científicos identificados en las secuencias analizadas; (3) evaluar el papel de los apoyos aportados por el profesorado en el desarrollo de estas secuencias.

Referencias

- [1] Earle, S. *Journal of Emergent Science*, 22, 5-12 (2022)
- [2] Larimore, R. A. *Early Childhood Education Journal*, 48, 703-714 (2020)
- [3] Sliogeris, M., and Almeida, S. C. *Research in Science Education*, 49(6), 1569-1593 (2019)
- [4] Lladós, L. *Aula de innovación educativa*, 294, 24-29 (2020).
- [5] Mateo, E. and Sáez-Bondía, M.J. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 2801 (2022)
- [6] Cabe-Trundle, K.C., and Smith, M.M. *Young Children*, 72(1), 80-86 (2017)

Agradecimientos

Proyecto PID2024-156735NA-I00 financiado por MICIU /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE y Grupo Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Al Contrato Predoctoral del Ministerio de Ciencia e Innovación (FPU23/03298, Orden 28 de diciembre de 2023 resolución del 16 de diciembre de 2024) del que disfruta SFLM.

TRABAJANDO LA PRESERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS CERCANOS CON DOCENTES EN FORMACIÓN

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

GIDU CienciaTE e IUCA. Universidad de Zaragoza, Dpto. de Didácticas Específicas. becarras@unizar.es

La propuesta que se presenta tiene como principal objetivo que los/las docentes en formación inicial se planteen cómo pueden contribuir a la preservación de los ecosistemas urbanos cercanos. Se persigue que el alumnado tome conciencia ambiental a dos niveles. Por una parte, como ciudadanos, poniéndose, además, en el lugar del alumnado de Educación Primaria (EP) con el que podrían implementar una actividad similar. Por otra parte, como docentes en formación, lo que implica su rol futuro de formadores, con la responsabilidad de concienciar y alfabetizar científicamente a generaciones venideras. Así, se plantea una secuencia de actividades, para implementar con el alumnado de 3º del Grado en Magisterio en Educación Primaria, en el ámbito de la asignatura Didáctica del Medio Biológico y Geológico. Esta propuesta forma parte del 15% de la calificación de la asignatura, junto con el resto de prácticas (de laboratorio y especiales-salidas). Se incorpora el ámbito didáctico competencial de la Salud Ambiental [1], así como el enfoque social con vinculación, participación y servicio a la comunidad. Se quiere incidir en el aspecto del ámbito cercano al alumnado y cotidiano con el que interacciona y del cual, a su vez, se debe sentir responsable. Además, aunque individualmente contribuimos a la acción global, se quiere hacer hincapié en la acción colaborativa. Por ello, se plantea al alumnado la siguiente pregunta: *¿Cómo podemos contribuir a que el ambiente en nuestro parque sea saludable?* Para compartir la respuesta a la pregunta con la que se inicia la actividad, se informa al alumnado que el objetivo final es la preparación de un manifiesto (escrito, grabado) que sirva como mensaje a difundir acerca de acciones sociales que faciliten un ambiente en el parque muy saludable. La pregunta planteada tiene difícil respuesta si no se hace una excursión in situ al lugar y se comprueban sus características, incluyendo cuáles son sus componentes, vivos e inertes, las características de dichos componentes, y qué relaciones se establecen entre ellos (incluyendo la nuestra propia, la de los seres humanos). Ello implica un trabajo previo de preparación de la salida, considerando qué queremos observar, qué vamos a registrar, de qué manera, cómo nos vamos a organizar. Todo considerando el ámbito curricular de EP. Una vez realizada la salida, en la que se han hecho observaciones y, durante la cual, se ha recogido la información que se quería, debe llevarse a cabo una reflexión para preparar el manifiesto. En ella se pretende que el alumnado trabaje la argumentación a partir de toda la información recogida, y piense de qué manera va a difundir el manifiesto (redes sociales, instituciones, carteles, lectura en lugar público...). Los resultados preliminares muestran que la propuesta ayuda al alumnado a vincular los contenidos curriculares con una acción social, desarrollando competencias a través de su implicación por mejorar el entorno, conectando con la escuela, con dicho entorno y con la comunidad ciudadana. Por otra parte, el alumnado genera actitudes de crítica y formación, así como de participación por mejorar el entorno, poniéndose en el rol de futuros formadores. También mejoran su autoeficacia para formar científicamente al alumnado de EP, promoviendo el aprendizaje autónomo y también colaborativo. Además, el vivir en primera persona este tipo de actividades fuera del aula, propicia que los/las futuros/as docentes consideren e interioricen la importancia de estas actividades, que complementan las clases convencionales en las que se desarrollan una serie de aprendizajes procedimentales y actitudinales que, en el ámbito de las sesiones convencionales no es posible adquirir, o, al menos, no de manera significativa. La propuesta supone un reto para el alumnado, sobre todo cuando debe hacer frente a la argumentación y postularse en su caso por la toma de acciones para realizar el manifiesto. Pero les motiva y les acerca a lo cotidiano, viendo una aplicabilidad directa como ciudadanos y como docentes en formación. Se pone en práctica una evaluación continua a lo largo del proceso, mediante revisión, trabajo en grupo y puesta en común entre grupos, propiciando la autorregulación del aprendizaje.

Referencias

[1] Carrasquer Álvarez, B., Ponz Miranda, A., & Gavidia Catalán, V. *Revista Eureka sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 20(1), 1301 (2022)

Agradecimientos

Al proyecto PID2022-142019OB-100 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER-UE.

EL CASTOR EUROPEO, MODELO DE RESILIENCIA Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS DULCEACUICOLAS

Cuenca-Bescós, G.; Alfaro-Ibáñez, P.; Canudo, J. .; Galán, J.; Núñez-Lahuerta, C.

Aragosaurus-Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragon (IUCA)-Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, Spain.

cuencaq@unizar.es

El castor europeo (*Castor fiber*) es un ingeniero ecosistémico capaz de transformar ríos y humedales mediante la construcción de presas, canales y madrigueras. Estas estructuras incrementan la retención de agua, generan mosaicos de hábitats, estabilizan sedimentos y mejoran la calidad del agua, aumentando la resiliencia frente a sequías y crecidas. Su actividad favorece la heterogeneidad espacial, la conectividad lateral y la recuperación de comunidades de macroinvertebrados, peces, anfibios y vegetación ribereña.

En cuencas mediterráneas degradadas, donde la regulación hidráulica ha reducido la dinámica natural y la capacidad de retención hídrica, el castor actúa como agente natural de renaturalización. Sus presas ralentizan el flujo, expanden llanuras de inundación, crean refugios térmicos y reactivan procesos ecológicos esenciales. Su retorno ofrece una oportunidad única para restaurar funciones ecosistémicas perdidas y reforzar la resiliencia hídrica en escenarios de cambio climático [1].

Como muestran los fósiles, la especie vive entre nosotros desde hace ~3 millones de años, con presencia continua en el registro fósil europeo desde el Plioceno y ampliamente documentado en la península ibérica durante el Pleistoceno (Atapuerca, Burgos, Aroeira, Portugal, etc.) y al menos, hasta la época romana (Portalón, Atapuerca, etc.). Esta profunda historia evolutiva explica su integración funcional en los ecosistemas dulceacuícolas templados y su papel clave en la dinámica natural de los sistemas fluviales [2].

Referencias

[1] Brazier, R.E., Puttock, A., Graham, H.A., Auster, R. E., Davies, K.H., Brown, C.M.L. WIREs Water (2021).

[2] Cuenca-Bescós, G.; Alfaro-Ibáñez, P.; Fagoaga, A.; Galán, J.; Núñez-Lahuerta, C. En: Delson & Chester (eds.), VERT Series, Springer. (en prensa).

Agradecimientos

Grupos de Investigación de la DGA (E18_23R Aragosaurus: Recursos Geológicos y Paleoambientales).

REVELANDO LA “MAYORÍA AUSENTE”: MATERIALES VEGETALES EN EL REGISTRO ARQUEOLÓGICO DEL VALLE MEDIO DEL EBRO

Rubio-Fuertes, M., Mazo, C., Alcolea, M.

Área de Prehistoria, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza, España.

marta.rubiof@unizar.es, cmazo@unizar.es, malcolea@unizar.es

Las materias primas vegetales, como la madera o las fibras, abundantes y versátiles, han sido omnipresentes en la cultura material de las sociedades humanas desde la Prehistoria hasta época contemporánea en contextos urbanos y rurales. Sin embargo, la materialidad sobre soportes perecederos es todavía muy mal conocida, integrándose en lo que se ha denominado la “mayoría ausente” (*missing majority*) [1], un patrimonio prácticamente invisible en el registro arqueológico debido a las limitaciones de conservación de sus evidencias directas.

En este contexto, las condiciones excepcionales de preservación presentes en determinados ambientes semiáridos del noreste peninsular están permitiendo la recuperación de objetos orgánicos excepcionalmente conservados, a pesar de su naturaleza perecedera [2]. Estos conjuntos constituyen una oportunidad única para abordar el estudio del uso de las plantas como parte esencial de la cultura material de las sociedades del pasado.

En este trabajo se revisan las principales investigaciones desarrolladas en el valle medio del Ebro, incorporando además datos inéditos procedentes de trabajos en curso en el marco del proyecto ARIDA (PID2022-138034OA-I00). Esta síntesis integra evidencias de distintos contextos arqueológicos y cronológicos, así como de diferentes condiciones de preservación, factores que condicionan directamente las metodologías empleadas para su identificación y análisis.

Finalmente, se subraya la necesidad de desarrollar estrategias orientadas a mejorar la detección, el registro y la interpretación de esta materialidad poco visible, superando su tradicional marginalidad en la investigación arqueológica y destacando su papel en la comprensión de las dinámicas de interacción entre las comunidades humanas y su entorno.

Referencias

- [1] Hurcombe, L. M. (2014). *Perishable material culture in prehistory: investigating the missing majority*. Ed. Routledge.
[2] Alcolea, M., & Rodanés, J.M. (2023). Ephemeral Archaeology South of the Central Pyrenees (Huesca, NE Iberia): the exceptional preservation of woody objects in Moro de Alins Cave-site. *Environmental Archaeology*, 28(5), 328-344.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto PID2022-138034OA-I00 *Antropización, gestión vegetal y paleoclima holoceno en los entornos semiáridos del valle medio del Ebro* (ARIDA) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE, la Ayuda RYC2021-031196-I financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la «Unión Europea NextGeneration EU/PRTR», y el Grupo de investigación de referencia del Gobierno de Aragón H14-20R P3A Primeros pobladores y patrimonio arqueológico del valle del Ebro.

DE LA EXCAVACIÓN AL LABORATORIO: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA RECUPERACIÓN Y TRATAMIENTO DE MATERIALES BIOARQUEOLÓGICOS EN CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS HOLOCENOS

Lázaro-Serena, L. y Rubio-Fuertes, M.

Área de Prehistoria, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza, España.

l.lazaro@unizar.es, marta.rubiof@unizar.es.

La recuperación y estudio de los materiales bioarqueológicos constituye una parte fundamental del trabajo arqueológico, ya que estos restos posibilitan obtener información sobre el medio ambiente, las estrategias de subsistencia y la relación de las comunidades humanas entre ellas y con su entorno. Sin embargo, estas evidencias -los restos óseos humanos y animales, la madera, fibras vegetales o semillas carbonizadas o no, así como los microrrestos vegetales- comienzan a sufrir alteraciones tafonómicas desde el momento en que son recuperadas en campo y, sin un tratamiento adecuado, pueden deteriorarse o incluso llegar a perderse.

El presente trabajo se apoya en los materiales bioarqueológicos procedentes de los yacimientos de Huerto Raso (Asque, Huesca) y Folluelas (Aguilón, Zaragoza), tomados como estudio de caso para desarrollar una propuesta metodológica orientada a la recuperación y tratamiento de estos materiales especialmente sensibles desde su extracción en el yacimiento arqueológico hasta su ingreso en el museo. El objetivo último es proponer criterios concretos y aplicables para cada fase del proceso -desde la extracción en campo, traslado al laboratorio y su posterior análisis-, que puedan servir de guía a los profesionales del ámbito de la arqueología de campo.

En conclusión, la recuperación y tratamiento de los materiales bioarqueológicos no debe visualizarse como una tarea secundaria, sino como una fase esencial del trabajo arqueológico. La aplicación de protocolos adecuados desde el trabajo de campo hasta el laboratorio permite preservar evidencias que, de otro modo, podrían deteriorarse o desaparecer sin posibilidad de recuperación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto PID2022-138034OA-I00 *Antropización, gestión vegetal y paleoclima holoceno en los entornos semiáridos del valle medio del Ebro* (ARIDA) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

ESTUDIO DE LA QUÍMICA MINERAL DE LAS LAVAS DEL CLÚSTER VOLCÁNICO MONOGENÉTICO LA NEGRILLAR, CHILE

Pérez-Granda, C.¹; Larrea, P.^{1,2}; Colás, V.¹; Valdebenito, F.²; Espinoza, M.²; Salinas, S.³

¹IUCA-Depto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza (España) 869935@unizar.es

²Depto. de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 8320000 Santiago (Chile)

³Col. Geografía, División SUAyED, UNAM, 04510 Ciudad de México (México)

Las zonas de subducción presentan una amplia diversidad de morfologías volcánicas, entre las que se incluyen los volcanes monogenéticos. Aunque éstos son volumétricamente menos abundantes, su importancia radica en que se forman durante un único episodio eruptivo y, en general, suelen experimentar una interacción limitada con la corteza continental, registrando una señal mantélica más directa.

El clúster volcánico monogenético La Negrillar se localiza en la Zona Volcánica Central de los Andes (Chile), en el Complejo Volcánico Altiplano-Puna, cuya actividad magmática (Oligoceno-actualidad) está asociada a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana [1]. Los estudios previos sobre La Negrillar (LN) son escasos [2,3]. El último trabajo de vulcanología física realizado en el área estableció que el clúster está conformado por dos centros eruptivos [4]: La Negrillar Oeste (LNO) y La Negrillar Este (LNE), con cinco flujos de lava asociados. La actividad eruptiva se inició en LNO con la emisión de tres flujos y continuó en LNE con dos flujos adicionales. En ambos centros, las primeras fases eruptivas se emplazaron hacia el norte, mientras que las fases posteriores se distribuyeron hacia el sur. La geoquímica de roca total de estos flujos indica una evolución desde composiciones andesítico-basálticas hasta dacíticas, de modo que los productos más primitivos corresponden a las primeras emisiones de LNO, mientras que los más evolucionadas fueron emitidos posteriormente en LNE [4]. Por tanto, el objetivo es estudiar la química de los productos volcánicos emitidos para determinar la evolución composicional de las fases minerales durante la formación del clúster monogenético.

La evolución composicional progresiva se refleja tanto en la petrografía como en la mineralogía. Petrologicamente, se evidencia con la desaparición del olivino, restringido a las primeras lavas de LNO, el aumento progresivo de piroxeno y la aparición de anfíbol en las etapas más tardías, siendo exclusivo de LNE. La química mineral de las fases analizadas confirma esta tendencia. El olivino es relativamente más magnésico en los productos iniciales, mostrando valores de Fo_{79} en las primeras coladas y de Fo_{75} en la última en la que este está presente. La plagioclasa muestra un rango composicional todavía más acusado, encontrando plagioclasas entre los términos andesina y labradorita con valores que varían entre An_{65} y An_5 . El piroxeno presenta unos valores composicionales similares entre ortopiroxenos y clinopiroxenos, con valores de #Mg entre 81 y 65 para los primeros, y entre 82 y 68 para los clinopiroxenos. El grupo de los piroxenos está distribuido por diferentes términos, de entre los cuales dominan la hiperstena y la augita, y en menor medida, el diópsido. Los óxidos muestran altos contenidos de TiO_2 (6,59-15,76 wt. %), siendo compatibles con ilmenita. En conjunto, estos resultados aportan la primera caracterización de la química mineral detallada de La Negrillar y establecen la base para construir un modelo evolutivo de la actividad del clúster, en el que podrán reconocerse los procesos que controlaron su evolución magmática.

Referencias

- [1] De Silva, S.L., Francis, P.W. (1991): Volcanoes of the Central Andes. Springer-Verlag, Berlin, 216 p.
- [2] Gardeweg, M.; Cornejo, P.; Davidson, J. 1984. Geología del volcán Lullaillaco, Altiplano de Antofagasta, Chile (Andes Centrales). Revista Geológica de Chile, 23, 21-37.
- [3] Solari, M., Venegas, C., Montecino, D., Astudillo, N., Cortés, J., Bahamondes, B., Araya, C., Espinoza, F. (2017). Geología del área Imilac-Quebrada Guanaqueros, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 191:88 pp., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- [4] Espinoza-San Martín, M.S. (2024): Historia eruptiva del clúster volcánico monogenético La Negrillar, Andes Centrales, Chile. Memoria de título, Universidad de Chile. 47p.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los proyectos Fondecyt de Iniciación N° 11200293 de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (Chile) y PID2023-146320OA-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España).

EL PROGRAMA LEADER Y LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS EN EL MEDIO RURAL ARAGONÉS: DESIGUALDADES TERRITORIALES Y DINÁMICAS DE DESPOBLACIÓN

Serrano Andrés, A.¹, Suñén Lavilla, I.², Hernández Navarro, M.L.²

¹ Escuela Universitaria de Turismo. Universidad de Zaragoza.

² Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

El programa LEADER constituye una de las principales herramientas de desarrollo rural impulsadas por la Unión Europea para fomentar la diversificación económica, el emprendimiento y la mejora de la calidad de vida en territorios afectados por la despoblación [1]. Este trabajo analiza la implementación del programa LEADER en Aragón durante el periodo 2014-2020, centrándose específicamente en la prestación de servicios productivos y no productivos en el medio rural aragonés. Para ello, se ha utilizado la base de datos oficial del Gobierno de Aragón, complementada con información procedente de la plataforma digital de gestión LEADER, lo que ha permitido realizar un análisis cuantitativo y territorial de los proyectos desarrollados.

Los resultados muestran que el programa LEADER ha alcanzado al 77,9 % de los municipios rurales aragoneses, evidenciando una elevada capilaridad territorial. Sin embargo, aunque los criterios de selección favorecen a los municipios con mayores problemas demográficos, los proyectos y las inversiones se concentran principalmente en aquellos municipios con mejores condiciones socioeconómicas y demográficas. Los proyectos productivos representan el 64,9 % del total y concentran el 79 % de la inversión movilizada, destacando especialmente las iniciativas vinculadas al sector servicios, turismo, comercio y restauración.

Por otro lado, los proyectos no productivos desempeñan un papel fundamental en los municipios con situaciones demográficas graves y muy graves, donde contribuyen a mejorar infraestructuras sociales, equipamientos públicos y servicios básicos. Entre las principales actuaciones destacan proyectos relacionados con formación, vivienda, turismo, medio ambiente y mejora de infraestructuras municipales. Asimismo, el estudio evidencia que LEADER ha favorecido especialmente el emprendimiento autónomo y femenino, impulsando pequeñas iniciativas empresariales orientadas a la prestación de servicios privados en el medio rural [2].

En conclusión, el programa LEADER ha demostrado ser una herramienta clave para el desarrollo rural en Aragón, contribuyendo tanto a la modernización empresarial como a la mejora de la calidad de vida de la población rural. No obstante, el estudio plantea la necesidad de priorizar proyectos con mayor valor añadido e impacto territorial, reforzando el papel de los Grupos de Acción Local como agentes estratégicos de dinamización rural y cohesión territorial.

Referencias

[1] Serrano, A., Suñén, I. y Hernández, M. L. *La prestación de servicios en Aragón a través del programa LEADER (2014-2020)*. Informe 2024/1 de la Cátedra DPZ sobre Despoblación y Creatividad de la Universidad de Zaragoza, 2024.

[2] Esparcia, J. y Escribano, J. "La dimensión territorial en la programación comunitaria y el nuevo marco de políticas públicas: desarrollo rural territorial, reforma de la PAC y nuevo LEADER". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32(2), 227-252 (2012).

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en las actividades de investigación desarrolladas por la Cátedra DPZ sobre Despoblación y Creatividad de la Universidad de Zaragoza.

CONTROL DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO MEDIANTE CUBIERTAS VIVAS E INERTES EN UN VIÑEDO ECOLÓGICO: MODELIZACIÓN CON RUSLE-AIC-SDR Y PROPUESTA ECONÓMICA DE GESTIÓN

Montalbán-Saiz, N.; López-Vicente, M.

GEOFOREST-IUCA; Área de Edafología y Química Agrícola, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Zaragoza, Ctra. de Cuarte, s/n 22071 Huesca, manuel.lopezv@unizar.es

La erosión hídrica es la principal causa de degradación del suelo en amplias regiones del mundo, especialmente en suelos agrícolas, y con mayor severidad en cultivos leñosos, destacando los viñedos [1]. Los sistemas de manejo del suelo y planta, y los porcentajes de cubierta del suelo y del dosel, influyen sobre la pérdida del suelo al modificar la energía cinética del impacto de las gotas de lluvia, el porcentaje de intercepción de la lluvia por la vegetación, y sobre todo la velocidad de la escorrentía. En este trabajo se seleccionó un pequeño viñedo ecológico (1943 m²; 591 vides de las variedades Agudelo y Blanco Legítimo, en espaldera, y plantado en 1996) situado en Betanzos (La Coruña, Galicia), en una ladera de pendiente media-alta, perteneciente a la bodega Pagos de Brigante, para estudiar el efecto de diferentes cubiertas sobre la pérdida neta de suelo durante 36 meses (03/2021-02/2024). Se identificaron seis periodos erosivos asociados a la fenología del cultivo: de marzo a octubre de cada año (ciclo de cultivo) y de noviembre a febrero de cada año (descanso invernal). Los cuatro tipos de cubiertas incluyen dos cubiertas vivas: vegetación espontánea (12 especies identificadas) en calles y filas, y cubierta sembrada (5 especies seleccionadas) en 1/3 de las calles; y dos cubiertas orgánicas inertes biodegradables: agrotexil de yute de alta densidad en todas las filas, y acolchado de paja en 1/3 de las calles. En 2021 y 2024 todo el suelo estuvo con cubierta de vegetación espontánea, y en 2022 y 2023 coexistieron todas las cubiertas. El clima de la zona, húmedo y templado (1141 mm de lluvia al año, y 13,5 °C de temperatura media), con balance hídrico positivo, permite la presencia de cubierta vegetal durante todo el año de modo natural. La gestión de las cubiertas vivas se realizó con desbrozadora (3 o 4 pases / año). El suelo es de tipo Umbrisol cámbico, poco profundo, pedregosidad media de esquistos, y elevado contenido en materia orgánica. Para estimar la pérdida neta de suelo por unidad de superficie (SSY) y total por área de interés (SY) se aplicaron conjuntamente el modelo empírico de erosión RUSLE, el índice agregado de conectividad del sedimento AIC, y la ratio de transporte efectivo SDR [2]. Se parametrizaron los modelos y se ejecutaron a escala mensual y a alta resolución espacial (0,1 x 0,1 m de tamaño de píxel), con los programas ArcGIS-Pro, QGIS y SAGA. El modelo digital de elevaciones se obtuvo mediante vuelo LIDAR. El factor C-RUSLE se obtuvo a partir de mapas NDVI obtenidos en 14 vuelos de dron con sensor multiespectral, y se corrigieron los valores en las zonas con cubiertas inertes. La pérdida neta de suelo o exportación de sedimento (SY) a escala de viñedo osciló entre las 0,0001 y las 1,16 Mg / ha mes, con un valor medio de 0,23 Mg / ha mes (2,75 Mg / ha año). En los meses en los que coexistieron todas las cubiertas, y por lo tanto en los que fue posible su comparación bajo las mismas condiciones climáticas, los valores promedio de SY fueron –de menor a mayor–: 0,011 (filas con yute), 0,018 (calles con paja), 0,027 (calles con cubierta sembrada), 0,030 (filas con cubierta espontánea), 0,038 (pasillos con cubierta espontánea) y 0,047 (calles con cubierta espontánea) Mg / ha mes. La mayor protección del suelo se obtuvo con las cubiertas inertes de acolchado de yute y paja. Evaluando la relación coste económico / eficiencia, el acolchado de paja es la mejor opción (0,44 EUR sin IVA / m²). El yute reduce más la erosión, pero resulta más caro (1,55 EUR sin IVA / m²). Sin embargo, ambas cubiertas biodegradables presentaron una marcada degradación transcurridos los dos años desde su instalación, debido al clima de la zona de estudio, que favorece su descomposición. Las cubiertas sembradas (0,39 EUR sin IVA / m²) presentan una eficacia media sobre la erosión, aunque de bajo coste, mientras que las espontáneas son menos efectivas, pero no tienen coste. Alcanzar la sostenibilidad ambiental y económica en los viñedos resulta fundamental en el escenario actual de cambio climático y para asegurar su impacto social positivo en el medio rural.

Referencias

- [1] Rodrigo-Comino, J. *Earth-Science Reviews* 179, 436-447 (2018).
 [2] Wu, Z., Baartman, J.E.M., Nunes, J.P. and López-Vicente, M. *Land Degrad. Dev.* 37(8), 3406-3417 (2026).

Agradecimientos

Proyectos: ED431H 2020/18 (Xunta de Galicia) y CNS2022-135591 (MICINN).

EL CLÚSTER FOTOVOLTAICO DE ESCATRÓN COMO LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Iranzo, E. C.¹; Roy, S.²; Saiz, H.³; Tormo, J.³

1. *Centro de Investigación ecológica y aplicaciones forestales (CREAF), Campus de Bellaterra (UAB) Edifici C, 08193 Cerdanyola del Vallès.*
2. *Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Av Montañana 1005, 50059 Zaragoza.*
3. *Escuela Politécnica Superior (EPS) – Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Ctra. de Cuarte s/n, 22071, Huesca. jtormo@unizar.es*

El desarrollo de energías renovables es necesario por sus beneficios ambientales, pero su establecimiento masivo en el territorio puede comprometer la biodiversidad y los servicios ecosistémicos [1,2]. En España y concretamente en Aragón, los altos índices de radiación solar en ambientes áridos han favorecido el desarrollo de Parques Solares (PS), pero es necesaria una gestión adecuada para mantener los valores ecológicos singulares de estos ambientes.

El clúster de parques fotovoltaicos de Escatrón (Zaragoza) supone el lugar de estudio perfecto para evaluar los impactos de los PS. Por una parte, su gran tamaño abarca una gran variedad de ambientes representativos de la región. Por otra, sus características son las típicas de los PS instalados en la provincia, haciendo sus resultados generalizables. Desde 2022 llevamos realizando tareas de investigación en este clúster, con el objetivo de cuantificar los efectos del PS sobre la biodiversidad local multi-taxa (plantas, invertebrados, vertebrados), y evaluar la contribución de diferentes estrategias de gestión (renaturalización, pastoreo) para mantener los atributos ecológicos en la zona.

Resultados preliminares indican que los paneles solares crean microhábitats que pueden favorecer a las comunidades de plantas debido al aumento de humedad, aunque otras propiedades del suelo no se han visto afectadas. Además, solo un grupo reducido de aves utilizan los PS. En cuanto a las estrategias de gestión, las plantaciones de especies autóctonas tienen bastante éxito dentro de los PS y el ganado puede aprovechar como pasto la vegetación en su interior. Actualmente continuamos trabajando en la zona para obtener una visión general del impacto de los PS sobre el medio natural e identificar aquellas estrategias de gestión que permiten mitigar o restaurar dichos impactos. Si queremos que las energías renovables seas sostenibles, es fundamental aplicar una visión de sistema que permita ofrecer soluciones generalizables a todos los componentes del medio natural.

Referencias

- [1] Rehbein, J. A., Watson, J. E., Lane, J. L., Sonter, L. J., et al. *GCB*, 26(5), 3040-3051 (2020).
[2] Hastik, R., Basso, S., Geitner, C., Haida, C., et al. *Renew Sust Ener Rev*, 48, 608-623 (2015).

Agradecimientos

Agradecemos a GALP por su colaboración indispensable en este trabajo, al permitirnos trabajar en las instalaciones de los PS del clúster de Escatrón.

DESIERTOS DE ALIMENTACIÓN EN ESPACIOS RURALES: ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD A ALIMENTOS EN LA PROVINCIA DE TERUEL (ESPAÑA) Y ALTO ALENTEJO (PORTUGAL)

Gutiérrez Díaz, A.¹; Rosado, H.²; López-Escolano, C.³; Antón, I.⁴; Bravo, J.⁵; Raimundo, A.⁶

¹ Universidad de Zaragoza, Calle Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza, España adrian.gutierrez@unizar.es

² Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516, Évora, Portugal hrosado@uevora.pt

³ Universidad de Zaragoza, Calle Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza, España cle@unizar.es

⁴ Universidad de Zaragoza, Calle Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza, España ianton@unizar.es

⁵ Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516, Évora, Portugal jorgebravo@uevora.pt

⁶ Universidade de Évora, Largo dos Colegiais 2, 7004-516, Évora, Portugal ammr@uevora.pt

Los desiertos de servicios son áreas geográficas donde la población tiene un acceso limitado a servicios esenciales, como la atención médica, los servicios sociales o la educación [1]. En relación con esta definición, los desiertos alimentarios son áreas donde la población tiene acceso limitado a alimentos saludables y asequibles debido, entre otras causas, a limitaciones geográficas [2]. Este concepto se desarrolló originalmente en Estados Unidos, donde, en el ámbito rural, se determinó que los desiertos alimentarios son áreas situadas a 16 kilómetros o más de la tienda de alimentos frescos más cercana [3]. Los territorios con baja densidad, envejecimiento y pérdida de servicios son más vulnerables a convertirse en desiertos nutricionales, especialmente por factores como la renta, la falta de transporte y el coste de los alimentos [4]. El objetivo principal del análisis es identificar, cartografiar y cuantificar los desiertos alimentarios rurales en dos regiones de Europa mediante herramientas de análisis geoespacial e integración de datos sociodemográficos. Para ello, se han seleccionado la subregión del Alto Alentejo (Portugal) y la provincia de Teruel (España), ambas caracterizadas por su baja densidad de población, dispersión poblacional y envejecimiento.

La metodología de trabajo se organiza en diferentes fases. La primera ha sido la geolocalización de establecimientos de venta de alimentos a través de *QField*, SIG de código abierto con el cual también se ha evaluado la disponibilidad de productos básicos y su formato de comercialización. Posteriormente, se han aplicado modelos de accesibilidad territorial para calcular distancias y tiempos a los puntos de venta más próximos, además de desarrollar un indicador de accesibilidad a alimentos por núcleo de población. Por último, se han integrado datos espaciales con variables sociodemográficas para identificar zonas de especial vulnerabilidad.

A partir del análisis preliminar realizado, que excluye la venta ambulante, se han geolocalizado 188 equipamientos de alimentación en los núcleos de población rurales de Teruel, mientras que en los núcleos rurales del Alto Alentejo se han registrado 267 equipamientos, siendo considerablemente más pequeño Alto Alentejo con respecto a Teruel en términos de población y superficie. Una de las conclusiones principales hasta el momento es que en ambas regiones existen desiertos alimentarios según la definición existente en la bibliografía. Sin embargo, los criterios de clasificación importados del contexto estadounidense presentan importantes limitaciones cuando se aplican directamente a contextos europeos en los que se excluyen temas como la diversidad orográfica, la dispersión poblacional o infraestructuras deficitarias. Se proponen nuevos parámetros y modelos de medición para identificar y priorizar mejor los territorios afectados.

Referencias

- [1] Belanger, K. (2013, mayo 15). Human Services Deserts. The Rural Monitor. <https://www.ruralhealthinfo.org/rural-monitor/human-services-deserts/>
- [2] Kim, S., Lee, K.-I., Heo, S.-Y., & Noh, S.-C. (2020). Identifying Food Deserts and People with Low Food Access, and Disparities in Dietary Habits and Health in Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217936>
- [3] Jiao, J., Moudon, A. V., Ulmer, J., Hurvitz, P. M., & Drewnowski, A. (2012). How to identify food deserts: Measuring physical and economic access to supermarkets in King County, Washington. *American Journal of Public Health*, 102(10), e32. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300675>
- [4] Rhone, A. (2022, octubre 20). USDA ERS - Documentation. Economic Research Service. U.S. Department of Agriculture. <https://www.ers.usda.gov/data-products/food-access-research-atlas/documentation/>

4. Resúmenes y Comunicaciones Red RIMA

DE LA CONTAMINACIÓN HISTÓRICA A LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL INNOVADORA: EL EMPLAZAMIENTO INDUSTRIAL ABANDONADO DE NITRASTUR (ASTURIAS)

Alba-Álvarez, R., Colina, A., Salgado, L., Peña-Álvarez, V., Rodríguez-Valdés, E.,
Rodríguez Gallego, J. L.

Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Campus de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600 Mieres (Asturias).

Los terrenos de Nitrastur (aprox. 20 ha en Langreo, Asturias) albergaron durante décadas un complejo industrial dedicado a la fabricación de fertilizantes, cuya actividad se inició en 1945, alcanzó su máximo desarrollo en los años setenta y cesó definitivamente en 1997. Más tarde, el emplazamiento fue incluido en 2001 en los Inventarios Regional y Nacional de Suelos Contaminados, debido a la presencia de elevadas concentraciones de arsénico, metales pesados y diversos compuestos orgánicos, tanto en suelos como en agua subterránea. La principal fuente de contaminación identificada corresponde a depósitos y residuos asociados a cenizas de pirita, generados durante los procesos industriales y responsables de buena parte de la afección ambiental del emplazamiento [1].

Desde 2012, investigadores del INDUROT han desarrollado un amplio programa de estudios y actuaciones en el emplazamiento, en el marco tanto de proyectos europeos de investigación como de iniciativas promovidas por Iberdrola, actual propietaria de los terrenos. Estos trabajos han permitido avanzar significativamente en el conocimiento y recuperación ambiental del área, propiciando importantes transformaciones, entre ellas la demolición de infraestructuras industriales y la remediación de una parte sustancial de los suelos afectados.

La intervención ha requerido un enfoque multidisciplinar basado en estudios de carácter forense, que incluyeron la reconstrucción histórica de los procesos industriales y de las fuentes de contaminación, así como una caracterización detallada de suelos y aguas subterráneas. Entre los aspectos más innovadores del trabajo destaca la aplicación de técnicas isotópicas y geoquímicas avanzadas, utilizadas para identificar el origen de los contaminantes y diferenciar las contribuciones derivadas de las cenizas de pirita respecto a otras posibles fuentes antrópicas [2]. Asimismo, se diseñaron y ejecutaron diferentes campañas de ensayos piloto de remediación, en las que se evaluaron técnicas fisicoquímicas y biológicas, con especial atención a estrategias de fitorremediación e incluso otras muy innovadoras como la nanorremediación [3]. Los resultados obtenidos han permitido validar soluciones que ya se han aplicado incluso a escala real a partir de 2022 en Nitrastur, muchas de ellas también adaptables a otros emplazamientos similares.

El presente trabajo revisa las principales actuaciones desarrolladas durante los últimos años en Nitrastur, poniendo en valor los avances alcanzados en materia de recuperación ambiental y gestión sostenible del emplazamiento. Además, se analizan las perspectivas futuras y las actuaciones previstas para las áreas aún pendientes de intervención, con el objetivo de consolidar este caso como referencia para la restauración de grandes espacios industriales en desuso.

Referencias

- [1] Alonso *et al.*, *Naturalia Cantabrigae*, 7, 1-14 (2019)
- [2] Gallego, *et al.*, *Science of the Total Environment*, 563, 683-692 (2016)
- [3] Baragaño *et al.*, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13, 117607 (2025)

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a Iberdrola por facilitar el acceso a los terrenos del antiguo complejo industrial de Nitrastur, así como financiación para desarrollar las investigaciones realizadas.

EL IMPACTO DEL ABANDONO RURAL EN EL ENTORNO EN UN CONTEXTO TRANSFRONTERIZO: EL ESCENARIO DUERO DOURO (1991-2021)

Benito-Zamarro, C. M.; Díaz-López, L.; Chicote-Marcos, A.; Rodríguez-Díaz, R.; Colino-Rabanal, V. J.

Universidad de Salamanca; Patio de escuelas 1, 37008 (Salamanca); benitocarla@usal.es; Centro de Estudios Ambientales y Dinamización Rural (CEADIR)

La despoblación rural es uno de los retos más imperativos en Europa, con grandes implicaciones en las dinámicas de usos del suelo y en la conservación de la biodiversidad. La cuenca Duero-Douro, coincidente con parte del territorio transfronterizo España-Portugal, supone un enclave que permite examinar cómo las diferentes dinámicas poblacionales pueden modelar de manera diferencial un territorio físicamente cercano, pero gobernado de manera diferente, marcando trayectorias de despoblación dispares. De esta manera el espacio Duero-Douro se convierte en una suerte de laboratorio natural que permite analizar el impacto ambiental diferenciado de trayectorias de despoblación distintas [1].

Los datos analizados se encajan dentro del espacio INTERREG Duero-Douro, y datan desde 1991 hasta 2021. Para ello, nos hemos fijado en las variables poblacionales características de los procesos de despoblación; densidad de población, sex ratio y envejecimiento, coincidentes en la descripción de un territorio rural abandonado. Los cambios en los usos del suelo han sido evaluados a partir del uso de imágenes de Corine Land Cover durante diferentes períodos, prestando especial atención a los cambios asociados mayoritariamente al abandono rural (por ejemplo, progresión de tierra de trabajo agrícola a cubierta forestal), así como al mosaico agrícola [2].

Los resultados muestran un declive demográfico pronunciado en el lado español, mostrando signos de gran impacto en el envejecimiento poblacional y en la masculinización. Asimismo, las diferencias entre España y Portugal son estadísticamente significativas para todas las variables.

La intensidad del cambio en los usos del suelo, por su parte, se destaca más elevada en Portugal. Por su parte, las diferencias entre ambos lados de la frontera fueron significativas para los cambios en los usos del suelo evaluados (2000-2018), mientras que España muestra un estancamiento mayor, asociado a una exposición más prolongada en el tiempo a dinámicas de abandono rural [3].

En definitiva, los resultados parecen indicar ante un escenario transfronterizo, que se ha mantenido separado durante siglos, cómo las dinámicas de abandono rural han seguido ritmos diferentes, mostrándose más atenuadas en el caso español y mucho más abruptas en las últimas décadas en la parte lusa. Estos cambios en las dinámicas poblacionales se asocian con un cambio en los usos del suelo y en la biodiversidad que albergan, resultando en un cambio en el paisaje, las prácticas tradicionales y la integridad ecológica del territorio.

Referencias

- [1] Hearn, K. P., & Álvarez-Mozos, J. (2021). A Diachronic Analysis of a Changing Landscape on the Duero River Borderlands of Spain and Portugal Combining Remote Sensing and Ethnographic Approaches. *Sustainability*, 13(24), Article 13962. <https://doi.org/10.3390/su132413962>
- [2] Lasanta, T., Nadal Romero, M. E., Khorchani, M., & Romero Díaz, M. A. (2021). Una revisión sobre las tierras abandonadas en España: de los paisajes locales a las estrategias globales de gestión. *Cuadernos de investigación geográfica: Geographical Research Letters*, 47(2), 477-521.
- [3] Jurado Almonte, J. M., & Pazos-García, F. J. (2022). Población y sostenibilidad territorial de los espacios rurales en España y Portugal. *Cuadernos Geográficos*, 61(2), 61-68. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v61i2.23878>

Agradecimientos: Programa Interreg VI-A España-Portugal (POCTEP) y Proyecto OET_Durius.

DE DATOS DISPERSOS A DECISIONES ESTRATÉGICAS: INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA SINIESTRALIDAD VIAL CON FAUNA

Díaz López, L.^{1,2.}; Colino Rabanal, V.J.^{1,2.}; Rodríguez Díaz, R.^{1,2.}; Villegas Blanco, M.^{1,2.}; Pérez Aguilera, E.^{3.}; González Arias, J.^{3.}; Chinarro Meléndez, E.^{3.}; Rodríguez Pajares, M.^{3.}

¹ Dpto. de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola. Universidad de Salamanca

² Centro de Estudios Ambientales y Dinamización Rural (CEADIR). Universidad de Salamanca

³ D.G de Carreteras e Infraestructuras. Consejería de Movilidad y Transformación Digital. Junta de Castilla y León

La siniestralidad vial con fauna silvestre constituye un problema ambiental complejo, situado en la intersección entre la conservación de la biodiversidad, la seguridad vial, la planificación territorial y la gestión de infraestructuras. En territorios extensos, ambientalmente heterogéneos y con una amplia red de carreteras, como Castilla y León, los atropellos de fauna no pueden abordarse únicamente como sucesos aislados, sino como la expresión espacial de múltiples factores que interactúan entre ellos se encuentra la estructura del paisaje, intensidad y velocidad del tráfico, especies implicadas, estacionalidad de los desplazamientos y características locales de cada tramo.

En este trabajo se presenta una aproximación metodológica basada en inteligencia artificial para apoyar el diseño de una Estrategia Autonómica orientada a la minimización de accidentes de tráfico con fauna silvestre. El objetivo principal es reducir la complejidad del problema mediante la identificación de patrones territoriales y funcionales que permitan traducir una realidad ambiental multidimensional en unidades de gestión operativas. Para ello, se parte de una base de datos de accidentes con fauna, se identifican tramos de concentración mediante técnicas de análisis espacial y se caracterizan en función de variables ambientales, biológicas y de tráfico. Posteriormente, se emplean redes neuronales autoorganizadas para clasificar los tramos en patrones con características similares.

La metodología permite pasar de una distribución aparentemente dispersa de accidentes a una lectura estructurada del territorio, en la que cada tramo puede asociarse a un tipo de problema y condiciones y, por tanto, a un conjunto de medidas de mitigación más adecuadas. Estas medidas incluyen actuaciones sobre la infraestructura, la gestión del hábitat, la señalización convencional o inteligente, los sistemas de detección y otras soluciones adaptadas al contexto ecológico y funcional de cada tramo. Además, la incorporación de criterios de coste-beneficio permite priorizar intervenciones y orientar la inversión pública hacia aquellas actuaciones con mayor eficacia esperada.

Este enfoque muestra el potencial de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo a la toma de decisiones ambientales, no como sustitución del criterio experto, sino como mecanismo para ordenar información compleja, detectar regularidades y facilitar una gestión más estratégica, adaptativa y territorializada de la siniestralidad vial con fauna silvestre.

Referencias

Huijser, M. P., Ament, R. J., Bell, M., Clevenger, A. P., Fairbank, E. R., Gunson, K. E., & McGuire, T. Animal Vehicle Collision Reduction and Habitat Connectivity—Literature Review (Report 701-18-803 TO 1 to the Nevada Department of Transportation). Carson City, NV, USA: Department of Transportation (2021).

Huijser, M. P., McGowen, P., Fuller, J., Hardy, A., Kocielek, A., Clevenger, A. P., Smith, D., & Ament, R. Wildlife–vehicle collision reduction study. Report to Congress. U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (2008).

T. Kohonen, "Self-Organizing Maps," 3rd Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 501 p (2001).

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el proyecto "Seguimiento y evaluación de la modelización y la efectividad de señalización inteligente basada en modelos espacio-temporales para la prevención de accidentes con fauna y asegurar su correcto funcionamiento, así como el diseño de una estrategia piloto para la prevención de siniestralidad", financiado por la Consejería de Movilidad y Transformación Digital de la Junta de Castilla y León.

SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS MINERAS DESDE EL INDUROT: VEGETACIÓN, SUELO Y CAPTURA DE CARBONO

Estrada-Fernández, A.¹; Salgado, L.¹; Forján, R.^{1, 2}; Sanna, M.¹; Heredia-Bilbao, A.¹; Rodríguez Gallego, J. L.¹; Cires, E.¹

1 Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Campus de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600 Mieres, España.

2 Departamento de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

E-mail: aranzazuestradafernandez@gmail.com

La restauración de espacios afectados por minería a cielo abierto sigue siendo un reto complejo, especialmente cuando el objetivo no es solo revegetar la superficie degradada, sino recuperar las funciones ecológicas relacionadas con la estabilidad del suelo, la biodiversidad y el almacenamiento de carbono. Desde el INDUROT se desarrollan diferentes trabajos orientados a evaluar cómo evolucionan estos sistemas tras la aplicación de estrategias de restauración, combinando el seguimiento de la vegetación con el análisis de las condiciones edáficas.

Este trabajo recoge una visión general de las líneas de trabajo incluidas en una tesis doctoral centrada en el seguimiento de áreas mineras restauradas o en proceso de restauración. Los casos de estudio se localizan, principalmente, en el noroeste de la península ibérica e incluyen explotaciones como Tormaleo y Figaredo (Principado de Asturias) y David (Galicia), donde se están evaluando distintas actuaciones: aplicación de enmiendas orgánicas e inorgánicas, uso de tecnosuelos, hidrosiembras, plantaciones y seguimiento de parcelas experimentales.

La aproximación metodológica combina inventarios florísticos, estimación de cobertura vegetal, análisis de biomasa y carbono en planta, junto con variables del suelo como pH, conductividad eléctrica, densidad aparente, materia orgánica y carbono orgánico. Además, se integran herramientas de análisis espacial y teledetección para interpretar los cambios en la cubierta vegetal y relacionarlos con las características del sustrato y los tratamientos aplicados.

El objetivo final es identificar indicadores útiles para evaluar el éxito de la restauración minera y optimizar la toma de decisiones en futuros proyectos. Estos trabajos pretenden contribuir al diseño de restauraciones más eficaces, adaptadas a cada emplazamiento y orientadas no solo a la recuperación paisajística, sino también a la mejora de procesos ecológicos clave en ecosistemas mineros degradados [1,2].

Palabras clave: restauración minera; revegetación; carbono orgánico del suelo; biodiversidad; soluciones basadas en la naturaleza.

Referencias

[1] Gann, G.D. et al. Restoration Ecology 27, S1-S46 (2019).

[2] Young, R.E. et al. Restoration Ecology 30, e13771 (2022).

Agradecimientos

La financiación de estos estudios corre a cargo de los proyectos NATURESOIL (Plan Nacional I+D, conv. Transición Ecológica), C-SINK (Horizon Europe, <https://c-sinkproject.eu/>) y Carbon2Mine (Programa LIFE, <https://carbon2mine.es/>).

ADAPTACIÓN DEL OVINO ESPAÑOL AL CAMBIO CLIMÁTICO: MECANISMOS GENÉTICOS FRENTE AL ESTRÉS TÉRMICO E HÍDRICO

Pérez-Redondo, S.¹; Vajana, E.²; Lobón, S.¹; Gracia, A.³; Domingo, A.⁴; Bravo, J. A.⁴; Ramón, M.⁵; Fernández, A.⁵; Martínez, A.⁶; Pons, Á.⁷; Bermejo, L. A.⁸; Jordana, J.⁹; Joy, M.¹; Calvete, C.¹; Adán, S.¹⁰; Ugarte, E.¹¹; Arranz, J.J.¹²; Casellas, J.⁹; Amills, M.^{9,13}; Serrano, M.⁵; Calvo, J. H.^{1,14}

¹Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2-(CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana 930, Zaragoza, sperezr@cita-aragon.es, slobon@cita-aragon.es, mjoy@cita-aragon.es, ccalvete@cita-aragon.es, jhcalvo@cita-aragon.es; ²IBBR-FI, CNR, Via Madonna del Piano, 10, Sesto Fiorentino, Italy, eliavajana@cnr.it; ³Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, C/ Juan de Quesada, 30, Las Palmas de Gran Canaria, anselmo.gracia@ulpgc.es; ⁴CENSYRA-Extremadura, Camino de Santa Engracia, s/n, Badajoz, andres.domingo@juntaex.es, juanandres.bravo@juntaex.es; ⁵INIA-CSIC, Ctra. de La Coruña, km 7,5, Madrid, m.ramon.fernandez@gmail.com, afedez@inia.es, malena@inia.csic.es; ⁶Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra.Madrid-Cádiz, Km.396, Córdoba, ib2mamaa@uco.es; ⁷IRFAP, C/Babiaca, 2, Son Ferriol, Palma de Mallorca, apons@irfap.es; ⁸Departamento de Ingeniería Agraria y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería-Sección Agraria, C/ Padre Herrera, s/n, La Laguna (Tenerife), lasensio@ull.edu.es; ⁹Facultat de Veterinària, UAB, Edifici V, Travessera dels Turons, s/n, Cerdanyola, Jordi.Jordana@uab.cat, Joaquim.Casellas@uab.cat, Marcel.Amills@uab.cat; ¹⁰Federación de Razas Autóctonas de Galicia (BOAGA), Fontefiz, Coles, Ourense, sadan@boaga.es; ¹¹Neiker-Tecnalia, Campus Agroalimentario de Arkaute, apdo 46E, Vitoria-Gazteiz (Araba), ugarte@neiker.eus; ¹²Universidad de León, Avda. Emilio Hurtado, 3, León, jjars@unileon.es; ¹³CRAG, CSIC-IRTA-UAB-UB, UAB, Carrer de la Vall Moronta, Cerdanyola, ¹⁴ARAID, 50018, Zaragoza

Los sistemas extensivos ovinos de regiones semiáridas mediterráneas son especialmente vulnerables al estrés hídrico y térmico debido a su dependencia de la disponibilidad de agua y la temperatura. En este trabajo se analizaron las bases genéticas de adaptación en 22 razas autóctonas españolas mediante asociaciones entre variables bioclimáticas y SNPs distribuidos por el genoma ovino.

Se caracterizaron las variables ambientales relacionadas con el estrés térmico e hídrico y se genotiparon 1.142 ovejas utilizando unos 54.000 SNPs mediante el chip Ovine SNP50 BeadChip de Illumina. Tras el control de calidad con PLINK 1.9, se analizó la estructura poblacional mediante el cálculo de los coeficientes de diferenciación genética entre razas (pairwise F_{ST}) y mediante un algoritmo de factorización de matrices no negativas dispersas (sNMF). Se estimó el número óptimo de poblaciones ancestrales y de factores latentes necesarios para corregir las asociaciones genotipo-ambiente (GEAs). Las GEAs se identificaron mediante modelos mixtos de factores latentes (LFMM) y análisis de redundancia parcial (pRDA), implementados en los paquetes de R *lmm* y *vegan*. Los SNPs significativos se anotaron con el genoma de referencia ovino Rambouillet 2.0 (Ensembl release 114) y se realizó un análisis de enriquecimiento funcional con gProfiler y EnrichmentMap.

Los resultados mostraron una estructura poblacional moderada ($F_{ST} = 0,03 - 0,13$), y una estructura demográfica compleja con 13 poblaciones ancestrales. La temperatura y la estacionalidad de las precipitaciones fueron los principales factores de diferenciación genética entre poblaciones insulares y continentales. Identificamos 12 y 9 SNPs asociados con variables medioambientales en los análisis LFMM y pRDA, respectivamente. Las rutas enriquecidas estaban relacionadas con la regulación metabólica, modificación epigenética y las respuestas de estrés celular, sugiriendo que la adaptación a estos estreses es poligénica.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (PID2020-114466RR-I00) y los Fondos del Grupo de Investigación (Grupo INPASS A25_23R y A05_23R). Sara Pérez-Redondo tiene un contrato beca doctoral de la Agencia Estatal de Investigación (PRE2021-099071).

NEW MATERIALS FOR THE REHABILITATION OF DEGRADED SOILS IN A CIRCULAR ECONOMY: A MESOCOSM-BASED ASSESSMENT

Sánchez-Poyal, A.¹; Díaz, A. M.¹, Rodríguez-Valdés, E.¹, Alba, R.¹, Heredia, A.¹, Forján, R.¹, González-LaFuente, J. M.², Gallego, J. L. R.¹

¹INDUROT, University of Oviedo, Mieres, Spain, sanchezalicia@uniovi.es

²R&D, COGERSA SAU, Gijón, Spain

La gestión no sostenible del suelo es responsable del 60-70% de la degradación edáfica en la UE [1]. Este deterioro, junto con la creciente presión derivada del aumento de la demanda mundial de alimentos –que requerirá mejorar la productividad del suelo hasta en un 100% en los países en desarrollo para el año 2050–, pone de manifiesto la necesidad de soluciones integradas para su manejo. Paralelamente, el continuo aumento en la generación de residuos [2] refuerza la oportunidad de desarrollar estrategias circulares y sostenibles para su gestión, orientadas a la rehabilitación y la mejora de la productividad de los suelos degradados.

En este contexto, COGERSA, la compañía pública de gestión de residuos de Asturias, ha implementado tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir la dependencia de los vertederos. Estos procesos generan volúmenes significativos de productos secundarios y residuos orgánicos que, por su composición, presentan potencial como enmiendas para la rehabilitación de suelos degradados o contaminados, incluyendo áreas mineras, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad y economía circular de la UE.

Con el fin de evaluar la viabilidad de estos materiales como enmiendas o como *Suelos Artificiales*, se realizó un experimento utilizando ocho contenedores GRG (grandes recipientes para mercancías a granel) de 1 m³. Cada uno se rellenó con una mezcla de áridos finos (<20 mm) procedentes del reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCDs) y enmiendas orgánicas, en una proporción 80:20. Las enmiendas probadas fueron: compost COGERSA, lodos de depuradora tratados por compostaje, compost del digestato de residuos orgánicos municipales recogidos a partir de la “contenedor marrón”, materia orgánica bioestabilizada obtenida del residuo municipal mezclado (“contenedor negro”) y compost comercial. Asimismo, se incluyeron tres controles: tierra vegetal, RCDs y lodos de depuradora tratados por compostaje, estos dos últimos puros, sin mezclar con otras enmiendas. Igualmente, se instalaron *rhyzons* y una placa de succión a diferente profundidad para recoger lixiviados, y se sembró la mezcla de semillas “Pradera Atlántica”.

Se realizó una caracterización de las propiedades generales de los materiales puros, así como su contenido en metal(oid)es totales y disponibles, hidrocarburos totales e hidrocarburos policíclicos aromáticos. Los muestreos se realizaron bimensualmente durante seis meses, y se llevó a cabo un análisis periódico de los lixiviados para asegurar que cumplían con las regulaciones ambientales y para determinar los riesgos potenciales asociados al uso de los materiales. El monitoreo incluyó también el fraccionamiento del carbono para evaluar su capacidad como sumidero de carbono, las actividades enzimáticas (β -glucosidasa, fosfatasa alcalina y ureasa), la productividad de la biomasa, el contenido en metal(oid)es de la vegetación y la eficiencia fotosintética de la misma.

Referencias

[1] UNDP (n.d.). Losing the ground beneath our feet. <https://stories.undp.org/losing-the-ground-beneath-our-feet>. (Accessed May 5, 2026)

[2] Yilmaz D., Bouarafa S., Peyneau P., Angulo-Jaramillo R. and Lassabatere L. Eur. J. Soil Sci. 70, 1049-1062 (2019)

Agradecimientos

El trabajo realizado bajo el proyecto CERES (CPP2021-008651) ha sido financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y “European Union NextGenerationEU/PRTR”



LA DIVERSIDAD Y EL PATRÓN ESPACIAL DE LA VEGETACIÓN CONDICIONAN EL FUNCIONAMIENTO HIDROLÓGICO DE LAS ZONAS ÁRIDAS. APLICACIONES A LA RESTAURACIÓN

Bautista Aguilar, S.

Catedrática de Ecología. Universidad de Alicante. Grupo de investigación DRYEX
Directora del *Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio, Ramon Margalef (IMEM)*.

La vegetación de las zonas áridas (*sensu lato*: áridas, semiáridas y secas-subhúmedas) suele estar organizada en manchas discretas de plantas separados por suelo desnudo. Hoy sabemos que la composición y la distribución espacial de estas manchas es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas de zonas áridas. Las manchas vegetadas funcionan como sumideros de recursos al captar agua, polvo y sedimentos, mientras que las áreas desnudas actúan como fuentes de escorrentía y sedimentos y de los recursos que transportan. A partir de experimentos a escala de paisaje y trabajo con modelos demostramos el papel del patrón espacial de la vegetación en los procesos de degradación y de recuperación de zonas áridas, los principales mecanismos eco-hidrológicos que sustentan este papel y cómo la diversidad de plantas que conforman las manchas vegetadas modula las dinámicas hidrológicas fuente-sumidero que caracterizan a las zonas áridas. En conjunto, nuestros resultados respaldan la hipótesis de que la diversidad funcional de las plantas dentro de las manchas de vegetación mejora la captación y el aprovechamiento de la escorrentía, y de que una composición funcional adecuada de dichas manchas puede fomentar procesos de retroalimentación que mejoren el funcionamiento del ecosistema. Un 70% del territorio de la Península Ibérica se considera dentro de algunas de las categorías de zonas áridas. Los resultados de la investigación desarrollada tienen aplicaciones directas en la restauración de los ecosistemas áridos degradados, contribuyendo al diseño de la estructura biótica y espacial de las zonas a restaurar para optimizar su funcionamiento.



PREDICCIÓN NUMÉRICA METEOROLÓGICA Y SUS APLICACIONES OPERATIVAS.

García Ortega, E.

Director del Grupo de Física de la Atmósfera, (GFA) del IMACG)
Instituto de Medio Ambiente y Cambio Global (León)

Las condiciones meteorológicas ejercen una influencia determinante sobre la actividad humana y presentan una incidencia particularmente significativa en la economía, de ahí la relevancia de la predicción numérica del tiempo. Aproximadamente un tercio de la economía europea es sensible a la variabilidad meteorológica, con especial implicación en sectores como la agricultura, la energía, el transporte, las infraestructuras, el mercado inmobiliario, el turismo y, de manera destacada, la protección del medio ambiente. En este contexto, la predicción numérica meteorológica de alta resolución espacial y temporal, junto con sus aplicaciones operativas, constituye una herramienta estratégica para la gestión de sectores especialmente expuestos a la variabilidad atmosférica. El Grupo de Física de la Atmósfera (GFA) del Instituto de Medio Ambiente y Cambio Global (IMACG) de la Universidad de León desarrolla varios proyectos de investigación orientados a la mejora de la predicción de precipitaciones, al estudio de la microfísica de nubes y al nowcasting satelital. Los resultados obtenidos en estas líneas de investigación permiten desarrollar productos de transferencia aplicados a la inicialización de modelos hidrológicos, a la seguridad aérea o al cálculo de índices de peligro de incendios forestales. En conjunto, esta línea de trabajo evidencia la capacidad de la investigación atmosférica para generar herramientas de apoyo a la toma de decisiones y a la reducción de riesgos ambientales.



SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA RENATURALIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEPURADAS

Hernández-Crespo, C.^{1,4}; Oliver, N.²; Asensi-Dasí, E.^{1,5}; Añó, M.³; Benedito^{1,6}, V.;
García-Haba, E.^{1,7}; Martín, M.^{1,8}

¹Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València, Camino de Versa s/n, 46022 Valencia, ⁴carhercr@upv.es, ⁵[easensi@hma.upv.es](mailto: easensi@hma.upv.es), ⁶vibedu@hma.upv.es, ⁷edgarha@iiama.upv.es, ⁸mmartin@hma.upv.es

² Global Omnium Medioambiente S.L. (nuolira@globalomnium.com),

³ EMIVASA (miaso@globalomnium.com)

El proyecto LIFE Renaturwat ha demostrado que es posible obtener aguas residuales regeneradas de elevada calidad fisicoquímica y biológica mediante el empleo de humedales artificiales y un residuo industrial, el fango generado en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). Este proyecto ha puesto el foco en los pequeños y medianos municipios, aportando soluciones tecnológicamente adaptadas a ellos, ya que su construcción y mantenimiento son sencillos y consumen muy poca energía, se integran muy bien paisajísticamente y proveen múltiples servicios ecosistémicos (creación de empleo estable, mejora del hábitat y la biodiversidad, uso público para esparcimiento y actividades divulgativas, etc.). Además, contribuye a integrar los principios de la economía circular en el ciclo urbano del agua, ya que se valoriza un residuo que se genera en la etapa de potabilización al emplearlo en la etapa de depuración de aguas residuales. Por otro lado, la construcción de los humedales de renaturalización en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) conlleva la creación de hábitats que favorecen el aumento de la biodiversidad en el entorno.

Se han implementado humedales de flujo subsuperficial con fango de ETAP como material filtrante para la remoción de fósforo y otros contaminantes y humedales de flujo superficial para la mejora biológica del agua y la creación de hábitats, en dos EDAR (Carrícola y Urbanización Los Monasterios, Valencia). Los resultados obtenidos en los humedales implementados en la EDAR de Carrícola indican una alta eficiencia de remoción de fósforo total y reducciones moderadas de otras variables como la materia orgánica, expresada como DQO y DBO₅, los sólidos en suspensión totales (SST) o el nitrógeno total (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de las variables fisicoquímicas en los humedales de la EDAR de Carrícola. Se indican valores medios de 23 meses de funcionamiento. Notas: HFV1: humedal de flujo vertical 1 y HFV2: humedal de flujo vertical 2. El efluente del HFV1 se corresponde con el influente a HFV2. Entre paréntesis se indica la eficiencia de reducción del humedal (columna Efluente HFV1) y la global (columna Efluente HFV2).

Variable	Influente HFV1	Efluente HFV1	Efluente HFV2
Fósforo total (mg P/l)	6.73	2.36 (65%)	0.86 (87%)
Nitrógeno total (mg N/l)	50.5	45.1 (11%)	40.1 (19%)
DQO (mg/l)	45.1	30.9 (32%)	23.6 (48%)
DBO ₅ (mg/l)	14.7	10.0 (32%)	8.4 (43%)
SST (mg/l)	8.4	5.6 (34%)	5.0 (41%)



UNA VISIÓN PLURIDISCIPLINAR DE LA RESILIENCIA DEL CICLO URBANO DEL AGUA

Poch, M.

Instituto de Medio Ambiente (IMA) de la Universidad de Girona

La presentación utiliza el concepto de resiliencia como hilo conductor para mostrar cómo afrontar de manera integrada los retos del ciclo urbano del agua. Se defiende una visión amplia y multidisciplinar que combine avances tecnológicos, modelos de gestión innovadores y participación social. A través de ejemplos relacionados con la potabilización, la digitalización, la recuperación de recursos y las soluciones basadas en la naturaleza, se pone de manifiesto que la sostenibilidad y la adaptación al cambio requieren enfoques que integren aspectos ambientales, económicos y sociales.

Asimismo, se destaca el papel creciente de la digitalización y los datos como elementos transformadores para mejorar la toma de decisiones y aumentar la capacidad de respuesta frente a los desafíos futuros.



PROYECTO BEROMED: BASES ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE LA INVASIÓN DE *RUGULOPTERYX OKAMURAE* EN EL MEDITERRÁNEO ANDALUZ

Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA)

El proyecto BEROMED tiene como objetivo ampliar el conocimiento científico sobre la ecología y fisiología del alga parda invasora *Rugulopteryx okamurae*, prever su propagación en escenarios de cambio global y desarrollar metodologías de monitorización eficaces para apoyar estrategias de manejo. Actualmente, esta especie representa una de las amenazas más significativas para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas en las comunidades litorales del mar de Alborán y las ecorregiones adyacentes. Su rápida expansión también está afectando a diferentes actividades socioeconómicas, incluyendo el turismo y la pesca. Solo en el municipio de Tarifa, se estima que las pérdidas económicas asociadas a esta bioinvasión superan los 3.300.000 € al año, debido a la reducción de los rendimientos pesqueros así como a los costes de eliminación de biomasa residual en las playas.

El proyecto está estructurado en cinco paquetes de trabajo que abordan cinco objetivos principales: (1) evaluar la invasibilidad del hábitat y el estado de conservación de las especies marinas nativas formadoras de hábitat tras la invasión de *R. okamurae*, comparando la cartografía de comunidades litorales de 2010–2011 con la de 2026–2027; (2) desarrollar metodologías de monitorización basadas en tecnologías de observación terrestre combinadas con algoritmos de inteligencia artificial para detectar tanto biomasa de alga flotante como adherida; (3) estimar los efectos de las algas invasoras en el funcionamiento y los servicios ecosistémicos mediante experimentos de laboratorio y de campo; (4) identificar los rasgos funcionales que derivan en su alta invasividad examinando los rangos de tolerancia e interacciones bióticas; y (5) evaluar cómo el cambio climático puede facilitar la bioinvasión y alterar los ecosistemas costeros rocosos del mar de Alborán, modelando escenarios futuros.

Al integrar estudios de campo, experimentos de laboratorio y herramientas tecnológicas avanzadas, BEROMED generará conocimientos clave para apoyar a las administraciones públicas en el diseño de estrategias de gestión y mitigación basadas en la ciencia. En última instancia, el proyecto busca salvaguardar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el mar de Alborán, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo socioeconómico sostenible de las regiones costeras mediterráneas.



FAUNA SILVESTRE, LA PATA OLVIDADA DEL ONE HEALTH

Millán Gasca, J.

Investigador del Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (Universidad de Zaragoza-CITA) y Fundación ARAID)

El paradigma de One Health se basa en el concepto de que la salud de los seres humanos, sus animales domésticos y el medio ambiente está intrínsecamente vinculada y se debe abordar de manera holística.

Sin embargo, la fauna silvestre suele quedar fuera de las preocupaciones de los investigadores y, si es considerada, suele serlo como reservorio de zoonosis o de enfermedades importantes para la ganadería.

Si bien es cierto que la mayoría de las zoonosis tienen su origen en animales salvajes (pura cuestión de probabilidad), es la acción humana la que suele favorecer el salto de especie.

En esta comunicación presento algunos ejemplos propios y ajenos, con énfasis en cómo las actividades antrópicas facilitan el salto de especie de los patógenos entre los animales domésticos y la fauna silvestre.

DRONES Y SISTEMAS AGROGANADEROS EXTENSIVOS: OPORTUNIDADES PARA LA MONITORIZACIÓN AMBIENTAL, LA VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL TERRITORIO

Plaza, J.^{1,2}; Sánchez, N.³; Pérez-García, M.E.¹; Colino Rabanal, V. J.^{2,4}; Nieto, J.^{1,2}; Palacios, C.^{1,2}; Abecia, J. A.⁵

¹Dpto. de Construcción y Agronomía. Universidad de Salamanca

²Centro de Estudios Ambientales y Dinamización Rural (CEADIR). Universidad de Salamanca

³Dpto. de Ingeniería Cartográfica y del Terreno. Universidad de Salamanca

⁴Dpto. de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola. Universidad de Salamanca

⁵Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Universidad de Zaragoza

Los sistemas agroganaderos extensivos constituyen elementos clave en la configuración, conservación y dinámica de numerosos paisajes rurales mediterráneos. Más allá de su función productiva, estos sistemas contribuyen al mantenimiento de ecosistemas seminaturales, la conservación de hábitats abiertos, la regulación de la biomasa combustible, la prevención de incendios, el aprovechamiento de recursos pastables, la fijación de población rural y la provisión de diversos servicios ecosistémicos. Esta dimensión multifuncional ha sido ampliamente reconocida en la literatura, especialmente en relación con el papel del pastoreo extensivo como herramienta de gestión ambiental y conservación del territorio [1]. Sin embargo, su carácter espacialmente heterogéneo, la baja densidad animal y la elevada variabilidad temporal de los recursos dificultan la obtención de información objetiva, actualizada y espacialmente explícita para su evaluación y gestión.

En este contexto, los drones o sistemas aéreos no tripulados (UAS) ofrecen nuevas oportunidades como herramientas de observación ambiental de alta resolución aplicadas a sistemas extensivos. Mediante sensores RGB, térmicos o multiespectrales, es posible generar información detallada sobre la estructura y estado de la vegetación [2], la disponibilidad y distribución de recursos forrajeros [3], la presencia de zonas degradadas, la conectividad entre unidades del paisaje, el estado de puntos de agua, infraestructuras ganaderas, áreas de sombra, zonas de concentración animal o patrones de uso del territorio. Estudios previos han destacado el potencial de los UAS para la monitorización de pastizales, especialmente por su capacidad para captar heterogeneidad espacial a escala fina y complementar otras fuentes de teledetección [4].

La integración de esta información en sistemas de información geográfica, junto con datos de campo, imágenes satelitales, sensores ambientales o dispositivos de seguimiento animal, permite avanzar hacia inventarios ambientales más precisos y dinámicos. En el ámbito agroganadero, estas tecnologías pueden contribuir tanto a la evaluación indirecta de servicios ecosistémicos como a la mejora de la toma de decisiones sobre planificación del pastoreo, ajuste de cargas ganaderas, detección temprana de procesos de degradación y valoración de prácticas de manejo orientadas a la sostenibilidad. De forma complementaria, las revisiones recientes sobre tecnologías digitales en sistemas extensivos señalan el interés creciente de los UAS para estimar biomasa, apoyar la gestión de pastos y mejorar el seguimiento de los animales en condiciones de campo [5].

No obstante, su aplicación requiere abordar retos técnicos, metodológicos, económicos y regulatorios, así como avanzar en protocolos de adquisición, procesamiento e interpretación de datos adaptados a condiciones reales de explotación. Esta contribución plantea una reflexión general sobre el potencial de los drones como herramienta transversal para conectar producción agroganadera extensiva, monitorización ambiental, valoración de servicios ecosistémicos y gestión multifuncional del territorio.

Referencias

- [1]Ribeiro, I., Domingos, T., McCracken, D. and Proença, V. *Glob. Ecol. Conserv.* 46, e02577 (2023).
- [2]Döweler, F., Fransson, J.E.S. and Bader, M.K.F. *Remote Sens.* 16, 840 (2024).
- [3]Théau, J., Lauzier-Hudon, É., Aubé, L. and Devillers, N. *PLoS One* 16, e0245784 (2021).
- [4]Sankey, T.T., Leonard, J.M. and Moore, M.M. *Rangel. Ecol. Manag.* 72, 858–863 (2019).
- [5]Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F. and Pugliese, C. *Animal* 16, 100429 (2022).



BIOGEOQUÍMICA AMBIENTAL, SUELOS CONTAMINADOS, Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO PHYBI

Rodríguez Gallego, J. L., Cires Rodríguez, E.

¹ *Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT)
Campus de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600 Mieres (Asturias)*

El INDUROT, a través de su Unidad de Biogeoquímica Ambiental, cuenta con una amplia experiencia en el estudio y recuperación de terrenos contaminados y degradados, especialmente en entornos mineros e industriales del norte de España. Así, en los últimos años los investigadores del instituto han desarrollado, incluso a escala real, la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza en suelos contaminados, combinando técnicas de fitorremediación y biorremediación, inmovilización de contaminantes, valorización de residuos y recuperación de funciones ecosistémicas.

En este contexto, INDUROT participa entre 2024 y 2028 en el proyecto europeo pHYBi ([pHYBi](#)), coordinado por IDENER y financiado por Horizon Europe a través de la Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU). El consorcio reúne socios de España, Alemania, Francia, Italia y Croacia con un objetivo común: recuperar terrenos degradados mediante estrategias de fitorremediación capaces de generar biomasa útil para la (bio)economía circular.

El proyecto combina procesos de fitorremediación asistida con microorganismos y el cultivo de especies vegetales tolerantes, como abedul, chopo o miscanto, para evaluar si la biomasa producida en estos suelos degradados puede destinarse a aplicaciones industriales de alto valor añadido, especialmente en el sector textil y en el de los biomateriales. En el marco de pHYBi, INDUROT participa en la caracterización y seguimiento ambiental de cinco emplazamientos contaminados entre ellos los casos de Nitrastur (Asturias), afectado por contaminación por metales pesados, y Sargentos de la Lora–Ayoluengo (Burgos), con afección por hidrocarburos. Nuestros estudios se centran en la evaluación de la movilidad y biodisponibilidad de contaminantes, el seguimiento mediante técnicas de teledetección de las parcelas piloto, el análisis de la respuesta de las especies vegetales implantadas, y la evaluación de distintas estrategias de recuperación del suelo. Es un proyecto claramente interdisciplinar, que incluye además aportaciones innovadoras muy diversas tales como el uso de nanopartículas como enmienda del suelo, o la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal.

En conjunto, pHYBi busca demostrar que los suelos degradados e incluso contaminados pueden transformarse en espacios funcionales y productivos mediante soluciones sostenibles, replicables y alineadas con los objetivos europeos de transición ecológica y economía circular.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a todos los miembros del INDUROT implicados en el proyecto, así como al resto de personal de la Universidad de Oviedo que trabaja en el mismo.

The pHYBi project is supported by the Circular Bio-based Europe Joint Undertaking and its members; funded by the European Union (grant agreement No 101156439, Horizon Europe).

CUANDO LA TRANSFERENCIA GENERA TRANSFERENCIA: BEMAPS, IUCAMUNDI Y POR QUÉ FUNCIONA 'CONTARLO CON MAPAS'

Sambou Gimeno, J.; Zúñiga Antón, M.

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA)

El Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) es un centro de investigación de la Universidad de Zaragoza, creado en 2008 por el Gobierno de Aragón con el fin de potenciar la investigación científica y la protección del medio ambiente desde diferentes disciplinas de conocimiento. Dentro de su estructura, el IUCA alberga cinco grandes áreas temáticas en las que se enmarcan sus grupos de investigación: Ciencia animal, Ciencia y Tecnología Química, Jurídico Económica, Patrimonio Natural y arqueológico, y Territorio. Precisamente el área de Territorio, una de las más numerosas, alberga al Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio (GEOT), reconocido por el Gobierno de Aragón desde 2003, cuya investigación se centra en la geografía desde una vertiente aplicada y accesible para la sociedad. Desde el grupo GEOT se trabaja en la localización, representación y análisis de información sociodemográfica de alto detalle para facilitar la toma de decisiones estratégicas, tales como la ubicación de infraestructuras o el análisis de la vulnerabilidad social, entre otras líneas de investigación.

En el marco de su compromiso con la transferencia de resultados, el grupo GEOT ha liderado, en colaboración con el laboratorio IAAA-I3A y la empresa GEOSLAB, el desarrollo de BeMaps. Esta herramienta de *web mapping*, nacida en 2024, es el resultado directo de transferir el conocimiento geográfico avanzado a una plataforma tecnológica que permite crear y compartir mapas de calidad de forma rápida, sencilla y colaborativa. BeMaps representa un hito en la transferencia del GEOT, al posibilitar el acceso a la tecnología cartográfica para perfiles no expertos.

Este producto de transferencia fue el punto de partida para el desarrollo de una experiencia piloto de comunicación científica denominada IUCAMUNDI, implementada por el propio IUCA. Partiendo de la base tecnológica de BeMaps, el instituto ha geolocalizado la procedencia de las muestras estudiadas y las ubicaciones de su actividad investigadora a nivel mundial, alcanzando en su fase inicial la marcación de 1087 puntos vinculados a la producción científica de 2024.

Esta iniciativa pone de relieve la capacidad de transferencia que presenta el IUCA como instituto de investigación y su potencial: el IUCA transfiere conocimiento científico a la ciudadanía utilizando, a su vez, una herramienta que es fruto de la transferencia previa de su propio grupo de investigación (GEOT). De este modo, la cartografía deja de ser solo un objeto de estudio para convertirse en un puente comunicativo. El factor territorial del "dónde" actúa como un "gancho" que genera curiosidad y facilita la comprensión de informaciones complejas a través de una interfaz amable.

La transferencia del conocimiento a través de plataformas como BeMaps demuestra que es posible transferir conocimiento de forma atractiva y rigurosa, a través de los propios productos de la transferencia de la investigación científica, posicionando a las instituciones científicas como referentes accesibles y transparentes ante los actores sociales.

5. Fotografías presentadas a concurso

TEMÁTICA: AGUA



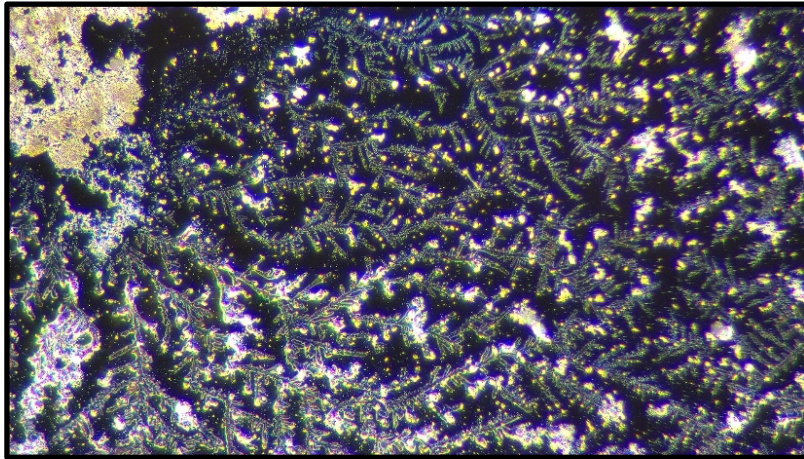
Abri (ARCO)



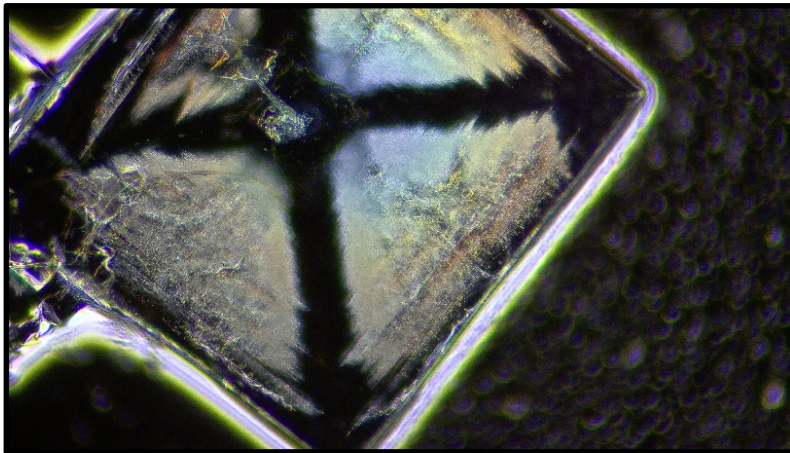
Porto(ARCO)



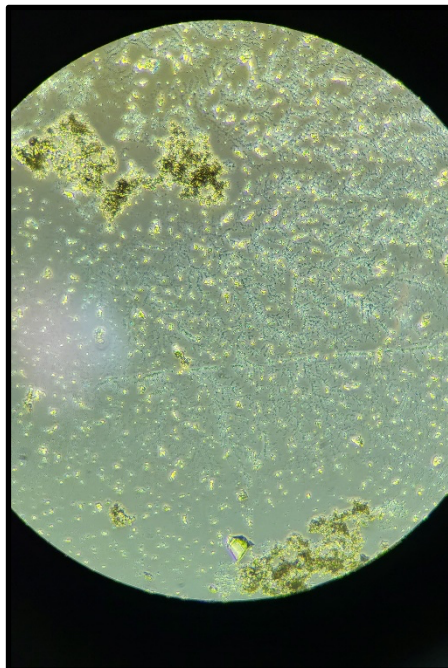
Olatua (ARCO)



Ecos de Anfítrite (Artemis XIII)



Recuerdo encapsulado de agua marina (Artemis XIII)



Luna de agua antigua (Artemis XIII)



Campo de fuerzas (CURRIS)



Pediluvio (CURRIS)



Pediluvio con intrusos (CURRIS)



El espejo de África (ELEMFE)



A flor de agua (ELEMFE)



El sigilo entre nenúfares (ELEMFE)



Al filo de la espuma (FICUS MÁXIMUS)



La mar no perdona (FICUS MÁXIMUS)



La sopa verde (FICUS MÁXIMUS)



Luz del Egeo (GEA)



La huella del Vero. (GEA)



Lugares de contraste en movimiento (GEO)



Jardí del Bisbe, jardín abierto (ISLA)



Agua fría (MAPACHE)



Ebro y Huerva no se juntan (MAPACHE)



Tras las cañas(MAPACHE)



Agua es vida (MIRLO)



Monet en Zaragoza (MIRLO)



Huecos llenos (MIRLO)



Camino a la tormenta. Neak Poam, Camboya (MIZU)



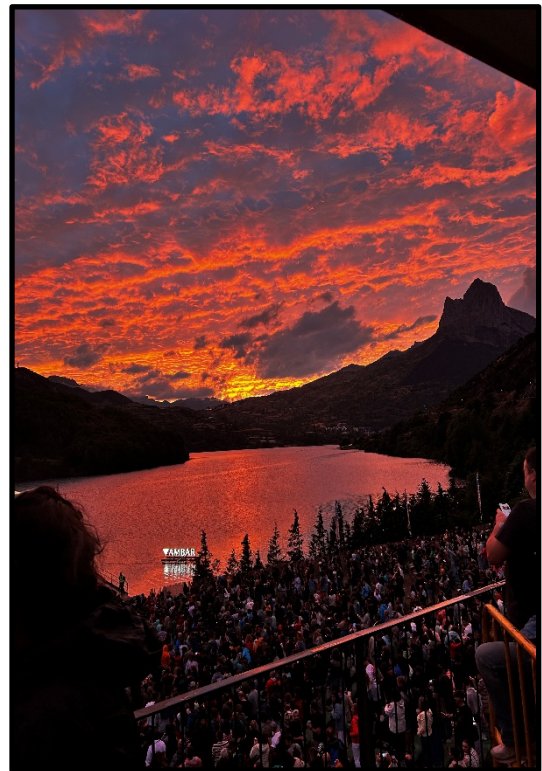
Los tres estados del agua. Perito Moreno, Argentina (MIZU)



Lágrima de un glaciar. Vatnajökull, Islandia (MIZU)



Silencio dorado (TAJADERA)



Embalse en Illamas (TAJADERA)



Los tres estados del agua (TAJADERA)



Aigualluts (VADIELLO)



Con vistas (VADIELLO)



What...er? (VADIELLO)

7. Índice de autores

Nombre	Pág.
Abad-Alvaro, I.	9
Abecia, J. A.	17, 19, 22, 35, 49
Adán, S.	41
Alba-Álvarez, R.	37, 42
Alcolea, M.	22, 29
Alfaro-Ibáñez, P.	28
Alonso, M. E.	19
Amills, M.	41
Antón, I.	35
Añó, M.	45
Aragüés, A.	26
Arranz, J. J.	41
Arrillaga, I.	21
Asensi-Dasí, E.	45
Aquilla-Villamagua, M.	15
Bauluz, B.	24
Bautista Aguilar, S.	43
Beltrán, A.	10, 11, 12
Benedicto, V.	45
Bermejo, L. A.	41
Benito-Zamarro, C. M.	38
Boj Carballo, D.	26
Bolea, E.	9
Bravo, J.	35
Bravo, J. A.	41
Calvete, C.	41
Calvo, J. H.	41
Calvo, M.	24
Calvo Sevillano, G.	26
Canto, F.	22
Canudo, J. I.	24, 28
Carrasquer Álvarez, B.	27
Casao, A.	17
Casellas, J.	41
Ceña, P.	12, 13

Cester, S.	9
Chicote-Marcos, A.	38
Chinarro Meléndez, E.	39
Cires Rodríguez, E.	40, 50
Colás, V.	31
Colina, A.	37
Colino-Rabanal, V. J.	38, 39, 49
Cortés-Gracia, A. L.	26
Cuchi, J. A.	24
Cuenca-Bescós, G.	28
Díaz, A. M.	42
Díaz-López, L.	38, 39
Dies Álvarez, M. E.	26
Domingo, A.	41
Espinoza, M.	31
Estrada-Fernández, A.	40
Fanlo, I.	24
Fernández, A.	41
Fernández-López del Moral, S.	26
Forján, R.	40, 42
Galán, J.	28
Gallego, J. L. R.	42
García-Haba, E.	45
García Ortega, E.	44
Gil González, C.	26
García-Gracia, M.	10, 11, 12, 13, 14
González Arias, J.	39
González-Lafuente, J. M.	42
González-Moreno, O.	10
Goñi, P.	10, 11, 12, 13, 14, 16
Gracia, A.	41
Gracia Abadías, J.	23
Gutiérrez Díaz, A.	35
Heredia-Bilbao, A.	40, 42
Hernández Crespo, C.	45
Hernández Navarro, M. L.	32
Herrera-Robledo, M.	15
Iglesias, P.	19

Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA)	47
Iranzo, E.C.	34
Jerónimo-Cruz, R.	17
Jiménez, M.S.	9, 16
Jordana, J.	41
Joy, M.	41
Laborda, F.	9
Lafuente, M.	17
Larrea, P.	31
Larumbe, N.	10, 11, 12, 13,14
Laviña, A.	17
Lázaro-Fernández, I.	9
Lázaro-Serena, L.	30
Lomillos, J. M.	19
Lobón, S.	41
López-Álvarez, D.	21
López, R.	17
López-Escolano, C.	35
López Julián, P. L.	23
López-Vicente, M.	33
Lucha López, P.	26
Macías, A.	17
Mateo, E.	26
Martí, C.	18
Martín, M.	45
Martín-García, J.	23,26
Martínez, A.	41
Mazas, B.	26
Mazo, C.	29
Mazzuco, N.	22
Miguel, N.	15
Mihi, E.	23
Millán Gasca, J.	48
Moles, S.	11, 12, 13, 14, 16
Montalbán-Saiz, N.	33
Montes, L.	22, 25
Morales, L.	19
Morales Mendizábal, D.	11, 14

Morán-Marcillo, G.	15
Mosteo, R.	13, 14
Navarro, H.	16
Nieto, J.	19, 48
Novo Molinero, M.	26
Núñez-Lahuerta, C.	28
Oliver, N.	45
Ontañón, I.	17
Palacios, C.	19, 48
Peña-Álvarez, V.	37
Pérez Aguilera, E.	39
Pérez- García, M. E.	48
Pérez-Granda, C.	31
Pérez-Oliver, M.	21
Pérez-Pe, R.	17
Pérez-Redondo, S.	41
Picazo, J.	22
Pina, P.	17, 18
Plaza, J.	19, 48
Poch, M.	46
Pons, A.	27
Ponz Miranda, A.	15
Proaño-Rhona, L.	23
Pueyo Anchuela, Ó.	18
Quintana-Esteras, S	15
Quishpe-Quishpe, M.	35
Raimundo, A.	41
Ramón, M.	10
Remacha, V.	23
Revuelto Gimeno, C	21
Rodríguez-Cuesta, A.	38, 39
Rodríguez Díaz, R.	37, 40, 49
Rodríguez Gallego, J. L.	39, 42
Rodríguez-Valdés, E.	39
Rodríguez Pajares, M.	35
Rosado, H.	34
Roy, S.	27
Royo Torres, R. Rubio-	29, 30
Fuertes, M.	

Sáez-Bondía, M. J.	26
Sáiz, H.	34
Sales, E.	21
Salgado, L.	37, 40
Salinas, S.	31
Salvadó-Belart, Z.	26
Sambou Gimeno, J.	50
Sánchez, J.	23
Sánchez, N.	48
Sánchez-Poyal, A.	42
Sanna, M.	40
Santolaria, P.	18, 20
Satrústegui, A.	26
Serrano, M.	41
Serrano Andrés, A.	32
Shveygert, E.	25
Sierra, A.	22
Silvestre, P.	20
Suñén Lavilla, I.	32
Tarazona, L. M	21
Tormo, J.	34
Ugarte, E.	41
Vajana, E.	41
Valdebenito, R.	31
Villegas Blanco, M.	39
Yaniz, J. L.	20
Zuarez-Chamba, M.	15
Zúñiga Antón, M.	50



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 Humanas y de la
Educación - Huesca
Universidad Zaragoza



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



Facultad de
Empresa y Gestión
Pública - Huesca
Universidad Zaragoza



Facultad de
Ciencias Sociales
y del Trabajo
Universidad Zaragoza