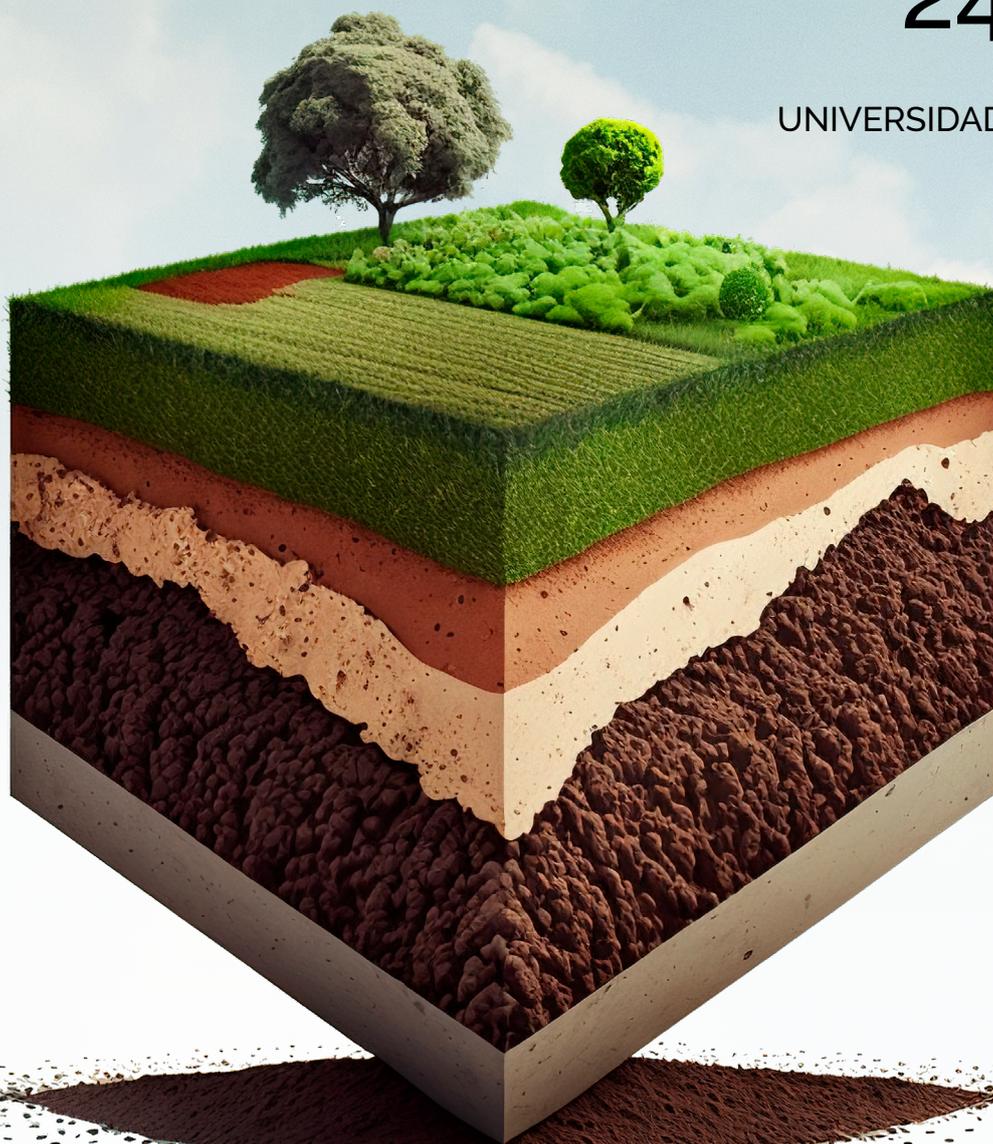


# X SIMPOSIO NACIONAL SOBRE EL CONTROL DE LA DEGRADACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS

**24—27**

JUNIO 2024

UNIVERSIDAD DE BURGOS



## LIBRO DE RESÚMENES



UNIVERSIDAD  
DE BURGOS



# Comité organizador

## **Presidenta**

Dr. Rocío Barros

*ICCRAM*

*Universidad de Burgos*



## **Secretario científico**

Dr. Carlos Rad

*Área de Edafología y Química Agrícola*

*Universidad de Burgos*



## **Secretaría técnica**

Beatriz Lapuente

Alejandro Pérez

## **Vocales**

Milagros Navarro

Juana Isabel López

Belén Alonso

Eneko Iriarte

Sonia Martel

# Comité Científico

David Badía Villas

Manuel Arias-Estévez

Jorge Álvaro Fuentes

Engracia Madejón

Rocío Millán

Juan Luis Mora Hernández

Irene Ortíz Bernad

Remigio Paradelo Núñez

Carlos Rad

Asunción Usón

Raúl Zornoza

Eneko Iriarte

Fuensanta Caravaca Ballester

Carolina Boix Fayos

Lur Epelde

Raimundo Jiménez Ballesta

Jorge Mataix Solera

José Manuel Miras Avalos

Estela Nadal Romero

Lila Otero González

Ángeles Prieto Fernández

José Luis R. Gallego

Blanca Velasco Arroyo

Rocío Barros

David Fernández-Calviño

María Belén Turrión Nieves

# Ponencias invitadas – Sesión Inaugural

## **Dra. Elena Junco Ruiz**

*Jefa de Servicio de Residuos y Suelos Contaminados de la Junta de Castilla y León.*

Conferencia: **La situación administrativa de los suelos contaminados en Castilla y León.**



## **Dr. Luis Sánchez Álvarez**

*Misión de Suelos de la UE - Comisión Europea.*

Conferencia: **La Misión de Suelos de la UE: retos y oportunidades.**



## **Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez**

*Presidenta de la International Union of Soil Sciences (IUSS).*

Conferencia: **El futuro de los alimentos, el agua y la vida en el epicentro de la degradación del suelo.**



## **Dr. Eneko Iriarte Avilés**

*Investigador del Laboratorio de Evolución Humana de la UBU.*

Conferencia científica: **Los suelos, un registro de nuestro pasado.**



# Ponencias principales

## Dr. José Luis Rodríguez Gallego

Unidad de Geoquímica Ambiental en el INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio).

Conferencia: **Biorremediación de suelos contaminados, ¿es posible diferenciar realidad y ficción?**



## Dra. Engracia Madejón

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

Conferencia: **Experimentos de manipulación para anticipar los impactos del cambio climático en ecosistemas agrícolas y forestales.**



## Dr. Jorge Mataix-Solera

*Grupo de Edafología y Tecnologías del Medio Ambiente GETECMA. Universidad Miguel Hernández.*

Conferencia: **El suelo como factor clave en los manejos pre- y post- incendio.**



## Dr. Remigio Paradelo Núñez

*Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Santiago de Compostela.*

Conferencia: **Cuatro años de investigación en suelos urbanos en Santiago de Compostela.**



## Dr. Felipe Bastida

*Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, en Murcia, CSIC.*

Conferencia: **La salud biológica del suelo: ventajas y desventajas de diversas aproximaciones para el estudio de la comunidad microbiana del suelo.**



# PROGRAMA - CONDEGRES 2024

## LUNES, 24 DE JUNIO

Desde las 15:30	<b>REGISTRO</b> <a href="#">Paraninfo de la Universidad de Burgos (Hospital del Rey)</a>
16:00 — 17:00	Conferencia Premio a la mejor Tesis Doctoral 2023 (Paraninfo de la Universidad de Burgos)
17:00 — 19:00	Asamblea de la SECS (Paraninfo de la Universidad de Burgos)
20:00 — 21:45	Cóctel de Bienvenida, patrocinado por el Ayuntamiento de Burgos <a href="#">Salón Rojo del Teatro Principal de Burgos</a>

## MARTES, 25 DE JUNIO

Desde las 8:30	<b>REGISTRO</b> <a href="#">Paraninfo de la Universidad de Burgos. Hospital del Rey.</a>
9:00 — 9:30	<b>SESIÓN INAUGURAL</b>  Con la presencia del rector magnífico de la Universidad de Burgos, <b>Manuel Pérez Mateos</b> , la excelentísima señora alcaldesa de Burgos, <b>Cristina Ayala</b> ; y el vicepresidente primero de la Diputación de Burgos, don <b>Ramiro Ibáñez</b> .  Bienvenida por parte de la presidenta del congreso, la doctora <b>Rocío Barros</b> , y el presidente de la SECS, <b>Jorge Mataix-Solera</b> .
<b>9:30 – 11:00</b> <b>PONENCIAS INVITADAS</b>  <b>Moderadoras:</b> Rocío Barros – ICCRAM Universidad de Burgos Rocío Millán – CIEMAT	
9:30 — 9:50	<b>LA SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DE LOS SUELOS CONTAMINADOS EN CASTILLA Y LEÓN</b> Elena Junco Ruiz Jefa de Servicio de Residuos y Suelos Contaminados de la Junta de Castilla y León
9:50 — 10:10	<b>LA MISIÓN DE SUELOS DE LA UE: RETOS Y OPORTUNIDADES</b> Luis Sánchez Álvarez Misión de Suelos de la UE, Comisión Europea
10:10 — 10:40	<b>EL FUTURO DE LOS ALIMENTOS, EL AGUA Y LA VIDA EN EL EPICENTRO DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO</b> Laura Bertha Reyes Sánchez Presidenta de la International Union of Soil Sciences (2023-24)
10:40 — 11:00	<b>LOS SUELOS, UN REGISTRO DE NUESTRO PASADO</b> Eneko Iriarte Avilés

	Universidad de Burgos
<b>11:00 – 11:30</b>	Café y pósteres    Espacio de patrocinios.
<p><b>11:30 – 13:30</b></p> <p><b>ÁREA 1- SUELOS CONTAMINADOS.</b></p> <p><b>Moderadores/as:</b>  Blanca Velasco Arroyo – Universidad de Burgos.  José Luis Rodríguez Gallego – Universidad de Oviedo.</p>	
<b>Ponente Principal</b>	<b>BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS, ¿ES POSIBLE DIFERENCIAR REALIDAD Y FICCIÓN?</b> <b>José Luis R. Gallego</b> Universidad de Oviedo
<b>AO1</b>	<b>AVANCES EN NANOBIOREMEDIACIÓN PARA LA DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS CON CONTAMINACIÓN MIXTA Y RECALCITRANTE UTILIZANDO NANOBIOPILAS DINÁMICAS</b> <b>Alazne Galdames</b> Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
<b>AO2</b>	<b>¿PUEDE LA COLONIZACIÓN VEGETAL ESPONTÁNEA DE DEPÓSITOS DE RESIDUOS MINEROS METALÍFEROS ABANDONADOS DESENCADENAR PROCESOS FUNCIONALES DEL SUELO SIMILARES A LOS DE LOS DEPÓSITOS TÉCNICAMENTE RESTAURADOS?</b> <b>Matías Ceacero Moreno</b> Universidad Politécnica de Cartagena
<b>AO3</b>	<b>SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y EN LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA RESTAURACIÓN DE EXPLOTACIONES MINERAS DE CARBÓN</b> <b>Eduardo Rodríguez Valdés</b> Universidad de Oviedo
<b>AO4</b>	<b>DISEÑOS PRELIMINARES DE MODELOS DE UTILIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE MICORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETRÓLEO.</b> <b>Rafael Antón Herrero</b> Universidad Autónoma de Madrid
<b>AO10</b>	<b>ANÁLISIS ISOTÓPICOS Y TÉCNICAS DE SINCROTRÓN PARA DESCIFRAR LOS MECANISMOS DE REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS MEDIANTE NANOPARTÍCULAS DE HIERRO CERO-VALENTE</b> <b>Diego Baragaño Coto</b> INCAR-CSIC
<b>AO6</b>	<b>NANO-FITORREMEDIACIÓN DE UN SUELO MINERO CONTAMINADO POR ARSÉNICO Y MERCURIO A ESCALA PILOTO MEDIANTE NANOPARTÍCULAS DE HIERRO CERO-VALENTE Y <i>BETULA PUBESCENS</i>.</b> <b>Salvador Sánchez Martines</b> Universidad de Oviedo
<b>AO11</b>	<b>BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS: DEL LABORATORIO A LA ESCALA REAL</b> <b>Sandra Curiel-Alegre</b> Universidad de Burgos
<b>13:30 – 15:30</b>	Comida    Espacio de patrocinios. <b>Sesión de pósteres ÁREAS 1 y 2.</b>

**15:30 – 17:00**  
**ÁREA 2- SUELOS AGRÍCOLAS**

**Moderadores/as:**  
Raúl Zornoza Belmonte – Universidad Politécnica de Cartagena.  
Montserrat Díaz Raviña – MBG-CSIC.

<b>BO1</b>	<b>RECUPERACIÓN DE SUELOS EN INVERNADERO MEDIANTE INTENSIFICACIÓN ECOLÓGICA (IE)</b> Rafael Hernández Maqueda Universidad de Almería
<b>BO2</b>	<b>EL ANтропоCENO Y LOS HUMEDALES: FÁRMACOS Y ELEMENTOS TRAZA EN SUELOS DEL PARQUE NATURAL DE L'ALBUFERA (VALÈNCIA)</b> Vicente Andreu Pérez Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC)
<b>BO3</b>	<b>ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA RECUPERACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO AGRÍCOLA AFECTADO POR INCENDIO FORESTAL</b> Zbigniew Emil Blesa Marco Universidad Miguel Hernández
<b>BO10</b>	<b>FERTILIZANTES DE BASE ORGÁNICA EN ROTACIONES DE CULTIVOS EXTENSIVOS</b> Lucía Guerrero-Gallardo Universidad de Córdoba
<b>BO6</b>	<b>EFICACIA DE LOS SUBPRODUCTOS ORGÁNICOS PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN SUELOS AGRÍCOLAS</b> Antonio Rafael Sánchez Rodríguez Universidad de Córdoba
<b>SESIÓN DE PROYECTOS EUROPEOS – ÁREA 2</b>	
<b>INBESTSOIL</b>	<b>MONETARY VALUATION OF SOIL ECOSYSTEM SERVICES AND CREATION OF INITIATIVES TO INVEST IN SOIL HEALTH: SETTING A FRAMEWORK FOR THE INCLUSION OF SOIL HEALTH IN BUSINESS AND IN THE POLICY MAKING PROCESS</b> Diego Soto Universidade de Vigo
<b>TRIBIOME</b>	<b>ADVANCED TOOLS FOR INTEGRATION AND SYNERGISTIC INTERCONNECTION OF MICROBIOMES IN RESILIENT FOOD SYSTEMS</b> Rocío Barros ICCRAM, Universidad de Burgos
<b>17:00 – 18:00</b>	Sesión de pósteres ÁREAS 1 y 2.
<b>19:00 – 20:45</b>	Actividad social: Visita guiada a pie por Burgos. Punto de encuentro: por definir

## MIÉRCOLES, 26 DE JUNIO

Desde las <b>8:30</b>	<b>REGISTRO</b> Aula Romeros de la Facultad de Derecho.
<p><b>9:00 – 11:00</b> <b>ÁREA 2- SUELOS AGRÍCOLAS</b></p> <p><b>Moderadores/as:</b> Engracia María Madejón Rodríguez – Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. María Milagros Navarro González – Universidad de Burgos.</p>	
<b>Ponente Principal</b>	<b>EXPERIMENTOS DE MANIPULACIÓN PARA ANTICIPAR LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES.</b> Engracia María Madejón Rodríguez Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla
<b>BO9</b>	<b>¿CÓMO AFECTAN LOS ACOLCHADOS ORGÁNICOS A LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y A LAS PROPIEDADES DEL SUELO?</b> Estíbaliz Rodrigo García Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino
<b>BO5</b>	<b>DISEÑO DE FERTILIZANTES A PARTIR DE RESIDUOS GANADEROS PARA LA REGENERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS</b> Antonio Moreno Robles Universidade de Santiago de Compostela
<b>BO14</b>	<b>EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA ENMIENDA ORGÁNICA, DOSIS DE HERBICIDA Y HUMEDAD EN LA DISIPACIÓN DE IODOSULFURON-METIL EN UN SUELO AGRÍCOLA</b> M. Sonia Rodríguez Cruz Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC)
<b>BO12</b>	<b>EL IMPACTO DE LA DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS SOBRE EL CONTENIDO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN CULTIVOS LEÑOSOS TRADICIONALES.</b> Raúl Zornoza Belmonte Universidad Politécnica de Cartagena
<b>SESIÓN DE PROYECTOS EUROPEOS – ÁREA 2</b>	
<b>ECHO</b>	<b>ENGAGING CITIZENS IN SOIL SCIENCE: THE ROAD TO HEALTHIER SOILS</b> Alba Peiro Ibercibix
<b>FENIX</b>	<b>NEW LIFE FOR BIOWASTE AS A SUSTAINABLE SOIL IMPROVER</b> Emilia Fernández Ondoño Universidad de Granada
<b>11:00 – 11:30</b>	Café y pósteres    Espacio de patrocinios
<p><b>11:30 – 13:30</b> <b>ÁREA 1- SUELOS CONTAMINADOS</b></p> <p><b>Moderadores/as:</b> Rocío Millán Gómez – CIEMAT Diego Soto Gómez – Universidade de Vigo</p>	

<b>AO7</b>	<b>APLICACIÓN DE TÉCNICAS CONJUNTAS LABORATORIO E IN-SITU (PXRF) PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS SUELOS EN ÁREAS DEGRADADAS POR ACTIVIDADES MINERAS: INVENTARIO MINERO AMBIENTAL DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA</b> Sara Godoy Del Olmo ENVISUELOS – Coworking La Fábrica
<b>AO8</b>	<b>TRATAMIENTOS COMBINADOS PARA LA REMEDIACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES CLORADOS COVC EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS DE UNA FABRICA DE PRODUCTOS ELECTRÓNICOS</b> Andrea Bianchini GreenSoil Group
<b>AO9</b>	<b>SUELOS ARTIFICIALES PARA LA CLAUSURA DE ESCOMBRERAS DE MINA: PROYECTO PILOTO EN LA MINA DE THARSIS (FAJA PIRÍTICA IBÉRICA)</b> Alberto Molinero García Universidad de Huelva
<b>AO5</b>	<b>BIOTRANSFORMACIÓN DE POLIURETANO EN SUELO: INDUCCIÓN DE FERTILIDAD.</b> José María Orts Universidad de Sevilla
<b>AO12</b>	<b>MICORREMEDIACIÓN MEDIANTE BIOPILAS A ESCALA REAL DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETRÓLEO</b> Jorge Diamantino Miranda Kepler Ingeniería y Ecogestión SL
<b>AO13</b>	<b>APLICACIÓN DEL FITOMANEJO PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE DEPÓSITOS DE RESIDUOS DE MINERÍA METÁLICA ABANDONADOS: UN CASO DE ESTUDIO EN LA SIERRA MINERA DE CARTAGENA-LA UNIÓN</b> José Álvarez Rogel Universidad Politécnica de Cartagena
<b>SESIÓN DE PROYECTOS EUROPEOS - ÁREA 1</b>	
<b>BIOSYSMO</b>	<b>BIOREMEDIATION SYSTEMS EXPLOITING SYNERGIES FOR IMPROVED REMOVAL OF MIXED POLLUTANTS</b> Marta Franco Idener.
<b>SYMBIOREM</b>	<b>SYMBIOTIC, CIRCULAR BIOREMEDIATION SYSTEMS AND BIOTECHNOLOGY SOLUTIONS FOR IMPROVED ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL SUSTAINABILITY IN POLLUTION CONTROL</b> Alazne Galdames Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
<b>13:30 — 15:30</b>	Comida    Espacio de patrocinios. <b>Sesión de pósteres ÁREAS 3, 4 y 5</b>
<b>15:30 — 17:00</b> <b>ÁREA 3- SUELOS FORESTALES</b>	

<b>Moderadores/as:</b> Jorge Mataix-Solera – Universidad Miguel Hernández de Elche Antonio Girona-García. IMIB-CSIC – Universidad de Oviedo	
<b>Ponente Principal</b>	<b>EL SUELO COMO FACTOR CLAVE EN LOS MANEJOS PRE- Y POST-INCENDIO</b> Jorge Mataix Solera Universidad Miguel Hernández
<b>CO1</b>	<b>ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DEL SUELO COMO INDICADOR DE RESILIENCIA DE PINARES AFECTADOS POR DIVERSA SEVERIDAD DE QUEMADO Y RECURRENCIA AL FUEGO</b> Marina Riesco Amurrio Universidad de Castilla-La Mancha
<b>CO2</b>	<b>MONITOREO DE LA CONDICIÓN DE LOS SUELOS FORESTALES DEL PAÍS VASCO</b> Mercedes Román Dobarco Basque Centre for Climate Change BC3
<b>CO4</b>	<b>CONCENTRACIÓN Y RESERVORIO DE Hg EN SUELO Y BIOMASA AÉREA DE UNA PLANTACIÓN DE <i>PINUS SYLVESTRIS</i> EN EL NO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.</b> Andrea Parente Sendín Universidade de Vigo
<b>CO5</b>	<b>MATORRAL AUTÓCTONO Y PRESENCIA DE GANADO EN MINAS DE CARBÓN RECUPERADAS ¿INDUCEN MEJORAS EN EL SUELO?</b> Daphne López Marcos Universidad de Valladolid
<b>CO6</b>	<b>TASAS DE INFILTRACIÓN EN DOS RESTAURACIONES FORESTALES DE LA CUENCA DEL DUERO. SÍNTESIS Y COMPARATIVA</b> Jorge Mongil Manso Universidad Católica de Ávila
<b>17:00 — 18:00</b>	Sesión de pósteres ÁREA 3, 4 y 5
<b>18:30 — 19:00</b>	Recomendación: visita al Museo de la Evolución Humana (entrada gratuita)
<b>20:30</b>	<b>CENA DE GALA</b> <a href="#">NH Collection Ciudad de Burgos</a>

## JUEVES, 27 DE JUNIO

<b>Desde las 8:30</b>	<b>REGISTRO</b> Paraninfo de la Universidad de Burgos (Hospital del Rey)
<p><b>9:00 – 11:00</b> <b>ÁREA 5- SALUD DEL SUELO.</b></p> <p><b>Moderadores/as:</b> Felipe Bastida – CEBAS-CSIC. Carlos Rad – Universidad de Burgos.</p>	
<b>Ponente Principal</b>	<b>CUATRO AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS URBANOS EN SANTIAGO DE COMPOSTELA</b> Remigio Paradelo Universidade de Santiago de Compostela
<b>DO1</b>	<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO BENEFICIOSO DE LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS) SOBRE LA CALIDAD Y BIODIVERSIDAD DEL SUELO EN EL BARRIO DE LA MARINA DEL PRAT VERMELL DE BARCELONA</b> Núria Roca Pascual Universitat de Barcelona
<b>DO2</b>	<b>EL CARBONO ORGÁNICO SECUESTRADO EN EL SUELO DE LA CIUDAD DE BURGOS</b> Gustavo Saiz Rueda Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)
<b>DO3</b>	<b>RELACIÓN ENTRE LA PLUVIOSIDAD Y LA DEGRADACIÓN DEL SUELO EN EL SUR DE ESPAÑA.</b> Concepción Moreno Alarcón Universidad de Málaga
<b>DO5</b>	<b>CARTOGRAFÍA DE LA SEDIMENTACIÓN DE RESIDUOS MINEROS EN EL CAMPO DE CARTAGENA MEDIANTE IMÁGENES SENTINEL-2</b> Inés Pereira Rodríguez Universidad de León
<b>DO6</b>	<b>IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE CÁRCAVAS A PARTIR DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES</b> José Javier Guerrero Criado Universidad de Córdoba
<b>DO7</b>	<b>METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DE ENERGÍA EMPLEADA Y EMISIONES ASOCIADAS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS</b> Antonio Manuel Conde López Universidad de Córdoba
<b>11:00 – 11:30</b>	Café y pósteres    Espacio de patrocinios.

<b>11:30 — 13:30</b> <b>ÁREA 4- DIGITALIZACIÓN Y SUELOS URBANOS</b>  <b>Moderadores/as:</b> Remigio Paradelo – Universidade de Santiago de Compostela Asunción Usón – Universidad de Zaragoza	
<b>Ponente Principal</b>	<b>LA SALUD BIOLÓGICA DEL SUELO: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE DIVERSAS APROXIMACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA COMUNIDAD MICROBIANA DEL SUELO.</b> <b>Felipe Bastida.</b> Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS - CSIC)
<b>EO1</b>	<b>LA PREDICCIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO EN SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS QUIMIOMÉTRICO DE ESPECTROS INFRARROJOS</b> <b>Rafael López Núñez</b> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC)
<b>EO2</b>	<b>SEGUIMIENTO DEL STOCK DE CARBONO ORGÁNICO EN EL MARCO DE LA PAC: LA PRIMERA ETAPA PARA UNA RED MONITORIZACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS EN ESPAÑA</b> <b>Alberto Lázaro López</b> Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC)
<b>EO3</b>	<b>IMPACTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO DE CUBIERTAS VEGETALES EN DISTINTOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN LEÑOSAS DE SECANO</b> <b>Cristina Fernández Soler</b> Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CEBAS- CSIC
<b>EO4</b>	<b>EFFECTO DE BIOFERTILIZANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL BRÓCOLI Y DE LOS INDICADORES DE SALUD DEL SUELO</b> <b>Irene Ollio</b> Universidad Politécnica de Cartagena
<b>EO5</b>	<b>EFFECTO DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA DIVERSIDAD MICROBIANA</b> <b>Javier González Canales</b> Universidad de Alcalá
<b>EO6</b>	<b>SIEMBRA DIRECTA VS. LABOREO CONVENCIONAL EN LA ROTACIÓN TRIGO-COLZA: EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO</b> <b>José Javier Guerrero Criado</b> Universidad de Córdoba
<b>13:30 — 14:00</b>	<b>Clausura y premios.</b> Paraninfo de la Universidad de Burgos (Hospital del Rey)
<b>14:00 — 15:00</b>	Comida    Espacio de patrocinios
<b>15:30 — 18:00</b>	Visita a los <b>Yacimientos de Atapuerca</b> , de la mano del Laboratorio de Evolución Humana de la UBU. Patrocinado por la Fundación Atapuerca y la Diputación de Burgos.  <i>Salida del autobús desde la Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias.</i> <i>Plaza Misael Bañuelos García s/n</i>
<b>20:00 — 21:45</b>	Cóctel de clausura en <a href="#">el Monasterio de San Agustín</a> , patrocinado por la Diputación de Burgos.

# Avances en Nanobioremediación para la Descontaminación de Suelos con Contaminación Mixta y Recalcitrante utilizando Nanobiopilas Dinámicas.

Alazne Galdames<sup>a</sup>, José Luis Vilas Vilela<sup>a,b</sup>, Leire Ruiz Rubio<sup>a,b\*</sup>

a Macromolecular Chemistry Group (LABQUIMAC), Department of Physical Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of the Basque Country (UPV/EHU), 48940 Leioa, Spain;.

b BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures, UPV/EHU Science Park, 48940 Leioa, Spain

[alazne.galdames@ehu.eus](mailto:alazne.galdames@ehu.eus)

tfn.: (+34) 946015968

La descontaminación de suelos a menudo se ve limitada por la falta de alternativas a la excavación y el vertido en términos de técnicas de saneamiento. Aunque existen empresas acreditadas para recuperar suelos contaminados, la implementación de nuevas tecnologías es limitado. Por otro lado, la contaminación mixta del suelo representa un desafío ambiental significativo que requiere enfoques innovadores para su remediación efectiva. En este contexto, la nanobioremediación ha surgido como una estrategia prometedora al combinar las ventajas de las nanopartículas con los procesos biológicos degradativos para reducir las concentraciones de todos los contaminantes posibles, adaptando el proceso a cada caso específico para aumentar la eficiencia y recuperar los suelos como recursos útiles.

La acción sinérgica de la nanorremediación y la biorremediación, constituye una alternativa menos intrusiva, más económica y respetuosa con el medio ambiente que las técnicas tradicionales físico-químicas, especialmente la biorremediación mediante compost, que permite la reutilización de residuos orgánicos.

La combinación de nanotecnología y biorremediación en configuración de biopila dinámica, utilizando nanopartículas de hierro cerovalente y compost, presenta una novedosa estrategia de probada eficacia para la remediación de suelos contaminados con presencia de hidrocarburos y otros compuestos. Esta técnica mixta busca mejorar la eficacia del proceso y ofrece una alternativa sostenible para recuperar suelos contaminados sin riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

**Palabras clave:** Nanorremediación, biorremediación, nanobiopila dinámica, contaminación mixta, hidrocarburos.

# ¿Puede la colonización vegetal espontánea de depósitos de residuos mineros metalíferos abandonados desencadenar procesos funcionales del suelo similares a los de los depósitos técnicamente restaurados?

Ceacero-Moreno, Matías\*; Álvarez-Rogel, José; Conesa Alcaraz, Héctor Miguel; Martínez-Sánchez, Juan José; González-Alcaraz, María Nazaret

Departamento de Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, España.

\*matias.ceacero@upct.es

## RESUMEN

Los suelos de depósitos de residuos mineros metalíferos tienen elevadas concentraciones de metales/metaloideos (elementos potencialmente tóxicos, EPTs), escasa materia orgánica y, en ocasiones, pH ácido y salinidad. A pesar de las condiciones hostiles que presentan, ciertas especies vegetales pueden colonizarlos, lo que supone un aspecto clave para las técnicas de fitomanejo. Estas técnicas manipulan el sistema suelo-planta para reducir la movilidad de EPTs y mejorar el ecosistema, pudiendo complementar determinadas estrategias de restauración ingenieril que usualmente conllevan elevados costes económicos y dificultades técnicas. La complementariedad de ambos enfoques puede ayudar a la optimización de los recursos, priorizando esfuerzos en depósitos de mayor riesgo, como aquellos con residuos extremadamente ácidos o cerca de poblaciones. Uno de los aspectos clave para valorizar las técnicas de fitomanejo es estudiar si los suelos de los depósitos colonizados por la vegetación son funcionales. Para ello se han evaluado parámetros edáficos in situ (temperatura, emisión de CO<sub>2</sub>, actividad alimentaria de invertebrados edáficos) y en laboratorio (salinidad, pH, carbono orgánico total, soluble y de biomasa microbiana, nitrógeno, actividades enzimáticas, etc.) en un depósito abandonado colonizado espontáneamente por la vegetación nativa y en otro restaurado con suelo limpio y reforestación. Ambos depósitos acumulan lodos de flotación de lavaderos de mineral de minas de sulfuros, habiendo pasado unos 40 años desde su abandono/restauración. Se trabajó en parches de pino carrasco y de matorral mediterráneo. Los resultados obtenidos muestran que los suelos del depósito colonizado son funcionales, aunque los restaurados exhibieron mejores valores en varios de los indicadores evaluados.

**Palabras clave:** contaminación del suelo, fitomanejo, funcionalidad, ecotoxicidad, microbiología del suelo.

## **Soluciones basadas en la naturaleza y en la economía circular para la restauración de explotaciones mineras de carbón**

Ana M. Díaz<sup>1\*</sup>, Lorena Salgado<sup>1</sup>, Rubén Alba<sup>1</sup>, Lidia Moriano<sup>1</sup>, Aránzazu Estrada<sup>1,2</sup>, Mauro Sanna<sup>2</sup>, Eduardo Rodríguez-Valdés<sup>1</sup>, José Luis R. Gallego<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación BIOGEOAMB e INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio), Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

<sup>2</sup>Unidad de Conservación Vegetal y Espacios Protegidos - INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio), Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

[\\*diazdana@uniovi.es](mailto:diazdana@uniovi.es) – Edificio de Inv., 7º. INDUROT, Univ. de Oviedo, Campus Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

### **RESUMEN**

La transición hacia las energías renovables en detrimento del uso del carbón repercutió directamente en las zonas mineras. El cese de actividad dejó paso a espacios extensos de suelos erosionados, carentes de nutrientes, con indicios de contaminación y taludes pronunciados. Estos factores hacen que la restauración ambiental de estas zonas y la búsqueda de actividades beneficiosas, social y económicamente, para los habitantes del entorno sea compleja. En este contexto, particularmente en el SO de Asturias, desde el proyecto NATURESOIL se plantea la utilización de enmiendas orgánicas (compost) y/o inorgánicas (RCD, residuos inertes de minería o cenizas de central térmica) y su integración con técnicas de hidrosiembra para restaurar las antiguas explotaciones. El objetivo va más allá de una mera revegetación, ya que se busca regenerar propiedades físicas y químicas del suelo degradado, acelerando su capacidad para recuperar la biodiversidad perdida. Un elemento clave adicional de estos trabajos, realizados a escala de laboratorio, piloto y real, es convertir los suelos degradados en sumideros de carbono. Para ello, se analizan en detalle, además de las propiedades edáficas del suelo, las diferentes fracciones lábiles y recalcitrantes de carbono orgánico y su evolución a partir de la adición de las enmiendas ya mencionadas, así como la dinámica de sucesión ecológica que aparece. Por último, la monitorización del proceso mediante teledetección con dron y cámara multispectral y el subsiguiente tratamiento mediante “machine learning” del conjunto de datos espectrales es otra novedad que aporta este estudio.

**Palabras clave:** Restauración minera; economía circular; sumideros de carbono; suelo degradado; teledetección.

## **Diseños preliminares de modelos de utilidad para la realización de estudios de micorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos totales del petróleo.**

Rafael Antón-Herrero<sup>1</sup>, Carlos García-Delgado<sup>2</sup>, Begoña Mayans<sup>1</sup>, Laura Delgado-Moreno<sup>1</sup>, Jorge Diamantino<sup>3</sup>, Cynthia Alcántara<sup>3</sup>, Jofre Herrero<sup>4</sup> y Enrique Eymar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

<sup>2</sup> Departamento de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

<sup>3</sup> Kepler Ingeniería y Ecogestión SL, Burgos España.

<sup>4</sup> Unidad de Agua, Aire y Suelo, Eurecat - Centro Tecnológico de Cataluña, Manresa, España.

[rafael.anton@uam.es](mailto:rafael.anton@uam.es), +34 91 497 23 65

### **RESUMEN**

El proyecto MySOIL (LIFE20 ENV/ES/000416) se centra en la promoción de la micorremediación, una tecnología emergente de biorremediación, para abordar la contaminación del suelo causada por hidrocarburos totales de petróleo (TPH). La micorremediación es un tipo de técnica de bioaumentación, que se basa en biopilas estáticas donde se añade un sustrato orgánico con inóculo fúngico. El consorcio formado por ocho entidades de cinco países europeos (España, Francia, Italia, Bélgica y Alemania) tiene como objetivo evaluar la eficiencia de la tecnología en diversos suelos, climas y bajo diferentes aproximaciones. Biopilas piloto (50 m<sup>3</sup>) se están actualmente operando en tres países, monitoreando parámetros como características del suelo, concentraciones de contaminantes y ecotoxicidad.

Este estudio se centra en los resultados obtenidos para el ensayo de mesocosmos en España, realizado en micorreacores de 0,4 m<sup>3</sup>. Los tratamientos que incluían sustratos agotados de *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus* mostraron una eliminación significativamente mayor de TPH en comparación con los no inoculados alcanzando un 70% en algunas fracciones. Aunque la colonización del suelo por hongos no fue elevada, la interacción entre la microbiota del sustrato y la autóctona del suelo fue crucial en la biodegradación de los hidrocarburos. Fue destacable la eficacia de los sustratos post-cultivo de hongos para la degradación de cadenas alifáticas y aromáticas específicas según su longitud de carbonos. Estos resultados influyen en el proceso de escalado tecnológico presentado mediante un modelo de utilidad, donde se busca mejorar las condiciones de micorremediación para optimizar el proceso a mayor escala y seguir su evolución detalladamente.

**Palabras clave:** suelo, contaminantes orgánicos, sustrato agotado, biorremediación, mesocosmos.

## **Nuevo proceso de eliminación de residuos de Poliuretano utilizando un proceso bifásico: Despolimerización Química y Biorremediación en suelo**

J.M. Orts<sup>1\*</sup>, M. Tejada<sup>2</sup>, I. Gómez-Parrales, J. Parrado<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup> Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, C/Prof. García González 2, 41012 Sevilla, España.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Edafología Ambiental, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, E.T.S.I.A. Universidad de Sevilla, 41004 Sevilla, España

\*Corresponding author: J. Parrado ([parrado@us.es](mailto:parrado@us.es)); J.M. Orts ([jorts1@us.es](mailto:jorts1@us.es))

### **RESUMEN**

El poliuretano (PU) es un tipo de polímero plástico no biodegradable que presenta una gran durabilidad en el medio ambiente, limitándose su reciclaje a acumulación en vertederos, incineración o reciclaje químico. Nuestro grupo ha desarrollado un novedoso proceso de reciclaje químico que produce la total despolimerización del PU en agua, que no emite gases de efecto invernadero y que solo necesita energía eléctrica renovable y agua que es reciclada y reutilizada para el desarrollo del proceso. El PU es totalmente convertido en un extracto orgánico soluble (EOS), cuya composición química principal es carbono y nitrógeno, y formado por moléculas orgánicas de pequeño peso molecular (<600 Da).

Estas moléculas presentan una alta biodisponibilidad por parte de la microbiota edáfica, la base de la biorremediación en suelo del PU. Bacterias pertenecientes al género *Bacillus* (*B. siamensis*, *B. amyloliquefaciens*), *Micrococcus* (*M. yunnanensis*), *Corynebacterium* (*C. variabile*), *Rhodococcus* (*R. pyridinivorans*), entre otras han sido aisladas en suelos mostrando una alta capacidad de biodegradación del PU despolimerizado. Éstas, mediante la síntesis de enzimas involucradas en la degradación de polímeros plásticos como cutinasas, esterasas, hidrolasas y oxidoreductasas entre otras permiten la bioconversión de las moléculas en azúcares, proteínas y ácidos grasos.

Estas bacterias además de eliminar PU despolimerizado son de un gran interés por sus propiedades biofertilizantes, como bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPb).

Conclusión: El suelo se ha utilizado con un sistema de biorremediación de PU, y un inductor de fertilidad mediante su conversión en bacterias biofertilizantes.

**Palabras clave:** Poliuretano, PGPb, Suelo, Biorremediación.

## **Nano-fitorremediación de un suelo minero contaminado por arsénico y mercurio a escala piloto mediante nanopartículas de hierro cero-valente y *Betula pubescens***

Salvador Sánchez<sup>1,2\*</sup>, Aida González<sup>2</sup>, José Luis R. Gallego<sup>1</sup>, María Antonia López Antón<sup>3</sup>,  
Diego Baragaño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación BIOGEOAMB e INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio),  
Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

<sup>2</sup>Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal, Universidad de Oviedo,  
Campus del Cristo, 33006 – Oviedo (Asturias)

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, Francisco Pintado Fe, 26, 33011 – Oviedo  
(Asturias).

\*sanchezs salvador@uniovi.es – Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología vegetal,  
Univ. De Oviedo, Campus del Cristo, 33006 – Oviedo (Asturias)

### **RESUMEN**

Las nanopartículas de hierro cero-valente (nZVI) han generado gran interés debido a su efectividad en la remediación de suelos contaminados. Sin embargo, se ha prestado escasa atención a su impacto en la vegetación, especialmente en combinación con la técnica de fitorremediación. En este contexto, se realizó un estudio en dos fases. Primero, se evaluó el efecto del arsénico y mercurio presente en un suelo minero tratado con nZVI y/o compost de lodos de depuradora sobre el crecimiento y desarrollo de *Betula pubescens* cultivada en invernadero. Posteriormente, se implementó el mejor tratamiento obtenido sobre una parcela experimental *in situ* para evaluar los resultados a largo plazo y bajo condiciones reales. Además de analizar el efecto sobre la fisiología vegetal, se determinó la especiación de ambos contaminantes en el suelo mediante extracciones secuenciales y se profundizó en el mecanismo de inmovilización del Hg mediante desorción térmica programada (Hg-TPD).

La aplicación de nZVI incrementó el crecimiento de la parte aérea del abedul en el ensayo de invernadero, aunque, en condiciones de campo, las diferencias se observaron en una mayor proliferación y biomasa del sistema radical y una reducción del estrés oxidativo, debido a la inmovilización de los contaminantes en el suelo. La adición de compost en invernadero mostró una mayor bioacumulación de los contaminantes y deterioro de las plantas, por lo que no se empleó en campo. Estos resultados indican que la aplicación de nZVI ofrece una vía prometedora para la fito-estabilización del suelo, y la recuperación de emplazamientos altamente contaminados por metal(oid)es.

**Palabras clave:** Contaminación de suelos, fitorremediación, arsénico, mercurio, nanopartículas de hierro cero-valente

## Área 1. Contaminación de suelos y tecnologías de biorremediación

### **Aplicación de técnicas conjuntas laboratorio e in-situ (pXRF) para determinar la calidad de los suelos en áreas degradadas por actividades mineras – Inventario Minero Ambiental de la Junta de Andalucía**

#### **RESUMEN**

La caracterización de suelos a escala de un territorio requiere la aplicación de técnicas rápidas y de menor coste que permitan multiplicar los datos de partida y obtener información representativa y de calidad para el apoyo en la toma de decisiones.

ENVISUELOS ha participado desde el 2020 y hasta el 2023, como empresa especializada en la caracterización de suelos contaminados, en el proyecto de inventario minero ambiental de la Junta de Andalucía. En este proyecto se ha evaluado la calidad de los suelos en 3600 explotaciones mineras tanto abandonadas como en actividad gracias, entre otros, a la utilización conjunta del dispositivo de medición in-situ pXRF como de laboratorios acreditados.

La preparación de protocolos específicos para analizar de manera adecuada los distintos tipos de matriz de interés (suelos, rocas, lodos), el seguimiento de un estricto control de calidad y el control de las medidas gracias a su comparativa con análisis en laboratorio certificado ha permitido obtener a lo largo de los 18 meses de la fase de campo, información precisa en más de 10.000 puntos de muestreo. Elementos como el Zn, Pb, As, Ni, Cu, han presentado coeficientes de correlación con el laboratorio de entre el 80 y el 95%. A partir de los resultados obtenidos se han creado índices de contaminación (Alberruche et al.) permitiendo identificar los suelos impactados por la actividad minera.

El tratamiento de estos datos junto con otros de carácter medioambiental, integración paisajística y seguridad para las personas (análisis multicriterio a gran escala) ha permitido generar una herramienta de ayuda a la decisión, y más específicamente al establecimiento de medidas correctoras en zonas de especial afección. Además del aspecto medioambiental, la aplicación de este tipo de medidas puede aplicarse para la caracterización geoquímica de suelos, pero también de residuos, pudiendo dar información sobre una revalorización de suelos a nivel ambiental pero también económica (potencial de reaprovechamiento).

Enero 2023

Sara Godoy del Olmo

## Casos innovadores y prácticos de técnicas de biorremediación en emplazamientos industriales.

Rogier de Waele, Martin Slooijer, Mr. Andrea Bianchini

GreenSoil Group - Buitendijks 19, 3356 LX Papendrecht, Países Bajos

Mr. Andrea Bianchini – Country Manager Iberia GreenSoil

[a.bianchini@greensoilgroup.com](mailto:a.bianchini@greensoilgroup.com) +34 642 70 3545

### RESUMEN

En dos proyectos llevados a cabo en Bélgica, GreenSoil combinó la remediación biológica del suelo y las aguas subterráneas con una estrategia sostenible y circular de rehabilitación de los emplazamientos.

Uno de ellos es un antiguo emplazamiento de producción de triacetato que causó una fuerte contaminación por xileno en el suelo y en las aguas subterráneas a una profundidad de 10 m, lo que dio lugar a una masa total de 90T de xileno. GreenSoil llevo a cabo una remediación biológica on-site y 100% in-situ como alternativa más sostenible y económica a las técnicas convencionales.

El otro es un antiguo emplazamiento de telecomunicaciones con suelo y aguas subterráneas contaminados con COV. Dos zonas estaban contaminadas con TCA y Percloroetileno (PCE) hasta una profundidad de 21 m. Se formó una pluma de agua subterránea contaminada de más de 400 m. La implementación de la descontaminación fue todo un reto debido a la presencia de múltiples partes interesadas en el emplazamiento y a los planes de construcción de un pala eólica. La rehabilitación del emplazamiento del xileno consistió en la excavación y construcción de biopilas on-site para tratar el 100% del suelos contaminados y el biosparging de las aguas subterráneas. El aire contaminado extraído de las biopilas se trató con una técnica innovadora de bioscrubber y usando las mismas biopilas como biofiltros.

En el caso del emplazamiento de COVc, para tratar la pluma de agua subterránea, se instalaron varias biobarreras para evitar la migración fuera del emplazamiento de la contaminación.

### Palabras clave:

1. Remediación biológica
2. biofiltro
3. biopilas
4. biosparging
5. biobarreras

## **Suelos artificiales para la clausura de escombreras de mina: Proyecto piloto en la mina de Tharsis (Faja Pirítica Ibérica)**

A. Molinero-García<sup>a</sup>, R. Millán-Becerro<sup>a</sup>, V. Asensio<sup>b</sup>, R. Leboreiro<sup>b</sup>, A. Parviainen<sup>c</sup>, F.J. Martín-Peinado<sup>c</sup>, J.M. Nieto<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra y Centro de Investigación en Recursos Naturales Salud y Medioambiente (RENSMA), Universidad de Huelva, Campus "El Carmen", 21071, Huelva, España;

<sup>b</sup> EDAFOTEC SL, Rúa Colón 26 4º Of. 2, 36201, Vigo, España;

<sup>c</sup> Universidad de Granada, Departamento de Edafología y Química Agrícola, Avda. Fuente Nueva s/n, E-18071 Granada, Spain.

Contacto: [alberto.molinero@dct.uhu.es](mailto:alberto.molinero@dct.uhu.es) (Alberto Molinero-García<sup>a</sup>)

### **RESUMEN**

La Faja Pirítica Ibérica (FPI), localizada al suroeste de la Península, encierra el mayor yacimiento de sulfuros masivos del mundo. Su explotación ha expuesto estos minerales (fundamentalmente pirita-FeS<sub>2</sub>-) a aguas superficiales y oxígeno, produciendo un lixiviado ácido, con elevadas concentraciones de sulfatos y metales(oides), conocido como drenaje ácido de mina (AMD). Los metales liberados pueden movilizarse en el sistema suelo-planta-agua originando un problema ambiental y de salud humana. Las escombreras de minas de la FPI suelen ser focos generadores de AMD. Las estrategias más sostenibles para abordar esta problemática actúan sobre su prevención y tratamiento, frenando la oxidación de los sulfuros metálicos presentes. En este trabajo se presenta una experiencia piloto (parcela de 300m<sup>2</sup>) basada en la aplicación de un suelo artificial (Tecnosol) sobre una escombrera en la mina de Tharsis (FPI, Huelva), con el objetivo de frenar la generación de AMD y permitir la revegetación. Se elaboraron tres Tecnosoles con residuos locales y biochar, para aplicar tres capas diferentes. La primera capa, directamente sobre la escombrera, para favorecer la estabilización química de la pirita y frenar su oxidación. La capa del medio, con propiedades "reductoras", para limitar la infiltración de oxígeno. La tercera capa, superficial y rica en nutrientes para favorecer el crecimiento de la vegetación. La aplicación de estos Tecnosoles aumentó el pH en el agua lixiviada y disminuyó significativamente la concentración de metales, estableciéndose como una tecnología eficaz para frenar el AMD. No obstante, se necesita monitorear el agua lixiviada para verificar su eficacia a largo plazo.

**Palabras clave:** escombreras de minas; drenaje ácido de minas; elementos potencialmente tóxicos; Tecnosoles; revalorización de residuos.

## **Análisis isotópicos y técnicas de sincrotrón para descifrar los mecanismos de remediación de suelos contaminados mediante nanopartículas de hierro cero-valente**

Diego Baragaño<sup>1\*</sup>, Blanca Astray<sup>2</sup>, Hiram Castillo<sup>3</sup>, Vladislav Chrastrný<sup>2</sup>, Michael Komárek<sup>2</sup>, José Luis R. Gallego<sup>4</sup>, Maria Antonia López Antón<sup>1</sup>, Gildas Ratié<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo, Spain

<sup>2</sup> Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 00, Prague – Suchdol, Czech Republic

<sup>3</sup> European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Avenue des Martyrs 71, 38000 Grenoble, France

<sup>4</sup> Grupo de Investigación BIOGEOAMB, Univ. de Oviedo, Campus de Mieres, 33006, Mieres (Asturias), Spain

<sup>5</sup> Nantes Université, Univ. Angers, Le Mans Université, CNRS, Laboratoire de Planétologie et Géosciences LPG UMR 6112, F-44000 Nantes, France

\*diego.baragano@incar.csic.es – C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo (Asturias), Spain

### **RESUMEN**

Las enmiendas de base hierro se han utilizado ampliamente en la remediación de suelos contaminados debido a su capacidad de sorción, de forma análoga a las fases de hierro presentes naturalmente en el suelo. Con el progreso de la nanotecnología, ha surgido una técnica prometedora basada en la aplicación de nanopartículas de hierro cero-valente (nZVI). Sin embargo, aún existe un conocimiento limitado sobre su interacción con otras fases del suelo y la biota. De hecho, los estudios sobre la persistencia de las nZVI tras su aplicación al suelo son escasos, dado que experimentan procesos rápidos de oxidación, generando nuevas fases de hierro. Además, persisten dudas sobre la capacidad de las plantas para acumular este nanomaterial.

En esta contribución se presentan varios estudios que han abordado estas incógnitas mediante el empleo de análisis isotópicos y técnicas de sincrotrón. Entre ellos, se destaca: 1) el uso de isótopos de Cd para trazar su ciclo biogeoquímico en el sistema suelo-planta tras la aplicación de nZVI; 2) el análisis de la especiación de As y Fe mediante nano-XRF y nano-XAS en un suelo contaminado, seis años después de su remediación a escala piloto; y 3) la evaluación de la acumulación de nZVI en plantas mediante análisis isotópicos de Fe, utilizando <sup>57</sup>Fe-nZVI isotópicamente marcadas, junto con técnicas de XRF y XAS en raíces para demostrar el estado de oxidación del Fe. Estos resultados contribuyen a comprender la interacción nZVI-suelo-planta, esencial para una implementación segura y efectiva de esta técnica de remediación.

**Palabras clave:** isótopos estables; sincrotrón; hierro cero-valente; remediación; suelos contaminados.

## **BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS: DEL LABORATORIO A LA ESCALA REAL**

Sandra Curiel-Alegre<sup>1,5\*</sup>, Rafael Rivilla<sup>2</sup>, Marta Martín<sup>2</sup>, David Durán<sup>2</sup>, Eduard Borràs<sup>3</sup>, Soledad Martín-Castellote<sup>4</sup>, Blanca Juez<sup>4</sup>, Aqib Hassan Ali Khan<sup>5</sup>, Blanca Velasco-Arroyo<sup>5,6</sup>, Carlos Rad<sup>1</sup>, Rocío Barros<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Compostaje UBUCOMP, Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias, Misael Bañuelos. 09001 Burgos (España)

<sup>2</sup>Dpto. Biología, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, Darwin 2. 28049 Madrid (España).

<sup>3</sup>LEITAT, Carrer de la Innovació, 2. 08225 Terrassa, Barcelona (España).

<sup>4</sup>ACCIONA, C/ Valportillo II, 8. 28108 Alcobendas, Madrid (España).

<sup>5</sup>ICCRAM, Universidad de Burgos, Misael Bañuelos. 09001 Burgos (España).

<sup>6</sup>Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias. Plaza Misael Bañuelos s/n. 09001 Burgos (España).

\*Sandra Curiel-Alegre: [scuriel@ubu.es](mailto:scuriel@ubu.es)

### **RESUMEN**

Este trabajo presenta los avances y retos encontrados en el desarrollo de un proceso de biorrecuperación de un suelo contaminado con hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y metales pesados, desde una escala de laboratorio hasta su implementación a escala real en biopilas, así como la posibilidad de utilización de tecnologías híbridas que combinaban bioaumentación y un sistema bioelectroquímico pasivo.

La escala de laboratorio supuso la realización de 7 incubaciones donde se optimizaron las condiciones físicoquímicas que maximizaron la degradación de hidrocarburos: humedad, adición de nutrientes, incorporación de vermicompost, inoculación con un consorcio microbiano especializado y aislado del propio suelo contaminado, la introducción de biochar y biosurfactantes, coinoculación con microalgas y el uso de consorcios sintéticos. Las condiciones operativas más prometedoras y factibles desde un punto de vista económico y ambiental se llevaron a una escala experimental de mesocosmos de 500 kg donde se comparó la eficacia de los procesos de atenuación natural del control (CT), de bioaumentación con un consorcio microbiano y la adición de vermicompost y nutrientes (BAVC) y la incorporación a este último tratamiento de un sistema bioelectroquímico pasivo consistente en la inserción de barras huecas de grafito de 50 cm (BESVC) en condiciones ambientales reales. Finalmente, se instalaron dos biopilas de 10 toneladas de suelo contaminado (control y tratamiento BAVC) donde se monitorizaron durante 1 año las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, obteniéndose a su finalización eficiencias superiores al 90% en la degradación del contenido inicial de hidrocarburos.

**Palabras clave:** Biodegradación, bioaumentación, hidrocarburos, vermicompost, biopilas.

## **MICORREMEDIACIÓN MEDIANTE BIOPILAS A ESCALA REAL DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETRÓLEO**

Jorge Diamantino-Miranda<sup>1</sup>, Rafael Antón-Herrero<sup>2</sup>, Enrique Eymar<sup>2</sup>, Carlos García-Delgado<sup>3</sup>, Jofre Herrero<sup>4</sup> y Cynthia Alcántara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kepler Ingeniería y Ecogestión SL, Burgos España.

<sup>2</sup> Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

<sup>3</sup> Departamento de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

<sup>4</sup> Unidad de Agua, Aire y Suelo, Eurecat - Centro Tecnológico de Cataluña, Manresa, España.

[j.diamantino@kepler.es](mailto:j.diamantino@kepler.es), +34 650 708 453

### **RESUMEN**

La micorremediación es una tecnología emergente de biorremediación que utiliza hongos como inóculo de biopilas en combinación con un sustrato orgánico, aprovechando la capacidad degradadora de las enzimas fúngicas. El proyecto MySOIL (LIFE20 ENV/ES/000416) pretende demostrar la viabilidad de esta técnica para recuperar suelos contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo (TPH). El consorcio formado por ocho entidades de cinco países europeos (España, Francia, Italia, Bélgica y Alemania) tiene como objetivo evaluar la eficiencia de la micorremediación en diversos suelos, climas y bajo diferentes aproximaciones.

En España se han construido biopilas piloto (50 m<sup>3</sup>) en la Refinería La Rábida de CEPSA en Palos de la Frontera (Huelva), después de estudios realizados a escala de laboratorio y a escala de mesocosmos (0,4 m<sup>3</sup>) que han optimizado la estrategia de remediación. El tratamiento a escala piloto se ha iniciado con una bioestimulación de la microbiota autóctona con sustrato no-inoculado. Después de dos meses de tratamiento se han adicionado sustratos agotados de los hongos *Agaricus bisporus* y *Pleurotus ostreatus* como inóculo fúngico, estableciendo biopilas estáticas operadas por una planta automatizada diseñada por KEPLER.

En este trabajo se presentan los resultados de eliminación de los TPH y el seguimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos hasta el momento, ilustrando un caso de tratamiento de micorremediación de suelos contaminados por TPH en biopilas a escala real.

**Palabras clave:** biopilas piloto, biorremediación, micorremediación, sustrato agotado de hongos, TPH.

## **APLICACIÓN DEL FITOMANEJO PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE DEPÓSITOS DE RESIDUOS DE MINERÍA METÁLICA ABANDONADOS: UN CASO DE ESTUDIO EN LA SIERRA MINERA DE CARTAGENA-LA UNIÓN.**

Álvarez-Rogel, José\*; Martínez-Sánchez, Juan José; Conesa Alcaraz, Héctor Miguel; Franco Leemhuis, José Antonio; Ceacero-Moreno, Matías; González-Alcaraz, María Nazaret

Departamento de Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, España.

\* [jose.alvarez@upct.es](mailto:jose.alvarez@upct.es)

### **RESUMEN**

Los depósitos de lodos de flotación almacenan residuos de lavaderos de mineral. Muchos se abandonan sin restaurar cuando cesa la explotación, siendo una fuente de elementos potencialmente tóxicos que deteriora al medioambiente y la salud y bienestar humano. Cuando los depósitos entrañen un riesgo inaceptable de colapso, y/o estén cerca de poblaciones y/o almacenen residuos extremadamente ácidos, se deberían priorizar actuaciones de restauración como la eliminación/reubicación o el sellado y cobertura *in situ*. La imposibilidad de asumir económicamente estas actuaciones al conjunto de depósitos de un antiguo distrito minero obliga a buscar medidas alternativas para complementarlas. El fitomanejo forma parte de estas medidas.

En este trabajo se han aplicado técnicas de fitomanejo en una parcela de 2500 m<sup>2</sup> ubicada en un depósito de residuos mineros del antiguo distrito minero de Cartagena-La Unión (SE de España). Se labró el suelo, se añadió una enmienda orgánica (mezcla de 4700 kg de compost de residuos sólidos urbanos y 850 kg de biochar) a una dosis de 4,4 kg por metro lineal, se construyeron fajas forestales y se plantaron 742 ejemplares de seis especies: *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Atriplex halimus*, *Rhamnus lycioides*, *Maytenus senegalensis* y *Dorycnium pentaphyllum*. Durante un año se monitorizó *in situ* la actividad microbiológica del suelo y la actividad alimentaria de invertebrados edáficos; se analizaron parámetros químicos, físicos, microbiológicos y ecotoxicológicos del suelo; y se evaluó el crecimiento de las plantas introducidas además de analizar su contenido en metales. Los resultados indicaron el buen resultado de las técnicas aplicadas.

**Palabras clave:** contaminación del suelo, metales, fitomanejo, ecotoxicidad, restauración ambiental.

## **EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR HCHs EN O PORRIÑO, GALICIA, 20 AÑOS DESPUÉS**

Chaos, Z. <sup>1,\*</sup>, Celeiro, M. <sup>2</sup>, García-Jares, C. <sup>2</sup>, Monterroso, C. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRETUS. Dpto. Edafología e Química Agrícola, Universidade de Santiago de Compostela, 15782- Santiago de Compostela, España.

<sup>2</sup> CRETUS. Dpto. Química Analítica, Nutrición e Bromatología, Universidade de Santiago de Compostela, 15782 – Santiago de Compostela, España.

\*Mzoe.chaos@usc.es

### **RESUMEN**

A pesar de los esfuerzos y objetivos del Convenio de Estocolmo para eliminar los contaminantes orgánicos persistentes (POPs), su extenso uso en el pasado y su alta persistencia han contribuido a que estos contaminantes sigan presentes en la actualidad. Los hexaclorociclohexanos (HCHs) representan el mayor legado de POPs a nivel mundial, y en España, se localizan varios focos de contaminación, incluido O Porriño (Galicia), donde se fabricó este pesticida entre 1940 y 1960. A finales de 1990, tras una evaluación de la contaminación, se construyó una celda de seguridad en la que se confinó el suelo contaminado ( $> 2 \text{ mg kg}^{-1}$ ), pero en 2018, durante la ejecución de obras públicas, afloraron nuevos residuos de HCHs.

El objetivo de este trabajo es proporcionar una visión general del estado actual del territorio y los cambios espaciales y temporales ocurridos después de 20 años. Para ello, se estableció una red de muestreo de alta resolución espacial ( $n = 73$ ) alrededor de una antigua fábrica de producción y de la celda de confinamiento (área ca.  $28 \text{ km}^2$ ). Entre 2021 y 2022, se recogieron muestras de suelo superficial (0 – 20 cm) y hojas de carballo (*Quercus robur*), en las que se analizó el contenido de HCHs. Los resultados revelaron la ausencia de contaminación superficial en la zona estudiada, excepto en un antiguo vertedero, donde se encontraron concentraciones superiores al límite legal, aunque significativamente inferiores a las detectadas hace 20 años. *Q. robur* demostró ser capaz de acumular HCHs, consolidándose como un potencial bioindicador de HCHs.

**Palabras clave:** Hexaclorociclohexano, Lindano, POPs, Suelo contaminado, *Quercus robur*

## **UTILIZACIÓN DE NANOCOMPUESTOS DE ARCILLA CON POLÍMEROS Y BIOCARBÓN PARA RETENER SULFADIAZINA**

Jaber Raissouni<sup>1,2</sup>, Khalid Draoui<sup>1</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>,  
Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ingeniería de Materiales y Energía Sostenible, FS, Universidad Abdelmalek Essaadi, Tetuán, Marruecos.

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

Correo-e: ana.barreiro.bujan@usc.es

### **RESUMEN**

La sulfadiazina (SDZ) es un antibiótico utilizado en medicina humana y veterinaria, que puede incorporarse al suelo a través de purines y lodos de depuradora. Si el suelo no tiene suficiente capacidad para adsorberlo, puede pasar al agua, provocar la aparición de resistencia en las bacterias y entrar en la cadena trófica. Para proteger la salud humana y ambiental, es esencial desarrollar métodos efectivos que aumenten el poder de adsorción del suelo y eliminen los contaminantes emergentes del agua. Marruecos ha adoptado una política activa en este sentido. En este trabajo se estudió la capacidad de adsorción de SDZ por arcillas naturales no hinchables (NH, clorita+illita+caolinita) e hinchables (H, stevensita) de Marruecos, así como por estas arcillas modificadas con polímeros (alginato AG; alginato+carboximetilcelulosa AG+CMC) o con polímeros más biocarbón (alginato+biocarbón AG+BC). Se realizaron ensayos de tipo batch añadiendo concentraciones crecientes de SDZ (0, 1, 5, 10, 20, 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ). Las arcillas NH presentaron siempre baja adsorción de SDZ, inferior al 13,8% de la concentración añadida en las naturales, y al 54% en las modificadas, si bien el proceso fue poco reversible. Las arcillas H naturales adsorbieron hasta el 21,7% de la concentración añadida, pero con AG+CMC adsorbieron el 100%. La desorción de la arcilla H fue del 10% y con AG+CMC incrementó al 29%. Se obtuvo una correlación positiva de la adsorción de stevensita con dhkl (espaciado) y D (altura del cristal) y negativa con  $\delta$  (densidad de dislocaciones) y FWHM (ancho máximo promedio) de los picos de DRX.

**Palabras clave:** antibiótico, adsorción/desorción, arcillas, biocarbón, alginato

## **BIOSYSMOdb: Unificando información para avanzar en el estudio de la biorremediación del suelo**

Marta FRANCO, Akanksha MISHRA, Sara GIL-GUERRERO, Lila OTERO-GONZALEZ, Manuel SALVADOR

Biotechnology division, IDENER.AI, Seville, Spain.

Marta Franco de Benito: [marta.franco@idener.ai](mailto:marta.franco@idener.ai) // Lila Otero González: [lila.otero@idener.ai](mailto:lila.otero@idener.ai)

### **RESUMEN**

La contaminación del suelo, originada por actividades industriales, agrícolas y urbanas, supone una creciente amenaza para los ecosistemas, afectando la calidad del agua, la seguridad alimentaria y la biodiversidad de estos. La biorremediación, que emplea organismos vivos para descomponer o eliminar contaminantes, emerge como una solución prometedora a este problema (Verma, 2021). Sin embargo, su éxito depende de un profundo conocimiento sobre los procesos biológicos de degradación y la adaptabilidad de los microorganismos involucrados, información que se encuentra dispersa en diversas bases de datos, lo que hasta ahora ha dificultado la obtención de una visión integrada y aplicable.

En respuesta a este desafío, presentamos BIOSYSMO database (BIOSYSMOdb), una base de datos que integra y sintetiza el conocimiento sobre biodegradación disponible en cuatro bases de datos públicas: EAWAG (Gao et al., 2010), MibPop (Ngara et al., 2022), MetaCyc (Caspi et al., 2020) y KEGG (Kanehisa & Goto, 2000). A través de un protocolo de extracción y unificación, BIOSYSMOdb compila datos sobre vías metabólicas, reacciones, enzimas y organismos involucrados en la biodegradación de los compuestos incluidos, de los cuales también recoge información, ofreciendo así un recurso de alto valor tanto para su aplicación en protocolos de genome mining, inferencia génica, anotación funcional y posterior modelización a escala genómica de los mecanismos degradativos que subyacen a estos procesos a nivel metabólico.

De esta forma, BIOSYSMOdb servirá de nexo entre investigación computacional y experimental, ofreciendo una interfaz intuitiva para explorar datos de biodegradación, acelerando el desarrollo de soluciones específicas en biorremediación.

**Palabras clave:** Biosysmo Biorremediación, Biodegradación, Contaminación de suelos, Integración de datos.

## **Multi-technique approach for cVOC remediation in challenging conditions underneath an electronic manufacturer site.**

Rogier de Waele, Martin Slooijer

GreenSoil Group - Buitendijks 19, 3356 LX Papendrecht, Países Bajos

Martin Slooijer – Managing Director GreenSoil Group

[m.slooijer@greensoilgroup.com](mailto:m.slooijer@greensoilgroup.com) +31 6 51787912

### **SUMMARY**

The soil and groundwater of an electronics factory were impacted by Volatile Organic Compounds (VOCs) due to past activities at the site. Three main contaminated areas have been identified. Two areas outside the production buildings and one under a building where there is a very sensitive production area (dust and vibration free environment). Greensoil developed a plan to carry out the remediation within a reasonable timeframe. The proposed strategy included a combined treatment with the aim of using mainly biological technologies.

GreenSoil proposed a phased approach:

- Zone A: shallow source area excavation and in-situ bioremediation system to stimulate anaerobic biological degradation (enhanced reductive dechlorination or ERD) of chlorinated compounds through a combination of direct-push and groundwater circulation for dosing of the electron donor Dehalo-GS.
- Zone B: installation of a biological barrier to prevent further off-site migration. Installation of a multiphase extraction (MPE) system up to 4 m and ERD stimulation up to 10 m inside the operational building. Installation of 2 deep wells connected to 3 horizontal segmented drains placed at different depths under the building to stimulate anaerobic biodegradation by ERD.
- Zone C: Excavation and in-situ ERD.

The project demonstrates the effectiveness of bioremediation in combination with other techniques. Two of the zones are nearing completion and the last one is still ongoing, offering very good results.

### **Key words:**

1. combined treatments
2. in-situ bioremediation
3. enhanced reductive dechlorination or ERD
4. chlorinated compounds
5. multiphase extraction (MPE)

## **ANTIBIÓTICO MONENSINA: ESTUDIO DE SU ESTRUCTURA Y EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD $\beta$ -GLUCOSIDASA EN SUELO**

Ainoa Míguez-González<sup>1,2</sup>, Carmen Rodríguez-Coronado<sup>1,3</sup>, Beatriz Sevilla-Morán<sup>1</sup>, Ángela Martín<sup>1</sup>, Raquel Cela<sup>2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, Moisés Canle<sup>3</sup>, Juan José Villaverde<sup>1</sup>, Montserrat Díaz-Raviña<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Suelos, Ecosistemas y Ecología Forestal, Misión Biológica de Galicia (MBG-CSIC), Avda de Vigo s/n, 15705 Santiago de Compostela, España

<sup>2</sup>Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela. Campus univ. 27002 Lugo, España

<sup>3</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias y CICA, Universidad de La Coruña, E-15071 La Coruña, España

\*mdiazr@mbg.csic.es

### **RESUMEN**

Los antibióticos ionóforos de uso veterinario pueden ser excretados en su forma nativa alcanzando así los suelos agrícolas a través de los estiércoles y purines usados como fertilizantes. Pese a ser muy usados, la información concerniente a su impacto sobre la actividad enzimática del suelo (indicadora de la calidad del mismo) es muy escasa. En este trabajo se lleva a cabo una primera aproximación sobre el impacto que el ionóforo monensina tiene sobre la actividad de la enzima  $\beta$ -glucosidasa presente en varios suelos. Para ello se combinan estudios a nivel experimental y computacional. A nivel computacional se estudió tanto la estructura y estabilidad del ionóforo monensina, como su interacción con la enzima  $\beta$ -glucosidasa. Se obtuvieron las conformaciones de menor energía de la monensina con varios tipos de  $\beta$ -glucosidasas presentes en el suelo, se identificaron las posiciones de interacción más probables y se propuso un posible patrón de reconocimiento común proteína-ligando en estos casos. A nivel de laboratorio se examinó, bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, el efecto a corto, medio y largo plazo de diferentes concentraciones de monensina sobre la actividad  $\beta$ -glucosidasa de varios suelos con diferente contenido de materia orgánica y pH. Los datos mostraron que la influencia de la monensina sobre esta actividad enzimática difería en función de las propiedades del suelo y de la concentración y tiempo pasado tras la adición del antibiótico.

**Palabras clave:** Suelo, Monensina,  $\beta$ -glucosidasa, *Ab initio*, Acoplamiento molecular

**Agradecimientos.** Los autores agradecen la financiación del proyecto de generación del conocimiento 2021. PID2021-122920OB-C21. Problemas ambientales del uso de antibióticos ionóforos en producción animal: Diagnóstico, adsorción efecto sobre los microorganismos y control con bioadsorbentes. También se agradece al programa de becas JAE Intro por las becas de introducción a la investigación de Míguez-González, A. y Rodríguez-Coronado, C.

## **Concentraciones naturales de elementos potencialmente tóxicos en el sistema suelo-rizosfera-planta de plantas silvestres del Altiplano boliviano**

Vanesa Lalín-Pousa<sup>a,b</sup>, Mauricio R. Ormachea<sup>c</sup>, Jesica Murray<sup>d,e</sup>, Manuel Arias-Estévez<sup>a,b</sup>, David Fernández-Calviño<sup>a,b</sup>, Paula Pérez-Rodríguez<sup>a,b\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004, Ourense.

<sup>b</sup>Instituto de Agroecoloxía e Alimentación, Universidade de Vigo - Campus Auga, 32004, Ourense.

<sup>c</sup>Instituto de Investigaciones Químicas, Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario, La Paz, Bolivia

<sup>d</sup>Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEON), Universidad Nacional de Salta - CONICET, Rosario de Lerma, Salta, Argentina

<sup>e</sup>Institut Terre et Environnement de Strasbourg (ITES), Université de Strasbourg, CNRS, UMR 7063, Strasbourg, France

\*[paulaperezr@uvigo.gal](mailto:paulaperezr@uvigo.gal) Paula Pérez Rodríguez

### **RESUMEN**

En zonas áridas del altiplano boliviano, existe una elevada movilización de elementos potencialmente tóxicos en el medio que pueden afectar a la calidad de los ecosistemas. Para determinar su origen y movilidad, analizamos el sistema suelo-rizosfera-planta de *Parastrephia lepidophylla*, *Tola ssp. Altiplanicola*, *Tola ssp. Altiplanicola*, *Azorella compacta* tomadas en el Parque Natural de Sajama (Bolivia), no afectado por el ser humano. Se determinaron las concentraciones totales de Cr, Cd, Mn, Sr, Cu y Al en suelo, rizosfera, raíz y parte aérea, y calculamos índices de movilidad en el sistema analizado. Los resultados mostraron elevadas concentraciones totales de Al (1670-81000 mg/kg), Mn (240-965 mg/kg) y Sr (713-1109 mg/kg) en suelo. Las concentraciones de Cr, Cd y Cu fueron < 64 mg/kg. En la rizosfera, los valores variaron entre 8100-81000 mg/kg, 250-655 mg/kg y 783-996 mg/kg para Al, Mn y Sr, respectivamente. En el caso del Cr, Cd y Cu fueron < 55 mg/kg. En la vegetación se encontraron concentraciones de 47-227 mg/kg (Al), 5-17 mg/kg (Mn) y 27-315 mg/kg (Sr) en la raíz, y 1,1-723 mg/kg (Al), 0,1-33 mg/kg (Mn) y 25-881 mg/kg (Sr) en la parte aérea. Se observó un factor de enriquecimiento en la rizosfera de 4,9 para el Al con la especie *Parastrephia lepidophylla*, un factor de bioconcentración para el Cd de 2,3 y un factor de translocación de 11,3 para el Al con la especie *Tola ssp. Altiplanicola*. Estas dos especies podrían usarse como potencialmente fitorremediadoras en este tipo de suelos.

**Palabras clave:** Altiplano boliviano, elementos potencialmente tóxicos, suelo-rizosfera-planta, fitorremediación.

## **NANOCOMPUESTOS A BASE DE ARCILLAS PARA LA RETENCIÓN DE AMOXICILINA**

Jaber Raissouni<sup>1,2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Khalid Draoui<sup>1</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ingeniería de Materiales y Energía Sostenible, FS, Universidad Abdelmalek Essaadi, Tetuán, Marruecos.

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

Correo-e: raquel.dablanca@usc.es

### **RESUMEN**

Las arcillas han sido utilizadas en muchas aplicaciones, algunas relacionadas con sus propiedades adsorbentes (para arcillas modificadas o no). Se estudió la capacidad que tienen arcillas no hinchables (NH, clorita+illita+caolinita) e hinchables (H, estevensita) del NE y centro de Marruecos, respectivamente, para retener amoxicilina (AMX) y evitar su entrada en la cadena trófica. Este antibiótico llega al suelo a través de purines o lodos de depuradora. Se utilizaron arcillas naturales, modificadas y/o activadas. La modificación se realizó con: a) polímeros (alginato AG; alginato+carboximetilcelulosa AG+CMC); b) alginato+biocarbón (AG+BC). Las arcillas naturales y modificadas se activaron 2 h con HCl 4M o con NaOH 4M. Se realizaron experimentos tipo batch añadiendo concentraciones crecientes de AMX (0, 50, 100, 200, 400, 600  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) a todas las muestras. Todas las arcillas naturales (NH y H) presentaron una baja capacidad de adsorción de AMX (<16% de la concentración añadida). Sin embargo, las arcillas NH cuando se modificaron con AG y se activaron (HCl o NaOH) retuvieron el 100% de la AMX añadida. Por su parte, las arcillas H incorporando AG+CMC o con activación (HCl o NaOH) adsorbieron el 100%. La desorción osciló entre 4 y 15%, siendo nula en presencia de CMC o activación ácida o básica. Tanto a nivel de nanocompuesto como de microcompuesto, se observó una correlación positiva de la adsorción con  $d_{\text{hkl}}$  (espaciado entre capas) y negativa con la intensidad (cristalinidad) y el área de los picos, parámetros que se ven afectados por la incorporación de polímeros y biocarbón.

**Palabras clave:** antibiótico, adsorción/desorción, activación, polímeros, biocarbón

## **ADSORCIÓN/DESORCIÓN DE AMOXICILINA POR SUELOS Y BIOADSORBENTES DE BAJO COSTE ABUNDANTES EN TÚNEZ**

Aycha Ayeb<sup>1</sup>; Ana Barreiro<sup>2</sup>, Ainoa Míguez-González<sup>2</sup>, Hatem Dhaouadi<sup>1</sup>, Sonia Dridi-Dhaouadi<sup>3</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Research laboratory of environmental chemistry and clean processes – LR21ES04, University of Monastir, Faculty of Sciences, Monastir, Tunisia

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

<sup>3</sup> Preparatory institute for engineering studies, Department of Chemistry, Research laboratory of environmental chemistry and clean processes – LR21ES04, University of Monastir, Monastir, Tunisia

Correo-e: raquel.dabanca@usc.es

### **RESUMEN**

La amoxicilina (AMX) es un antibiótico ampliamente utilizado en medicina y más del 85% de lo administrado se excreta por heces y orina. Su incorporación al suelo se produce mediante la aplicación de lodos de depuradora y purines y su entrada en la cadena alimentaria dependerá de la capacidad de adsorción del suelo. Este estudio investiga la adsorción/desorción de AMX en 7 suelos de cultivo, 4 de Galicia (pH: 4,08-7,35; materia orgánica: 2,89-13,75%) y 3 de Túnez (pH: 7,69-8,33; materia orgánica: 0,15-1,97%) y dos bioadsorbentes (corteza de alcornoque y henna). Se realizaron experimentos tipo batch, añadiendo concentraciones crecientes de AMX (0, 50, 100, 200, 400 y 600  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) a suelos y bioadsorbentes. Los suelos estudiados tienen baja capacidad para adsorber AMX, entre 25,04% y 39,34% los de Galicia y entre 10,25% y 35,37% los de Túnez. Los bioadsorbentes tienen mayor capacidad de adsorción, 85,04% y 75,35% de lo añadido, para henna y corcho, respectivamente. El poder de adsorción de la henna puede relacionarse con su pH alcalino (pH=8,42) y alto contenido en calcio, estableciéndose puentes catiónicos entre los grupos aniónicos de la henna y de la AMX. En el corcho (pH=5,32) pueden existir distintos mecanismos: interacciones electrostáticas con grupos protonados (amino) o desprotonados (carboxilo) de AMX; enlaces de H. La desorción de AMX fue siempre inferior al 5%. Henna y corteza de alcornoque pueden valorizarse utilizándolos como bioadsorbentes de AMX en suelos o en aguas, contribuyendo a prevenir la contaminación y preservar la calidad ambiental.

**Palabras clave:** contaminantes emergentes; antibióticos; henna; corteza de alcornoque; mecanismos de adsorción

## ¿Es diferente la tolerancia de la comunidad bacteriana al Ni cuando éste se añade al suelo en una sola aplicación o de manera gradual?

David Fernández-Calviño<sup>ab</sup>, Claudia Campillo-Cora<sup>ab\*</sup>, Raquel Vázquez-Blanco<sup>ab</sup>, Manuel Arias-Estévez<sup>ab</sup>,

<sup>a</sup> Área de Edafología e Química Agrícola. Facultad de Ciencias de Ourense. Universidade de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Galiza

<sup>b</sup> Instituto de Agroecología e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo – Campus Auga, 32004 Ourense, España

\* [ccampillo@uvigo.gal](mailto:ccampillo@uvigo.gal)

### **RESUMEN (Arial 11 pt. Negrilla. Mayúsculas. Justificación completa)**

La contaminación de suelos por metales pesados, como el Ni, es una problemática global. El Ni puede llegar a los suelos desde diferentes fuentes, dando lugar a su acumulación. Sin embargo, dependiendo de la fuente, el Ni puede depositarse en los suelos mediante una descarga puntual y concentrada, o gradualmente. Para evaluar el efecto del tipo de evento de contaminación, el desarrollo de tolerancia al Ni por las comunidades bacterianas se usó como indicador directo de la toxicidad del Ni (PICT: Pollution-Induced Community Tolerance). El suelo de estudio se contaminó con cinco concentraciones de Ni (0, 250, 500, 1000, 2000 mg·kg<sup>-1</sup>). Para ello, se llevaron a cabo dos procedimientos de contaminación: (A) una sola aplicación de Ni y un año de incubación, (B) repetidas aplicaciones de Ni durante un año, hasta la misma concentración final de Ni. Después de la incubación, se determinó la tolerancia al Ni: (1) extrayendo las bacterias del suelo, (2) exponiéndolas a un gradiente de Ni, (3) determinando el crecimiento bacteriano (método de incorporación de <sup>3</sup>H-leucina). Independientemente del tipo de aplicación de Ni, la tolerancia bacteriana al Ni aumentó con la concentración de Ni en el suelo, como respuesta del incremento de toxicidad del Ni. En cuanto a los tipos de aplicación, la magnitud de la tolerancia bacteriana al Ni fue mayor cuando el Ni se aplicó en una única aplicación que cuando se aplicó gradualmente. Esto significa que las comunidades bacterianas se vieron más afectadas por el Ni cuando se aplicó en una sola aplicación que cuando se aplicó gradualmente.

**Palabras clave:** PICT, Ni, crecimiento bacteriano, <sup>3</sup>H-leucina

## **Reducción de la tolerancia de las comunidades bacterianas al Cu a lo largo del tiempo en suelos de viñedo contaminados con Caldo Bordelés**

Raquel Vázquez-Blanco<sup>ab</sup>, Claudia Campillo-Cora<sup>ab\*</sup>, Daniel Arenas-Lago<sup>ab</sup>, Manuel Arias-Estévez<sup>ab</sup>, David Fernández Calviño<sup>ab</sup>

<sup>a</sup> Área de Edafología e Química Agrícola. Facultade de Ciencias de Ourense. Universidade de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Galiza

<sup>b</sup> Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo – Campus Auga, 32004 Ourense, España

[\\*ccampillo@uvigo.gal](mailto:ccampillo@uvigo.gal)

### **RESUMEN**

A lo largo de los años, en los suelos de viñedo se acumula Cu gradualmente. Para evaluar la toxicidad del Cu en suelos se propone la metodología PICT (Pollution-Induced Community Tolerance), basada en determinar si las comunidades bacterianas desarrollan tolerancia al Cu. Debido a procesos químicos a largo plazo (ageing), la disponibilidad y toxicidad del Cu en el suelo pueden disminuir en el tiempo, sin reducción significativa del nivel total de Cu. La hipótesis es que la toxicidad del Cu disminuirá a largo plazo, dando lugar a una reducción de tolerancia al Cu de las comunidades bacterianas. Ocho suelos de viñedo se contaminaron en el laboratorio con Cu usando Caldo Bordelés (46, 72, 111, 173, 268, 416, 645, 1000 mg·kg<sup>-1</sup>) y un blanco. Los suelos contaminados se incubaron 1, 3 y 6 meses. Después de la incubación, se determinó la tolerancia al Cu: (1)extrayendo bacterias del suelo, (2)exponiéndolas a un gradiente de Cu, (3)midiendo el crecimiento bacteriano (técnica de incorporación de <sup>3</sup>H-leucina). Después de 1 mes de incubación, las comunidades bacterianas desarrollaron tolerancia al Cu para 5/8 suelos. Aquellos suelos donde las comunidades bacterianas no desarrollaron tolerancia al Cu presentan pH elevado o alto contenido en materia orgánica. Después de 3 meses de incubación, las comunidades bacterianas solo presentaron tolerancia al Cu en 2/8 suelos. Finalmente, después de 6 meses, las comunidades bacterianas sólo desarrollaron tolerancia al Cu en 1/8 suelos. Se confirma la hipótesis inicial: la toxicidad del Cu disminuye a lo largo del tiempo, debido probablemente al ageing.

**Palabras clave:** PICT, comunidades bacterianas, cobre, viñedo, ageing

## **EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD ADSORBENTE DE UNA ORGANOARCILLA GRANULADA CON SU TIEMPO DE RESIDENCIA EN UN SUELO MEDITERRÁNEO**

Rocío López-Cabeza\*, Jose Antonio Galán-Pérez, Beatriz Gámiz, Lucía Cox, Rafael Celis

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC, Avenida Reina Mercedes 10, 41012  
Sevilla, Spain

\*Correo electrónico: rlopezc@irnas.csic.es

### **RESUMEN**

La aplicación de enmiendas al suelo puede ser una excelente estrategia para aumentar la capacidad de retención de contaminantes, inmovilizándolos y proporcionando el tiempo de residencia necesario para su posterior biorremediación. Las organoarcillas, utilizadas como enmiendas, han demostrado una elevada capacidad de inmovilización de diversos tipos de contaminantes orgánicos, aunque existe muy poca información acerca de cómo su capacidad adsorbente puede verse alterada por los procesos asociados a su envejecimiento en el suelo. En este trabajo, se presentan los resultados de un experimento en el que se aplicaron gránulos de una organoarcilla comercial a parcelas de un suelo mediterráneo y se monitorizó, durante un año ( $t = 0, 1, 3, 6$  y  $12$  meses), la evolución en la capacidad de adsorción del suelo enmendado respecto al herbicida etofumesato y el antibiótico sulfametoxazol, comparándola con la observada para el suelo sin enmendar. Los resultados mostraron que la adición de la organoarcilla mejoró la capacidad del suelo de adsorber ambos compuestos, aunque dicha mejora se redujo con el tiempo de residencia de la organoarcilla en el suelo, lo que afectó a las tasas de lixiviación, que se midieron en columnas en condiciones de laboratorio para el suelo envejecido y sin envejecer. A pesar de la pérdida en la capacidad adsorbente de la organoarcilla con su tiempo de residencia en el suelo, el suelo enmendado con organoarcilla mantuvo, tras un año, una capacidad inmovilizadora significativamente más elevada que el suelo sin enmendar.

Agradecimientos: Proyectos PID2020-112563RB-I00 (MICINN) y P20-00746 (Junta de Andalucía).

**Palabras clave:** adsorción, contaminantes orgánicos, lixiviación, organoarcillas, suelo

## **Efecto de la eliminación de residuos de plaguicidas mediante biosolarización sobre la biomasa y actividad microbiana de un suelo agrícola**

**Marina Aliste<sup>1\*</sup>, Alfonso Vera<sup>1</sup>, José Siles<sup>1</sup>, José Fenoll<sup>2</sup>, Felipe Bastida<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Urbanos, CEBAS-CSIC. Campus Universitario 3A. 30100. Espinardo (Murcia).

<sup>2</sup>Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). C/Mayor S/N. 30150. La Alberca (Murcia).

\*Correo-e: maliste@cebas.csic.es

### **RESUMEN**

La biomasa y actividad microbiana son indicadores fundamentales de salud del suelo y suelen responder de forma sensible a los cambios que suceden en el suelo (plaguicidas y biorremediación). En este trabajo se pretende dilucidar el efecto de la biosolarización con distintas enmiendas de material vegetal fresco (sorgo, berza-avena, colza etíope, rábano y trébol), previamente usados como cultivo de cobertura, sobre indicadores sensibles de salud del suelo. Así, se evaluó la biomasa microbiana mediante la cuantificación de ácidos grasos (éster metílico de ácidos grasos) y la actividad microbiana general del suelo mediante la respiración basal. Para ello, se llevaron a cabo distintos tratamientos en suelo agrícola contaminado de la Región de Murcia y enmendados al 10 %, durante los meses de verano de 2023. Se consiguió una mayor degradación de plaguicidas en los suelos biosolarizados (54-68%) en comparación con los controles (24-30%). La respiración basal aumentó a los 15 días post-enmienda (8,6-16,0 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> suelo día<sup>-1</sup>) frente a los controles (2,4 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> suelo día<sup>-1</sup>). Estos resultados indican que se puede favorecer la degradación de plaguicidas en suelos agrícolas, así como la salud biológica del suelo, a través de prácticas como la biosolarización con especies vegetales usadas típicamente en cultivos de cobertura en la zona.

Financiación: Programa AGROALNEXT, financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Fundación Séneca con fondos de la CARM. M. Aliste agradece la financiación del programa “Juan de la Cierva” (JDC2022-048225-I), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

**Palabras clave:** cultivo de cobertura, plaguicidas, biosolarización, enmienda, suelo agrícola, biomasa microbiana

## **INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL BIOCHAR Y EL ENVEJECIMIENTO EN EL SUELO EN LA ADSORCIÓN DEL HERBICIDA FLUOMETURÓN**

Rocío López-Cabeza\*, Beatriz Gámiz, Pilar Velarde, Lucía Cox

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC, Avenida Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, Spain

\*Correo electrónico: rlopezc@irnas.csic.es

### **RESUMEN**

El biochar (BC) ha demostrado tener una alta capacidad para adsorber pesticidas, centrándose la mayoría de las investigaciones en la materia prima y las condiciones de pirólisis y prestando poca atención al efecto del tamaño de las partículas del BC, el cual se ha demostrado afecta a las propiedades fisicoquímicas del suelo, el rendimiento de los cultivos y la actividad microbiana. El objetivo de este estudio es investigar el efecto de diferentes tamaños de partículas (< 1 mm y > 1 mm) de un BC obtenido de residuos de madera a 550 °C en la adsorción del herbicida fluometurón y cómo esta adsorción se ve afectada por el envejecimiento del BC en el suelo. Los resultados obtenidos indican que la adsorción de fluometurón es mayor en BC < 1 mm que en BC > 1 mm. Cuando el BC es envejecido en el suelo por un período de 1 año y 2,5 años, la adsorción disminuyó en ambos tamaños de partícula en comparación con el BC fresco, aunque esta disminución es significativamente mayor en el caso de las partículas < 1 mm. Los suelos enmendados con BC fresco no muestran diferencia en la adsorción con el tamaño de partícula, si bien la desorción es mayor en BC < 1 mm que en BC > 1 mm. El envejecimiento da lugar a una mayor desorción del herbicida en suelos enmendados con BC < 1 mm. Estos resultados pueden tener importantes implicaciones agronómicas.

Agradecimientos: Proyectos PID2020-112563RB-I00 (MICINN) y P20-00746 (Junta de Andalucía).

**Palabras clave:** adsorción, biochar, envejecimiento, suelo, tamaño de partícula

# PLANTAS NATIVAS Y MICROORGANISMOS ASOCIADOS PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA

Navas, M.<sup>1</sup>, Amelio, F.<sup>2</sup>, Pérez-Esteban, J.<sup>3</sup>, Hontoria, K.<sup>2</sup>, Mariscal, I.<sup>2</sup>, Peregrina F.<sup>2</sup>, Escolástico, C.<sup>3</sup>, Caballero, B.<sup>2</sup> y Moliner A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Pza. Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agraria, Universidad Politécnica de Madrid, Av. Puerta de Hierro 2, 28040 Madrid.

<sup>3</sup>Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Paseo de Senda del Rey 9, 28040 Madrid.

Ana Moliner [ana.moliner@upm.es](mailto:ana.moliner@upm.es)

## RESUMEN

La contaminación del suelo por actividades mineras representa una amenaza global debido a la toxicidad y persistencia de los elementos traza. A pesar de que estas actividades provocan la pérdida de carbono orgánico del suelo, la fitorremediación no solo puede reducir los niveles de elementos traza disponibles, sino que también puede ayudar al secuestro de CO<sub>2</sub>, restaurando así los niveles de carbono orgánico y mejorando la calidad del suelo, lo que a su vez evita la erosión y contribuye a mitigar el cambio climático. Las plantas en áreas mineras albergan un consorcio de microorganismos asociados a su zona radicular que influye en su comportamiento frente a los elementos traza. Este estudio se centró en aislar y caracterizar bacterias rizosféricas de plantas acumuladoras de metales pesados en una mina de cobre. Se seleccionaron cinco plantas dominantes y se analizó su contenido de elementos traza en raíz y parte aérea. Se observó que *Digitalis thapsi* L. acumulaba elevado contenido de varios elementos traza en la parte aérea, mientras que las demás los concentraban en sus raíces. Se aislaron más de 70 cepas de bacterias resistentes al cobre y arsénico del suelo rizosférico de *D. Thapsi*. Entre otras, se identificaron cepas de bacterias como *Bacillus proteolyticus* (solubilizadora de P orgánico) y *Pseudomonas fluorescens* (transformación de compuestos tóxicos y metales pesados, inducción de resistencia sistémica en plantas y producción de sideróforos), con potencial para ser usadas como biofertilizantes en la recuperación de suelos degradados.

**Palabras clave:** elementos traza, fitorremediación, bacterias rizoféricas, *Digitalis Thapsi*

## **Impacto de la biosolarización con distinto material vegetal fresco en la degradación de flutriafol, miclobutanilo, imidacloprid y tiametoxam en suelo agrícola**

**Marina Aliste<sup>1\*</sup>**, Caridad Ros<sup>2</sup>, Isabel Garrido<sup>2</sup>, Carmen María Martínez<sup>2</sup>, Fulgencio Contreras<sup>2</sup>, Pilar Flores<sup>2</sup>, Pilar Hellín<sup>2</sup>, Felipe Bastida<sup>1</sup>, José Fenoll<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Urbanos, CEBAS-CSIC. Campus Universitario 3A. 30100. Espinardo (Murcia).

<sup>2</sup>Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). C/Mayor S/N. 30150. La Alberca (Murcia).

\*Correo-e: maliste@cebas.csic.es

### **RESUMEN**

Los plaguicidas son sustancias globalmente usadas en agricultura para combatir ciertas plagas en multitud de cultivos. Su amplio espectro de aplicación ha ocasionado su acumulación en suelos agrícolas, entre otros compartimentos ambientales, afectando tanto al medio ambiente como a la salud humana. El principal objetivo de este trabajo ha sido degradar los residuos de plaguicidas (flutriafol, miclobutanilo, imidacloprid y tiametoxam) presentes en un suelo agrícola mediante biosolarización con distintas especies de material vegetal fresco (sorgo, berza-avena, colza etíope, rábano y trébol), previamente usados como cultivo de cobertura. Los distintos tratamientos se realizaron en macetas con 2,3 kg de suelo contaminado y dos concentraciones de enmienda, 5 y 10 %, en un invernadero experimental. También se pusieron 2 controles: sin tratar y solarización. Las macetas solarizadas y biosolarizadas fueron humedecidas y cubiertas con un plástico transparente (polietileno) durante 90 días en un invernadero experimental situado en Torre Pacheco (Murcia). Las mayores degradaciones obtenidas en los suelos biosolarizados (hasta un 97% para tiametoxam con colza etíope, rábano y trébol al 10%) en comparación con los controles muestran que esta práctica puede ser propuesta como una herramienta alternativa para recuperar suelos agrícolas contaminados con plaguicidas.

Financiación: Programa AGROALNEXT, financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y por la Fundación Séneca con fondos de la “Comunidad Autónoma de la Región de Murcia” (CARM). M. Aliste agradece la financiación del programa “Juan de la Cierva” (JDC2022-048225-I), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

**Palabras clave:** cultivo de cobertura, plaguicidas, biosolarización, enmienda, suelo agrícola.

## **Revalorización de cenizas volantes y escorias de acería como enmiendas para mejorar la fitorremediación de suelos mineros altamente contaminados**

Salvador Sánchez<sup>1,2\*</sup>, Aida González<sup>2</sup>, Rubén Forján<sup>1</sup>, José Luis R. Gallego<sup>1</sup>, María Antonia López-Antón<sup>3</sup>, Diego Baragaño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación BIOGEOAMB e INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio), Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33600 – Mieres, Spain

<sup>2</sup>Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología Vegetal, Universidad de Oviedo, Campus del Cristo, 33006 – Oviedo, Spain

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, Francisco Pintado Fe, 26, 33011 – Oviedo, Spain

\*[sanchezsalvador@uniovi.es](mailto:sanchezsalvador@uniovi.es) – Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Área de Fisiología vegetal, Univ. De Oviedo, Campus del Cristo, 33006 – Oviedo (Asturias)

### **RESUMEN**

La contaminación del suelo por metal(oid)es representa una actual preocupación ambiental, principalmente debido a la gestión inadecuada de residuos mineros e industriales. La eliminación de estos contaminantes requiere procesos complejos, ya que persisten en el medio ambiente, no son biodegradables y su acumulación en el suelo afecta negativamente al desarrollo de los seres vivos al ingresar en la cadena trófica. El objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia del uso de cenizas volantes, escorias de acería y un fertilizante orgánico como enmiendas, en combinación con la técnica de fitorremediación, para recuperar un suelo minero extremadamente contaminado con As y Hg. En primer lugar, se realizaron ensayos en invernadero para evaluar el impacto de las enmiendas en el crecimiento, la fisiología y la bioquímica de la especie vegetal utilizada, *Betula pubescens*, así como para evaluar el mecanismo de inmovilización del Hg mediante desorción térmica programada (Hg-TPD). Posteriormente, se preparó una parcela experimental *in situ* en la escombrera minera objeto de estudio para evaluar el tratamiento bajo condiciones reales. La aplicación de los residuos mostró la inmovilización de los contaminantes en el suelo, la reducción de éstos en los lixiviados, y promovió el desarrollo y supervivencia de las plantas al disminuir el estrés oxidativo causado por la toxicidad de los contaminantes. Además, el análisis Hg-TPD mostró que el Hg fue retenido en forma de cloruro. Los excelentes resultados obtenidos revelaron que estos residuos son una enmienda prometedora para la inmovilización de metal(oid)es en suelos altamente contaminados, optimizando así el proceso de fitorremediación.

**Palabras clave:** Contaminación de suelos, fitorremediación, arsénico, mercurio, economía circular

## **Nanocápsulas poliméricas para la encapsulación de nutrientes en procesos de bioremediación**

Sara Muñana-González<sup>1</sup>, Alazne Galdames<sup>1</sup>, Leyre Pérez-Álvarez<sup>1</sup>, José Luis Vilas-Vilela<sup>1,2</sup>,  
Leire Ruiz-Rubio<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Química Macromolecular (LABQUIMAC), Departamento de Química Física, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, 48940 Leioa, Spain

<sup>2</sup> BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures, UPV/EHU Science Park, 48940 Leioa, Spain.

Correo-e: [sara.munana@ehu.eus](mailto:sara.munana@ehu.eus)

### **RESUMEN**

Ante la necesidad de métodos de remediación de suelos económicamente rentables, no-tóxicos y de bajo impacto medioambiental, las estrategias biobasadas están ganando popularidad debido a su relativo bajo coste y aplicación sencilla. Las técnicas de biorremediación permiten usar cepas microbianas nativas, adaptadas a las condiciones del suelo, y aprovechar su capacidad natural para degradar contaminantes orgánicos. Sin embargo, la carencia de nutrientes esenciales para un correcto balance C:N:P, puede restringir o ralentizar el proceso de bioremediación. En un afán por minimizar la pérdida de nutrientes añadidos artificialmente para optimizar estos procesos (bioestimulación), se contempla el uso de nanocápsulas fabricadas con polímeros biodegradables de origen natural para una liberación sostenida y controlada de los mismos. La matriz polimérica proporciona protección ante la influencia del entorno y permite una lenta difusión de los nutrientes que de otra manera se perderían por lixiviación o evaporación. Biopolímeros como el alginato o el quitosano se emplean con este fin debido a la abundancia de materia prima, solubilidad en medio acuoso y a la versatilidad sintética que proporcionan sus grupos funcionales. En este trabajo se presenta una síntesis de bajo impacto ecológico (reactivos no-nocivos, medio acuoso y condiciones suaves) de nanogeles biopoliméricos para la encapsulación de nutrientes solubles en agua.

**Palabras clave:** Biorremediación, Bioestimulación, Biopolímeros, Nanocápsulas, Encapsulación

## UTILIZACIÓN DE ARCILLAS DE LA CUENCA DEL MAKNESSY (TÚNEZ) PARA RETENER SALINOMICINA

Samiha Hamdi<sup>1,2,3,4</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Ainoa Míguez-González<sup>2</sup>, Manel Issaoui<sup>1,3</sup>, Hakima Gharbi-Khelifi<sup>1,4</sup>, Jihen Brahmi<sup>1</sup>, Mohamed Salah Abassi<sup>5</sup>, Mohamed Mosbahi<sup>6</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biotechnology, Faculty of Science and Technology of Sidi Bouzid, University of Kairouan, 9100 Sidi Bouzid, Tunisia

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

<sup>3</sup>Laboratory of Nutrition – Functional Foods and Health (NAFS)-LR12ES05, Faculty of Medicine, University of Monastir, Avenue Avicenne 5019 Monastir, Tunisia

<sup>4</sup>Laboratory of Transmissible Diseases and Biologically Active Substances LR99ES27, Faculty of Pharmacy, University of Monastir, Avenue Avicenna 5019 Monastir, Tunisia

<sup>5</sup>Laboratory of Bacteriological Research, Institute of Veterinary Research of Tunisia, 1006 Tunis, Tunisia.

<sup>6</sup>Department of Geology, GEOGLOB research unit, Faculty of Science and Technology of Sfax, Sokra street 3038 Sfax, Tunisia

Correo-e y datos de contacto del autor principal: [avelino.nunez@usc.es](mailto:avelino.nunez@usc.es)

### RESUMEN

La salinomicina (SAL) es un antibiótico ionóforo utilizado para tratar la coccidiosis en medicina veterinaria. Pero si llega al suelo (lo que ocurre principalmente por aplicación de purines), puede suponer un riesgo para la salud ambiental y humana. Para evitar su entrada en la cadena trófica es posible utilizar adsorbentes de bajo coste, como determinadas arcillas. En este trabajo se estudió la capacidad de adsorción/desorción de SAL en arcillas de la cuenca del Maknessy (Túnez) mediante experimentos tipo batch, añadiendo concentraciones crecientes del ionóforo (5, 10, 20, 50, 100, 200, 400, 800 y 1000  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ). Se emplearon tres tipos de arcilla: a) AM con 51% de calcita, b) HJ1 con 32% de caolinita; y c) HJ2 con 32% de microclina. Los resultados obtenidos mostraron que cuando se añaden concentraciones inferiores a 400  $\mu\text{mol L}^{-1}$  se adsorbe más del 98% de SAL, independientemente de la composición de las arcillas. Cuando se añadieron altas concentraciones de SAL (800 y 1000  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ), su retención disminuyó considerablemente, hasta porcentajes de adsorción de 25%, 62% y 73% para las arcillas AM, HJ1 y HJ2, respectivamente. El modelo de Freundlich presentó buen ajuste a los datos de adsorción de SAL en estas arcillas. La desorción fue generalmente inferior al 10%, y no superó el 2% con la concentración más baja del antibiótico añadido. En general, las arcillas investigadas suponen una alternativa potencialmente interesante para la eliminación del anticoccido veterinario SAL, con implicaciones positivas y prácticas en la remediación ambiental.

**Palabras clave:** adsorción/desorción; antibióticos ionóforos; anticoccidios; arcillas; Túnez

## **Predicción funcional de los genes de resistencia a antibióticos en suelos de cultivo regados con aguas regeneradas**

Mayans, B.<sup>1</sup>; Perez-Esteban, J.<sup>2</sup>; Guirado, M.<sup>3</sup>; Zamora, S.<sup>1</sup>; Antón-Herrero, R.<sup>1</sup>; García-Delgado<sup>4</sup>, C.; Escolástico, C.<sup>2</sup>; Eymar, E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

<sup>2</sup> Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 28232 Las Rozas-Madrid

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), 28040 Madrid

<sup>4</sup> Departamento de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, España.

begonna.mayans@uam.es

### **RESUMEN**

El estudio de la microbiota de suelos de cultivo de invernaderos dedicados a la producción hortícola y más concretamente en la rizosfera de las plantas, puede dar información interesante sobre ciertos procesos biogeoquímicos y sobre el desarrollo y movimiento de genes de resistencia a antibióticos (GRA). Con esta perspectiva se muestrearon suelos de dos invernaderos comerciales regados con aguas regeneradas y tras su análisis se detectaron concentraciones muy bajas (10-630 ng/kg) de los antibióticos estudiados (tetraciclina, doxiciclina, sulfametoxazol, sulfisoxazol y sulfametizol y ácido oxolínico). Este hecho podría suponer un problema a nivel de generación y diseminación de GRA. Se analizaron frutos de pimiento y berenjena cultivados en esas condiciones y se encontraron también concentraciones muy bajas de esos antibióticos lo que demuestra la translocación de estos fármacos desde la raíz a los frutos. Se ha realizado un estudio metataxonómico de la microbiota de los suelos mediante una predicción funcional de los GRA. De los resultados obtenidos se concluye que los microbiomas de los suelos agrícolas dependen de los cultivos, ya que los exudados radiculares influyen en gran medida en la conformación de las comunidades bacterianas y que la presencia de genes de resistencia a antibióticos en los microbiomas estudiados es un hecho, que puede ser paliado si se disminuye la carga antibiótica que llega a los cultivos a través del agua de riego y de las enmiendas orgánicas aplicadas.

**Palabras clave:** Biorremediación, contaminantes emergentes, fármacos, bacterias, hongos

## **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN EL COMPORTAMIENTO DEL HERBICIDA METRIBUZINA**

Cartes I<sup>1</sup>, Diez-Pascual S<sup>1</sup>, González J<sup>1</sup>, Gil-Díaz M<sup>1</sup>, Pérez R.A<sup>2</sup>, Albero B<sup>2</sup>, Lobo M.C<sup>1</sup>,  
Mancho C<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>IMIDRA, Finca "El Encín" A-2, km 38,2. 28805 Alcalá de Henares (Madrid)

<sup>2</sup>INIA-CSIC, Ctra, A Coruña, km 7.5, 28040 Madrid

\* carolina.mancho@madrid.org

### **RESUMEN**

La contaminación de suelos por plaguicidas supone un grave problema debido a su naturaleza tóxica y persistencia en el medioambiente. Su comportamiento en el suelo varía en función de las características de este, pudiéndose traslocar a los cultivos afectando a su seguridad alimentaria. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas procedentes de residuos en el comportamiento del herbicida metribuzina (MTB). Para ello se llevó a cabo un ensayo de producción de *Phaseolus vulgaris* durante 26 días en macetas, utilizando un suelo calizo tratado con MTB (1,33 mg/kg) y aplicando como enmiendas compost de lodo de depuradora con restos de poda (CP) y biochar de poda de olivo (BC) (40 t/ha), en comparación con un suelo control tratado sin enmiendas. La aplicación de BC mostró una reducción en la biodisponibilidad de MTB para el cultivo, favoreciendo su desarrollo y obteniéndose un mayor rendimiento. Este efecto no se observó con la aplicación de CP que afectó el desarrollo de las plantas. Al final del ensayo se obtuvo un 98% de degradación de la MTB en todos los tratamientos, detectándose la presencia de la misma y sus tres metabolitos en la planta, siendo los niveles significativamente inferiores en las plantas obtenidas en el suelo tratado con BC. La aplicación de BC a la dosis aplicada, sería una alternativa eficaz para reducir el efecto negativo del herbicida y favorecer la producción de *Phaseolus vulgaris*, en suelos con altas dosis de MTB, valorizando este tipo de residuos.

**Palabras clave:** metribuzina, compost, biochar, enmiendas orgánicas, *Phaseolus vulgaris*.

## **Presencia de residuos de productos fitosanitarios en suelos agrícolas: análisis en parcelas de trigo bajo diferentes manejos en Galicia**

Cristina Pérez-Novo<sup>1</sup>, Manuel Arias-Estévez<sup>2,3</sup>, Andrés Rodríguez Seijo<sup>2,3</sup>, Paula Pérez-Rodríguez<sup>2,3</sup>, David Fernández-Calviño<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Apoio Científico e Tecnolóxico á Investigación (CACTI), Universidade de Vigo – Campus Auga, 32004, Ourense

<sup>2</sup>Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004, Ourense.

<sup>3</sup>Instituto de Agroecoloxía e Alimentación, Universidade de Vigo - Campus Auga, 32004, Ourense.

[cperezn@uvigo.gal](mailto:cperezn@uvigo.gal)

### **RESUMEN**

Los residuos de productos fitosanitarios en suelos agrícolas son una preocupación medioambiental que requiere atención inmediata, debido a los riesgos potenciales para los ecosistemas y la biota. Se analizaron 612 compuestos considerados prioritarios, incluyendo sus metabolitos: 223 insecticidas, 136 fungicidas, 160 herbicidas, 7 reguladores del crecimiento vegetal y diferentes compuestos de degradación (85) en 23 parcelas cultivadas con trigo (*Triticum aestivum* L.) y sometidos a manejo convencional (10 parcelas) y orgánico (13 parcelas) en Galicia (NO España). En cada parcela se recogieron suelos al cabo de 15-30 días tras la cosecha del trigo, de forma aleatoria y a una profundidad de 0-25 cm para formar una muestra compuesta. Para el análisis de los productos fitosanitarios se siguió la metodología QUECHERS y se determinaron por UPLC-MS/MS y GC-MS/MS. Se detectaron 15 productos fitosanitarios y se observaron diferencias estadísticamente significativas entre manejos. Todas las parcelas sometidas a manejo convencional presentaron al menos 1 residuo de pesticidas, siendo los herbicidas Diflufenican (9 parcelas) y Chlorotoluron (5 parcelas) los más habituales, seguido de los fungicidas Carbendazim + Benomyl (4 parcelas) y el acaricida óxido de fenbutaestán (3 parcelas). De las 13 parcelas bajo manejo orgánico, únicamente 2 presentaron residuos de pesticidas por encima del límite de cuantificación (0.005 mg kg<sup>-1</sup>) con la presencia de Diflufenican, Chlorotoluron y Carbendazim + Benomyl. Los resultados ponen de relieve la persistencia de los plaguicidas, incluso después de su prohibición.

Proyecto SoilDiverAgro. Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea para investigación e innovación [número del acuerdo de beca 817819].

**Palabras clave:** agricultura orgánica, agricultura convencional, contaminantes persistentes, suelos contaminados, riesgo ecológico.

## **FITUESTABILIZACIÓN ASISTIDA MEDIANTE ESPUMAS DE SACAROSA PARA LA RECUPERACIÓN DE UN SUELO CONTAMINADO POR ARSÉNICO Y METALES**

Iria Janeiro-Tato<sup>1,2</sup>, Diego Baragaño<sup>2</sup>, Elena Rodríguez<sup>2</sup>, Ana Isabel Peláez<sup>1</sup>, Jose Luis Rodríguez Gallego<sup>1</sup>, Maria Antonia López-Antón<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Tecnología, Biotecnología y Geoquímica Ambiental, Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós, 33600 Mieres (Asturias, España)

<sup>2</sup> Grupo Contaminación por Metales, Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo (Asturias, España)

diego.baragano@incar.csic.es – C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo (Asturias, España)

### **RESUMEN**

La fitoestabilización de suelos contaminados representa una tecnología de remediación basada en el uso de plantas para reducir la movilidad y biodisponibilidad de distintos metales(oid)es. A pesar de ser una técnica económicamente favorable y respetuosa con el medioambiente, debido a la variabilidad de los suelos a tratar y condiciones ambientales, es común que estas especies vegetales requieran de otras técnicas basadas en enmiendas para optimizar el proceso de remediación.

En este estudio, se examinó la eficacia conjunta del raigrás (*Lolium perenne*) y las espumas de carbono, materiales fabricados a partir de sacarosa e impregnados con nanopartículas de goetita (FeO(OH)), para lograr la inmovilización de metal(oid)es en un suelo industrial contaminado. El experimento consistió en la incubación del suelo con una dosis de espuma del 5% durante 4 meses en macetas, empleando raigrás como planta indicadora al ser una especie nativa del emplazamiento. Después de aplicar la enmienda, los suelos se incubaron durante una semana al 70% de su capacidad de campo antes de la siembra de las semillas. Las plantas se mantuvieron hasta diferentes tiempos de muestreo (7, 15, 30, 45, 60 y 120 días), tras los cuales se determinó la biomasa de las plantas y se recogieron muestras tanto de las raíces como de la parte aérea del raigrás para el análisis de metal(oid)es. Además, se llevó a cabo la extracción secuencial de los metal(oid)es en el suelo para conocer su movilidad y especiación, junto con la medición de pH en cada tiempo de muestreo.

**Palabras clave:** fitoestabilización, enmiendas, metal(oid)es, espumas de sacarosa.

## **Híbridos de álamo para la fito-extracción de elementos traza en suelos mineros**

P. Madejón, L. L. De Sosa., P. Burgos, Domene, J., E. Madejón

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Av. Reina Mercedes 10 41012 Sevilla

emadejon@irnase.csic.es

### **RESUMEN**

La contaminación del suelo es uno de los principales problemas ambientales a escala global. Este trabajo aborda una solución natural para proteger, gestionar y restaurar ecosistemas contaminados que enfrenten los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios para la biodiversidad. En este trabajo, se evaluó la capacidad de cinco híbridos de álamo para la fitorecuperación de suelos contaminados procedentes de una zona minera de Río Tinto (Huelva, España).

Los híbridos se cultivaron en condiciones de invernadero, en macetas con suelo contaminado y no contaminado. El suelo contaminado tenía un pH de 3, por lo que se enmendó con espuma de azucarera para elevarlo a 8. El suelo enmendado presentó los valores siguientes de algunas propiedades físico químicas: COT: 0,37 %, CE:1422,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y concentraciones de elementos traza pseudototales: 1.000, 2570, 15700, 480 and 3  $\text{mg kg}^{-1}$  para As, Cu, Pb, Zn y Cd respectivamente. Tras dos meses de crecimiento, se observaron diferencias en el desarrollo y en la producción de hojas entre los híbridos. Solo dos de ellos habían desarrollado hojas en más del 50 % de las macetas. El contenido de clorofila medido en estas hojas con SPAD no mostró diferencias entre el suelo control y contaminado. La acumulación de elementos traza en la parte aérea de estos híbridos determinará su idoneidad para la fitoextracción de metales del suelo minero.

**Palabras clave:** Cadmio, Contaminación, Enmiendas, Zinc

# CAPACIDAD DE LAS ARCILLAS DE LA CUENCA DEL MAKNESSY (TÚNEZ) PARA REDUCIR EL RIESGO AMBIENTAL DE LA MONESINA

Samiha Hamdi<sup>1,2,3,4</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, Ainoa Míguez-González<sup>2</sup>, Manel Issaoui<sup>1,3</sup>, Hakima Gharbi-Khelifi<sup>1,4</sup>, Jihen Brahmi<sup>1</sup>, Mohamed Salah Abassi<sup>5</sup>, Mohamed Mosbahi<sup>6</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biotechnology, Faculty of Science and Technology of Sidi Bouzid, University of Kairouan, 9100 Sidi Bouzid, Tunisia

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

<sup>3</sup>Laboratory of Nutrition – Functional Foods and Health (NAFS)-LR12ES05, Faculty of Medicine, University of Monastir, Avenue Avicenne 5019 Monastir, Tunisia

<sup>4</sup>Laboratory of Transmissible Diseases and Biologically Active Substances LR99ES27 Faculty of Pharmacy of Monastir, University of Monastir, Avenue Avicenne 5019 Monastir, Tunisia

<sup>5</sup>Laboratory of Bacteriological Research, Institute of Veterinary Research of Tunisia, 1006 Tunis, Tunisia.

<sup>6</sup>Department of Geology, GEOGLOB research unit, Faculty of Science and Technology of Sfax, Sokra street 3038 Sfax, Tunisia

Correo-e: esperanza.alvarez@usc.es

## RESUMEN

La monesina (MON) es un antibiótico ionóforo que se usa en medicina veterinaria para tratar la coccidiosis y más del 85% de lo que se administra se excreta por heces y orina. Este fármaco puede incorporarse al suelo a través de purines y entrar en la cadena alimentaria. En este trabajo se estudió la capacidad que tienen arcillas procedentes de la cuenca de Maknessy (Sidi Bouzid, Túnez) para retener MON y evitar su entrada en la cadena trófica. Se estudiaron tres tipos de arcilla: AM con 51% de calcita; HJ1 con 32% de caolinita y HJ2 con 32% de microclina. Se realizaron ensayos tipo batch, añadiendo concentraciones crecientes de MON (0, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400, 800 y 1000  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ) a las arcillas estudiadas. Los datos se ajustaron a los modelos de Freundlich, Langmuir y lineal. Los resultados obtenidos mostraron que la adsorción de MON por los tres tipos de arcillas fue muy elevada, entre 95 y 100% de las cantidades añadidas, incluso para concentraciones altas (1000  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ). Los resultados se ajustaron bien al modelo de Freundlich, lo que sugiere una capacidad de adsorción sin límite definido. La desorción fue siempre inferior al 1% en todas las arcillas, lo que refleja la baja reversibilidad del proceso de adsorción. Según estos resultados, las arcillas de la cuenca de Maknessy, un adsorbente muy abundante y de bajo coste, pueden utilizarse para reducir los riesgos ambientales de la MON, un compuesto de elevada toxicidad para la salud humana.

**Palabras clave:** anticoccidios; antibióticos ionóforos; adsorbentes; adsorción/desorción; contaminantes emergentes

# NIVELES DE CADMIO EN EL SUELO Y TEJIDOS VEGETALES DE PLANTACIONES DE CACAO ORGÁNICO EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO (PANAMÁ)

Adolfo Santo Pineda<sup>1</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>,  
María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, José Villarreal Nuñez<sup>3</sup>, Esperanza Álvarez Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Innovación agropecuaria de Panamá, (IDIAP), CIA-Divisa, Panamá.

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela. 27002 Lugo, España

<sup>3</sup>Instituto de Innovación agropecuaria de Panamá, (IDIAP), CIA-Divisa, Panamá.

Correo-e: esperanza.alvarez@usc.es

## RESUMEN

El cultivo del cacao en Panamá se concentra en la provincia de Boca del Toro, con 6000 ha, exportándose hacia países de la Unión Europea. En 2019 entró en vigor la normativa 488/2014 de la UE, que establece niveles máximos de Cd en productos y subproductos derivados del cacao, ya que ha sido detectado en los mismos este elemento de elevada toxicidad. El objetivo de este trabajo es determinar la concentración de Cd en el suelo y distintos tejidos vegetales de plantaciones de cacao orgánico correspondientes a 5 zonas de la provincia de Boca del Toro: Changuinola, Valle de Riscó, Intermedia, área Insular y la comarca Ngäbe Buglé. Se tomaron 68 muestras de suelos y tejidos vegetales. En el suelo se determinó el contenido total (3051A digestión ácida microondas) y disponible (Mehlich-3) de Cd. En la planta se determinó Cd en hoja, testa, fruto y grano, mediante digestión ácida. Se obtuvieron diferencias significativas entre las zonas de estudio en el contenido total y disponible de Cd en el suelo, así como en todos los tejidos de la planta de cacao, correspondiendo los valores más elevados a la zona de Changuinola y los más bajos a la Comarca Ngöbe Buglé. En las muestras vegetales los valores siguen la secuencia: hoja>fruto>testa>grano. La concentración de Cd en el grano de cacao de la zona de Changuinola supera el límite máximo permitido (0,8 mg kg<sup>-1</sup>) en más del 50% de las muestras analizadas, representando un problema para la exportación del cacao de esta zona.

**Palabras clave:** Cd total, Cd biodisponible, Cd hoja, Cd grano, Cd fruto

# METALES PESADOS EN LA ESCOMBRERA DE UNA MINA DE ORO DE MOZAMBIQUE Y EN SUELOS Y CULTIVOS DEL ENTORNO

Severino Dos Santos Savaio<sup>1,2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>, Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, Raso Edson Fernandes<sup>3</sup>, António Comando-Suluda<sup>3</sup>, Avelino Nuñez-Delgado<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Geociência e Ambiente –UniPúnguè, Moçambique

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

<sup>3</sup>Centro de Investigaçã e Desenvolvimento de Tecnologia Aplicada (CIDETA) – UniLicungo, Moçambique

Correo-e: mf.sanjurjo@usc.es

## RESUMEN

Los metales pesados pueden encontrarse en el suelo de forma natural, formando parte de los minerales que componen las rocas. No obstante, distintas actividades pueden aumentar su contenido y provocar problemas ambientales, siendo la minería metálica a cielo abierto una de las principales. En Mozambique, la extracción de oro deja gran cantidad de escombreras con elevado contenido metálico, que pueden afectar a suelos y cultivos del entorno. Se determinó el contenido total, disponible y cambiante de metales pesados en la escombrera de una mina de oro de Manica (Mozambique), en suelos agrícolas situados a diferentes distancias (0,5; 1; 1,5; 3 y 6 km), a dos profundidades (0-20 cm y 20-40 cm), y en los cultivos de esos suelos. Los mayores contenidos totales los presenta el Cr, tanto en la escombrera como en los suelos, obteniéndose la secuencia: Cr > Ni > Mn > Hg > Pb > Zn > Cu > Cd. Cr y Ni superan los límites admitidos por distintos autores para suelos agrícolas en todas las muestras, y el Hg en la escombrera y suelos más próximos (hasta 1 km). En la forma disponible, el Ni presenta niveles tóxicos en la escombrera y en los suelos. En el complejo de cambio predominan Mn, Ni y Cr. Las plantas de la escombrera presentan niveles tóxicos de Cr y Mn, y, las que crecen fuera, de Hg (a 0,5 km) y Cr (a 3 y 6 km). La presencia de serpentinitas también podría contribuir a los resultados de Cr y Ni.

**Palabras clave:** minería metálica, elementos traza, fraccionamiento, vegetación, toxicidad

## **RECUPERACIÓN MEDIANTE REDUCCIÓN QUÍMICA *IN-SITU* DEL SUELO Y DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS ASOCIADAS CONTAMINADOS CON TETRACLOROETILENO**

Jimena Sainz-Cerezo<sup>1</sup>, Jorge Diamantino-Miranda<sup>1</sup> y Cynthia Alcántara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kepler Ingeniería y Ecogestión SL, Burgos España.

[info@kuvier.com](mailto:info@kuvier.com), +34 947 256 233

### **RESUMEN**

La técnica de reducción química *in situ* permite eliminar compuestos organoclorados mediante una deshalogenación bioquímica. Dicho tratamiento ha sido aplicado en las aguas subterráneas de un emplazamiento en el que se han registrado concentraciones iniciales de hasta 16.000 µg/L de tetracloroetileno (PCE), con la peculiaridad de que sobre este terreno se encuentra ubicado un supermercado. Para ello se inyectó en el acuífero, mediante la técnica Direct Push, una microemulsión para provocar la liberación de hidrógeno de larga duración y mantener un ambiente reducido que permita a las partículas de hierro cero valente reducir los compuestos organoclorados. Una vez establecidas las condiciones reductoras en el agua, se llevó a cabo la bioaumentación con un inóculo de bacterias anaerobias (*Dehalococcoides sp.*), degradadoras de compuestos orgánicos halogenados, para llevar a cabo la completa eliminación de los contaminantes. De esta manera, se realiza una eliminación tanto química como biológica de los compuestos organoclorados.

A lo largo del tratamiento, que se prevé que sea de un total de un año y medio de los cuales el pasado diciembre se han cumplido 8 meses, se están realizando campañas trimestrales de muestreo de aguas y gases (mediante Vapor Pin®) para dar seguimiento tanto al proceso de descontaminación como a la potencial intrusión de vapores en el supermercado. Hasta la fecha se ha registrado una degradación del compuesto PCE, que se está transformando en los compuestos intermedios tricloroetileno, cis-dicloroetileno y cloruro de vinilo, siendo finalmente degradados a etileno, el producto final inocuo de la ruta metabólica de deshalogenación.

**Palabras clave:** biodegradación anaerobia, compuestos organoclorados, *Dehalococcoides sp.*, deshalogenación bioquímica, reducción química *in-situ*.

## **Recuperación de suelos contaminados mediante la aplicación de compost o hidrochar en combinación con nanopartículas de hierro cero valente**

Verónica Peña Álvarez<sup>1</sup>, José Luis R. Gallego<sup>1\*</sup>, Rubén Forján<sup>1</sup>, Lorena Salgado<sup>1</sup>, Michael Komárek<sup>2</sup>, Álvaro Amado-Fierro<sup>3</sup>, Teresa A. Centeno<sup>3</sup>, Ana I. Peláez Andrés<sup>1</sup>, José Manuel González La Fuente<sup>4</sup>, Laura Megido Fernández<sup>4</sup>, Diego Baragaño<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación BIOGEOAMB, Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33006, Mieres (Asturias)

<sup>2</sup> Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, 165 00, Praga (Republica Checa)

<sup>3</sup> Instituto de Ciencia y Tecn. del Carbono, INCAR-CSIC, C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo (Asturias)

<sup>4</sup> COGERSA SAU, Carretera de Cogersa 1125, 33697 Gijón (Asturias)

[jgallego@uniovi.es](mailto:jgallego@uniovi.es) – Edificio de Inv., 7º. INDUROT, Univ. de Oviedo, Campus Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

### **RESUMEN**

En el pasado reciente, la actividad industrial ha liberado metal(oid)es al medio ambiente, generando un importante volumen de suelos contaminados, en espacios infértiles y ociosos, que requieren de tecnologías sostenibles para su remediación y la recuperación de servicios ecosistémicos. Para ello, en un contexto de economía circular, se ha propuesto el uso de productos derivados de lodos de depuradora, compost e hidrochar, como enmiendas orgánicas para suelos contaminados. En el marco del proyecto NANOCAREM hemos estudiado la aplicación de estas enmiendas en un suelo con contaminación múltiple (metales y metaloides), en combinación con nanopartículas de hierro cero valente (nZVI), enmienda inorgánica para mitigar la movilización de arsénico que genera la aplicación de fósforo y materia orgánica.

El estudio, en condiciones reales de campo durante un año, evaluó la migración de contaminantes en diversas capas de suelo y en los lixiviados, su acumulación en vegetación (*Lolium perenne*), así como los cambios en la biodiversidad bacteriana del suelo. Los resultados indican que el compost de lodos inmoviliza metales y promueve el crecimiento de la vegetación, aunque aumenta la acumulación de arsénico en los lixiviados, cuestión que se mitiga con el uso de nZVI. El hidrochar facilita por su parte una fitoextracción de contaminantes, pero dificulta el crecimiento de la planta, efecto que se contrarresta de nuevo con nZVI o bien con una reducción de dosis inicial de la enmienda orgánica. Cabe destacar también que las enmiendas orgánicas alteran de manera llamativa las estructuras de las comunidades bacterianas del suelo.

**Palabras clave:** Compost; hidrochar; hierro cero valente; suelos contaminados; metal(oid)es.

## **ESTRUCTURA DEL ANTIBIÓTICO LASALOCIDA Y SU EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA $\beta$ -GLUCOSIDASA PRESENTE EN EL SUELO**

Carmen Rodríguez-Coronado<sup>1,2</sup>, Ainoa Míguez-González<sup>1,3</sup>, Beatriz Sevilla-Morán<sup>1</sup>, Ángela Martín<sup>1</sup>, Raquel Cela<sup>3</sup>, Ana Barreiro<sup>3</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>3</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>3</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>3</sup>, Moisés Canle<sup>2</sup>, Montserrat Díaz-Raviña<sup>1</sup>, Juan José Villaverde<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Suelos, Ecosistemas y Ecología Forestal, Misión Biológica de Galicia (MBG-CSIC), Avda de Vigo s/n, 15705 Santiago de Compostela, España

<sup>2</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias y CICA, Universidad de La Coruña, E-15071 La Coruña, España

<sup>3</sup>Departamento de Edafología e Química Agrícola, Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidade de Santiago de Compostela. Campus univ. 27002 Lugo, España

\*juanjose.villaverde@csic.es

### **RESUMEN**

Los ionóforos son unos de los antibióticos de uso exclusivamente veterinario más utilizados para el tratamiento de ganado vacuno, porcino y aves que, al ser excretados en su forma original o tras su metabolización y persistir en estiércol y purines, pueden ocasionar un impacto en el sistema suelo-microorganismo-planta. Por otro lado, el suelo contiene enzimas de origen animal, vegetal y microbiano que pueden utilizarse como indicador de su calidad y, por tanto, del funcionamiento del ecosistema edáfico. En este trabajo, que combina estudios a nivel computacional y experimental, se lleva a cabo una primera aproximación sobre el impacto que el ionóforo lasalocida tiene sobre la actividad de la enzima  $\beta$ -glucosidasa presente en varios suelos. En los estudios computacionales, se estudió la estructura del ionóforo lasalocida y se identificaron sus confórmeros más estables. Además se analizó la interacción del ligando con la enzima  $\beta$ -glucosidasa, para lo cual se obtuvieron las conformaciones de menor energía del ligando con varios tipos de esta proteína, se identificaron las posiciones más probables de interacción y se buscó un posible patrón de unión común proteína-ligando en estos casos. En el laboratorio, bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, se evaluó el impacto a corto, medio y largo plazo de diferentes concentraciones de lasalocida sobre la actividad  $\beta$ -glucosidasa de varios suelos con diferente pH y contenido de materia orgánica. Los resultados mostraron que el efecto de la adición del antibiótico sobre la actividad  $\beta$ -glucosidasa variaba dependiendo del suelo, de la concentración de lasalocida y del tiempo pasado tras su aplicación.

**Palabras clave:** Suelo, Lasalocida,  $\beta$ -glucosidasa, *Ab initio*, Acoplamiento molecular

**Agradecimientos.** Los autores agradecen la financiación del proyecto de generación del conocimiento 2021. PID2021-122920OB-C21. Problemas ambientales del uso de antibióticos ionóforos en producción animal: Diagnóstico, adsorción efecto sobre los microorganismos y control con bioadsorbentes. También se agradece al programa de becas JAE Intro por las becas de introducción a la investigación de Rodríguez-Coronado, C. y Míguez-González, A.

## Tolerancia bacteriana inducida por la adición de antibiótico Azitromicina en suelos de cultivo de Galicia

Rodríguez-González, Laura<sup>1,2</sup>; Santás-Miguel, Vanesa<sup>1,2</sup>; Díaz-Raviña, Montserrat<sup>3</sup>; Fernández-Calviño, David<sup>1,2</sup>; Arias Estévez, Manuel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Área de Edafología e Química Agrícola, Departamento de Biología Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, s/n, 32004 Ourense, Spain

<sup>2</sup> Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo – Campus Auga, 32004 Ourense, España.

<sup>3</sup> Departamento de Suelos, Ecosistemas y Ecología Forestal, Misión Biológica de Galicia (MBG-CSIC), Avda de Vigo s/n, 15705 Santiago de Compostela, Spain

[laura.rodriquez.gonzalez@uvigo.es](mailto:laura.rodriquez.gonzalez@uvigo.es); Tel.: +34 988 368 499; Fax: +34 988 387 001

### RESUMEN

Los antibióticos se han clasificado como contaminantes emergentes y suscitan gran preocupación desde la perspectiva One Health, ya que su presencia en el medio ambiente puede derivar en un incremento de tolerancia de las bacterias y por lo tanto de los riesgos en la salud humana y de los ecosistemas.

En este estudio se evaluó mediante el método Pollution Induced Community Tolerance la tolerancia que las comunidades bacterianas de 12 suelos agrícolas de Galicia desarrollaron tras la adición de diferentes concentraciones del antibiótico Azitromicina, uno de los más recetados (de 7,8 a 2000 mg por kg de suelo).

Los valores de inhibición del 50 % del crecimiento bacteriano (Log IC<sub>50</sub>) del suelo control (sin antibiótico) permitió calcular la línea base de tolerancia de cada suelo: 0.20 la mínima y 2.61 la máxima (1.75±0.76 de media).

Al comparar la tolerancia entre las muestras de suelo control y las muestras contaminadas se mostró que la presencia de Azitromicina en el suelo hizo que las comunidades bacterianas se desplazasen hacia comunidades más tolerantes al antibiótico en la mayoría de los suelos.

La concentración de Azitromicina en suelo a partir de la cual la tolerancia se incrementó notablemente respecto al suelo control varió dependiendo del suelo estudiado. Así, a la máxima concentración de Azitromicina en el suelo, el incremento en el Log IC<sub>50</sub> varió desde <0,5 unidades logarítmicas en cinco de los doce suelos analizados a tres unidades logarítmicas en el suelo con mayor incremento.

**Palabras clave:** crecimiento bacteriano, antibiótico de uso humano, Pollution induced community tolerance, contaminantes emergentes, incorporación de Leucina

## **Capacidad de adsorción de la concha de mejillón para contaminantes emergentes**

Rodríguez-López, Lucía<sup>1,2</sup>, Cela-Dablanca, Raquel<sup>3</sup>, Santás-Miguel, Vanesa<sup>1,2</sup>, Álvarez-Rodríguez, Esperanza<sup>3</sup>, Núñez-Delgado, Avelino<sup>3</sup>, Rodríguez-Seijo, Andrés<sup>1,2</sup>, Arias-Estévez, Manuel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal e Ciencias do Solo, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004, Ourense, España

<sup>2</sup>Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA), Universidade de Vigo – Campus Agua, 32004, Ourense, España

<sup>3</sup>Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Lugo, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, España

Autor principal: lucia.rodriguez.lopez@uvigo.gal

### **RESUMEN**

En este trabajo se llevó a cabo el estudio del proceso de adsorción-desorción del antibiótico Claritromicina en un subproducto de la industria de la acuicultura, la concha de mejillón, mediante experimentos de tipo batch. Este subproducto se genera en grandes cantidades y entre sus utilidades destaca su aplicación como enmienda del suelo por su elevado contenido en carbonato cálcico. Los resultados obtenidos mostraron que este antibiótico presenta una adsorción entre 28 y 43% y que el ajuste de los datos al modelo de adsorción de Freundlich es satisfactorio, a juzgar por el valor de  $R^2$ , 0.951. El valor de la constante de adsorción,  $K_F$ , es de  $48.8 \text{ L}^n \mu\text{mol}^{1-n} \text{ kg}^{-1}$ , mientras el valor del índice de linealidad,  $n$ , es de 0.76. En cuanto a la desorción, se obtuvieron valores inferiores al 29%, presentando la constante de adsorción después de un ciclo de desorción,  $K_{Fdes}$ , un valor de  $503.5 \text{ L}^n \mu\text{mol}^{1-n} \text{ kg}^{-1}$ . Los datos obtenidos nos muestran la movilidad de este antibiótico y la relativamente baja retención que presenta la concha de mejillón como bioadsorbente, lo que hay que tener en cuenta en la aplicación de dicho residuo como enmienda en los suelos de cultivo.

**Palabras clave:** Claritromicina, concha de mejillón, sorción, contaminante emergente

## **Caracterización de un episodio de calima en la zona centro de España**

M. Gil-Díaz, C. Mancho, J. Alonso, A. Gutiérrez, P. García-Gonzalo, M.C. Lobo

IMIDRA, Finca El Encín A-2, km 38.200 Alcalá de Henares 28800 (Madrid)

[mar.gil.diaz@madrid.org](mailto:mar.gil.diaz@madrid.org)

### **RESUMEN**

En los últimos años se ha registrado un incremento de los episodios de calima, provocando el transporte de polvo sahariano desde el norte de África hacia el Atlántico y Europa. En marzo de 2022 una importante nube de polvo procedente del desierto del Sáhara cubrió la zona central y sur de Europa. La composición de la calima puede verse afectada por las características de cada zona, y no solo afecta a la atmósfera, sino también a suelos y aguas, por lo que es necesario evaluar su impacto. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar muestras de calima recogidas en diferentes áreas del centro de España. Para ello, se tomaron muestras representativas de calima en dos zonas rurales y dos urbanas. Se determinaron diferentes parámetros físico-químicos, incluyendo el contenido de 29 elementos minerales, así como se evaluó su potencial fitotoxicidad. Los resultados mostraron ciertas diferencias en función del origen de la calima. Las muestras presentaron un pH ligeramente alcalino, de manera que esta calima podría incrementar el pH de las precipitaciones limitando así los efectos de la lluvia ácida en esta zona. No se detectó Ag, Cd, Rh, Sb, Se y Tl en ninguna de las muestras estudiadas. El Pt solo se encontró en las muestras urbanas, mientras que las muestras rurales fueron significativamente más ricas en P. La caracterización de la calima en función de la zona es importante para conocer su impacto en el aire, agua y suelo, así como para mejorar la comprensión de los fenómenos atmosféricos.

**Palabras clave:** suelo, polvo del Sahara, metales, fitotoxicidad, contaminación difusa.

## **UTILIZACIÓN DE HENNA Y CORTEZA DE ALCORNOQUE PARA LA RETENCIÓN DE SULFODIAZINA**

Aycha Ayeb<sup>1</sup>; Raquel Cela-Dablanca<sup>2</sup>, Ainoa Míguez-González<sup>2</sup>, Hatem Dhaouadi<sup>1</sup>, Sonia Dridi-Dhaouadi<sup>3</sup>, Avelino Núñez-Delgado<sup>2</sup>, María J. Fernández-Sanjurjo<sup>2</sup>, Esperanza Álvarez-Rodríguez<sup>2</sup>, Ana Barreiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Research laboratory of environmental chemistry and clean processes – LR21ES04, University of Monastir, Faculty of Sciences, Monastir, Tunisia

<sup>2</sup>Dpto. Edafología e Química Agrícola. Escola Politécnica Superior de Enxeñaría. Universidade de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España

<sup>3</sup> Preparatory institute for engineering studies, Department of Chemistry, Research laboratory of environmental chemistry and clean processes – LR21ES04, University of Monastir, Monastir, Tunisia

Correo-e: ana.barreiro.bujan@usc.es

### **RESUMEN**

Este trabajo investiga la eficacia de dos subproductos, henna y corteza de alcornoque, para su utilización como bioadsorbentes de sulfadiazina (SDZ), un antibiótico de uso común en medicina veterinaria y humana. Este fármaco se convierte en un contaminante ambiental cuando pasa a las aguas o se dispersa en el suelo a través del riego, lodos de depuradora o purines. Se estudia la adsorción/desorción de SDZ en los dos subproductos mencionados y en seis suelos de cultivo, cuatro de Galicia (pH entre 4,08 y 7,35; materia orgánica entre 2,89% y 13,75%) y dos de Túnez (pH entre 7,69 y 8,33; materia orgánica entre 0,15% y 1,46%). Se realizaron experimentos de adsorción/desorción tipo batch añadiendo siete concentraciones crecientes del antibiótico (que oscilan entre 1 y 50  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ). Los suelos gallegos exhibieron mayores capacidades de adsorción (54,16% a 77,52% de la mayor concentración añadida) para SDZ en comparación con los suelos tunecinos (19,34% a 42,13%), lo que puede relacionarse con su mayor contenido en materia orgánica. La henna es más eficiente que el alcornoque en la adsorción de SDZ, adsorbiendo hasta el 98,04% del antibiótico añadido, mientras que la desorción fue inferior al 9%. Para el alcornoque la adsorción fue del 78,72%, siendo la desorción inferior al 7%. Los datos de adsorción se ajustan al modelo de Freundlich, valores de  $R^2$  entre 0,98 y 1,00 en ambos casos. Ambos subproductos son buenos bioadsorbentes de SDZ, y pueden utilizarse para aumentar la capacidad de adsorción de los suelos estudiados o para descontaminar aguas.

**Palabras clave:** suelos, bioadsorbentes, antibióticos, contaminantes emergentes, adsorción/desorción

## **El proyecto TAILING: una aproximación experimental para evaluar la respuesta al cambio climático de depósitos de residuos de minería metálica.**

González-Alcaraz, María Nazaret<sup>1\*</sup>; Ceacero-Moreno, Matías<sup>1</sup>; Martínez-Sánchez, Juan José<sup>1</sup>; Conesa Alcaraz, Héctor Miguel<sup>1</sup>; Peixoto, Sara<sup>2</sup>; Juan Ovejero, Raquel<sup>3,4</sup>; Álvarez-Rogel, José<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. 30203 Cartagena, España.

<sup>2</sup>Department of Biology & CESAM-Centre for Environmental and Marine Studies, University of Aveiro. 3810-193 Aveiro, Portugal.

<sup>3</sup>Centre for Functional Ecology, Department of Life Sciences, University of Coimbra. 3000-456 Coimbra, Portugal.

<sup>4</sup>Department of Ecology and Animal Biology, University of Vigo, 36310 Vigo, Spain.

\* [nazaret.gonzalez@upct.es](mailto:nazaret.gonzalez@upct.es)

### **RESUMEN**

Los depósitos abandonados que almacenan lodos de flotación de lavaderos de mineral son ambientes inhóspitos para la biota al presentar elevados niveles de metales/metaloides, ausencia de materia orgánica, pHs extremos y alta salinidad. La restauración clásica de estos depósitos conlleva cubrirlos con material limpio y posterior plantación. Esto ha sido cuestionado en regiones semiáridas debido a la dificultad del ecosistema de ser autosostenible. Una alternativa, en línea con las soluciones basadas en la naturaleza, es promover el crecimiento de plantas directamente sobre los residuos mineros (fitomanejo). Esto ocurre de forma natural cuando la vegetación coloniza de forma espontánea los depósitos abandonados, promoviendo sistemas suelo-planta funcionales. Se deben priorizar técnicas de restauración clásicas cuando los depósitos entrañen un riesgo inaceptable (p.ej., inestabilidad estructural, cercanía a poblaciones), pero, en otros casos, el fitomanejo puede ser una opción viable. Dado que la restauración busca reducir los riesgos y mejorar la calidad ambiental a largo plazo, se debe considerar cómo responderán estos depósitos al calentamiento global en términos de funcionalidad y ecotoxicidad. El proyecto TAILING evalúa la respuesta de los suelos de los depósitos de residuos mineros metalíferos del antiguo distrito minero de Cartagena-La Unión al calentamiento (depósitos restaurados de forma convencional vs. depósitos abandonados colonizados espontáneamente por la vegetación). Para ello, se están llevando a cabo simulaciones de calentamiento en campo (mediante instalación de open-top chambers, OTCs) y bajo condiciones controladas de laboratorio (en cámaras climáticas). El proyecto aborda parámetros físicos, físico-químicos y (micro)biológicos, incluyendo bioensayos con microorganismos del suelo, invertebrados y plantas.

**Palabras clave:** contaminación del suelo, metales, calentamiento, ecotoxicidad, funcionalidad.

## **ENMIENDAS ORGÁNICAS COMO AGENTE INMOBILIZADOR DE FUNGICIDAS EN SUELOS DE VIÑEDO**

Asier Barrio<sup>1</sup>, M. Soledad Andrades<sup>2</sup>, Emilia Díaz Losada<sup>3</sup>, M. Dolores Loureiro<sup>3</sup>, M. Sonia Rodríguez-Cruz<sup>1,\*</sup>, Jesús M. Marín-Benito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC), Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca (España).

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura y Alimentación, Universidad de La Rioja, Madre de Dios 51, 26006 Logroño (España).

<sup>3</sup> Axencia Galega de Calidade Alimentaria (AGACAL), Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (EVEGA), Ponte San Clodio s/n. 32428, Leiro, Ourense (España).

\*E-mail: [msonia.rodriquez@irnasa.csic.es](mailto:msonia.rodriquez@irnasa.csic.es)

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue estudiar la adsorción-desorción de dos fungicidas ampliamente utilizados en viticultura en Galicia, fluopiram y tetraconazol, en dos suelos de viñedo naturales (S1- franco arenoso y S2- franco) y enmendados individualmente al 1.5% (p/p) con sustrato postcultivo de champiñón (SMS), compost vegetal (GC) y serrín de poda de vid (PV). Los estudios de adsorción-desorción se llevaron a cabo mediante la técnica de "batch" en equilibrio y las concentraciones de equilibrio de ambos fungicidas se determinaron por HPLC/MS. Se obtuvieron isotermas de adsorción-desorción que se ajustaron a la ecuación de Freundlich para obtener las constantes de adsorción ( $K_f$ ) y de desorción ( $K_{fd}$ , H). Los valores de  $K_f$  por los suelos naturales y enmendados fueron entre 4.4 y 11.3 veces mayores para el fungicida más hidrofóbico, tetraconazol (24.1-39.1), que para fluopiram (2.81-5.46). La aplicación de los residuos orgánicos a los suelos, especialmente GC, incrementó los valores de  $K_f$  de fluopiram hasta 1.8 veces con respecto a los suelos naturales debido al mayor contenido en carbono orgánico (CO) de los suelos enmendados. Sin embargo, este efecto no se observó para el tetraconazol. Los valores de  $K_{fd}$  mostraron una tendencia similar a la observada para los valores de  $K_f$  y los valores de H fueron en general mayores para los suelos enmendados. Los resultados pusieron de manifiesto que la enmienda aumentó hasta un 5% (tetraconazol) y 7% (fluopiram) el porcentaje neto de fungicida que permaneció retenido en los suelos enmendados respecto a los suelos naturales.

**Palabras clave:** Adsorción-desorción, fungicida, conservación, suelo de viñedo, enmienda orgánica.

## **Economía circular para la estabilización y fitorremediación de un suelo contaminado en un área industrial abandonada**

Ana M. Díaz<sup>1\*</sup>, Lucía Benavente<sup>1</sup>, Rubén Alba<sup>1</sup>, Eduardo Rodríguez-Valdés<sup>1</sup>, Rubén Forján<sup>1</sup>, Teresa A. Centeno<sup>2</sup>, Álvaro Amado-Fierro<sup>2</sup>, Laura Megido Fernández<sup>3</sup>, José Manuel González La Fuente<sup>3</sup>, José Luis R. Gallego<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación BIOGEOAMB e INDUROT (Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio), Universidad de Oviedo, Campus de Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

<sup>2</sup> Instituto de Ciencia y Tecn. del Carbono, INCAR-CSIC, C/ Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo (Asturias)

<sup>3</sup> COGERSA SAU, Carretera de Cogersa 1125, 33697 Gijón (Asturias)

\*[diazdana@uniovi.es](mailto:diazdana@uniovi.es) – Edificio de Inv., 7º. INDUROT, U. de Oviedo, Campus Mieres, 33600 – Mieres (Asturias)

### **RESUMEN**

El cese de actividades mineras e industriales genera extensas áreas con suelos contaminados lo que limita su uso y genera baldíos industriales. La excavación y traslado de estos suelos a vertedero implica costes elevados y debe evitarse, por lo que es crucial desarrollar tecnologías sostenibles para la recuperación del terreno. En este sentido, la estabilización del suelo mediante enmiendas inorgánicas y orgánicas busca mejorar propiedades físicas y químicas, con especial atención en la inmovilización de metales y metaloides para promover el crecimiento de la vegetación. Asimismo, el uso de enmiendas provenientes de residuos promueve la economía circular. En este estudio, se seleccionó un terreno industrial con contaminación polimetálica y de arsénico (As), sobre el cual se probaron combinaciones de residuos orgánicos (compost, hidrochar y biochar) e inorgánicos (tres subproductos de tipo alcalino), todos ellos obtenidos de actividades cercanas al emplazamiento. Se sembraron dos especies de herbáceas en las celdas piloto, y durante ocho meses se hizo seguimiento de suelos y plantas. Se observó que en varios casos se logró la inmovilización del As del suelo, así como de Cd y Zn. Además, se obtuvo un crecimiento vegetal aceptable, con comportamientos fitoextractores o fitoestabilizadores dependiendo de las enmiendas aplicadas. La respuesta a las distintas enmiendas orgánicas también se clasificó según su capacidad para aportar carbono lábil (favoreciendo el crecimiento vegetal) o recalcitrante (con potencial generación de sumideros de carbono). En general, la combinación que demostró ser más equilibrada fue compost con un residuo alcalino proveniente de la producción de fertilizantes.

**Palabras clave:** Estabilización de suelos; economía circular; arsénico; metales pesados; carbono orgánico.

## **Compost y laboreo para afrontar la sequía en agricultura de secano: efectos en la calidad de los suelos**

JA. Mediano-Guisado<sup>1</sup>, P. Madejón<sup>1</sup>, L. L. De Sosa<sup>1</sup>, E. Fernández-Boy<sup>2</sup>, MT. Domínguez<sup>2</sup>,  
E. Madejón<sup>1</sup>.

1 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Av. Reina Mercedes 10 41012 Sevilla

2 Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, Calle Profesor García González, 41012 Sevilla.

emdejon@irnase.csic.es

### **RESUMEN**

La escasez hídrica es un reto creciente para los sistemas agrícolas de secano de la cuenca mediterránea. En este contexto, la gestión del suelo emerge como un elemento clave para la adaptación de estos sistemas a la reducción de los recursos hídricos. En este trabajo se evaluó la influencia de las técnicas de laboreo y la aplicación de materia orgánica exógena en las propiedades químicas y bioquímicas del suelo en un escenario de reducción de precipitaciones. Para ello, se estableció un experimento de manipulación de lluvia (casetas de exclusión) en el Valle del Guadalquivir comparándose dos alternativas de laboreo (convencional y reducido) y dos de fertilización (compost y mineral). Se realizaron dos muestreos durante el primer año en el que el cultivo de la rotación fue el haba.

En el primer muestreo el compost tuvo un impacto inmediato y significativo en el pH del suelo y en su conductividad eléctrica, mientras que la reducción de laboreo afectó al contenido de carbono (C) y a actividades enzimáticas vinculadas a su ciclo.

En el segundo muestreo, con la influencia del cultivo, se observó un aumento no significativo del contenido de C en el suelo ocasionado tanto por el compost como por la reducción de laboreo, correlacionado con incrementos similares no significativos en algunas actividades enzimáticas. La reducción experimental de las precipitaciones no generó efectos significativos en las propiedades del suelo, ni se evidenciaron interacciones entre los factores experimentales. Probablemente un único año de ensayo (especialmente seco) no es suficiente para evaluar los cambios producidos por los factores establecidos.

**Palabras clave:** Actividades enzimáticas, Casetas de exclusión de lluvia, Haba, Carbono del suelo.

## **Recuperación de suelos en invernadero mediante intensificación ecológica (IE)**

Hernández Maqueda, Rafael<sup>1</sup>, Del Moral, Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Agronomía, Área de Edafología y Química agrícola, Universidad de Almería, carretera Sacramento, s/n 04120 La Cañada de San Urbano, Almería, Spain. Campus of International Agri-Food Excellence ceiA3.

### **RESUMEN**

Las prácticas intensivas de manejo en invernadero, caracterizadas por el uso de agroquímicos y la ausencia de insumos orgánicos, dan lugar a altas tasas de producción, aunque conducen a una pérdida de la calidad del suelo y a un impacto ambiental significativo debido a la lixiviación de nitratos y emisiones elevadas de óxido nitroso. Para reducir estos problemas, en este trabajo analizamos el uso de prácticas restauradoras, basadas en supuestos de intensificación ecológica (IE) como alternativa de fertilización. Para ello, se evaluó un paquete de manejo basado en la incorporación de restos de cultivos hortícolas y enmiendas orgánicas, y mínimo uso de fertilizantes inorgánicos (IE), en comparación a un paquete de manejo convencional como control (C), y se midieron los efectos de su aplicación tras 6 años sobre (i) indicadores físicos y químicos relacionados con la calidad del suelo en invernadero, (ii) abundancia y expresión de genes relacionados con el proceso de desnitrificación. La aplicación del paquete IE reduce la compactación del suelo y mejora la infiltración por el aumento de la macroporosidad y estabilidad de agregados, sin embargo, aumenta el riesgo de salinización. A su vez, aumenta la abundancia y expresión de los genes claves asociados al proceso de desnitrificación (*nirk*, *nirS*, y *nosZ*). En conjunto, estos resultados muestran una disminución del riesgo de contaminación ambiental por lixiviación al disminuir los nitratos drenados, y una dinámica compleja de los genes asociados al proceso de desnitrificación que tendrá que ser analizada en profundidad para evitar posibles emisiones de óxido nitroso.

**Palabras clave:** Desnitrificación, Restos de cosecha, *nirk*, *nirS*, *nosZ*

# EL ANTROPOCENO Y LOS HUMEDALES: FÁRMACOS Y ELEMENTOS TRAZA EN SUELOS DEL PARQUE NATURAL DE L'ALBUFERA (VALENCIA)

V. Andreu<sup>1</sup>, E. Gimeno<sup>2</sup>, Y. Picó<sup>3</sup>, J. Campo<sup>1</sup>

1 Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC). Carretera Moncada a Náquera Km.4'7, 46113-Moncada; 2 Fundación Universidad de Valencia CIDE. Carretera Moncada a Náquera Km.4'7, 46113-Moncada; 3 Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (UV.) Carretera Moncada a Náquera Km.4'7, 46113-Moncada.

[Vicente.andreu-Perez@uv.es](mailto:Vicente.andreu-Perez@uv.es), Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC). Carretera Moncada a Náquera Km.4'7, 46113-Moncada.

## RESUMEN

Los elementos traza y productos farmacéuticos, se consideran como los contaminantes más representativos de la huella humana en el medio ambiente. Ambos grupos pueden afectar el frágil equilibrio en el que se sustentan los humedales mediterráneos, de los que es ejemplo el Parque Natural de La Albufera (Valencia, España), que muestra una presión constante derivada de la alta ocupación humana e industrial. En él se muestrearon 14 zonas para determinar los niveles de fármacos y elementos traza en los suelos. Fueron seleccionados 17 fármacos, cubriendo los más utilizados, y 12 elementos traza. Se aplicaron métodos analíticos estándar para medir las propiedades físicas y químicas del suelo. La determinación de los fármacos se realizó por Extracción en Fase Sólida (SPE), los extractos se analizaron mediante HPLC-MS/MS. El contenido total de 12 elementos traza (As, B, Cd, Co, Li, Ni, Pb, Rb, Se, Sr, Ti y Tl) se extrajeron por digestión ácida por microondas, y la fracción extraíble se obtuvo con EDTA, ambas se determinaron por ICP-OES.

Los valores promedio más altos fueron para el Ti (518.62 mg/kg) y el Sr (379.19 mg/kg), siendo sus valores máximos de 807.37 y 724.43, respectivamente.

Trece de los fármacos analizados se detectaron en suelos, en al menos una muestra. La carbamazepina fue la más frecuentemente detectada. Las concentraciones más altas corresponden al acetaminofeno (17,70 µg/kg). La zona norte es la más contaminada en todos los casos. Se han encontrado algunas interacciones entre los metales pesados y los productos farmacéuticos.

**Palabras clave:** Humedales mediterráneos, elementos traza, productos farmacéuticos, presión humana.

# ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA RECUPERACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO AGRÍCOLA AFECTADO POR INCENDIO FORESTAL

García-Rández, A<sup>1</sup>., Blesa, E<sup>1</sup>., Sáez, J<sup>1</sup>., Sánchez, S<sup>1</sup>., Orden, L<sup>1</sup>., Andreu, J<sup>1</sup>., Murcia, M.D<sup>1</sup>., Arcenegui, V<sup>2</sup>., Martínez-Gutiérrez, C<sup>2</sup>., Nadal, J<sup>2</sup>., García-Orenes, F<sup>2</sup>., Mataix-Solera, J<sup>2</sup>., Moral, R<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Universidad Miguel Hernández de Elche, Carretera Beniel Km 3,2, Orihuela, Alicante E03312, España. <sup>2</sup>Grupo de Edafología y Tecnologías del Medio Ambiente · GETECMA. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández. Avda de la Universidad s/n, 03202, Elche, España

angarran@hotmail.com

## RESUMEN

El incendio de Bejís, declarado el 15-08-2022 y ocasionado por un rayo, afectó principalmente a la comarca del Alto Palancia con un total de 19.159 ha afectadas de las que 1.632 ha pertenecen a superficie agrícola cultivada en producción (8,5% del total de la superficie), con olivar y almendro altamente afectados (ESYRCE, 2022), con la consiguiente pérdida de capacidad productiva y de recuperación económica del municipio. En este contexto se planteó un diseño experimental con el fin de investigar y evaluar los efectos agronómicos y medioambientales de la aplicación de diferentes estrategias de recuperación en parcelas agrícolas afectadas por este incendio forestal que permitan restaurar y/o mejorar la fertilidad y capacidad productiva de los suelos agrícolas. Se seleccionaron 4 parcelas con diferentes grados de afectación, cultivo y estado productivo y se ensayaron 6 tratamientos (dos enmiendas tipo compost: un compost de alperujo y un compost de fracción orgánica selectiva; dos cubiertas vegetales, un mulch de triturado de poda forestal post incendio y un control). La evolución de diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas como la estabilidad estructural, porosidad, contenido en materia orgánica, pH, nutrientes, respiración edáfica basal, carbono de la biomasa microbiana, y actividades enzimáticas (Ureasa, Fosfatasa y B-Glucosidasa), fueron analizados al inicio, a los 6 y a los 12 meses de haber aplicado los tratamientos.

**Palabras clave:** compost, alperujo, cubierta vegetal, mulching, incendio forestal

## **DISEÑO DE FERTILIZANTES A PARTIR DE RESIDUOS GANADEROS PARA LA REGENERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS**

Antonio Moreno<sup>1</sup>, Adela de la Orden<sup>2</sup>, Víctor Méndez<sup>1</sup>, Beatriz Omil<sup>1</sup>, Miguel Cordero<sup>1</sup>, Verónica Piñeiro<sup>1</sup>, Pablo Souza-Alonso<sup>1</sup>, Daniel Silva<sup>1</sup>, Julia Barciela<sup>1</sup>, Rosa Peña<sup>1</sup>, Sagrario García-Martín<sup>1</sup>, Juan Carlos Rodríguez<sup>2</sup>, Silvia Doñate<sup>2</sup>, Santiago Aguilar<sup>2</sup>, Higinio Mougán<sup>3</sup>, Enrique Otero<sup>4</sup>, César Iglesias<sup>5</sup>, Héctor Dopico<sup>6</sup>, Cristóbal Piñón<sup>6</sup>, Jacobo Feás<sup>1</sup>, Carlos Herrero<sup>1</sup>, David Miranda<sup>1</sup>, Agustín Merino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Santiago de Compostela, <sup>2</sup>SOLOGAS, <sup>3</sup>Asociación Galega de Cooperativas Agrarias-AGACA, <sup>4</sup>Cooperativa AIRA, <sup>5</sup>Fundación INFIAR, <sup>6</sup>INTACTA

[antonio.moreno.robles@usc.es](mailto:antonio.moreno.robles@usc.es). Universidad de Santiago de Compostela

### **RESUMEN**

Ante el grave problema de degradación de suelos y contaminación de aguas a nivel global, uno de los factores que influyen de forma notable es el manejo inadecuado de los purines procedentes de explotaciones ganaderas.

El proyecto AGROMANURE tiene como objetivo principal **la elaboración de biofertilizantes de alta calidad a partir de los excedentes de purín y otros residuos ganaderos mediante un sistema energética y ambientalmente sostenible y su posterior aplicación en suelos agrícolas**. Este proyecto se desarrolla dentro de un área piloto del noroeste peninsular. El proyecto se basa en cinco líneas de actuación fundamentales:

- a) **Producción de biofertilizantes** basado en la concentración del subproducto transformado (digestato) mediante microfiltración con generación de biogás durante el proceso.
- c) Establecimiento de **un sistema de evaluación de la calidad de los fertilizantes** en base a la caracterización química del residuo de partida, estudio de emisiones de GEI y ensayos de fitotoxicidad/producción a distintos niveles.
- c) Desarrollo de un **sistema de apoyo a la toma de decisiones**, que facilite datos sobre la aplicación, el suministro espacial y la disponibilidad de tierras agrícolas para la aplicación de fertilizantes.
- d) Diseño de un **sistema inteligente para la fertilización segura** de suelos agrícolas mediante seguimiento de sus propiedades y calidad de la MOS y un SIG-Web
- e) Propuesta de un **modelo de economía circular del sector agroalimentario** para reducir la dependencia de los fertilizantes minerales.

El proyecto se basa en la colaboración de los diferentes actores implicados, como son productores (AGACA y AIRA), gestores de residuos (SOLOGAS) e ingeniería (INTACTA y Fundación INFIAR).

**Palabras clave:** digestato, biofertilizante, biogás, economía circular, GEI

## **Eficacia de subproductos orgánicos para incrementar la disponibilidad de fósforo en suelos agrícolas**

Sana Boubehziz<sup>1</sup>, Vidal Barrón<sup>1</sup>, María Carmen del Campillo<sup>1</sup>, Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez<sup>1\*</sup>

Departamento de Agronomía, Unidad de Excelencia María de Maeztu, Universidad de Córdoba, Campus Universitario de Rabanales- Edificio C4, Ctra. Madrid, km 396, 14071 Córdoba, España.

[antonio.sanchez@uco.es](mailto:antonio.sanchez@uco.es)

### **RESUMEN**

El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas, pero su limitada disponibilidad en suelo y su reducida reserva mundial amenazan a la producción agrícola. La búsqueda de alternativas a los fertilizantes tradicionales de síntesis química, como materiales orgánicos reciclados, debe ir encaminada a reducir el impacto negativo de la agricultura y a la preservación de recursos críticos, entre los que se encuentra el P. El objetivo fue evaluar la eficacia de potenciales fertilizantes de base orgánica para mejorar la fitodisponibilidad de P en condiciones calcáreas al mismo tiempo que se aporta materia orgánica a un suelo agrícola con escaso contenido. Para ello, se realizó un ensayo de campo utilizando 5 subproductos compostados: alperujo, digestato de planta de biogás, vermicompost, residuos vegetales y residuos sólidos urbanos. También se incluyó un fertilizante fosfatado convencional (fosfato diamónico) y un control (sin aporte de P). El rendimiento del cultivo (trigo) no mostró diferencias significativas, aunque se produjo mayor biomasa que en el control con alperujo compostado y vermicompost. Además, el desarrollo radicular se mejoró con algunos subproductos en comparación con el fertilizante convencional, lo que sugiere una mayor exploración del suelo y facilidad para obtener recursos (agua y nutrientes). La actividad enzimática (C y P) se vio favorecida por la aplicación de determinados subproductos. Los resultados evidencian las complejas interacciones entre los subproductos y la dinámica del suelo, subrayando la necesidad de seguir investigando para dilucidar los efectos sobre la productividad de los cultivos y la salud del suelo.

**Palabras clave: fertilizantes, microorganismos, economía circular, funcionalidad del suelo, salud del suelo**

## ¿Cómo afectan los acolchados orgánicos a las emisiones de CO<sub>2</sub> a las propiedades del suelo?

Estíbaliz Rodrigo<sup>1\*</sup>, Alicia Pou<sup>1</sup>, José María Martínez Vidaurre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino - ICSVV (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja, CSIC). Ctra. de Burgos, Km. 6. 26007 Logroño (La Rioja).

\*estirodrigog@gmail.com

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de diferentes acolchados orgánicos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y las propiedades del suelo en un viñedo de La Rioja (España). Para ello se seleccionaron tres tipos de acolchados orgánicos (paja de gramínea, restos triturados de madera de poda de vid, y restos de cultivo de champiñón) junto con dos controles (aplicación de herbicida y arado intercepas) para entender cómo influyen en el microclima del suelo y a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se utilizó un **diseño experimental** en bloques al azar con 30 vides por tratamiento, y se emplearon sensores para medir la temperatura y humedad del suelo a diferentes profundidades (5, 15 y 25 cm). Se recogieron muestras de suelo para análisis físico-químico y se utilizaron dos equipos portátiles (EGM-5 y GASMET GT5000) para la determinación de CO<sub>2</sub> mediante la técnica de cámara cerrada. Estas mediciones se realizaron semanalmente durante dos años, considerando la temperatura del suelo y del mulching. Los **resultados** mostraron patrones consistentes de emisiones de CO<sub>2</sub> a lo largo del estudio, con tasas más altas durante la brotación hasta la vendimia y menores durante la parada vegetativa. Las emisiones fueron sistemáticamente inferiores sobre el mulching en comparación con el suelo desnudo, observándose una relación directa entre los eventos de precipitación y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, las diferencias en las emisiones se atribuyen a variaciones en temperatura y humedad entre los años. Los acolchados orgánicos, en general, parecen mitigar las emisiones, haciendo que su liberación hacia la atmósfera se produzca de manera más paulatina.

**Palabras clave:** Acolchado orgánico, CO<sub>2</sub>, viñedos, temperatura, humedad.

## **FERTILIZANTES DE BASE ORGÁNICA EN ROTACIONES DE CULTIVOS EXTENSIVOS**

Lucía Guerrero-Gallardo\*<sup>1</sup>, José Javier Guerrero-Criado<sup>1</sup>, Sana Boubehziz<sup>1</sup>, Fernando Muñoz-Navarro<sup>1</sup>, María de los Ángeles Martín Santos<sup>2</sup>, María del Carmen Gutiérrez Martín<sup>2</sup>, María Carmen del Campillo<sup>1</sup>, Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía, Unidad de Excelencia María de Maeztu, Universidad de Córdoba, Campus Universitario de Rabanales. Edificio C4, Ctra. Madrid, km 396, 14071 Córdoba, España.

<sup>2</sup>Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Área de Ingeniería Química, Instituto Químico para la Energía y el Medio Ambiente (IQUEMA). Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceiA3, Universidad de Córdoba.

[g62gugal@uco.es](mailto:g62gugal@uco.es)

### **RESUMEN**

El segundo elemento más importante en nutrición vegetal es el fósforo (P), obtenido principalmente como fertilizante químico de la roca fosfórica, recurso no renovable. Por esta razón, es necesario evaluar alternativas como la recuperación del P de distintas fuentes residuales, valorizándolas en forma de enmienda orgánica. Además, el contenido en materia orgánica y otros nutrientes de estos subproductos, permiten realizar una fertilización integral, mejorando la funcionalidad y la salud del suelo. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos sobre el suelo y las plantas en dos rotaciones (trigo-girasol y trigo-cebada), en las que se aplicaron diferentes fertilizantes de P de base orgánica (harina de sangre, alperujo compostado, vermicompost, compost de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, compost de lodo de depuradora y estruvita) y fertilizante de síntesis inorgánica como control positivo, en dosis de 0, 25 y/o 50 mg P kg<sup>-1</sup>, sobre suelos con distintas propiedades fisicoquímicas y nivel inicial de P disponible. Además, se evaluó el contenido de metales pesados en planta y suelo, no viéndose incrementado significativamente tras el cultivo. Adicionalmente, la mayoría de los fertilizantes de base orgánica incrementaron la absorción de P en las plantas, algunos de ellos de forma similar al fertilizante inorgánico, aunque el desarrollo de las plantas se redujo con la harina de sangre y el alperujo compostado respecto a los demás subproductos. El efecto sobre la dinámica de los nutrientes se observó dependiente de la naturaleza de los fertilizantes, y especialmente de la tipología de suelo utilizado.

**Palabras clave:** Fertilizantes de base orgánica, economía circular, fertilización de fósforo, salud del suelo, rotación de cultivos.

## **El impacto de la diversificación de cultivos sobre el contenido de carbono orgánico del suelo en cultivos leñosos tradicionales.**

Manuel González-Rosado<sup>1</sup>, Virginia Sánchez-Navarro<sup>1</sup>, Jesús Aguilera-Huertas<sup>2</sup>, Beatriz Lozano-García<sup>2</sup>, Luis Parras-Alcántara<sup>2</sup>, Silvia Martínez-Martínez<sup>1</sup>, Carolina Boix-Fayos<sup>3</sup>, María Almagro<sup>4</sup>, Elvira Díaz-Pereira<sup>3</sup>, María Martínez-Mena<sup>3</sup>, Dénes Lóczy<sup>4</sup>, Raúl Zornoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas (GARSA). Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII 48, 30203, Cartagena.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación SUMAS, Departamento de Química Agrícola, Edafología y Microbiología, Facultad de Ciencias, Campus Agroalimentario de Excelencia Internacional - CeIA3, Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, España.

<sup>3</sup> Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC). Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia.

<sup>4</sup> Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Pécs, Ifjúság u.6., 7624, Pécs, Hungría.

manuel.gonzalez@upct.es

### **RESUMEN**

El presente trabajo se basa en la implementación de estrategias para la diversificación de cultivos, en este caso en cultivos leñosos. Se utilizaron cuatro casos de estudio para este trabajo: 1) Almendros intercalados con alcaparras y tomillo; 2) Olivos intercalados con azafrán, veza/avena en rotación anual y lavanda; 3) Mandarinos intercalados con veza/cereal en rotación con haba e intercalados con rotaciones de haba, verdolaga y guisante; y 4) Viñedos intercalados con milenrama y mezcla de semillas nativas. En la comparación entre sistemas diversificados y monocultivos, no se detectaron diferencias significativas en las propiedades del suelo y las cosechas obtenidas. Sin embargo, se observaron tendencias en el contenido de carbono orgánico (SOC), aumentando un 17% en comparación con los valores iniciales en los cultivos diversificados, mientras que aumentó un 5% en los monocultivos, a una profundidad de 0-30 cm del suelo. Aunque no todas las estrategias de diversificación aportaron resultados positivos. En cuanto a las prácticas de manejo del suelo, la reducción en la perturbación del suelo mediante no laboreo y laboreo reducido aumentó los valores de SOC después de tres años (42.24% y 28.61%, respectivamente), mientras que el laboreo convencional redujo el SOC en un 6.78%. En conclusión, la asociación de prácticas de manejo que disminuyan la frecuencia de labranza y la diversificación de cultivos podrían considerarse como una estrategia positiva para contribuir a la captura y almacenamiento de carbono en los suelos agrícolas de cultivos leñosos sin comprometer los rendimientos de cosecha de los cultivos principales.

**Palabras clave:** Diversificación de cultivos, carbono orgánico, agricultura de conservación, cultivos leñosos.

## **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA ENMIENDA ORGÁNICA, DOSIS DE HERBICIDA Y HUMEDAD EN LA DISIPACIÓN DE IODOSULFURON-METIL EN UN SUELO AGRÍCOLA**

Jesús M. Marín-Benito<sup>1</sup>, José M. Ordax<sup>1</sup>, M. Jesús Sánchez-Martín<sup>1</sup>, M. Sonia Rodríguez-Cruz<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASA-CSIC), Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca (España).

\*E-mail: [msonia.rodriguez@irnasa.csic.es](mailto:msonia.rodriguez@irnasa.csic.es)

### **RESUMEN**

El iodosulfuron-metil sodio es un herbicida que se aplica en post-emergencia en cultivos de cereal. Los residuos de este herbicida pueden resultar fitotóxicos para los cultivos de rotación, siendo necesario estudiar su mecanismo de disipación en el suelo bajo diferentes condiciones edafoclimáticas y agronómicas. El objetivo de este trabajo fue estudiar bajo condiciones controladas de laboratorio (20°C, oscuridad) el efecto de: i) la aplicación de compost vegetal como enmienda (2.5% p/p) a un suelo agrícola, ii) la dosis de herbicida (dosis agronómica y el doble de ésta) y iii) la humedad del suelo (25% y 50% de la capacidad de campo) en la disipación del herbicida iodosulfuron-metil sodio y la formación de su metabolito, metsulfuron-metil. Además, se estudió el mecanismo de disipación del herbicida (fracción extraíble, fracción mineralizada y fracción fuertemente enlazada al suelo), mediante un estudio paralelo con <sup>14</sup>C-iodosulfuron-metil sodio. El herbicida presentó una menor velocidad de disipación y mayores valores de vida media (DT<sub>50</sub>) en los tratamientos de suelo enmendado con compost vegetal, con mayor contenido en carbono orgánico. La velocidad de disipación del herbicida fue menor en los suelos tratados con la dosis alta de herbicida en comparación con los suelos tratados con la dosis baja. Los valores de DT<sub>50</sub> fueron ligeramente menores en los suelos con menor humedad, debido a la formación de residuos fuertemente enlazados que aumentaron la retención del herbicida en el suelo, dando lugar a una mayor disipación aparente. Se formaron mayores cantidades de metabolito en el suelo enmendado para todos los tratamientos.

**Palabras clave:** Degradación, herbicida, metabolito, suelo agrícola, compost vegetal.

## **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE *ARTEMISIA THUSCULA* CAV. PARA FORMAR SIMBIOSIS CON HONGOS BENÉFICOS DE LA RIZOSFERA**

Marta Selma Garzón-Molina, Gladys Arteaga-Clemente, María Araceli García-González,  
Mónica González-González

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Carretera de El Boquerón, s/n, San Cristóbal de La Laguna 38270  
Santa Cruz de Tenerife, España

Autora principal: Marta Selma Garzón-Molina mgarzon@icia.es

### **RESUMEN**

***ARTEMISIA* ES UN GÉNERO DE PLANTAS QUE SE DISTRIBUYE AMPLIAMENTE A NIVEL MUNDIAL, PRINCIPALMENTE EN ZONAS ÁRIDAS. ESTA PLANTA HA SIDO UTILIZADA POR EL HOMBRE DESDE SUS PRIMEROS ASENTAMIENTOS POBLACIONALES POR, ENTRE OTRAS, SUS PROPIEDADES TERAPÉUTICAS, ANTIMICROBIANAS, FÚNGICAS, HERBICIDAS Y ANTIOXIDANTES, PROPIEDADES QUE ESTÁN RELACIONADAS CON SU CONTENIDO EN DISTINTOS METABOLITOS SECUNDARIOS. A PESAR DE LA INTENSA INVESTIGACIÓN DESARROLLADA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EN DIFERENTES ESPECIES DE *ARTEMISIA*, NO EXISTEN ESTUDIOS CIENTÍFICOS SOBRE LA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE LA ESPECIE ENDÉMICA DE LAS ISLAS CANARIAS *ARTEMISIA THUSCULA* CAV. ESTA ESPECIE SE CULTIVA EN SUELOS ANTROPIZADOS COSTEROS Y DE MEDIANÍAS TÉRMICAS (600-900 M.S.N.M.) DE LAS ISLAS POR SU CAPACIDAD DE CRECER EN SUELOS DEGRADADOS. EN ESTE TRABAJO SE EVALUÓ SU CAPACIDAD PARA FORMAR SIMBIOSIS CON MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE LA RIZOSFERA COMO LOS HONGOS MICORRÍCICOS COMO ESTRATEGIA AGROECOLÓGICA PARA LA REGENERACIÓN DE SUELOS ALTERADOS Y SE COMPARÓ CON LA DE *ARTEMISIA ANNUA* L., COMO ESPECIE DE IMPORTANCIA A NIVEL MUNDIAL. LA INOCULACIÓN TEMPRANA DEL HONGO *GLOMUS MOSSEAE* EN EL SUELO MEJORÓ EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS DE *A. THUSCULA*. ASIMISMO, EL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE AUMENTÓ EN EL SUELO INOCULADO CON MICORRIZAS, PRODUCIÉNDOSE EN ESTE CASO UN INCREMENTO DE ENTRE EL 15% Y EL 30% EN EL CONTENIDO EN NITRÓGENO, ZINC Y MANGANESO DE LAS HOJAS.**

**Palabras claves:** Micorrizas, agroecología, endemismos, incienso canario, simbiosis.

## **Efecto de la aplicación de nanopartículas de cobre en la germinación y en el crecimiento temprano en trigo y quinoa en suelos agrícolas**

Martinez-Castillo, Cecilia<sup>1,2</sup>; González-Feijoo, Rocío<sup>1,2</sup>; Arias-Estévez, Manuel<sup>1,2</sup>; Arenas-Lago, Daniel<sup>1,2</sup>; Pérez-Rodríguez, Paula<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal e Ciencias del Suelo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultad de Ciencias, Universidade de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, España.

<sup>2</sup> Instituto de Agroecología e Alimentación (IAA), Campus Auga, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, España.

cecilia.araceli.martinez.castillo@uvigo.es

### **RESUMEN**

La aplicación de nanopartículas de cobre (Cu-NPs) como nanoagroquímico representa una alternativa eficaz y sostenible en comparación con los agroquímicos convencionales, a base de Cu. Estas nanopartículas pueden actuar como micronutriente y como nanofungicida para diferentes cultivos. El objetivo de este estudio es evaluar los efectos de Cu-NPs sobre la germinación y crecimiento temprano de trigo y quinoa. Se llevaron a cabo ensayos de fitotoxicidad (Phytotoxkit®) aplicando distintas dosis de Cu-NPs (5, 10, 50, 100 y 200 mg/kg) a dos suelos agrícolas con diferentes contenidos de materia orgánica (S1: 4.6% y S2: 22.1%). Se evaluaron el porcentaje de germinación, el crecimiento radicular ( $G_{index}$ ) y de la parte aérea ( $Pa_{index}$ ) de ambas especies. Los resultados indican que la germinación de trigo en SC varió entre 46.7-56.7%. En S1, entre 46.7-73.3%, y en S2, entre 66.7-100%. En general, se observó una estimulación del  $G_{index}$  y  $Pa_{index}$  del trigo en ambos suelos, independientemente de la dosis de Cu-NPs. La germinación de quinoa en SC varió entre 86.7-96.7%. En S1, entre 83.3-93.3%, y en S2, entre 76.7-86.7%. En general, se observó una inhibición de  $G_{index}$  y  $Pa_{index}$  en S2, mientras que en S1 el  $G_{index}$  se vio estimulado, aunque no se registraron efectos fitotóxicos ni estimulantes en la parte aérea. Esto sugiere que las Cu-NPs en suelos agrícolas con altos niveles de materia orgánica ejercen un impacto favorable en el proceso de germinación y en las etapas iniciales de crecimiento de trigo y quinoa.

**Palabras clave:** Quinoa, trigo, cobre, nanoagroquímicos, germinación.

## **Cambios en el contenido de materia orgánica y pH del suelo tras 25 años de laboreo de conservación**

Rodrigo Nogales, Francisco Lafuente, Celia Herrero

Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Valladolid. ETSIIAA. 34004 Palencia.

francisco.lafuente@uva.es

### **RESUMEN**

Se evaluó el efecto de la aplicación de técnicas de laboreo de conservación sobre el contenido de materia orgánica, pH y P asimilable del suelo en parcelas de secano de Cañizar de Amaya, Burgos, después de 25 años. Se eligieron 10 parcelas, con diferentes textura y pH, manejadas con laboreo de conservación y sus respectivas colindantes con laboreo tradicional de vertedera. Se muestreó en 3 profundidades: 0-5, 5-20 y 20-35 cm. Se encontró una clara estratificación en las propiedades de los suelos con laboreo de conservación, con acumulación de materia y P Olsen en los horizontes superficiales, a la vez que un pH más bajo, mientras que en las parcelas de laboreo convencional se encontró una gran uniformidad en el perfil del suelo. Esto provoca que se encuentren mayores concentraciones de materia orgánica y P asimilable en las parcelas de laboreo de conservación solo en superficie, sin apenas cambios o menores concentraciones a 20-35 cm. Las parcelas de textura fina acumularon mayores concentraciones de materia orgánica que las parcelas de textura arenosa. Así los valores de materia orgánica en la profundidad de 0-5 cm tuvieron un valor de 1.28 % mayor, correspondiente a 1.54 % SOM en parcelas de textura fina y 0.66 % en las arenosas. Se encuentra la misma tendencia en la profundidad de 5 a 20 cm, pero solo con 0.37 % mayor de media: 0.39% en suelos de textura fina, frente a 0.20 % en los suelos arenosos. Se observó una ligera acidificación en las parcelas de agricultura de conservación.

**Palabras clave:** Laboreo de conservación, materia orgánica, fósforo asimilable, pH.

## Evaluación del uso de enmiendas orgánicas procedentes de residuos agroganaderos en suelos en riesgo de la Península Ibérica

Sara Domínguez<sup>1,2</sup>, Gael Bárcenas-Moreno<sup>\*2</sup>, Jorge Márquez-Moreno<sup>1</sup>, Sara M. Pérez-Dalí<sup>1</sup>, Águeda M. Sánchez-Martín<sup>1</sup>, Claudia Rodríguez-López<sup>2</sup>, Antonio Moreno<sup>3</sup>, José A. González-Pérez<sup>1</sup>, Agustín Merino<sup>3</sup>, José M. de la Rosa<sup>1</sup>.

1 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, IRNAS-CSIC. Av. Reina Mercedes, 10, 41012, Sevilla, España

2 Departamento de Cristalografía Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, c/ Profesor García González, 1, 41012, Sevilla, España.

3 Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España.

\*) gbarcenas@us.es

### RESUMEN

La agricultura se enfrenta al desafío de asegurar el abastecimiento alimentario para una población en constante aumento, en un contexto donde la actividad humana ha comprometido ya más del 40 % de los suelos cultivables del mundo, intensificando la dependencia de los fertilizantes químicos. Ante esta situación, se plantea la revalorización de residuos agrícolas y ganaderos para su uso como enmiendas del suelo o biofertilizantes, ofreciendo así una solución sostenible al problema de la generación de residuos orgánicos provenientes de la agricultura y la ganadería. El objetivo principal del proyecto AGRORES es restaurar la calidad de los suelos agrícolas en riesgo de degradación, fomentando la captura de Carbono y otorgando, a su vez, un valor añadido y un uso práctico a estos residuos. Sin embargo, es crucial reconocer que no existe una solución única debido a la diversidad en las condiciones y necesidades de los diferentes suelos. En la Península Ibérica, por ejemplo, los suelos de los pastizales del norte tienden a ser ácidos y con deficiencias de fósforo, mientras que en el sur y suroeste de la Península Ibérica predominan suelos alcalinos, pobres en materia orgánica y con limitada capacidad de retención de agua. En este contexto, el proyecto AGRORES busca desarrollar biofertilizantes derivados de residuos agropecuarios que permitan recuperar de manera sostenible la productividad y salud de estos suelos. Este estudio presenta los hallazgos de un experimento en invernadero de tres meses de duración, donde se evaluaron los efectos de aplicar diferentes formulados a base de composts vegetales, digestatos, y biochars obtenidos de diversas biomásas, con o sin la adición de enmiendas líquidas como té de compost y purines. El ensayo se llevó a cabo en un suelo ácido de pastizal y un suelo alcalino típico de cultivos de cereales de secano. Se analizaron: i) la germinación, crecimiento y productividad de plantas de cebada forrajera (*Hordeum vulgare*), ii) las propiedades físicas del suelo (pH, conductividad eléctrica, capacidad de retención hídrica, resistencia a la penetración, etc.), y iii) la composición del suelo, incluyendo macro-elementos y nutrientes esenciales. Los resultados preliminares indican que la aplicación de té de compost en una dosis del 10 % tuvo un efecto adverso en la germinación y el crecimiento vegetal, mientras que el uso de compost vegetal y biochars mejoró significativamente la productividad y la retención de humedad en ambos tipos de suelos. Actualmente, AGRORES investiga el impacto en la biomasa microbiana, la disponibilidad de nutrientes y la dinámica del carbono en ambos suelos, con el fin de ofrecer estrategias más efectivas para la regeneración de suelos degradados y la promoción de una agricultura más resiliente y sostenible.

**Agradecimientos:** Este estudio se ha llevado a cabo en el marco de los proyectos RES2SOIL (PID2021-126349OB-C22) y AGRORES (PID2021-126349OB-C21) financiados por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033. También se agradece al programa conjunto europeo EJP SOIL del programa de I+D de la UE Horizonte 2020 por financiar el subproyecto EOM4SOIL (Grant agreement N° 862695).

**Palabras clave:** biofertilizante; enmiendas orgánicas; economía circular; valorización

## **Agua y suelo: Claves del melón de Torres en Torres de Berrellén**

Causapé J <sup>(1,4)</sup>., Clariana P <sup>(1)</sup>., Betrán J <sup>(2)</sup>., Llamazares A <sup>(3)</sup>., Andrés C <sup>(5)</sup>., Sahún C <sup>(4)</sup>., Orellana J.M<sup>a</sup> <sup>(1)</sup>., Ocaña P.C <sup>(6)</sup>., Badía E<sup>(6)</sup>., Mallor C <sup>(7)</sup>.

- (1) Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC). Campus Aula Dei. (Zaragoza)
- (2) Laboratorio Agroambiental. Campus Aula Dei. (Zaragoza)
- (3) Slow Food Zaragoza. (Zaragoza)
- (4) Asociación Amigos del Melón de Torres de Berrellén. Torres de Berrellén (Zaragoza)
- (5) Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. (Zaragoza)
- (6) Universidad de Zaragoza (Zaragoza)
- (7) Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Campus Aula Dei. (Zaragoza)

[j.causape@igme.es](mailto:j.causape@igme.es); [www.jcausape.es](http://www.jcausape.es)

### **RESUMEN**

A mitad del siglo XX el cultivo del melón dominaba la huerta de Torres de Berrellén (Zaragoza), que abastecía al mercado nacional con una variedad tipo tendral autóctona, de color verde oscuro, excelente calidad sensorial y un tamaño que podía alcanzar más de 10 kg. El objetivo de este trabajo es averiguar cuáles son las mejores condiciones para el óptimo desarrollo del melón de Torres.

Se analizaron parámetros físico-químicos de aguas de riego y suelos tanto en Torres como en otras 10 localidades del nordeste peninsular, comparando el contenido de sólidos solubles y el resultado de una cata de melones de Torres cultivados en 5 de estas otras poblaciones. Adicionalmente se realizó un ensayo en macetones con 2 suelos-tipo de Torres y se cartografió su huerta en base al contenido en arcillas de los suelos.

Los resultados muestran que cierto contenido en cloruro sódico del agua de riego puede ser clave en la calidad sensorial mientras que el alto contenido en arcillas es clave en su gran tamaño. La cartografía del contenido en arcilla identifica claramente la zona señalada por los más ancianos del pueblo como la mejor para el óptimo cultivo del melón de Torres de Berrellén.

En conclusión, la particular combinación fisicoquímica de aguas de riego y suelos jugó un factor determinante para el desarrollo del melón de Torres de Berrellén en la localidad, lo que no limita que con las posibilidades técnicas que existen hoy en día pueda cultivarse con éxito en otras poblaciones.

**Palabras clave:** Físicoquímica, salinidad, arcilla, sabrosidad, tamaño del fruto.

## **PRIMEROS DATOS SOBRE LAS MEJORAS QUE INDUCEN LOS SETOS DE VEGETACIÓN SOBRE LOS SUELOS EN ZONAS AGRICULTURA INTENSIVA.**

Álvarez-Rogel, José\*; Martínez-Sánchez, Juan José; Conesa Alcaraz, Héctor Miguel;  
Ceacero-Moreno, Matías; González-Alcaraz, María Nazaret

Departamento de Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad  
Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, España.

\* [jose.alvarez@upct.es](mailto:jose.alvarez@upct.es)

### **RESUMEN**

La agricultura intensiva provoca una importante degradación de los suelos, destacando, fundamentalmente, el deterioro de las propiedades físicas y biológicas, lo que lleva a que disminuya la funcionalidad edáfica. Esto facilita, entre otras cosas, que merme la capacidad del suelo para proporcionar servicios ecosistémicos de regulación, como son el secuestro de carbono, la resistencia a la erosión y la capacidad para el ciclado de materia orgánica y nutrientes.

En el Campo de Cartagena la degradación de los suelos debido a la agricultura intensiva es una de las causas principales que contribuye al arrastre de agroquímicos y sedimentos hacia el Mar Menor. Para tratar de paliar esto se ha implantado una normativa que obliga a los agricultores a plantar setos de protección en los márgenes de los cultivos. Dichos setos deberían mejorar el suelo debajo de ellos, reduciendo su erosionabilidad y mejorando su funcionalidad.

En este trabajo se presentan los primeros resultados sobre un estudio en el que se está evaluando el papel de los setos implantados en el Campo de Cartagena en la mejora de los suelos. Para esto se han seleccionado 10 localidades en las que se evalúa, estacionalmente, tanto en el suelo bajo los setos como en las parcelas agrícolas adyacentes a ellos, un conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos. Los datos obtenidos hasta la fecha muestran elevada variabilidad, de manera que es necesario un seguimiento más prolongado a fin de identificar qué indicadores edáficos son los más sensibles a las posibles mejoras inducidas por los setos.

**Palabras clave:** degradación del suelo, restauración ambiental, funcionalidad, servicios ecosistémicos.

## **Distintos tratamientos para combatir la vegetación adventicia no causaron diferencias a corto plazo sobre las características fisicoquímicas de un suelo de viñedo**

Lucía Carrera Otero\*, Paula Pérez Rodríguez, David Fernández Calviño

Dep. Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universida de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain

Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA), Universidade de Vigo—Campus Auga, 32004 Ourense, Spain

lcarrera@uvigo.gal

### **RESUMEN**

Actualmente se utilizan gran cantidad de recursos para el control de malas hierbas en los cultivos con sus consecuentes impactos en el medio ambiente. Las coberturas vegetales han surgido como una solución al uso de herbicidas o a la siega. En el presente estudio, se evaluaron los efectos en diferentes propiedades del suelo de tres tratamientos distintos (cubiertas vegetales, herbicidas y cavado) para el control de malas hierbas en un viñedo situado en Cenlle, Ourense (D. O. Rías Baixas). Se realizaron cuatro muestreos llevados a cabo entre noviembre de 2021 y noviembre de 2022, uno antes de la aplicación de los tratamientos, dos durante el desarrollo del cultivo y uno final, tras la vendimia. En cada uno de los muestreos se analizaron diferentes parámetros relacionados con la fertilidad y con el secuestro de carbono en el suelo (densidad aparente, pH en agua, pH en CaCl<sub>2</sub>, pH en KCl, conductividad, C<sub>ICe</sub> y contenido en Mo, Zn, Fe, Cu, Mn, N total, C total, C inorgánico y materia orgánica). Salvo para el pH en agua, no se encontraron diferencias significativas en los valores de todos los parámetros estudiados en el muestreo inicial (antes de la aplicación de los tratamientos). Después de la aplicación de los tratamientos, no hubo diferencias significativas en ninguno de los parámetros debidas a dicha aplicación. Solo se encontraron variaciones significativas entre los muestreos en pH en agua, pH en KCl, pH en CaCl<sub>2</sub>, C<sub>ICe</sub> y contenido en Mo, Zn, Fe, Cu, Mn, sugiriendo un patrón estacional.

**Palabras clave:** Cubiertas vegetales, Herbicida, Labranza, Malas hierbas, Siega.

## **Impacto de la aplicación de nanopartículas de hierro en el desarrollo de cereales en un ensayo de invernadero**

M. Gil-Díaz, C. Mancho, J. Alonso, S. Díez-Pascual, J. González, M.C. Lobo

IMIDRA, Finca El Encín A-2, km 38.200 Alcalá de Henares 28800 (Madrid)

[mar.gil.diaz@madrid.org](mailto:mar.gil.diaz@madrid.org)

### **RESUMEN**

La utilización de nanopartículas de hierro cero-valente (nZVI) para el tratamiento de suelos contaminados se ha mostrado como una estrategia prometedora, ya que reducen la disponibilidad de los contaminantes mejorando el desarrollo de las plantas. Sin embargo, existe poca información sobre la utilización de estos nanomateriales como fuente de Fe para los cultivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto del tratamiento con nZVI en el desarrollo de plantas de trigo y cebada a lo largo de su ciclo vegetativo completo. Para ello, se utilizó un suelo agrícola de pH alcalino tratado con una suspensión de nZVI (0 y 5%) en macetas de 4 L en condiciones de invernadero. Tras 72 horas, se trasplantaron dos plantas de trigo (*Triticum aestivum*, variedad Albares) o cebada (*Hordeum vulgare*, variedad Pedrezuela) por maceta y se mantuvieron en invernadero durante 4 meses hasta el final de su ciclo vegetativo. En las plantas se analizaron parámetros fisiológicos, químicos y el efecto en la ultraestructura de las células mediante TEM. En los suelos, se determinaron propiedades físico-químicas sí como la disponibilidad de Fe (DTPA). Todas las plantas de trigo y cebada completaron su ciclo vegetativo sin mostrar síntomas visuales de toxicidad, si bien las procedentes de los suelos tratados presentaron menor biomasa y ligeras alteraciones morfológicas en las células radiculares. En las condiciones del ensayo, no se observó un incremento de la concentración de Fe en las plantas. Se necesitarían estudios con diferentes suelos, cultivos y dosis de nZVI para confirmar estos resultados.

**Palabras clave:** trigo, cebada, nZVI, suelo, TEM.

## **ADSORCIÓN, PERSISTENCIA Y BIOACTIVIDAD DE LOS ENANTIÓMEROS DEL ÁCIDO ABCSÍCO EN SUELOS**

María del Valle Muñoz-Muñoz\*, Rocío López-Cabeza, Rafael Celis

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS), CSIC, Avenida Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla, Spain

\*Correo electrónico: maria-valle.m@csic.es

### **RESUMEN**

Los fitorreguladores naturales están recibiendo una gran atención para ayudar a los cultivos a adaptarse mejor a los estreses bióticos y abióticos y reducir la necesidad de agroquímicos sintéticos. En la actualidad, se están desarrollando diferentes enfoques innovadores que implican la actividad de fitohormonas y compuestos relacionados en el suelo, lo que hace necesaria una comprensión profunda de los procesos que determinan el comportamiento de estos compuestos una vez que alcanzan la matriz del suelo.

El ácido abscísico (ABA) es una fitohormona que participa numerosos aspectos del desarrollo de las plantas y en su respuesta a condiciones adversas. La molécula posee dos enantiómeros, (+)-ABA (natural) y (-)-ABA (no natural), que exhiben diferencias en su actividad biológica y pueden tener impactos distintos en las respuestas fisiológicas de las plantas. Comprender el comportamiento y actividad de estos enantiómeros puede ser importante a la hora de mejorar la eficacia de los agroquímicos basados en ABA y optimizar su aplicación en prácticas agrícolas.

En este trabajo, se presenta un estudio comparativo de la adsorción, disipación y actividad biológica de las formas racémica y natural del ácido abscísico en un suelo agrícola mediterráneo. Se resalta cómo la presencia del suelo reduce la expresión de la actividad inhibitoria de la germinación de los enantiómeros del ácido abscísico, siendo este efecto más pronunciado para el enantiómero natural, (+)-ABA, debido a su rápida biodegradación por los microorganismos del suelo en comparación al enantiómero (-)-ABA.

Agradecimientos: Proyecto PID2020-112563RB-I00 y contrato pre-doctoral PRE2021-100664 financiados por el MICINN con cofinanciación FSE.

**Palabras clave: adsorción, biodegradación, biodisponibilidad, fitorreguladores, suelo**

# CUBIERTAS VEGETALES EN VIÑEDOS DE SECANO EN TERRITORIO SEMIÁRIDO

J. E. Herranz-Luque<sup>1</sup>, F. Ontiveros<sup>1</sup>, J.P. Martín-Sanz<sup>2</sup>, R. Ramos-Nieto<sup>2</sup>, J. González-Canales<sup>2</sup>, M.A. Jiménez-González<sup>1</sup>, P. Carral<sup>1</sup>, B. Sastre<sup>2</sup>, M.J. Marqués<sup>1</sup>

1. Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. Calle Francisco Tomás y Valiente 7. 28049. Madrid.

2. Departamento de Investigación Aplicada y Extensión Agraria. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario. Finca El Encín. Carretera A-2 Km 38.8. 28800 Alcalá de Henares, Madrid.

Correo electrónico: [juan.herranz@uam.es](mailto:juan.herranz@uam.es)

## RESUMEN

Los beneficios de las cubiertas vegetales en cultivos leñosos sobre el suelo son indudables, no obstante, los efectos en el cultivo no se conocen bien y dependen fundamentalmente de la disponibilidad de agua, ya sea de riego o de lluvia. Uno de los inconvenientes en la investigación de estos efectos es el plazo temporal. La mayoría de los estudios cubren unos pocos años, frecuentemente 3 o 4, mientras que los cultivos leñosos abarcan varias décadas y se postula que puedan adaptarse a convivir con la cubierta vegetal. Los cortos plazos no permiten establecer de forma clara si las cubiertas vegetales afectan o no al desarrollo del cultivo donde se han instalado. En este estudio se van a comparar dos viñedos colindantes, sobre Calcisoles, situados en Castilla La Mancha, donde la temperatura media anual es 14 °C y la precipitación acumulada 400 mm, por tanto, con problemas de estrés hídrico en fases críticas del cultivo.

El cultivo de estudio es el viñedo. Las cepas de la variedad Airén, cultivadas en secano, tienen en torno a 80 años, están plantadas en vaso, con una separación de 3 metros entre cepas. Uno de los viñedos tiene una cubierta vegetal espontánea desde hace más de 20 años y el viñedo colindante está manejado mediante laboreo. Se compara en ambos suelos de viñedos manejados de forma diferente, el contenido de materia orgánica y humedad, actividades enzimáticas relacionadas con la actividad biológica del suelo y el vigor de las vides.

**Palabras clave:** Cubiertas, manejo, viñedos, biodiversidad, vigor.

## **Efecto de distintas rotaciones de manejo de suelos calcáreos, en la cosecha de cebada**

Sierra-Herráiz, M.J.<sup>1</sup>; Saldaña, R.<sup>1</sup>; Díaz-Reyes, J.<sup>1</sup>; Menarguez, C.<sup>1</sup>, Rodríguez-Rastrero, M.<sup>1</sup>; Arévalo, N.<sup>1</sup>; Schmid, T.<sup>1</sup>; Millán, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medio Ambiente, CIEMAT, Avenida Complutense 40, Madrid 28040, España.

Mj.sierra@ciemat.es

### **RESUMEN**

La recuperación de los suelos marginales se plantea como una posible solución a la escasez de suelos agrícolas para satisfacer la creciente demanda mundial. Estos suelos frecuentemente se abandonan por su escaso valor productivo debido al tipo de suelo, acompañado de su sobreexplotación durante años. Los suelos calcáreos son un ejemplo pues son pobres en materia orgánica y sufren de una menor disponibilidad de nutrientes. En España están muy extendidos y los cereales suelen ser uno de los cultivos básicos de estas zonas.

El objetivo de este trabajo es comparar en campo la producción de cebada con diferentes prácticas de manejo durante dos años en suelo calcáreo de secano bajo clima Mediterráneo.

El primer año, se aplicaron los siguientes tratamientos: fertilización mineral, cubierta vegetal finalmente utilizada como abono verde, biofertilizante comercial, y sin cultivo ni manejo. El segundo año: fertilización mineral, tres tipos de pellets, un tipo de biochar elaborado con residuos orgánicos locales, dicho biochar mezclado con estiércol de oveja bioestabilizado, biofertilizante comercial; y sin manejo. Para evaluar la eficacia de cada tratamiento en la cosecha de la cebada, se midieron distintos parámetros como el rendimiento y el peso de 1000 granos.

Repetir fertilización mineral o biofertilizante comercial durante los dos años no mejoraba el rendimiento, mientras que añadir biochar después de haber utilizado fertilizante mineral el año anterior, lo mejoraba significativamente. En los casos en los que el primer año se tuvo cubierta vegetal, los mejores rendimientos se obtuvieron también en las parcelas donde se añadió biochar.

**Palabras clave:** Suelo calcáreo, manejo de suelo, biochar, cebada, cosecha.

## **INCORPORACION DE CENIZA VOLCÁNICA AL SUELO EN EL CULTIVO DE CALABAZA: EFECTO EN LAS PRIMERAS FASES DE DESARROLLO**

Marta Selma Garzón-Molina, Cosimo Dondini, Ángel Borrero-Sosa, María Araceli García-González, Gladys Arteaga-Clemente, Mónica González-González

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Carretera de El Boquerón, s/n, San Cristóbal de La Laguna 38270 Santa Cruz de Tenerife, España

Autora principal: Marta Selma Garzón-Molina mgarzon@icia.es

### **RESUMEN**

**LA ERUPCIÓN VOLCÁNICA DEL VOLCÁN TAJOGAITE EN LA ISLA DE LA PALMA, EN 2021, TUVO UN EFECTO MUY IMPORTANTE SOBRE LOS SUELOS AGRÍCOLAS AFECTANDO A LOS CULTIVOS Y A SUS SISTEMAS DE PROTECCIÓN, A LAS INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO Y A LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS. LA CENIZA VOLCÁNICA EMITIDA POR EL VOLCÁN SE DEPOSITÓ SOBRE EL SUELO EN CANTIDADES MUY IMPORTANTES, SIENDO NECESARIO EL ESTUDIO DE SU EFECTO SOBRE LA SALUD DEL MISMO, ASÍ COMO SUS USOS ALTERNATIVOS. EN ESTE TRABAJO SE ESTUDIÓ CÓMO AFECTÓ LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS VOLCÁNICAS EN DISTINTOS PORCENTAJES EN EL SUELO EN EL QUE SE CULTIVÓ CALABAZA, INOCULADO O NO CON HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS ARBUSCULARES. LOS INDICADORES GLOBALES BIOLÓGICOS DE RESPIRACIÓN MICROBIANA, BASAL E INDUCIDA, REFLEJARON MEJOR LOS CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL SUELO POR LA MEZCLA DE CENIZAS QUE LOS INDICADORES QUÍMICOS. ASÍ, LA INCORPORACIÓN DE 5% O 10% DE CENIZAS TUVO INICIALMENTE UN EFECTO BENEFICIOSO AUMENTANDO LA RESPIRACIÓN DEL SUELO CUANDO EN ESTE NO SE CULTIVÓ CALABAZA, PERDIÉNDOSE SIN EMBARGO ESTE EFECTO CUANDO SE CULTIVÓ. LA MEZCLA DE UN ALTO PORCENTAJE (30%) DE CENIZAS CON EL SUELO DISMINUYÓ DE FORMA IMPORTANTE LA RESPIRACIÓN MICROBIANA. LA PARTE AÉREA Y RADICAL DE LA PLANTA NO SE VIO AFECTADA POR LA INCORPORACIÓN DE UN 5% O 10% DE CENIZAS EN LAS PRIMERAS FASES DE DESARROLLO DE LA CALABAZA. LA MATERIA ORGÁNICA, EL NITRÓGENO Y LOS CATIONES INTERCAMBIABLES DISMINUYERON A MEDIDA QUE AUMENTÓ EL PORCENTAJE DE CENIZAS INCORPORADAS AL SUELO POSIBLEMENTE POR EFECTO DILUCIÓN.**

**Palabras clave:** Agroecología, cenizas volcánicas, micorrizas, actividad microbiana, calabaza.

# Impacto del calentamiento del suelo sobre su salud y la fisiología del cultivo de patata (*Solanum tuberosum*): Retos para la agricultura sostenible en el contexto de cambio climático

Unai Artetxe<sup>1†</sup>, María Teresa Gómez-Sagasti<sup>1†\*</sup>, Rafael G. Lacalle<sup>1</sup>, Uxue Lahidalga<sup>1</sup>, Almudena Oleaga<sup>1</sup>, Laura González<sup>1</sup>, Lur Epelde<sup>2</sup>, Mikel Anza<sup>2</sup>, Fernando Ruiz<sup>2</sup>, Carlos Garbisu<sup>2</sup>, y José M. Becerril<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), E-48080 Bilbao, España.

<sup>2</sup> NEIKER-BRTA, Departamento de Conservación de Recursos Naturales, C/Berreaga 1, E-48160 Derio, España.

† U. Artetxe y M.T. Gómez-Sagasti han contribuido a partes iguales en este trabajo.

\*Correo-e: [mariateresa.gomez@ehu.eus](mailto:mariateresa.gomez@ehu.eus), Dpto. Biología Vegetal y Ecología, área Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), E-48080 Bilbao, España

## RESUMEN

El presente estudio de campo realizado en Arkaute (Álava) tiene como objetivo principal evaluar el impacto del aumento de la temperatura ( $T^a$ ) del suelo debido al calentamiento global sobre los parámetros microbianos de salud del suelo y la fisiología de cultivos tan importantes como el de patata. Todo el suelo se enmendó con estiércol maduro de una explotación bovina en la que se usan antibióticos. Se implementaron dos sistemas de manejo agronómico del cultivo de patata y dos tratamientos de  $T^a$  del suelo (control, incremento de  $5^{\circ}\text{C}$ ): (i) Sistema convencional (C) con empleo de fungicidas y herbicidas; (ii) sistema ecológico (E) sin aplicación de fitosanitarios; (iii) sistema C con  $+5^{\circ}\text{C}$  la  $T^a$  del suelo (CT); y (iv) sistema E con  $+5^{\circ}\text{C}$  la  $T^a$  del suelo (ET). El aumento de la  $T^a$  del suelo se consiguió mediante una resistencia enterrada. Se establecieron 6 parcelas (3m x 3m) por cada tratamiento. Tras cuatro meses de cultivo, el aumento de  $T^a$  del suelo activó los mecanismos de fotoprotección y disminuyó el rendimiento fotosintético de las patatas, lo cual resultó en una menor biomasa de planta de forma similar en CT y ET. En esta fase no se observaron diferencias entre el sistema C y E. Sin embargo, transcurridos 7 meses desde el inicio del cultivo, la producción final de patatas fue significativamente superior en C frente a E. La producción de patatas se redujo notablemente por el incremento de la  $T^a$  del suelo (-27% en CT y -40% en ET). Al final del estudio, las mayores diferencias entre tratamientos se produjeron en la biomasa microbiana, que siguió un patrón similar al observado en la producción de patatas, indicando que las plantas y el estrés térmico son los dos factores que más influyen en este parámetro microbiano. Será importante determinar si el estrés térmico favoreció la transferencia de genes de resistencia a antibióticos en la rizosfera para estimar el riesgo potencial para la seguridad alimentaria.

**Palabras clave:** calentamiento global, agricultura ecológica, salud vegetal, salud del suelo, indicadores microbianos

## **RASGOS EDÁFICOS DEL HUMEDAL SALINO EL HITO (CUENCA)**

Raimundo Jiménez Ballesta<sup>1</sup>, Santos Cirujano Bracamonte<sup>2</sup> y Eduardo Palencia Mayordomo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Madrid, <sup>2</sup>Consultores en Biología de la Conservación S.L., Fundación Global Nature<sup>3</sup>

profe.raimundojimenez@gmail.com

### **RESUMEN**

En algunas zonas semiáridas de la región mediterránea sus suelos, al estar afectados por la presencia de sales, se les considera de baja calidad. Este estudio tiene como objetivo caracterizar los suelos de un nicho ecológico halófilo como es la laguna de Hito (Cuenca), que permanece bajo una lámina de agua poco profunda durante varios meses, (aproximadamente entre noviembre y mayo). El objetivo principal es caracterizar los suelos afectados por salinidad, en términos de su morfología, génesis, propiedades físico-químicas, y clasificación, lo que permitirá evaluar su calidad.

Tras describir, muestrear y analizar varios perfiles de suelo, los resultados más significativos son la detección de niveles elevados de salinidad del suelo (la conductividad eléctrica en algún caso es superior a 40 dS/m), alcanzando el pH un valor incluso de 9,9. Los contenidos de P total disponible en el suelo son muy altos, en concreto entre 8,57 mg/kg y 388,1 mg/kg. Este aspecto lo confirma la abundante presencia de *Salsola sosa*, una planta frecuente en humedales ricos en nutrientes.

Se concluye que la laguna del Hito constituye un pequeño entorno icónico representativo de los ecosistemas más diversos y productivos de la región mediterránea. El estudio destaca la necesidad de conservar este tipo de ambientes edafológicos singulares, por su naturaleza y por lo que implican en cuanto a la conservación de la biodiversidad, particularmente su vegetación halófila y la fauna endémica amenazada.

**Palabras clave:** Suelos afectados por sales, humedal, depresión salina continental, halófitos, estrés salino.

## **Dinámicas de liberación de nutrientes de enmiendas orgánicas procedentes de residuos agroforestales sobre un suelo yesífero**

Rocío García-Montero<sup>1,2</sup>, María José Sierra-Herráiz<sup>1</sup>, Manuel Rodríguez-Rastrero<sup>1</sup>, María Guirado<sup>1</sup>, Rocio Millán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Departamento de Medio Ambiente. Avenida Complutense, 40, 28040, Madrid.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias, Departamento de Química Agrícola. Avda. Francisco Tomás y Valiente, 7, 28049, Madrid.

[Rocio.millan@ciemat.es](mailto:Rocio.millan@ciemat.es)

### **RESUMEN**

La degradación de los suelos es uno de los temas más relevantes en las políticas medioambientales a nivel europeo, siendo la pérdida de carbono orgánico en los suelos uno de los mayores problemas y donde se centran gran parte de los esfuerzos a nivel político y de investigación. La adición de enmiendas orgánicas o fertilizantes son necesarias para mantener el requerimiento nutricional de los cultivos. Sin embargo, la elección y modo de aplicación es importante a la hora de evaluar el impacto que genera.

Los residuos pueden ser un gran aliado ante esta problemática, como fuente de nutrientes y carbono. El compost es un recurso extensamente utilizado, cuyo aprovechamiento puede ser optimizado al encapsularse (pelletizarse), favoreciendo así, una liberación más lenta y progresiva. Como fuente de carbono, el biochar presenta un gran interés al ser rico en carbono recalcitrante producido a partir de la pirólisis de biomasa, con una capacidad de retención de nutrientes temporal que permite ser reservorio para la planta, al igual que reduce su pérdida por lixiviación.

El trabajo presenta un ensayo de incubación en bandejas de un suelo degradado con bajo contenido en carbono orgánico, yesoso; y la evolución de los de tratamientos control, compost pelletizado, biochar, urea y las mezclas biochar + compost pelletizado, biochar + urea, a lo largo de 5 meses. Valorando la cinética de liberación y sinergias producidas entre las enmiendas y el suelo, de modo que posteriormente se pueda extrapolar a su óptimo manejo y potencial efecto sobre el cultivo.

**Palabras clave:** biochar, compost pelletizado, cinética de nutrientes, actividad enzimática, suelo yesífero.

## **Efectos de la aplicación de lodos de depuradora pasteurizados sobre los parámetros físicos del suelo**

Sanz-Gracia, Borja, Ibañez Asensio, Sara, Moreno-Ramón, Héctor

Centro Valenciano de Estudios del Riego – Universitat Politècnica de València – Camino de Vera s/n (Valencia)

sibanez@prv.upv.es

**El uso agronómico de lodos de depuradora permite un manejo que aprovecha un residuo y aumenta la resiliencia del suelo frente al cambio climático. El RD 1310/1990 establece un periodo de 10 meses desde la aplicación hasta la cosecha por la carga en patógenos, siendo la pasteurización un método para su eliminación del que se desconoce su influencia sobre las propiedades del suelo. Es por ello que se plantea determinar los efectos sobre el suelo tras aplicar lodos de depuradora en diferentes formatos en un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*). La experiencia diseñada en invernadero incluyó 4 formatos de lodo: pasta fresca y tres lodos pasteurizados (pasta, granulado y pellet), 3 dosis (40, 80 y 120 t/ha) y 2 posiciones (incorporado y superficial).**

**Al finalizar el cultivo se evaluaron en laboratorio algunas propiedades físicas de los suelos como pH, CE 1/5, materia orgánica, nitrógeno total, estabilidad de agregados y capacidad de campo. Respecto a la estabilidad de agregados, se constató un incremento del 5,57% con la adición de lodo fresco, 4,11% con el lodo pasteurizado, 9,71% con el granulado y 0,5% con el pellet. La capacidad de campo también aumentó con la adición de lodo al suelo, un 17,99% con la pasta fresca, 19,08% con la pasta pasteurizada, 23,64% con el granulado y 6,22% con el pellet.**

**La aplicación de lodos de depuradora provocó la mejora de las propiedades físicas del suelo, especialmente en el formato granulado, el formato que menos contribuyó a la mejora del suelo fue el pellet.**

**Palabras clave: Lodos de depuradora, pasteurización, calidad de suelos, residuo, reutilización.**

## **Análisis de la presencia de glifosato y glufosinato en suelos cultivados: comparativa entre manejo convencional y orgánico en Galicia (NO España)**

Manuel Arias-Estévez<sup>1,2</sup>, Cristina Pérez-Novo<sup>3</sup>, Andrés Rodríguez Seijo<sup>1,2</sup>, Paula Pérez-Rodríguez<sup>1,2</sup>, David Fernández-Calviño<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004, Ourense.

<sup>2</sup>Instituto de Agroecoloxía e Alimentación, Universidade de Vigo - Campus Auga, 32004, Ourense.

<sup>3</sup>Centro de Apoio Científico e Tecnolóxico á Investigación (CACTI), Universidade de Vigo – Campus Auga, 32004, Ourense

andresrodriguezseijo@uvigo.gal

### **RESUMEN**

El glifosato es uno de los herbicidas más aplicados en agricultura para el control de malas hierbas. Sin embargo, su amplia utilización, en ocasiones en exceso, lo ha convertido en un problema medioambiental por su elevada persistencia y su posible toxicidad sobre otros organismos no objetivo. Se analizó la presencia de glifosato y su metabolito AMPA (Ácido aminometilfosfónico), así como glufosinato de amonio y sus metabolitos (Glufosinate-N-acetyl y Ácido metilfosfónico) en suelos cultivados con trigo (*Triticum aestivum* L.) y sometidos a manejo convencional (10 parcelas) y orgánico (13 parcelas) en Galicia (NO España). En cada parcela se recogieron suelos, entre 15 a 30 días tras la cosecha del trigo, de forma aleatoria y a una profundidad de 0-25 cm para formar una muestra compuesta. Para analizar la presencia de ambos pesticidas se utilizó la metodología QuPPE-PO y se determinaron por UPLC-MS/MS. No se detectó glufosinato de amonio ni sus metabolitos. Tanto glifosato (0.02-0.1 mg kg<sup>-1</sup>) como AMPA (0.012-0.049 mg kg<sup>-1</sup>) fueron detectados en el 90% de las parcelas de manejo convencional, mientras que en las parcelas de manejo orgánico, únicamente se detectó glifosato en una parcela (0.019 mg kg<sup>-1</sup>) y AMPA en dos de las trece parcelas (0.018 y 0.13 mg kg<sup>-1</sup>). Aunque el glifosato no está permitido en agricultura orgánica, su presencia en estas tres parcelas puede deberse a un antiguo uso, movilización o erosión de parcelas vecinas.

Proyecto SoilDiverAgro. Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea para investigación e innovación [número del acuerdo de beca 817819].

**Palabras clave:** agricultura intensiva, contaminantes persistentes, herbicidas, malaherbología, metabolitos.

## **Impacto de la agricultura orgánica y convencional sobre los nutrientes del suelo en suelos cultivados con trigo en Galicia**

Andrés Rodríguez-Seijo<sup>1,2</sup>, Paula Pérez-Rodríguez<sup>1,2</sup>, Antía Gómez-Armesto<sup>1,2</sup>, Irene Ollio<sup>3</sup>, Eva Lloret<sup>3</sup>, David Fernández-Calviño<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Área de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, 32004, Ourense.

<sup>2</sup>Instituto de Agroecoloxía e Alimentación, Universidade de Vigo - Campus Auga, 32004, Ourense.

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, Spain

andresrodriguezseijo@uvigo.gal

### **RESUMEN**

La fertilidad del suelo se ha convertido en un indicador de la salud del suelo por su papel en la seguridad alimentaria y en la calidad medioambiental. En este sentido, el uso excesivo de fertilizantes de síntesis química se ha indicado como un factor de degradación de la calidad del suelo por los desequilibrios nutricionales en macro- y micronutrientes. En este trabajo se han analizado suelos (0-25 cm) recogidos en parcelas cultivadas con trigo bajo manejo convencional (10 parcelas) y orgánico (13 parcelas). Se analizaron diferentes propiedades fisicoquímicas (pH, materia orgánica, CE), así como macroelementos (C), macronutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (S, Ca, Mg y Na), micronutrientes (Fe, Mn, B, Zn y Cu) y se calcularon diferentes ratios de nutrientes. Se observaron diferencias significativas entre manejos para los contenidos de materia orgánica, carbono orgánico total, nitrógeno total, nitratos y nitrógeno mineral, Ca, Mg y Na intercambiable. Sin embargo, el manejo convencional favoreció mayores concentraciones de P, Zn y B disponible. En cuanto a los ratios de nutrientes, se encontraron diferencias para  $N_i:K_{ex}$ ,  $Ca_{ex}:K_{ex}$ ,  $Fe_b/Mn_b$ ,  $P_b:Mn_b$  y  $K_{ex}:B_b$ ,  $K_{ex}:Mg_b$ ,  $K_{ex}:Na_b$ . En general, el manejo orgánico mejoró los ratios relacionados con el P y K (K/B, K/Mg, K/Na, Ca/K, Fe/Mn, P/Mn) a valores más apropiados para el crecimiento vegetal: Esto puede estar ligado, generalmente, a la fertilización inorgánica en exceso.

Agradecimientos: Proyecto SoilDiverAgro. Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea para investigación e innovación [número del acuerdo de beca 817819].

**Palabras clave:** agricultura sostenible, contaminación, desequilibrios nutricionales, fertilización química, materia orgánica.

# SCARABAEUS, UNA MÁQUINA PARA COLOCAR ENMIENDAS EN EL SUELO QUE PERMITE UN AHORRO SUSTANCIAL

Albert Solé-Benet<sup>1</sup>, Rocío Soria<sup>2</sup>, Francisco Domingo<sup>1</sup>, Petras Steponavicius<sup>3</sup>, Arturas Steponavicius<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estacion Experimental de Zonas Áridas (CSIC), Almería, España.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía y Centro de Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Universidad de Almería, España.

<sup>3</sup>GJ MAGMA, Vilnius, Lituania.

[albert@eeza.csic.es](mailto:albert@eeza.csic.es)

## RESUMEN

Incorporar enmiendas orgánicas al suelo a menudo resulta una tarea costosa que no garantiza su adecuada distribución. Para encontrar técnicas eficientes, realizamos una plantación hortícola experimental en suelos arenosos del Campo de Tabernas y aplicamos enmiendas orgánicas mediante sólidas Scarabeus, una máquina que las coloca directamente en la zona radicular y en hileras, y permite utilizar 5 veces menos producto que distribuyéndolo en superficie. Se aplicaron vermicompost, estiércol granulado y sapropel. Este último contiene mayor cantidad de C orgánico y ácidos húmicos que las otras enmiendas y su elevada estabilidad permite aplicarlo una vez cada 4 años. Pasados seis meses, el crecimiento de los cultivos fue mayor en suelos enmendados comparados con suelos control sin enmienda. El contenido de materia orgánica fue superior en horizontes profundos (10-30cm) que en superficiales (0-10cm). El análisis PCA separó claramente las muestras tomadas en horizontes superficiales y profundos, independientemente del tratamiento. La actividad deshidrogenasa mostró una clara influencia en el clúster conformado por muestras tomadas en horizontes superficiales, especialmente en vermicompost y sapropel. Por el contrario,  $\beta$ -glucosidasa presentó mayor actividad asociada al clúster conformado por muestras de horizontes profundos, siendo el estiércol seguido del sapropel los que presentaron mayor actividad. Fosfatasa alcalina y ureasa mostraron una tendencia similar, sin embargo, en este caso el estiércol presentó mayor actividad en horizontes superficiales, mientras el sapropel lo hizo en horizontes profundos. La distribución de las enmiendas mejoró especialmente en profundidad, donde se detectó una mayor actividad de enzimas implicadas en los ciclos del carbono, fósforo y nitrógeno.

**Palabras clave:** enmienda orgánica, zona radicular, riego por goteo, productividad vegetal, actividad enzimática.

# CONTRIBUCIÓN DE LAS CUBIERTAS VEGETALES A LA SALUD DE LOS SUELOS DE UN VIÑEDO DE LA D.O. RIBERA DEL DUERO

Andrea Martín<sup>1\*</sup>, Milagros Navarro<sup>2</sup>, Domingo Javier López-Robles<sup>2</sup>, Daniel Pérez-Alonso<sup>2</sup>, Jorge Miñón<sup>3</sup>, Rocío Barros<sup>4</sup>, Roberto Frías<sup>5</sup>, Carlos Rad<sup>2</sup>, Gonzalo Sacristán Pérez-Minayo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Microbiología, Facultad de Ciencias. Pl. Misael Bañuelos s/n. 09001 Burgos.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Compostaje. EPS La Milanera. C/ Villadiego s/n. 09001 Burgos

<sup>3</sup>aGrae Solutions S.L. C/ Níquel 13. Villagonzalo Pedernales, 09195 Burgos

<sup>4</sup>Grupo Medio Ambiente, Sostenibilidad y Toxicología. ICCRAM. Pl. Misael Bañuelos s/n. 09001 Burgos

<sup>5</sup>Bodega ASTER - Grupo Rioja Alta S.A., Anguix. 09313 Burgos.

\*Andrea Martín: [ampablo@ubu.es](mailto:ampablo@ubu.es)

## RESUMEN

La salud del suelo se ha situado en el centro de las políticas europeas con el objetivo de frenar su creciente degradación. Se estima que más del 60% de nuestros suelos tienen problemas de degradación, algo que se agudiza bajo unas condiciones de cambio climático. Este hecho afecta especialmente a los cultivos leñosos y en particular el viñedo, cuyos suelos presentan contenidos muy bajos de materia orgánica y graves riesgos de erosión al mantenerse desnudos la mayor parte del año. Este trabajo se ha centrado en el efecto que tienen las cubiertas vegetales sobre parámetros relacionados con la salud del suelo. Se han comparado cuatro tratamientos distribuidos al azar en 4 bloques: CT, laboreo tradicional manteniendo la calle desnuda; NGC, cubierta natural espontánea, SGC, cubierta con 80% de gramíneas (*Brachypodium distachyon*) y 20% leguminosas y FGC, cubierta con 90% de una mezcla de gramíneas y 10% de especies florales anuales. En cada una de las calles se tomaron muestras superficiales de suelo (0-20 cm) en primavera en las que se analizaron diferentes parámetros relacionados con la salud del suelo: contenido de materia orgánica, biomasa microbiana y perfil enzimático de hidrolasas de los ciclos de C, N y P, así como el asentamiento de la cubierta vegetal y su efecto sobre los parámetros de cosecha. Los resultados obtenidos contribuyen a confirmar la contribución positiva de las cubiertas vegetales en términos del mantenimiento de la salud del suelo.

**Palabras clave:** Carbono orgánico, biomasa microbiana, respirometría basal, actividad enzimática, diversidad vegetal.

# Concentraciones de macro y micronutrientes en savia de olivo

Aguirre-Arcos, A.<sup>1</sup>, García-Bermúdez, E.<sup>1</sup>, Ortiz-Bernad, I.<sup>1</sup>, Ávila, A.<sup>4</sup>, Segura-Quirantes, C.<sup>3</sup>, Lallena, A.M.<sup>2</sup>, Fernández-Ondoño, E.<sup>1\*</sup>

@

<sup>1</sup> Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada

<sup>2</sup> Departamento de Física Atómica Molecular y Nuclear. Universidad de Granada

<sup>3</sup> Net Zero and Resilient Farming, Rothamsted Research-North Wyke

<sup>4</sup> Olivarum, Fundación Caja Rural de Jaén

efernand@ugr.es \*

## RESUMEN

El olivar tiene una gran importancia social y ambiental en la región mediterránea. El abonado constituye un reto para la comunidad agrícola a la hora de compatibilizar la producción con la economía y con el cuidado del entorno. Los análisis foliares se han generalizado como método de diagnóstico, pero no siempre responden a la demanda de una agricultura de precisión. Durante un periodo de 36 meses se analizaron los principales nutrientes en savia de olivo en seis explotaciones de producción integrada. Todos los olivos estaban sanos y no presentaban ninguna deficiencia nutricional. A pesar de que se trataba de diferentes variedades y localidades no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de los nutrientes analizados. Sí se observaron diferencias entre explotaciones para las concentraciones de Mn, Cu y Na, probablemente relacionadas con el desfase en el tiempo de las aplicaciones fitosanitarias (en el caso del Cu) y con la presencia de Na en algún fertilizante utilizado.

Sin embargo, sí se observaron diferencias en las distintas estaciones probablemente asociados a cambios en el estado fenológico del arbolado. Algunos elementos presentaron dinámicas muy similares, como el Cu, el Mg y el Zn, con valores máximos en primavera que decrecieron significativamente en los siguientes muestreos. Otros elementos mostraron dinámicas más estables en el tiempo como K, P, Ca y Mg. Tanto el pH como la conductividad eléctrica en savia fue muy estable en todo el periodo estudiado. Estos resultados indican que la savia circulante de olivo, obtenida mediante extracción con una cámara Scholander modificada, podría aportar una importante información para ser utilizada a la hora de realizar un sistema de abonado más preciso y sostenible.

**Palabras clave:** Olivar, savia, dinámica de nutrientes, abonado, estado fenológico

## **EFFECTOS DE LOS ANTIBIOTICOS SOBRE EL MICROBIOMA Y RESITOMA DE SUELO Y PLANTAS**

Ewbank, A.C<sup>1</sup>; Sacristán, C<sup>1</sup>; Sacristán, I<sup>1</sup>; Esperón, F<sup>2</sup>; Rodríguez, A<sup>3</sup>; Meritxell Gros<sup>4,5</sup>; Sara Rodríguez-Mozaz<sup>4,5</sup>; de la Torre A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Group of Epidemiology and Environmental Health, Animal Health Research Centre (INIA-CISA/CSIC), Valdeolmos, Madrid, Spain.

<sup>2</sup>Veterinary Department, School of Biomedical and Health Sciences, Universidad Europea de Madrid, Spain

<sup>3</sup>INRAE UR3F, Lusignan, France

<sup>4</sup>Catalan Institute for Water Research (ICRA), C/ Emili Grahit 101, 17003 Girona, Spain.

<sup>5</sup>Universitat de Girona (UdG), Girona, Spain.

torre@inia.csic.es

### **RESUMEN**

Los antibióticos utilizados en la producción animal son una fuente importante de contaminación ambiental ya que entre un 60% y un 80% de ellos son excretados a través de la orina y las heces, dado que solo se metabolizan parcialmente. Junto a ellos, en las excretas aparecen bacterias resistentes y genes de resistencia. Por ende, los antibióticos y las resistencias son liberados al medio ambiente pudiendo originar no solo problemas de contaminación de aguas y alimentos sino un riesgo potencial para la salud humana y la sanidad animal y las poblaciones, cuya magnitud hoy en día desconocemos.

Los planes actuales señalan la necesidad de cuantificar el estado de salud de nuestros suelos (Soil Strategy 2030), entender el papel del medio ambiente como fuente de resistencias y facilitador de su dispersión y poner en marcha planes de vigilancia y medidas de gestión que ayuden a paliar este problema (PiE, Pharmaceuticals in the Environment).

Nuestro objetivo fue evaluar el impacto de oxitetraciclina (OTC) y sulfadiazina (SDZ) sobre el suelo y las plantas. Para ello se realizaron ensayos OCDE 208 en suelo estándar dopado a concentraciones de 1000 mg<sub>OTC</sub>/kg o 500 mg<sub>SDZ</sub>/kg. Se ensayaron una planta de cultivo (trigo, *Triticum aestivum*) y una planta silvestre (veza, *Vicia sativa*). Se evaluaron los efectos sobre el microbioma del suelo y plantas mediante metagenómica (shotgun), sobre el resistoma de suelos y plantas (análisis de genes de resistencia asociados a OTC y SDZ mediante rtPCR) y se analizó la concentración de antibiótico al inicio y final del ensayo y su efecto fitotóxico sobre el peso y medida de las plantas.

**Palabras clave: Antibiótico, genes de resistencia, contaminación, ensayo toxicidad**

## **CONTAMINACION DE SUELOS POR ANTIBIOTICOS Y GENES DE RESISTENCIAS A ANTIMICROBIANOS**

Ibañez, P; Ewbank, A.C<sup>1</sup>; Martínez-Fernández, J<sup>2</sup>; Rodríguez, A<sup>3</sup>; Sacristán, C<sup>1</sup>; Iglesias, I<sup>1</sup>; de la Torre A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Group of Epidemiology and Environmental Health, Animal Health Research Centre (INIA-CISA/CSIC), Valdeolmos, Madrid, Spain.

<sup>2</sup>Forest Research Centre, INIA-CIFOR/CSIC, Madrid, Spain.

<sup>3</sup>INRAE URP3F, Lusignan, France

torre@inia.csic.es

### **RESUMEN**

Los antibióticos y los genes de resistencia antimicrobiana son considerados contaminantes emergentes y candidatos potenciales a entrar en la lista de indicadores de contaminación de los suelos a instancias del Observatorio del Suelo Europeo (EUSO).

Entre un 60% y un 80% de los antibióticos administrados a humanos y animales son excretados a través de la orina y las heces, dado que solo se metabolizan parcialmente. Junto a ellos, en las excretas aparecen bacterias resistentes y genes de resistencia, que son seleccionados durante el paso de los antibióticos por el tracto gastrointestinal. La entrada de antibióticos, bacterias resistentes y genes de resistencia en los suelos se produce, fundamentalmente, a partir de la aplicación de excretas animales como fertilizantes orgánicos en suelos agrícolas y pasto (EC, 2019).

El mapa de probabilidad de presencia de antibióticos en suelos (De la Torre et al., 2012; Rodríguez et al., 2022) elaborado a partir de datos sobre consumo de antibióticos, densidad animal y usos del suelo, permite determinar qué zonas geográficas son críticas por presentar un mayor riesgo de presencia de residuos de antibióticos, guiando así la selección de sitios de muestreo y compuestos de interés en las primeras etapas de las futuras campañas nacionales de seguimiento y vigilancia.

En este trabajo se evalúa el uso de esta herramienta interactiva como indicador indirecto de probabilidad de genes de resistencia antimicrobiana. Se comparan las áreas de riesgo de ocurrencia de residuos de antibióticos (Rodríguez et al., 2022) y las áreas de riesgo de abundancia de genes de resistencia (Baquerizo et al., 2022; Zheng et al., 2022) mediante estadística espacial.

**Palabras clave:** Antibiótico, genes de resistencia, contaminación, mapa, análisis espacial

## **Compost y laboreo para afrontar la sequía en agricultura de secano: efectos en la calidad de los suelos**

JA. Mediano-Guisado<sup>1</sup>, P. Madejón<sup>1</sup>, L. L. De Sosa<sup>1</sup>, E. Fernández-Boy<sup>2</sup>, MT. Domínguez<sup>2</sup>,  
E. Madejón<sup>1</sup>.

1 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Av. Reina Mercedes 10 41012 Sevilla

2 Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, Calle Profesor García González, 41012 Sevilla.

emdejon@irnase.csic.es

### **RESUMEN**

La escasez hídrica es un reto creciente para los sistemas agrícolas de secano de la cuenca mediterránea. En este contexto, la gestión del suelo emerge como un elemento clave para la adaptación de estos sistemas a la reducción de los recursos hídricos. En este trabajo se evaluó la influencia de las técnicas de laboreo y la aplicación de materia orgánica exógena en las propiedades químicas y bioquímicas del suelo en un escenario de reducción de precipitaciones. Se estableció un experimento de manipulación de lluvia (casetas de exclusión) en el Valle del Guadalquivir comparándose dos alternativas de laboreo (convencional y reducido) y dos de fertilización (compost y control). Se realizaron dos muestreos durante el primer año en el que el cultivo de la rotación fue el haba.

En el primer muestreo el compost tuvo un impacto inmediato y significativo en el pH del suelo y en su conductividad eléctrica, mientras que la reducción de laboreo afectó al contenido de carbono (C) y a actividades enzimáticas vinculadas a su ciclo.

En el segundo muestreo, con la influencia del cultivo, se observó un aumento no significativo del contenido de C en el suelo ocasionado tanto por el compost como por la reducción de laboreo, correlacionado con incrementos similares no significativos en algunas actividades enzimáticas. La reducción experimental de las precipitaciones no generó efectos significativos en las propiedades del suelo, ni se evidenciaron interacciones entre los factores experimentales. Probablemente un único año de ensayo (especialmente seco) no proporcione suficiente información para evaluar de manera exhaustiva los cambios inducidos por los factores establecidos.

**Palabras clave:** Actividades enzimáticas, Casetas de exclusión de lluvia, Haba, Carbono del suelo.

# ¿Cómo afecta la intensificación del uso del suelo y la adopción de prácticas de manejo sostenible a la erosión laminar en suelos agrícolas mediterráneos?

E. Carrillo-López<sup>1</sup>, M. Martínez-Mena<sup>1</sup>, E. Díaz-Pereira<sup>1</sup>, M. Almagro<sup>1</sup>, R. Zornoza<sup>2</sup>, V. Sánchez-Navarro<sup>2</sup> y C. Boix-Fayos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Calle Campus Universitario 3<sup>a</sup>, 30100 Murcia, España, [ecarrillo@cebas.csic.es](mailto:ecarrillo@cebas.csic.es)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, España

## Resumen

Se evaluó la erosión laminar en un gradiente de intensificación de uso de suelo (natural – seco – regadío), y la aplicación de diversificación de cultivos, en dos fincas agrícolas con suelos margosos muy degradados del SE español. Se midió la erosión en 9 combinaciones de manejo donde se instalaron entre 2 y 9 parcelas con varillas para monitorizar la erosión: i) matorral natural; ii) monocultivo de almendro; iii) almendro diversificado con tápena (*Capparis spinosa* L.); iv) almendro diversificado con tomillo (*Thymus hyemalis* Lange), v) caballones desnudos; vi) caballones vegetados; vii) calles control y viii) calles diversificadas con rotación de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y veza (*Vicia sativa* L.), y haba (*Vicia faba* L.). Durante 33 meses se registraron 39 eventos erosivos. La transición natural – seco – regadío aumentó la tasa de erosión neta ( $-0,07 \pm 22,65$ ,  $1,56 \pm 115,23$  y  $2,82 \pm 143,19$  t ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>, respectivamente), y alteró la relación arranque – sedimentación del proceso erosivo. Las diversificaciones en seco (tápena y tomillo) redujeron la magnitud de las fases de arranque (53 %) y sedimentación (40 – 50 %). En regadío, la cubierta de los caballones no modificó el proceso de erosión y sólo el haba redujo la magnitud la fase de sedimentación (50 %), mientras que la combinación de cebada y veza incrementó ambas fases (29 – 65%). El sistema caballón-calle de regadío es menos eficaz para retener sedimentos. Las diversificaciones en seco son una excelente herramienta conservación de suelo, mientras que en regadío sería necesario modificar los esquemas de diversificación utilizados.

Palabras clave: erosión laminar, varillas de erosión, cambios de uso, diversificación y conservación de suelo.

# Efecto del inhibidor NBPT sobre la generación del amonio y la urea en dos suelos con diferentes propiedades fisicoquímicas.

Marcos Benito, Laura Guerrero, Juan José Lucena, Araceli Pérez-Sanz

Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco 28049 Madrid.

[araceli.perezs@uam.es](mailto:araceli.perezs@uam.es)

Departamento de Química Agrícola y Bromatología, Facultad de Ciencias Módulo 10-104. Campus de Cantoblanco E-28049-Madrid

## RESUMEN

Los inhibidores de ureasa son compuestos que aplicados al suelo reducen la tasa de mineralización de la urea y producen una disminución en la velocidad de liberación de amonio y nitrato. En la última década se han establecido nuevas propuestas legislativas que promueven prácticas agrícolas más sostenibles (Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre) que incluyen el uso de inhibidores de ureasa para minimizar las pérdidas de nitrógeno. Este hecho ha aumentado el interés por el desarrollo de estos productos. En este trabajo hemos propuesto un protocolo para evaluar el efecto del inhibidor de la ureasa modelo N-butil-tiofosfato triamida (NBPT) en dos suelos con diferentes características fisicoquímicas y fertilizados con una tasa aplicación de urea de  $110 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  suelo. Los tratamientos incluían a) suelo control (sin urea), b) suelo con urea, c) suelo con NBPT y d) suelo con urea y NBPT. Durante 14 días, se monitorizó el amonio y la urea en suelo mediante espectroscopia de absorción UV y visible. Los resultados mostraron que las características del suelo influían en el efecto del NBPT tanto en la velocidad de la generación, como en la concentración del amonio extraído en suelos; siendo mayor en el suelo básico que en el ácido.

**PALABRAS CLAVE:** Suelo, Inhibidor de ureasa, N-butil-tiofosfato triamida (NBPT), Determinación amonio, Determinación urea.

## **Efecto sumidero del cultivo de maíz en siembra directa bajo diferentes estrategias de fertilización y riego**

Conde-López, A.M.<sup>1\*</sup>, Repullo-Ruibérriz de Torres, M.A.<sup>1,2,3</sup>, Carbonell-Bojollo, R.<sup>2</sup>, Veroz-González, O.<sup>4</sup>, Moreno-García, M.<sup>2</sup>, Ordóñez-Fernández, R.<sup>2</sup>, González-Sánchez, E.J.<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Rural, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes (ETSIAM), Universidad de Córdoba, España

<sup>2</sup>IFAPA, Área Recursos Naturales y Forestales, centro Alameda del Obispo, España

<sup>3</sup>European Conservation Agriculture Federation (ECAAF), Bélgica

<sup>4</sup>Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV), España

\*antonioconde@uco.es

### **RESUMEN**

Las actividades derivadas del sector agrario están intensificando el uso del suelo buscando una mayor productividad, lo que contribuye al agotamiento de los recursos naturales, como el agua, y al incremento del uso de fertilizantes que conlleva mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La implementación de buenas prácticas como las que promueve la Agricultura de Conservación son clave en la mitigación del cambio climático.

Durante tres campañas se estudió el balance de emisiones, mediante cámaras estáticas, y el secuestro de carbono en suelo en un cultivo de maíz en siembra directa bajo condiciones agroclimáticas semiáridas. Se establecieron diferentes estrategias de fertilización nitrogenada, considerando tres fuentes de N: urea (U), nitrato amónico (NA) y nitrato sulfato de amonio con inhibidor de la nitrificación (NI); y dos dosis de riego: a demanda del cultivo (100%) y deficitaria al 75% (75%).

Las distintas estrategias tuvieron un impacto positivo en el efecto sumidero de carbono en el suelo. El impacto fue mayor con riego deficitario para todas las fuentes de N. Entre los resultados obtenidos, NI-75% fue la combinación óptima considerando ambos puntos de vista, el agronómico y el ambiental, ya que no se vió pormenorizada la producción. U-75% mostró el mayor secuestro de carbono, pero con una reducción significativa del rendimiento del 42,3% comparado con U-100%.

Este estudio proporciona nuevos conocimientos para el cultivo de maíz bajo siembra directa, práctica agroambiental que preserva el suelo y el agua y contribuye a la mitigación del cambio climático.

**Palabras clave:** Agricultura de Conservación, buenas prácticas, cambio climático, inhibidor de la nitrificación

## **ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DEL SUELO COMO INDICADOR DE RESILIENCIA DE PINARES AFECTADOS POR DIVERSA SEVERIDAD DE QUEMADO Y RECURRENCIA AL FUEGO**

Riesco Marina\*; Botella-Bou,R; Peña-Molina, E; Fajardo-Cantos, A; Díaz-Montero, A; de las Heras, J;Moya, D.

Forest Ecology Research Group (ECOFOR). High Technical School of Agricultural and Forestry Engineering and Biotechnology. University of Castilla-La Mancha, University Campus, s/n, 02071, Albacete, Spain.

[Marinalsabel.Riesco@uclm.es](mailto:Marinalsabel.Riesco@uclm.es)

### **RESUMEN**

Los incendios tienen un gran efecto sobre la calidad biológica del suelo, cambiando sus propiedades según la severidad alcanzada por el incendio.

A nivel microbiológico se tiene constancia de que la actividad de las enzimas responsables de la descomposición de la materia orgánica (concretamente B-glucosidasa, fosfatasa y ureasa) pueden servir como indicador de la severidad de un incendio forestal y de su impacto en el ecosistema.

Este estudio profundiza en el conocimiento de los cambios en la actividad enzimática del suelo debidos a la perturbación que ocasiona un incendio forestal, respecto a la existencia de recurrencia y diferente severidad en los suelos de estudio.

El estudio se desarrolló en pinares de *Pinus halepensis*, caracterizados por un clima semiárido con temperatura media de 15 ° C, un suelo formado por margas, dolomías y calizas y una altitud variable de 700 a 1500 m.

Estos lugares fueron afectados por incendios de 1994 y 2017 en Yeste (Albacete) y su zona de recurrencia. En cada área de estudio se valoró la severidad de quemado con imágenes de satélite (índices de ratio de la diferencia de quemado normalizado (dNBR)) y validación en campo (índice de quemado compuesto (CBI)) y se implementaron tres parcelas de muestreo cuadradas (90 m<sup>2</sup>) por severidad de quemado y recurrencia. En cada parcela se tomaron nueve muestras compuestas de suelo (<5 cm de profundidad) para evaluar la actividad enzimática del suelo, antes y después del verano del 2022 y 2023.

Los resultados obtenidos permiten establecer relaciones entre la severidad de quemado y la actividad enzimática. Siendo la severidad más elevada responsable de la recuperación más lenta de la actividad en suelos.

Además, se observa que los valores de actividad de la B-glucosidasa se reducen en parcelas con recurrencia de incendio.

La fosfatasa disminuye y la ureasa aumenta con el paso del tiempo tras el incendio en las muestras valoradas.

**Palabras clave:** Actividad enzimática, incendio, recurrencia, severidad de quemado, recuperación

## **Monitoreo de la condición de los suelos forestales del País Vasco**

Mercedes Román Dobarco<sup>1</sup>, Alex McBratney<sup>2</sup>, Sophie Cornu<sup>3</sup>, Jorge Curiel Yuste<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Basque Centre for Climate Change BC3. Edificio Sede 1, 1 planta. Parque científico UPV/EHU. Barrio Sarriena s/n 48940 Leioa, España

<sup>2</sup>Sydney Institute of Agriculture & School of Life and Environmental Sciences, The University of Sydney, New South Wales, Australia

<sup>3</sup>CEREGE, Aix-Marseille University, CNRS, IRD, Coll de France, INRAE, Aix-en-Provence, Francia

[mercedes.roman@bc3research.org](mailto:mercedes.roman@bc3research.org) Tel: +34 641574990

### **RESUMEN**

La propuesta de la Comisión Europea para una Ley de Monitoreo del Suelo sugiere establecer distritos de suelos para monitorear y evaluar la condición saludable del suelo. Esta evaluación necesita considerar el contexto de factores de formación del suelo al establecer valores de referencia para los indicadores una escala apropiada para el manejo y específicos para el tipo de suelo. Los bosques del País Vasco han estado sometidos a una gran presión humana, especialmente desde principios del siglo XX, por lo que es importante evaluar el efecto de las prácticas intensivas en la condición del suelo. Los objetivos de este estudio son: aplicar la cartografía digital de suelos para estratificar el País Vasco en distritos de suelo, y 2) evaluar cambios en indicadores de condición del suelo forestal entre 2001 y 2021 utilizando los conceptos de *genosoil/phenosoil*. Los distritos de suelo se establecen aplicando clasificación no supervisada a variables cuantitativas que representan los factores de formación de suelo, delimitando clases homogéneas, i.e., pedogenones, asumiendo que delimitan zonas con pedogénesis, resiliencia, y capacidad similar para desarrollar funciones. Los pedogenones se dividen en subclases (*genosoil/phenosoil*) dependiendo de la historia de usos de suelo. La intensidad de gestión forestal se cuantifica con series temporales de imágenes satélite (LANDSAT) y ortofotos históricas. Utilizamos datos de suelo de BASONET, la red de monitoreo forestal del País Vasco, para evaluar los efectos del manejo forestal en los cambios de indicadores de condición del suelo (e.g., pH, densidad aparente, ratio carbono orgánico: arcilla, etc.) en cada distrito.

**Palabras clave:** seguridad del suelo, cartografía digital de suelos, suelo forestal, condición del suelo, pedogenon.

## **Concentración y reservorio de Hg en suelo y biomasa aérea de una plantación de *Pinus sylvestris* en el NO de la Península Ibérica.**

Andrea Parente-Sendín<sup>1,2</sup>, Melissa Méndez-López<sup>1,2</sup>, Noemi Calvo-Portela<sup>1,2</sup>, Flora Alonso-Vega<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz<sup>1,2</sup>

1 Universidade de Vigo, Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Área de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Ciencias. Ourense, España.

2 Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo, Campus Auga. Ourense, España.

andrea.parente@uvigo.gal

### **RESUMEN**

Este estudio estima el reservorio de Hg en el suelo y en la biomasa aérea de una plantación de *P. sylvestris*, especie de amplia distribución en Eurasia. La concentración de Hg (THg) en la biomasa aérea (rango 1.4- 52  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) aumentó en la secuencia: madera rama < madera tronco < corteza rama < acículas < corteza tronco. Los promedios de THg en el horizonte orgánico (129  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y en el suelo mineral (hasta 60 cm, 106  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) superaron ampliamente a los de la biomasa aérea. El reservorio de Hg (RHg) siguió la secuencia: biomasa aérea (3  $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) < horizonte orgánico (7  $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) < suelo mineral (288  $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Así, el suelo mineral acumula el 97 % de todo el Hg almacenado en el sistema suelo-planta estudiado. Dada la elevada toxicidad potencial del Hg, es necesario reducir la alteración de los suelos forestales para evitar la movilización del Hg acumulado hacia otros componentes sensibles de los ecosistemas terrestres, lo que facilitarí su entrada en la cadena trófica.

**Palabras clave:** mercurio, horizontes, sumidero, corteza, movilización.

## **MATORRAL AUTÓCTONO Y PRESENCIA DE GANADO EN MINAS DE CARBÓN RECUPERADAS ¿INDUCEN MEJORAS EN EL SUELO?**

Elena Muñoz Cerro<sup>1</sup>; Juan García-Duro<sup>1</sup>; Martínez Ruiz, Carolina<sup>1</sup>; Daphne López Marcos<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Área de Ecología, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 57, 34004 Palencia.

<sup>2</sup>Área de Edafología y Química Agrícola, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 57, 34004 Palencia, Spain.

[\\*daphne.lopez@uva.es](mailto:daphne.lopez@uva.es)

### **RESUMEN**

Se ha demostrado que los arbustos autóctonos facilitan el establecimiento de las plántulas de roble en las minas de carbón a cielo abierto restauradas a pastizales en el norte de España, pero poco se sabe sobre cómo modifican el suelo, como mecanismo de facilitación, y menos aún sobre sus posibles efectos sinérgicos con el ganado. Así, en un diseño con y sin exclusión de ganado en pastizales postmineros con y sin arbustos analizamos los cambios en el suelo inducidos por el matorral y el ganado. Observamos que el  $K^+$ , la capacidad de intercambio catiónico y el ratio C/N alcanzan valores más altos bajo el matorral, y que la presencia de ganado aumenta la densidad aparente y disminuye la porosidad y la capacidad de retención de agua. Así mismo, el %arena, el C orgánico total, el P disponible y el  $Mg^{2+}$  alcanzan valores más altos bajo el matorral, pero sólo en presencia de ganado. Por otro lado, el  $Na^+$  y el %arcilla son más altos sin matorral en presencia de ganado. Concluimos que la presencia de arbustos autóctonos en los suelos mineros restaurados mejora de manera directa la fertilidad del suelo e indirectamente evitan los efectos negativos del pastoreo como la compactación del suelo, haciendo que las diferencias edáficas entre el pasto y el matorral se hagan más patentes en presencia de ganado.

**Palabras clave:** Arbustos autóctonos, Pastizal, Propiedades fisicoquímicas del suelo, Recuperación de minas, Desarrollo del suelo.

## **TASAS DE INFILTRACIÓN EN DOS RESTAURACIONES FORESTALES DE LA CUENCA DEL DUERO. SÍNTESIS Y COMPARATIVA**

Jorge Mongil-Manso<sup>1</sup>, Joaquín Navarro-Hevia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Tecnológico de Restauración Forestal y Sostenibilidad. Grupo de Investigación Forest, Water & Soil. Universidad Católica de Ávila, C/ Canteros s/n, 05005-Ávila

<sup>2</sup>Grupo de Investigación Forest, Water & Soil, E.T.S. Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Av. De Madrid 57, 34004-Palencia

jorge.mongil@ucavila.es

### **RESUMEN**

Las restauraciones hidrológico-forestales de la cuenca del río Corneja (Ávila) y de las laderas y cárcavas de Saldaña (Palencia), en la cuenca del río Carrión, son un modelo de restauración de la cubierta forestal y lucha contra la erosión, después de procesos de destrucción de los bosques debida a las roturaciones, los aprovechamientos forestales irracionales y las desamortizaciones. Aunque el objetivo original de las actuaciones era evitar la llegada de sedimentos a los cauces fluviales, indirectamente se consiguió recuperar en gran medida los servicios ecosistémicos, frenar los procesos erosivos, regular el ciclo hidrológico y regenerar los suelos destruidos a lo largo de los siglos. En este trabajo, se analizan las tasas de infiltración en estas dos restauraciones, realizando una síntesis de los resultados obtenidos mediante ensayos con Infiltrómetro inundador, y comparando ambos casos y diferentes usos del suelo (matorral, suelos desnudos, repoblados y cuñas de sedimentos). Las tasas de infiltración van desde los 3,2 mm/h en suelos sin vegetación de Saldaña a los 1198 mm/h de los pinares de repoblación de la cuenca del Corneja. Los resultados confirman el efecto positivo de la restauración de las masas forestales sobre las propiedades hidrológicas de los suelos. Esta información puede ser interesante en la toma de decisiones sobre la gestión del suelo y la restauración forestal en áreas degradadas.

**Palabras clave:** hidrología edáfica, infiltrómetro inundador, permeabilidad, propiedades del suelo, repoblación forestal

## El impacto del fuego en las características del suelo varía según la comunidad vegetal y del grado de severidad.

Pinto, Rayo<sup>1</sup>; Reguero, Ana<sup>1</sup>; Fernández-Guisuraga, José Manuel<sup>1</sup>; Ansola, Gemma<sup>1</sup>; Sáenz de Miera, Luis Enrique<sup>2</sup>; Beltrán-Marcos, David<sup>1</sup>; Tárrega, Reyes<sup>1</sup>; Prieto, Ivan<sup>1</sup>; Calvo, Leonor<sup>1</sup>; Marcos, Elena<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Área de Ecología, Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental,

<sup>2</sup>Área de Genética, Departamento de Biología Molecular

Universidad de León. Campus Universitario de Vegazana, s/n. 24007. León (España)

Rayo Pinto: rpinp@unileon.es

### RESUMEN

Los incendios forestales pueden tener un gran impacto sobre los ecosistemas. Además de la desprotección frente a la erosión como consecuencia de la pérdida de la cobertura vegetal, los suelos ven afectadas sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Estos cambios están relacionados tanto con el comportamiento del incendio, como con el tipo de comunidad afectada. En este trabajo analizamos los efectos del fuego sobre propiedades biológicas ( $\beta$ -glucosidasa, ureasa, fosfatasa) y químicas (C orgánico total, N total, P disponible) del suelo en distintas comunidades y niveles de severidad. Las zonas de muestreo se localizan en el incendio de la Sierra de la Culebra de 2022, donde se quemaron 25228 ha. Las comunidades vegetales consideradas están dominadas por *Cystus* sp (jaral), *Quercus rotundifolia* (encinar), *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris* ( pinares). Los resultados muestran un efecto negativo del fuego sobre las actividades biológicas analizadas, independientemente del tipo de comunidad. Sin embargo, el efecto considerando el nivel de severidad sí muestra comportamientos dependientes del tipo de comunidad, siendo el encinar el más afectado para los dos niveles de estudiados. En el caso de las propiedades químicas, no se aprecian patrones claros para el N total y el C orgánico total, mientras que se observa un aumento generalizado del P disponible. Este aumento, también responde de manera diferente según el tipo de comunidad. Comprender los factores que determinan el efecto del fuego sobre distintas propiedades del suelo puede ayudarnos a identificar los ecosistemas más vulnerables a estas perturbaciones.

**Palabras clave:** efectos post-incendio; actividades enzimáticas; resistencia del suelo; severidad del fuego; efectos ecosistémicos dependientes.

## **La erosión post-incendio como mecanismo de secuestro de carbono**

Antonio Girona-García<sup>1\*</sup>, Diana Vieira<sup>2</sup>, Stefan Doerr<sup>3</sup>, Cristina Santín<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (IMIB), CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias, Mieres, España

<sup>2</sup>European Commission, Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italia

<sup>3</sup>Centre for Wildfire Research, Swansea University, Swansea, Reino Unido

\*a.girona@csic.es

### **RESUMEN**

Los incendios forestales han sido una perturbación natural de numerosos ecosistemas durante millones de años y, en la actualidad, afectan alrededor de 420 millones de ha al año, liberando ~2.1 Pg de carbono (C) a la atmósfera. No obstante, el impacto de los incendios en el ciclo del C va más allá de las emisiones, y atañe interacciones complejas entre varios procesos que actúan como fuentes y/o sumideros de C. Uno de ellos, la erosión de C orgánico del suelo (COS), permanece sin evaluar como un mecanismo potencial de secuestro de C. La erosión de COS actúa como sumidero cuando la estabilización del material erosionado en zonas de depósito, junto a la recuperación de la producción primaria en las zonas erosionadas, supera las pérdidas de C a la atmósfera durante los movimientos erosivos. En este trabajo, hemos evaluado el potencial de la erosión post-incendio para actuar como sumidero de C. Además, hemos estimado su magnitud a escala continental, modelizando la erosión de COS después de la intensa temporada de incendios de 2017 en Europa. Los resultados demuestran que la erosión de COS post-incendio puede jugar, en efecto, un papel cuantitativamente significativo como sumidero de C.

**Palabras clave:** incendios forestales, erosión, carbono orgánico del suelo, cambio climático

## **Estructura y composición de las comunidades de hongos y bacterias en zonas Sub-Mediterráneas**

Maluenda, Clara; Pinto, Rayo; Marcos, Elena, Calvo, Leonor; de la Riva, E.G., Sáenz de Miera, L; Prieto, Iván

Área de Ecología, Departamento de Biodiversidad y

Gestión Ambiental, Universidad de León. Campus Universitario de Vegazana, s/n. 24007. León (España)

Clara Maluenda: [cmalug00@estudiantes.unileon.es](mailto:cmalug00@estudiantes.unileon.es)

### **RESUMEN**

La Península Ibérica es uno de los límites más amplios entre la vegetación Mediterránea y Eurosiberiana donde coexisten comunidades vegetales de ambas regiones, formando una de las áreas de vegetación más diversas del planeta, las **zonas Sub-Mediterráneas**. En ellas se pueden diferenciar comunidades vegetales dominadas por especies Mediterráneas del género *Quercus*, comunidades dominadas por especies Eurosiberianas como *Betula alba* (Abedular) y comunidades intermedias con co-dominancia de ambas especies. Para analizar posibles diferencias en la estructura y composición de las comunidades microbianas se muestreó el suelo en cinco plot por tipo de comunidad vegetal (abedular, mixto y robledal) y se secuenció con técnicas de secuenciación masiva *Illumina*. La riqueza de bacterias no fue diferente entre comunidades, pero la diversidad (Simpson) fue mayor en el Abedular que en el Robledal, e intermedia en las mixtas. La abundancia relativa de Actinobacterias fue mayor en el Robledal que en el Abedular mientras que las Acidobacterias mostraron la tendencia opuesta. La riqueza y la dominancia de las comunidades de hongos (ITS) no fue diferente entre comunidades, pero si se observó que la abundancia de Basidiomycetes fue mayor en las comunidades Mixtas y de Robledal mientras que se observó la tendencia opuesta en Ascomycetes. Los análisis de componentes principales usando Bray Curtis mostraron que el primer eje nos diferencia la estructura de las comunidades de bacterias y hongos del Robledal y del Abedular. Las comunidades Mixtas no se diferenciaban de las comunidades de Abedular y Robledal para bacterias, pero sí para hongos donde las comunidades mixtas fueron claramente diferentes de ambas.

**Palabras clave:** Comunidades bacterianas; comunidades de hongos; Secuenciación *Illumina*; ecosistemas Sub-Mediterráneos

## **Comparación del secuestro de carbono en diferentes Parques Naturales situados a lo largo del gradiente pluviométrico del sur peninsular**

Perales Vallejo, Manuel Jesús <sup>1</sup>; Moreno Alarcón, Concepción <sup>1</sup>; Sillero Medina, José Antonio <sup>1,2</sup>; Hueso Gonzalez, Paloma <sup>1</sup>; José Damián Ruíz Sinoga <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Hábitat, Territorio y Digitalización. Universidad de Málaga. mjpv@uma.es Orcid code: 0000-0002-6567-3957; cmambyg@uma.es Orcid code: 0000-0003-1177-6421; jasillero@uma.es Orcid code: 0000-0002-7856-3239 phueso@uma.es Orcid code: 0000-0002-2554-0041; sinoga@uma.es Orcid code: 0000-0002-2303-0881.

<sup>2</sup> Departamento de Geografía. Universidad Complutense de Madrid. jsillero@ucm.es

### **RESUMEN**

La región mediterránea se determina como uno de los territorios más vulnerables a los impactos del cambio climático según el último informe del IPCC. Consecuentemente, destaca el avance significativo de la desertificación en esta área, el cual ha despertado una importante atención en la comunidad científica en los últimos años. La creciente identificación de procesos de erosión y degradación del suelo está dando lugar a una evidenciada disminución en la salud y calidad del suelo. En esta línea, el secuestro de carbono orgánico por parte del suelo es considerado como un buen indicador de calidad edáfica, siendo fundamental su evaluación para la creación de políticas y estrategias para la mitigación de los efectos del Cambio Global. En este sentido, los espacios naturales protegidos juegan un papel fundamental, identificándose como elementos clave para preservar y proteger los servicios ecosistémicos. Bajo este paradigma, este estudio pretende estimar el secuestro de carbono orgánico del suelo en tres parques naturales del sur de la Península Ibérica, con condiciones climáticas contrastadas: Los Alcornocales, de condiciones mediterráneas húmedas; Montes de Málaga, con un clima mediterráneo seco; y Cabo de Gata-Níjar, vinculado a condiciones de aridez. Los resultados obtenidos permiten evaluar el estado de conservación del suelo en cada uno de estos espacios, así como llevar a cabo un análisis comparativo atendiendo a las diferencias existentes en el patrón pluviométrico.

**Palabras clave:** SOC stock, Cambio climático, Desertificación, Parques Naturales, Mediterráneo

## **PROPIEDADES DE LA MATERIA ORGÁNICA EDÁFICA EN PINARES MIXTOS Y PUROS: EL PAPEL DE LA VEGETACIÓN DEL SOTOBOSQUE**

Daphne López-Marcos<sup>1\*</sup>, María-Belén Turrión<sup>1</sup>, Felipe Bravo<sup>3</sup>, Juan García-Duro<sup>2</sup>, Carolina Martínez-Ruiz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Área de Edafología y Química Agrícola, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 57, 34004 Palencia, Spain.

<sup>2</sup>Área de Ecología, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 57, 34004 Palencia.

<sup>3</sup>SMART research group, Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 57, 34004 Palencia, Spain

\*daphne.lopez@uva.es

### **RESUMEN**

Muchos estudios destacan el efecto positivo de la mezcla de árboles en el almacenamiento de carbono edáfico, pero poco se sabe sobre la dinámica de la materia orgánica edáfica en pinares mixtos vs. puros y menos aún del papel del sotobosque. Por ello, en un diseño de tripletes de pinares puros y mixtos del centro-norte de España, estudiamos el efecto del tipo de rodal y del sotobosque en la variabilidad de la materia orgánica del suelo. Se analizó el carbono orgánico total (COT), nitrógeno total, C/N y stock de carbono del suelo superficial (5 cm de profundidad), la cobertura de familias taxonómicas del sotobosque (1 m x 1 m) y área basimétrica por especies del estrato arbóreo (4 m de radio) en 180 parcelas [6 tripletes x 3 tipos de rodales (PS: pura de *P. sylvestris*; PP: pura de *P. pinaster*; MM: mixta de ambos pinos) x 10 parcelas/rodal]. Observamos que la cantidad de materia orgánica del suelo (~COT) siguió la tendencia esperada dada la composición del estrato arbóreo (PS > MM > PP), pero la calidad (~C/N), mostró una tendencia, (PS ~ MM > PP) que relacionamos con la riqueza de familias del sotobosque. Concluimos que la cantidad y la calidad de la materia orgánica de los primeros 5 cm del suelo en los pinares mixtos responde al estrato arbóreo y al sotobosque, y se recomiendan estrategias de gestión orientadas a conservar la diversidad del sotobosque para mantener dinámicas de materia orgánica que promuevan el secuestro de carbono.

**Palabras clave:** COT de los primeros 5 cm de suelo, C/N de los primeros 5 cm de suelo, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, riqueza alfa de familias del sotobosque,

## **LA INTENSIDAD DEL FUEGO Y SU RELACIÓN CON LAS PROPIEDADES BIOQUÍMICAS EN SUELOS DE ALTA MONTAÑA**

Alfaro Leránoz, A.<sup>1</sup>; Quintana Esteras, S.<sup>2</sup>; Escuer Arregui, M.<sup>2</sup>; Martí Dalmau, C.<sup>1</sup>; Badía-Villas, D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GEOFOREST, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca, Spain

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca, Spain

[a.alfaroler@unizar.es](mailto:a.alfaroler@unizar.es)

### **RESUMEN**

La disminución de la ganadería extensiva y la pérdida del uso tradicional del fuego como herramienta de desbroce está facilitando la matorralización de los pastos de alta montaña, lo que aumenta el riesgo de incendio por acumulación de combustibles leñosos [1]. Las quemaduras prescritas, a pesar de estar realizadas en condiciones óptimas para minimizar sus efectos sobre el suelo, pueden producir modificaciones en la comunidad microbiana, puesto que estos organismos responden con mayor rapidez a las perturbaciones medioambientales [2]. El objetivo de este estudio es evaluar cómo distintas intensidades de quema (calor/tiempo) afectan a la comunidad microbiana del suelo en el ecosistema de alta montaña.

Para este estudio se tomaron bloques de suelo bajo pasto matorralizado por *Echinopartum horridum* del término municipal de Asín de Broto (Pirineo Central). En el laboratorio, dichos bloques fueron quemados a distintas intensidades, combinando la temperatura (50, 80 °C) y el tiempo de residencia (12, 24 min) medidos a 1 cm de profundidad. Se recogieron muestras de suelo de 0 a 3 cm para su análisis. En estas muestras se cuantificó el contenido de materia orgánica en sus distintas fracciones (lábil y recalcitrante), además de caracterizar la comunidad microbiana, sus patrones de utilización de carbono y su actividad.

Los resultados muestran que se producen cambios en la materia orgánica, tanto en calidad, como en cantidad, lo que, junto con el propio efecto térmico, provoca cambios en la comunidad microbiana y su actividad. El grado de afección de estas propiedades es proporcional a la intensidad de la quema.

- [1] M. Castellnou, D. Kraus, y M. Miralles, "Prescribed burning and suppression fire techniques: from fuel to landscape management," in *Best Practices of Fire Use - Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe*, no. January, C. Montiel and D. Kraus, Eds. European Forest Institute, 2010, pp. 3–16.
- [2] C. Santín y S. H. Doerr, "Fire effects on soils: The human dimension," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 371, no. 1696, pp. 28–34, 2016, doi: 10.1098/rstb.2015.0171.

**Palabras clave:** biodiversidad del suelo, microorganismos del suelo, intensidad de quema, materia orgánica, CLPPs

## **La recurrencia de los incendios forestales ejerce mayor efecto en la recuperación del suelo que la severidad**

Marcos, Elena; Beltrán-Marcos, David; Pinto, Rayo; Fernández-Guisuraga, José Manuel; Tárrega, Reyes; Calvo, Leonor; Fernández-García, Víctor

Área de Ecología, Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental,

Universidad de León. Campus Universitario de Vegazana, s/n. 24007. León (España)

Elena Marcos: emmarp@unileon.es

### **RESUMEN**

Los incendios forestales son uno de los principales elementos de perturbación de los ecosistemas, pero el impacto que producen puede depender en gran medida de los atributos del régimen de fuego. En las últimas décadas, los regímenes de fuego están cambiando produciendo incendios más extensos y severos que pueden comprometer la resiliencia del ecosistema forestal. En este trabajo se trata de determinar cómo los atributos del régimen de fuego (recurrencia y severidad) condicionan la capacidad de recuperación del suelo a medio plazo. El estudio fue realizado en un gran incendio que tuvo lugar en agosto de 2012 en la Sierra del Teleno y que afectó cerca de 12.000 has. Dentro del perímetro de dicho incendio se determinaron dos niveles de recurrencia: baja (1 incendio) y alta (2 o más incendios) y dos niveles de severidad: baja y alta. Se recogieron muestras de suelo para cada situación y se analizaron las siguientes variables: pH, carbono orgánico, fósforo asimilable, actividades enzimáticas  $\beta$  glucosidasa y fosfatasa, y carbono microbiano. Las zonas con recurrencia alta muestran cuatro años después una lenta recuperación del carbono orgánico y fósforo asimilable, pero mayor carbono de la biomasa microbiana y actividad enzimática más alta. Por otro lado, las zonas con alta severidad muestran mayor capacidad de recuperación que las zonas de recurrencia alta, aunque muestren un menor contenido de carbono microbiano cuatro años después. Se observa cómo la recurrencia ejerce una mayor influencia, a medio plazo, que la severidad en los cambios detectados en el suelo.

Palabras clave: grandes incendios, propiedades del suelo, recuperación a medio plazo, recurrencia, severidad del incendio

## **Descomposición de la hojarasca en masas mixtas: la fertilidad del suelo y el clima como factores moduladores del efecto *priming*.**

Marina Getino-Álvarez<sup>1</sup>, Ruth C. Martín-Sanz<sup>2,3</sup>, Francisco Lafuente<sup>1,3</sup>, M<sup>a</sup> Belén Turrión<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Valladolid. ETSIIAA. 34004 Palencia.

<sup>2</sup> Área de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid. ETSIIAA. 34004 Palencia.

<sup>3</sup> Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR). Universidad de Valladolid. ETSIIAA. 34004 Palencia.

[francisco.lafuente@uva.es](mailto:francisco.lafuente@uva.es)

### **RESUMEN**

Se estudia el efecto "*priming*" de la hojarasca de especies caducifolias, roble y haya, en la descomposición de las acículas de pino, teniendo en consideración la fertilidad del suelo y el clima. Para ello se seleccionaron parcelas puras de pino, roble y haya y parcelas mixtas de pino-roble y pino-haya sobre suelos de fertilidad contrastada siguiendo un transecto climático desde el sur al norte de Europa: Aguilar de Campoo (Palencia, España), Sierra de Montgrony (Girona, España), Schrobenhausen (Munich, Alemania) y Niepolomice (Cracovia, Polonia). Se establecieron 72 subparcelas circulares de 5 m de radio; 22 de ellas en rodales puros de pino (*Pinus sylvestris* L.), 12 en rodales puros de haya (*Fagus sylvatica* L.), 10 en rodales puros de roble (*Quercus* sp.), 12 en rodales mixtos de pino y roble, y 16 en rodales mixtos de pino y haya. Se muestreó la hojarasca diferenciando entre material fresco (L), hojarasca fragmentada (F) y hojarasca humificada (H) de las distintas especies arbóreas presentes. Se determinaron C total, N total y la relación C/N, y se caracterizaron mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada (FTIR-ATR). Los resultados muestran que el efecto *priming* originado por la presencia de hojarasca de especies caducifolias sobre la descomposición de las acículas de pino no sólo se vio afectado por la cantidad y calidad de la hojarasca lábil presente sino también por la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas, siendo mayor la estimulación cuando el suelo era menos fértil y en condiciones climáticas más favorables.

**Palabras clave:** Espectroscopía de infrarrojo medio, FTIR-ATR, horizontes orgánicos de suelos forestales, bosques mixtos, descomposición de la materia orgánica del suelo.

## **EL PASTOREO Y LA REPOBLACIÓN FORESTAL PARA INCREMENTAR EL C EDÁFICO. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO CarPasFor**

Jorge Mongil-Manso<sup>1</sup>, Laura Teresa Martín Sampedro<sup>1</sup>, María del Pino Pérez<sup>2</sup>, Raimundo Jiménez-Ballesta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Tecnológico de Restauración Forestal y Sostenibilidad. Grupo de Investigación Forest, Water & Soil. Universidad Católica de Ávila, C/ Canteros s/n, 05005-Ávila

<sup>2</sup>Centro de Análisis del Medio Natural. Grupo de Investigación Analysis and Sustainability Production of Agro-industrial Sector

jorge.mongil@ucavila.es

### **RESUMEN**

El proyecto CarPasFor es un proyecto de transferencia de conocimiento cofinanciado por la Diputación Provincial de Ávila y en el que participan la Universidad Católica de Ávila, la Fundación Ávila y la empresa Acapri. El objetivo general es transferir a la empresa y a la sociedad herramientas frente al cambio climático, como son la restauración forestal (plantaciones como sumidero de carbono), el pastoreo en extensivo (incrementa el almacenamiento de carbono en el suelo), combinadas con la sensibilización y divulgación ambientales. El proyecto contempla la ejecución de una repoblación forestal y el pastoreo con cabras de la raza autóctona guadarrameña, cuyos efectos sobre el suelo se evaluarán mediante muestreos y análisis de laboratorio. Se han elegido estas herramientas debido a que: (i) los suelos son el principal reservorio terrestre de C, de hecho, más del 71% de los stocks de C orgánico terrestre se encuentra en los suelos; (ii) los suelos de los bosques tienen una capacidad de almacenamiento de entre 1.500 y 2.400 Gt; y (iii) el pastoreo permanente incrementa el C activo, lábil y soluble en los suelos. Finalmente, como se ha indicado, se desarrollarán talleres en centros educativos, charlas de transferencia y una jornada final de difusión de resultados. Como era preceptivo en la convocatoria, el proyecto está alineado con el European Green Deal. En el presente momento, se están iniciando las actuaciones, y los resultados se obtendrán a medio y largo plazo.

**Palabras clave:** forestación, ganado, materia orgánica, restauración forestal, sumidero de carbono

## **El argán como especie modelo para reforestación: estudio de su impacto en la materia orgánica del suelo y comunidades microbianas**

María Patiño-García<sup>1,\*</sup>, José A. Siles<sup>1</sup>, Pedro Martínez-Gómez<sup>2</sup>, Manuel Rubio<sup>2</sup>, Felipe Bastida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo 25, 30100, Murcia

<sup>2</sup>Departamento de Mejora Vegetal, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo 25, 30100, Murcia

\*[mpatino@cebas.csic.es](mailto:mpatino@cebas.csic.es)

### **RESUMEN**

El argán (*Argania spinose L.*) está adaptado a condiciones ambientales extremas. Estas características postulan a esta especie como un candidato para la reforestación de áreas degradadas de zonas semiáridas. La idoneidad de este árbol para reforestación dependerá, entre otros, en su impacto en la materia orgánica del suelo (MOS) y la comunidad microbiana. Aquí, se evaluó el contenido en nutrientes, composición de la MOS y la actividad y abundancia de las comunidades microbianas de un suelo bajo eco-tipos españoles de argán en comparación con un suelo bajo pino y suelo desnudo en una zona semi-árida del sureste de España. Nuestros datos preliminares mostraron que los contenidos en MOS y nutrientes del suelo bajo argán y pino fueron similares y mayores a los del suelo desnudo. Los análisis térmicos mostraron que los dos tipos de cubierta vegetal enriquecieron el suelo con MOS de recalcitrancia intermedia en proporciones equivalentes. La pirólisis mostró que la MOS bajo argán fue funcionalmente más diversa que esa del suelo bajo pino. La abundancia de bacterias y hongos y la actividad enzimática del suelo bajo argán fue mayor a la del suelo sin vegetación, pero similar a la del suelo bajo pino. La estructura de la comunidad microbiana (basada en ácidos grasos) varió significativamente con el tipo de cubierta vegetal. Estas diferencias serán estudiadas en mayor detalle en términos funcionales y taxonómicos mediante metagenómica. Nuestros resultados indican que el efecto de la reforestación con argán en la MOS y comunidades microbianas es similar a la del pino.

**Palabras clave:** argán, pino, reforestación, cambio climático, suelos degradados

## **Mercurio y metilmercurio en horizontes orgánicos de suelos forestales de *Quercus robur***

Noemi Calvo-Portela<sup>1,2\*</sup>, Melissa Méndez-López<sup>1,2</sup>, Andrea Parente-Sendín<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Nóvoa-Muñoz<sup>1,2</sup>, Flora Alonso-Vega<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Área de Edafología e Química Agrícola, Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias. Universidade de Vigo. 32004. España

<sup>2</sup> Instituto de Agroecología e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo, Campus Auga, Rúa Canella da Costa da Vela, 12, 32004. Ourense, España

\*E-mail: noemi.calvo@uvigo.gal

### **RESUMEN**

Al capturar Hg atmosférico y posteriormente transferirlo al suelo, el dosel forestal influye de forma decisiva en los niveles de Hg de horizontes orgánicos de suelos forestales, especialmente en aquellos alejados de fuentes emisoras de Hg. No está tan claro, sin embargo, el origen de los niveles de metilmercurio (MeHg) en esos mismos ambientes. Para este estudio se muestrearon los subhorizontes orgánicos (OL y OF+OH) de 33 perfiles (n=66) de suelos de bosques de *Quercus robur* (Galicia, España). Se realizó una caracterización general de las muestras (pH, C/Ce, C, N) y se determinaron los contenidos totales de Hg<sub>T</sub> y MeHg. Los de Hg<sub>T</sub> son comparables a los de áreas catalogadas como prístinas y en OF+OH (121±35 µg kg<sup>-1</sup>) son significativamente mayores que en OL (75±28 µg kg<sup>-1</sup>). En ambos subhorizontes, el Hg<sub>T</sub> se correlaciona con el N y su ratio (Hg<sub>T</sub>/N) en OF+OH es 1.8 veces el de OL. Este enriquecimiento en Hg<sub>T</sub> debido a la transformación de la materia orgánica del suelo se observa también porque Hg<sub>T</sub>/C en OF+OH casi triplica los valores de OL, donde también se establece correlación negativa entre Hg<sub>T</sub> y C/N. Por el contrario, los niveles de MeHg son significativamente superiores en OL (0.14 µg kg<sup>-1</sup>) que en OF+OH (0.09 µg kg<sup>-1</sup>) y no se establecen correlaciones con las características generales de los suelos; sugiriendo que la metilación ocurre mayormente en lugares diferentes al medio edáfico. De hecho, los valores de MeHg% calculados en subhorizontes OF+OH (0.08%) son significativamente inferiores a los de OL (0.2%).

**Palabras clave:** metilación, materia orgánica, humificación, biomasa aérea

## **Resiliencia microbiana en ecosistemas áridos postincendio: una perspectiva a 3700 m de altitud en la región de Arequipa, Perú.**

García-Carmona, M.<sup>1</sup>; Vilca-Taco, L.M.<sup>2</sup>; Zúñiga, J.<sup>2</sup>; Arcenegui, V.<sup>1</sup>; Mataix-Solera, J.<sup>1</sup>; Coaguila, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Edafología y Tecnologías del Medio Ambiente · GETECMA. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández. Elche, España [jorge.mataix@umh.es](mailto:jorge.mataix@umh.es); <sup>2</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. <sup>3</sup>Escuela Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

### **RESUMEN**

En un contexto de cambio en los regímenes de incendio a nivel global, es crucial comprender la resiliencia de ecosistemas poco adaptados a esta perturbación. En este estudio se examinó el impacto de un incendio en 2018 en la región de Arequipa (Perú) a una altitud de 3700 m. El incendio afectó a un paisaje árido de alto valor ecológico dominado por especies de matorral andino. Con el objetivo de estudiar la vulnerabilidad del ecosistema al fuego, se investigó la respuesta de la biomasa microbiana del suelo y la estructura de la comunidad asociadas a las dos especies dominantes durante dos años postincendio (2020 y 2021). El análisis de fosfolípidos de membrana (PLFAs) reveló impactos significativos de la especie quemada en la recuperación de la biomasa bacteriana y fúngica, así como en la estructura de la comunidad microbiana. Las comunidades microbianas bajo *Berberis lutea*, de mayor biomasa y por tanto mayor efecto en el suelo en su combustión, mostraron una sensibilidad pronunciada al incendio con una reducción en el tiempo en la biomasa bacteriana y fúngica. En contraste, las comunidades bajo *Parastrephia quadrangularis*, de menor envergadura, exhibieron mayor resiliencia, aumentando su biomasa microbiana con el tiempo y mostrando menor sensibilidad al fuego y a la degradación física sufrida en el suelo. Los resultados destacan los efectos diferenciales de las especies vegetales en la resiliencia microbiana postincendio, proporcionando información clave para entender los impactos en la funcionalidad del suelo en un contexto de cambio global.

**Palabras clave:** Incendio forestal, comunidad microbiana, Andes peruanos, degradación del suelo, *Berberis lutea*

## Índices de campo de severidad de incendios forestales: Evaluación quimiométrica

José. A. González-Pérez<sup>\*1</sup>, José M<sup>a</sup> de la Rosa<sup>1</sup>, José A. Vega<sup>2</sup>, Cristina Fernández<sup>2</sup>,  
Teresa Fontúrbel<sup>2</sup>, Nicasio T. Jiménez-Morillo<sup>1</sup>, Gonzalo Almendros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IRNAS-CSIC, Avda. Reina Mercedes, 10, 41012, Sevilla, España.

<sup>2</sup>Ctr. Invest. Forestal Lourizán, Consellería do Medio Rural, 36080, Pontevedra, España.

<sup>3</sup>MNCN-CSIC, C/Serrano 115b, 28006, Madrid, España.

\* jag@imase.csic.es

### RESUMEN

Se utiliza pirólisis analítica (Py-GC/MS a 400 °C) para evaluar los cambios en la estructura molecular de la materia orgánica del suelo (MOS) causados por incendios forestales y quemaduras experimentales con diferentes grados de severidad (SBS). Se identificaron más de 100 compuestos de pirólisis que se estudian mediante una técnica gráfico-estadística basada en diagramas 3D de van Krevelen. Se identifican y caracterizan los principales procesos de transformación química de la MOS producidos por el fuego a distintos niveles de severidad.

**PALABRAS CLAVE:** Materia orgánica del suelo; Incendios forestales; Índices de severidad; Pirólisis analítica; Análisis quimiométrico

## **EVALUACIÓN DEL EFECTO BENEFICIOSO DE LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS) SOBRE LA CALIDAD Y BIODIVERSIDAD DEL SUELO EN EL BARRIO DE LA MARINA DEL PRAT VERMELL DE BARCELONA**

N. Roca<sup>1\*</sup>, I. Vázquez-Cerro<sup>1</sup>, S. Espinoza-Vaca<sup>1</sup>, A. Gómez-Bolea<sup>2</sup>, E. Mateos<sup>3</sup>, O.S. Wangensteen<sup>3</sup>, A. Enguñados<sup>3</sup>, M.J. Chesa<sup>4</sup>

1. Lab. de suelos, Dept. BEECA, Fac. Biología, Universitat de Barcelona

2. Secció de Botànica i Micologia, Dept. BEECA, Fac. Biología, Universitat de Barcelona

3. Zoologia i Antropologia Biològica, Dept. BEECA, Fac. Biología, Universitat de Barcelona

4. Servei Ambiental i Relacions Externes, Serveis Urbans i Manteniment de l'Espai Públic, Barcelona Cicle de l'Aigua, Ajuntament de Barcelona.

\*[nroca@ub.edu](mailto:nroca@ub.edu), Lab. de suelos, Dept. BEECA, Fac. Biología, Universitat de Barcelona

### **RESUMEN**

Un gran número de servicios ecosistémicos proporcionados por las áreas urbanas resultan de la presencia de infraestructuras verdes-azules. Como respuesta a la gran impermeabilización de las zonas urbanas y la necesidad de optimizar los recursos hídricos en la región mediterránea, surgen los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). El objetivo de este estudio pionero, encargado por el Ayuntamiento de Barcelona, fue obtener indicadores del efecto beneficioso de estas soluciones basadas en la naturaleza. Los SUDS mostraron una buena densidad aparente reflejo de un buen desarrollo de la estructura. La cantidad de carbono orgánico en el suelo es también favorable con valores superiores al 1% a 30 cm. El pH es básico con contenidos entre 10 y 20% de carbonatos. Se han establecido los límites superiores del background de los metales pesados totales (mg·kg<sup>-1</sup>) en Cd 5,1, Cr 93,6, Cu 54,2, Mn 600,8, Pb 30,1, Zn 125,1. Aunque se han detectado valores que superan el límite superior del background establecido, en ningún caso se supera los Niveles Genéricos de Referencia (NGR). Respecto a la fauna edáfica existe variaciones significativas de los indicadores de calidad entre SUDS, así como entre primavera y otoño. Se ha detectado una abundante presencia de *Mucor racemosus*, indicador de la alta antropización. El porcentaje más alto de unidades taxonómicas operativas (MOTUs) de los Ascomycota respecto al de Basidiomycota, indicaría suelos poco maduros. Desde el punto de vista microbiológico, las MOTUs de los SUDS presentan una menor abundancia de Verrucomicrobiota y Gemmatinonadota que las MOTUs de suelos naturales.

**Palabras clave:** Suelos urbanos, SUDS, Salud del suelo, unidades taxonómicas operativas (MOTUs), Metales pesados.

# EL CARBONO ORGÁNICO SECUESTRADO EN EL SUELO DE LA CIUDAD DE BURGOS

Saiz, Gustavo<sup>1</sup>; Bird, Michael<sup>2</sup>; Rad, Carlos<sup>3</sup>; Fernández-Peña, Mario<sup>3</sup>, Gutiérrez-Zorrilla, Rodrigo<sup>3</sup>, López, Sandra<sup>4</sup>; Sáiz, Alberto<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medio Ambiente y Agronomía. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC); <sup>2</sup>James Cook University, Cairns, Australia; <sup>3</sup>UBUCOMP. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos; <sup>4</sup>Sustainable Landscapes SLA, Madrid; <sup>5</sup>Euroservicios y Obras Forestales SA, San Millán de Juarros, Burgos

[gustavo.saiz@inia.csic.es](mailto:gustavo.saiz@inia.csic.es). INIA-CSIC Carretera de A Coruña km 7,5. 28040 Madrid

## RESUMEN

Los asentamientos urbanos se caracterizan por ser sistemas dinámicos constituidos por distintos usos de suelo gestionados con una intensidad variable. Los gradientes poblacionales típicos de las áreas urbanas suponen diferentes grados de presión antropogénica sobre los distintos usos del suelo, lo que puede resultar en diferencias e incertidumbres considerables en las estimaciones del contenido de carbono orgánico del suelo. Existen pocos estudios sobre el almacenamiento de carbono orgánico fuera de las grandes metrópolis, a pesar de que los núcleos urbanos medianos y pequeños son mucho más numerosos y albergan mayor cantidad de población en términos absolutos. En este estudio desarrollado en todo el término municipal de Burgos, se empleó un diseño de muestreo que cuantificó de manera sistemática el carbono orgánico acumulado en diez usos de suelo de dos zonas con densidades poblacionales contrastantes (urbana y periurbana). Los resultados muestran que en los primeros 30 cm del suelo el almacenamiento de carbono orgánico es mayor en la zona urbana que en la periurbana, aproximadamente 110 y 90 toneladas de carbono por hectárea, respectivamente. Sin embargo dichas diferencias varían considerablemente con el uso de suelo. Este estudio permite concluir que el suelo de la ciudad de Burgos almacena aproximadamente el doble del carbono orgánico por unidad de superficie que el promedio nacional. Sin embargo, hay que considerar que éste no es necesariamente un aspecto positivo en su totalidad, ya que una proporción significativa del carbono edáfico almacenado en sistemas urbanos proviene de la quema de hidrocarburos y sus compuestos residuales.

### Palabras clave:

carbono orgánico del suelo, sistema urbano, suelo, usos de suelo, secuestro de carbono

## **RELACIÓN ENTRE LA PLUVIOSIDAD Y LA DEGRADACIÓN DEL SUELO EN EL SUR DE ESPAÑA.**

Concepción Moreno Alarcón <sup>1</sup>; Manuel Jesús Perales Vallejo <sup>1</sup>; Paloma Hueso González<sup>1</sup> ;  
José Damián Ruiz Sinoga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Hábitat, Territorio y Digitalización. Universidad de Málaga.  
cmambyg@uma.es Orcid code: 0000-0003-1177-6421; mjpv@uma.es Orcid code:  
0000-0002-6567-3957; phueso@uma.es Orcid code: 0000-0002-2554-  
0041; sinoga@uma.es Orcid code: 0000-0002-2303-0881.

### **RESUMEN**

En el presente estudio analizaremos la degradación del suelo en el Mediterráneo a lo largo de un gradiente pluviométrico, desde el Parque Natural de "Los Alcornocales" hasta el de "Cabo de Gata-Níjar". Dada la sensibilidad del Mediterráneo al cambio climático, como consta en los últimos informes del IPCC, y que los procesos de desertificación son una de sus consecuencias más destacadas, aplicaremos el método de reproducción de situaciones análogas para investigar cómo las variaciones en la precipitación afectan a la degradación del suelo en esta región.

Desde este método científico abarcaremos desde la observación y formulación de preguntas hasta la experimentación y análisis de datos, haciendo hincapié en la necesidad de comprender cómo la degradación del suelo varía a lo largo de un gradiente pluviométrico, ya que esto influye en diferentes características del ecosistema, como la desertificación, la gestión de los recursos hídricos, la biodiversidad y la erosión.

Los parques naturales son lugares idóneos para llevar a cabo este tipo de estudio debido a su conservación de la biodiversidad, sus entornos menos alterados y la diversidad de ecosistemas que albergan, así como su menor impacto humano.

Por último, incidiremos en como la materia y el carbono orgánicos del suelo adquieren en calificativo de propiedades indicadores clave del estado de salud del suelo y la vitalidad del ecosistema. Estos datos proporcionarán información valiosa para la gestión de recursos naturales, la conservación de ecosistemas y la implementación de estrategias para hacer frente a la crisis climática.

### **Palabras clave:**

Degradación de suelo, parques naturales, biodiversidad, gradiente pluviométrico, Mediterráneo.

## **CARTOGRAFÍA DE LA SEDIMENTACIÓN DE RESIDUOS MINEROS EN EL CAMPO DE CARTAGENA MEDIANTE IMÁGENES SENTINEL- 2**

Inés Pereira\*, Montserrat Ferrer-Julià, Eduardo-García Meléndez, Pablo Valenzuela, Juncal A. Cruz, Elena Colmenero-Hidalgo,

Grupo de Investigación Geología Ambiental, Cuaternario y Geodiversidad (Q-GEO), Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León. Campus de Vegazana, s/n, 24071, León, España.

\*[iperr@unileon.es](mailto:iperr@unileon.es)

### **RESUMEN**

La degradación del suelo es uno de los mayores desafíos para la agricultura y la seguridad alimentaria, especialmente en los países mediterráneos que son particularmente vulnerables a la erosión del suelo. En el sureste peninsular, donde se encuentra la Sierra Minera de Cartagena, el clima árido, con precipitaciones escasas, irregulares e intensas, provoca episodios extremos de erosión y una importante pérdida de suelos. Esta problemática es todavía más notable en áreas degradadas por la actividad humana, como las cuencas de drenaje de las ramblas de estudio, donde se acumulan toneladas de residuos mineros en las cabeceras. Estos residuos, fácilmente erosionables, son transportados y depositados por la escorrentía en el Campo de Cartagena, una extensa área agrícola, pudiendo llegar al Mar Menor.

Esta investigación presenta una cartografía de distribución de las áreas de sedimentación de residuos mineros, como óxidos de hierro y otros componentes asociados como sulfatos y filosilicatos, que, al ser espectralmente activos, son detectables mediante técnicas de Teledetección aplicadas a imágenes del sensor MSI de Sentinel-2. Los mapas obtenidos han mejorado la comprensión de los procesos de erosión-deposición, mostrando la distribución de estos sedimentos ligados a eventos torrenciales en áreas cultivadas, lo que podría tener efectos potencialmente negativos en las características y degradación del suelo y, por consiguiente, en la producción agrícola y en la salud del suelo. La combinación de datos satelitales y análisis geoespaciales ha permitido evaluar la distribución de esta sedimentación de residuos en el suelo, proporcionando información útil para establecer estrategias de gestión y mitigación.

**Palabras clave:** Degradación del suelo, Óxidos de hierro, Sentinel-2, Teledetección.

**Agradecimientos:** Investigación financiada por el proyecto HYPOPROCKS-PDC2021-121352-100 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR. La participación de I. Pereira ha sido posible por el contrato predoctoral FPU (FPU21/04495).

## **IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE CÁRCAVAS A PARTIR DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES**

José Javier Guerrero-Criado\*<sup>1</sup>, Adolfo Peña Acevedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía (DAUCO, Unidad de Excelencia 'María de Maeztu' 2020-2024), ETSIAM, Universidad de Córdoba (UCO), España

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería, ETSIAM, Universidad de Córdoba, España

g62gucrj@uco.es

### **RESUMEN**

La erosión hídrica por cárcavas es una amenaza para los sistemas agrícolas, al favorecer la pérdida de suelo y plantaciones y dificultar el desarrollo de las operaciones de campo. Para paliar sus efectos se pueden implantar medidas de control y corrección, siendo necesario conocer la localización de dichas redes de cárcavas. Hasta ahora, los modelos de planificación ignoraban la conectividad hidrológica de las redes de cárcavas, al basarse en fotointerpretación directa sobre ortofotos o en aprendizaje automático. Sin embargo, otros modelos fundamentados en umbrales topográficos han arrojado resultados prometedores, pero solo a nivel de cuenca. Por ello, el objetivo de este estudio fue desarrollar una herramienta que, a partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de una parcela, identificase su red de cárcavas y propusiese medidas de control y corrección en base a la topología de la red. Para satisfacerlo se desarrolló un programa basado en el Algoritmo D8, que calcula la dirección de vertido de cada punto del terreno, y en el Algoritmo de Barrido en Árbol automatizado, que calcula las cuencas que vierten a través de la parcela, así como el área acumulada en cada punto del terreno (umbral topográfico utilizado para la determinación de la red de cárcavas). Para validarlo, el programa se aplicó a un caso de estudio real, obteniendo una red de cárcavas muy ajustada a la obtenida mediante fotointerpretación directa, además de una propuesta de control y corrección adaptada a la conectividad de la red de cárcavas de cada cuenca.

**Palabras clave:** Modelos digitales de elevaciones, erosión por cárcavas, umbrales topográficos, digitalización, Python.

## **Metodología de cuantificación de energía empleada y emisiones asociadas en la producción de cultivos**

Conde-López, A.M.<sup>1\*</sup>, Repullo-Ruibérriz de Torres, M.A.<sup>1,2</sup>, Veroz-González, O.<sup>3</sup>, Gómez-Ariza, M.<sup>3</sup>, González-Sánchez, E.J.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes (ETSIAM), Universidad de Córdoba, España

<sup>2</sup>European Conservation Agriculture Federation (ECAAF), Bélgica

<sup>3</sup>Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV), España

\*antonioconde@uco.es

### **RESUMEN**

El sector agrícola está marcado por las políticas ambientales europeas. Para 2028, los agricultores deberán tener acceso a datos verificados de emisiones. Existe la necesidad de cuantificar la energía de producción de los inputs agrícolas y sus emisiones asociadas, debido a la ausencia de datos validados en los procesos de producción por parte las manufacturas.

Se propone una nueva metodología de cuantificación del consumo energético en la producción de cultivos aplicable a diferentes zonas agroclimáticas.

Existen vigentes diferentes metodologías como la que propone la Federación Internacional de Institutos para Estudios Avanzados (IFIAS) que ha sido adaptada realizando, además, una exhaustiva revisión bibliográfica. La metodología propuesta considera la energía consumida en las operaciones agrícolas, incluyendo en esta la energía de procesamiento del combustible gastado. Debe recopilarse información de la maquinaria empleada y tiempos de trabajo en las operaciones de campo. Asimismo, se tiene en cuenta la energía empleada en la fabricación de fertilizantes y productos fitosanitarios, conocida la riqueza de las formulaciones, y en la producción de semillas. Para la energía demandada por el riego, si lo hubiera, es necesario conocer la fuente de agua, tipo de bombeo, altura manométrica deseada y las características de las tuberías utilizadas. No se considera la energía indirecta asociada a la fabricación de maquinaria.

La energía de cada apartado lleva asociadas unas emisiones determinadas a través de coeficientes energéticos. De esta manera es posible realizar balances de emisiones de una explotación agrícola y evaluar las prácticas de manejo del cultivo con mayor reducción de emisiones.

**Palabras clave:** coeficientes energéticos, emisiones, fertilizantes, inputs, sector agrícola

## **Cuantificación de la variabilidad intraparcela del desarrollo de los cultivos mediante imágenes de satélite.**

Asunción Usón Murillo<sup>1</sup>, Manuel Sampérez Sarvisé<sup>1</sup> y Mario Díez González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza

<sup>2</sup>Greenfield Technologies

Email contacto: mauson@unizar.es

### **RESUMEN**

La variabilidad del desarrollo de un cultivo depende tanto del propio cultivo y de su manejo como del entorno agroambiental. A nivel de parcela, y asumiendo manejos homogéneos, esta variabilidad se puede relacionar directamente con las diferencias edáficas y de comportamiento hidrológico de la propia parcela. El objetivo de este trabajo es caracterizar la variabilidad del desarrollo de los cultivos a nivel de parcela y relacionarla con la unidad de suelos, el tipo de cultivo (verano/invierno) y el momento de desarrollo del propio cultivo (inicio, máximo e inicio de la senescencia). Se desarrolla en la cuenca del barranco de la Sardeta donde se tienen caracterizadas 7 unidades de suelo. Se analiza el desarrollo vegetativo de los últimos 5 años con imágenes de Sentinel-2 disponibles en Copernicus DSE en 20 puntos de muestreo. Para cada cultivo, se localiza el momento de inicio, el máximo y el inicio de la senescencia, y se obtiene información estadística de NDVI y NDWI. Se buscan correlaciones entre el desarrollo vegetativo y parámetros de la propia parcela y de la unidad de suelo en la que se localiza. Finalmente, se realiza un ANOVA de 3 factores: unidad de suelo, tipo de cultivo y momento de desarrollo. La información obtenida es muy útil tanto desde el punto de vista de la gestión (agricultura de precisión) como para la aplicación de modelos de simulación hidrológica y de estabilización de MO que se están utilizando en la cuenca en proyectos de investigación.

**Palabras clave:** teledetección, variabilidad intraparcela, simulación, cultivos, unidad de suelos)

# LA NECESIDAD DE ACTUALIZAR LA CARTOGRAFÍA DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. UN EJEMPLO: BIAR (ALICANTE)

Carlos Añó Vidal<sup>1</sup>, Antonio Valera Lozano<sup>2</sup>, Ester Carbó Valverde<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Calidad Ambiental y Suelos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-Universitat de València-GV).

<sup>2</sup> Departamento de Geografía. Universitat de València.

<sup>3</sup>Departamento de Calidad Ambiental y Suelos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-Universitat de València-GV). Departamento de Biología Vegetal. Área de Edafología y Química Agrícola. Universitat de València.

carlos.anyo@uv.es. Departamento de Calidad Ambiental y Suelos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-Universitat de València-GV). 46113 Moncada (València)

## RESUMEN

La documentación cartográfica y base de datos asociadas en formato digital sobre capacidad de uso del suelo, a escala 1:50.000, de la Comunidad Valenciana es la única disponible para el personal que trabaja en la administración autonómica o en consultorías medioambientales. Sin embargo, antes de utilizar esta información es necesario efectuar adaptaciones previas relacionadas con la escala de trabajo, mejorando la exactitud posicional, temática y, sobre todo, temporal. Es necesario actualizar la capacidad de uso del medio edáfico, sobre todo si la escala de trabajo es municipal.

Las parcelas catastrales objeto de estudio ubicadas en el término municipal de Biar forman parte de una unidad fisiográfica que se clasificó como Bgf. Sin embargo, los suelos de las parcelas son de moderada capacidad de uso, clasificándose, a nivel de subunidad, como Cgf con limitaciones ocasionadas por la pedregosidad y las deficiencias que presentan las características físicas del medio edáfico. La discrepancia en la evaluación, en gran medida, está directamente relacionada con la escala de trabajo. La reclasificación de la capacidad de uso se efectuó en gabinete y en campo. En gabinete se localizó la ficha original de campo. Esta información es inédita y no está incorporada a la base de datos. La ficha ya reflejaba que la unidad presentaba, en julio de 1990, suelos de la clase B y C. Posteriormente, mediante herramientas de edición y geoprocésamiento espacial SIG se retrazaron a escala detallada las parcelas catastrales sobre una ortofoto de alta resolución espacial. La verificación definitiva fue en campo.

**Palabras clave:** Capacidad de uso, cartografía, base de datos, actualización, planificación municipal.

# USO DE LA CARTOGRAFÍA DE OCUPACIÓN DEL SUELO SIOSE PARA LA ESTIMACIÓN DEL SELLADO ANTROPOGÉNICO DEL MEDIO EDÁFICO

Antonio Valera Lozano<sup>1</sup>, Carlos Añó Vidal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía. Universitat de València.

<sup>2</sup> Departamento de Calidad Ambiental y Suelos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-Universitat de València-GV).

antonio.valera@uv.es. Departamento de Geografía. Universitat de València. Av. Blasco Ibáñez, 28. 46010 Valencia.

## RESUMEN

De entre los procesos de degradación del medio edáfico uno de los más importantes, especialmente en las últimas décadas, es el sellado antropogénico. Pese a su importancia, el gran dinamismo temporal y la dificultad de modelización de la implantación de las superficies construidas ha dificultado la cuantificación de este tipo de impacto sobre el edafosistema. La fuente más utilizada para la estimación del sellado ha sido la cartografía de coberturas del suelo, obtenida a su vez mediante técnicas de teledetección o de fotointerpretación. Esta cartografía clasificaba el territorio en categorías predefinidas en base a una serie de características entre las cuales el porcentaje de superficie construida no siempre estaba incluido y, de serlo, se establecía a través de un umbral que no concretaba el valor exacto en las unidades espaciales así clasificadas. Para estimaciones más precisas era necesario recurrir a cartografías *ex profeso*, costosas de elaborar y con escasa o ninguna frecuencia de actualización.

Una de las aportaciones del proyecto SIOSE (Sistema de Ocupación del Suelo en España), además de la cartografía de usos/cubiertas a escala de cierto detalle (1:25:000) y con frecuencia de actualización de aproximadamente cinco años (2005, 2009 y 2014), es la propuesta de una base de datos orientada a objetos compleja en la que se incorporan diferentes parámetros cuantitativos a los polígonos de cobertura del suelo. En esta comunicación se muestra la aplicabilidad del parámetro o atributo de porcentaje de superficie construida de las bases de datos SIOSE a la estimación del sellado antropogénico del suelo.

**Palabras clave:** Sellado antropogénico, cartografía, SIG, ocupación del suelo, SIOSE.

## **Impacto de diferentes tipos de suelo y su manejo en las emisiones de CO<sub>2</sub> en un viñedo de la DOCa Rioja**

Estíbaliz Rodrigo García<sup>3\*</sup>, José María Martínez-Vidaurre<sup>1</sup>, Fernando Martínez de Toda<sup>2</sup>, Carlos Tarragona Pérez<sup>3</sup>, Alicia Pou Mir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino - ICSVV (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja, CSIC). Ctra. de Burgos, Km. 6. 26007 Logroño (La Rioja)

<sup>2</sup> Universidad de La Rioja, Av. Madre de Dios 53, 26006 Logroño (Spain).

<sup>3</sup> Spectralgeo, Parque de los Lirios, 8, 26006 Logroño, La Rioja

e-mail: [estibaliz@spectralgeo.es](mailto:estibaliz@spectralgeo.es)

### **RESUMEN**

Los factores como la materia orgánica, la textura, la estructura, el pH y la actividad microbiana contribuyen a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El **objetivo** del estudio es evaluar cómo diferentes tipos de suelo afectan a las emisiones de CO<sub>2</sub> en una parcela de 40 ha de viñedo (*Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo) ubicada en Logroño (La Rioja). La diferenciación de los tipos de suelo se llevó a cabo mediante el uso del programa informático Arcgis, que analizó la información multiespectral obtenida a partir de vuelos con dron. La gestión del suelo de la zona de estudio se distingue por tener cubierta vegetal alterna y laboreo. Por lo tanto, se han establecido 3 repeticiones para cada tipo de suelo (3) y para cada método de gestión del suelo (2), lo que da como resultado un total de 18 puntos en los que se analizó la emisión de CO<sub>2</sub>. Para ello se utilizó un analizador de gases portátil con tecnología FTIR. Los **resultados** del estudio confirman variaciones significativas en las emisiones de CO<sub>2</sub> según el tipo de suelo. Se observaron diferencias de hasta 10 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> en las zonas con cubierta vegetal y de 3-5 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> en las zonas de laboreo. Al considerar las variaciones en función del manejo del suelo, se evidencia que las áreas con cubiertas vegetales emiten en promedio, 13.9 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, mientras que las áreas labradas emiten una cantidad media de 4.8 g m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Tipo de suelo, cubierta vegetal, gases de efecto invernadero, manejo de suelo, laboreo.

## **EVALUACIÓN DE LA SALUD DEL SUELO MEDIANTE CIENCIA CIUDADANA: PROYECTO “VIGILANTES DEL SUELO”**

José Manuel Mirás Avalos<sup>1,2\*</sup>, Alba Peiro<sup>3</sup>, Asun Iguarbe<sup>3</sup>, Daniel Lisbona<sup>3</sup>, Francisco Sanz<sup>3</sup>,  
Ramón Isla<sup>1</sup>, Emily Silva Araujo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos). Centro de investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

<sup>2</sup>Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Avda. de Vigo s/n, 15705, Santiago de Compostela

<sup>3</sup>Fundación Ibercivis. Campus Río Ebro Edificio I+D C, C. de Mariano Esquillor Gómez, s/n, 50018, Zaragoza

\* [jmmiras@cita-aragon.es](mailto:jmmiras@cita-aragon.es); [jmmiras@mbg.csic.es](mailto:jmmiras@mbg.csic.es)

### **RESUMEN**

Mantener o mejorar la salud del suelo es esencial para la vida en la Tierra, ya que éste proporciona servicios ecosistémicos imprescindibles (hábitat para flora y fauna, fijación de carbono, producción de alimentos, etc.). En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en “Vigilantes del Suelo”, un proyecto de Ciencia Ciudadana para determinar la salud de los suelos en España. La ciudadanía ha tomado un papel activo en las actividades científicas relacionadas con el diagnóstico de la salud de este recurso natural, generando conocimiento y creando una comunidad sólida que comparte un interés común por su preservación. Se han seleccionado 7 indicadores de fácil medida (3 propiedades físicas, 2 químicas y 2 biológicas) descritos en una guía disponible en la página web del proyecto. A través de un grupo de instituciones situadas en varias regiones españolas, se han distribuido kits con los materiales necesarios para realizar las mediciones. A través de campañas de ciencia ciudadana, el público participante realizó mediciones en suelos diferentes de su entorno. Los datos generados se recopilan en una aplicación móvil específica. Con los resultados obtenidos se ha elaborado un mapa de la salud del suelo a nivel nacional en el que, mediante una escala de colores, se ilustra la salud del suelo. A pesar de las limitaciones inherentes a la aproximación utilizada, este trabajo ha puesto de manifiesto el potencial de la ciencia ciudadana para generar gran cantidad de información relevante para el estudio de la salud del suelo a escala nacional.

**Palabras clave:** Indicadores fisicoquímicos y biológicos; Cartografía de la salud del suelo en España; Educación ambiental; Participación ciudadana; Monitorización.

## **La vitrificación ex situ, una estrategia para la remediación de suelos urbanos contaminados**

A Núria Roca<sup>a\*</sup>, Sonia Urbaneja<sup>a</sup>, Maite Garcia-Valles<sup>b</sup>, Pura Alfonso<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Dept. de BEECA, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 643, Barcelona 08028, España

<sup>b</sup> Dept. de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada, Universitat de Barcelona, C/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, España

<sup>c</sup> Dept. de Enginyeria Minera, Industrial i TIC, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. de les Bases de Manresa 61-73, 08242 Manresa, España

[nroca@ub.edu](mailto:nroca@ub.edu), Lab. Suelos, Dept. de BEECA, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 643, Barcelona 08028, España

### **RESUMEN**

La vitrificación es uno de los métodos alternativos más prometedores para la inmovilización de metales pesados contenidos en suelos contaminados y el primer paso hacia una remediación sostenible mediante la producción de vidrios y vitrocerámicos industriales. El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad de la vitrificación ex situ como estrategia de remediación de suelos urbanos contaminados con características edáficas y niveles de contaminación contrastadas de la ciudad de Barcelona. Los principales contaminantes de esos suelos son Cu, Pb y Zn con valores de 930, 1330 y 5379 mg·kg<sup>-1</sup> en el suelo altamente contaminado y 77,66, 154,42 y 256,77 mg·kg<sup>-1</sup> en el suelo ligeramente contaminado. Son suelos básicos con acumulación secundaria de CaCO<sub>3</sub> (14 - 23 %). El contenido de carbono orgánico es bajo y disminuye con la profundidad. La clase textural varía entre franco arenosa y franco arcillosa. La determinación de los óxidos mayoritarios reveló el bajo contenido en Na<sub>2</sub>O, que condiciona la viscosidad del vidrio y, por tanto, se añadió entre el 10 y 20 % en peso de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. La temperatura de fusión en ambas formulaciones es inferior a los 1450°C, lo que hace que el coste energético sea asumible y similar a los utilizados en la fabricación de vidrios sódico-cálcicos, de uso comercial. El contenido de los elementos contaminados lixiviados de los dos vidrios fabricados estuvo por debajo de los límites establecidos por la legislación europea, quedando retenidos en el vidrio. La vitrificación es una técnica eficaz de remediación de suelos contaminados.

**Palabras clave:** Contaminación de suelos, suelos urbanos, vitrificación, metales pesados, remediación de suelos.

## **LA PREDICCIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO EN SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS QUIMIOMÉTRICO DE ESPECTROS INFRARROJOS**

López-Núñez, Rafael<sup>1\*</sup>, Cobos-Sabaté Joaquín<sup>2</sup>, Cayuela-Sánchez, J. Antonio<sup>3</sup>, Almendros-Martín, Gonzalo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Av. Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla;

<sup>2</sup> Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Avda. Américo Vespucio 26, 41092 Sevilla; <sup>3</sup> Instituto de la Grasa (IG-CSIC), Ctra. de Utrera, km 1, 41013 Sevilla; <sup>4</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC), c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

rafael.lopez@csic.es

### **RESUMEN (Arial 11 pt. Negrilla. Mayúsculas. Justificación completa)**

El carbono orgánico del suelo (SOC) desempeña un papel fundamental en el secuestro del CO<sub>2</sub> atmosférico. El proyecto europeo ProbeField (*A novel protocol for robust in field monitoring of carbon stock and soil fertility based on proximal sensors and existing soil spectral libraries*) plantea técnicas innovadoras para determinar las reservas de SOC y otras propiedades relevantes en la salud de los suelos de la UE. En este estudio se analizaron 28 muestras de suelos de Andalucía mediante espectroscopía infrarroja (MIR-FTIR) (400–4000 cm<sup>-1</sup>). Un problema clásico en la cuantificación del SOC mediante FTIR en muestras completas de suelo, es que las bandas correspondientes a los grupos funcionales de la materia orgánica no son, por lo general, visibles en el espectro por su baja absorptividad en relación con las bandas minerales. El protocolo aplicado incluye: i) optimizar modelos de predicción del SOC mediante regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) aplicados a espectros FTIR, ii) ensayar métodos para extraer trazas espectrales mostrando las bandas con mayor importancia en la predicción para iii) identificar los componentes minerales que actúan como descriptores subrogados. La mejor predicción mostró un  $R^2 = 0.708$  y RMSE = 0.40. Diferentes componentes del suelo (carbonatos, óxidos y silicatos hidratados, cuarzo, minerales de arcilla tipo caolinitas y esmectitas) influyeron en el modelo, donde los carbonatos (banda a 1425 cm<sup>-1</sup>) explicaban la mayor parte de la varianza del contenido en SOC. El centrado en la media y la corrección del efecto multiplicativo de dispersión (MSC) fueron los pretratamientos espectrales más satisfactorios.

**Palabras clave:** sensores proximales, espectroscopía MIR, regresión de mínimos cuadrados parciales, PLS.

El proyecto ProbeField (Grant Agreement N° 862695) se desarrolla en el marco del European Joint Programme on Agricultural Soil Management (EJP SOIL) (<https://ejpsoil.eu/about-ejp-soil>).



## **Seguimiento del stock de carbono orgánico en el marco de la PAC: la primera etapa para una red monitorización de suelos agrícolas en España**

Lázaro-López, A., San-Juan-Heras, R., Rodríguez-Martín, J. A., Delgado, M. M., Gabriel, J. L.

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Ctra. de la Coruña, km 7,5, 28040, Madrid

[alberto.lazaro@inia.csic.es](mailto:alberto.lazaro@inia.csic.es)

### **RESUMEN**

El carbono orgánico es uno de los principales indicadores utilizados en políticas públicas para salud de los suelos. En el marco del Plan Estratégico para el nuevo periodo de la Política Agraria Común (PAC) 2023-2027 se han establecido medidas orientadas a su incremento en los suelos agrícolas de España. También se ha establecido un seguimiento para conocer el efecto de dichas medidas mediante una evaluación sistemática. Con este fin, a petición del propio Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), hemos diseñado un muestreo de cobertura estatal basado en la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE) y el Registro Único de Solicitud (RSU) de la PAC, y que conforma la red de monitorización de suelos agrícolas en España. Se trata de un reconocimiento dirigido sobre 8.000 localizaciones de cultivos y pastos, donde se designan pares de parcelas y cuyos atributos agronómicos de cobertura del suelo, sistema y tipo de cultivo, y categoría de ayuda percibida, están contrastados. En cada parcela se sigue la metodología de la red LUCAS y se toman submuestras con un cilindro de volumen determinado en 4 puntos y a 2 profundidades: hasta 10 cm, y de 10 a 30 cm. En total, se muestrearán aproximadamente 16.000 parcelas, desde las que se analizarán 32.000 muestras compuestas. Con los resultados se pretende obtener tanto el stock de los suelos agrícolas como el impacto de las medidas agronómicas en el corto y largo plazo. Además, se analizará el secuestro de carbono potencial asociado a cambios en estas prácticas.

**Palabras clave:** red de monitorización, carbono orgánico, suelos agrícolas, diseño de muestreo, LUCAS

## **IMPACTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO DE CUBIERTAS VEGETALES EN DISTINTOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN LEÑOSAS DE SECANO**

Cristina Fernández-Soler<sup>1</sup>, Elvira Díaz-Pereira<sup>1</sup>, Carolina Boix-Fayos<sup>1</sup>, Efraín Carrillo-López<sup>1</sup>, Raquel Luján<sup>1,2</sup>, María Martínez-Mena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Soil and Water Conservation Research Group, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CEBAS-CSIC. Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia, España

<sup>2</sup> Institute of Innovation and Knowledge Management, INGENIO (CSIC-UPV). Edificio 8E, Camino de Vera, Algirós, 46022 Valencia, España

Correo-e: [cfsoler@cebas.csic.es](mailto:cfsoler@cebas.csic.es)

### **RESUMEN**

La agricultura proporciona servicios beneficiosos como el suministro de alimentos, reserva de biodiversidad o regulación climática local y global, pero también perjudiciales como el calentamiento global, erosión, contaminación del suelo y del agua o la degradación de la tierra. Todo esto es dependiente de las prácticas agrícolas que se implementen. En este trabajo se adoptaron prácticas de manejo sostenible como la reducción del arado (laboreo reducido o no laboreo) y la implementación de cubiertas vegetales (sembradas o nativas) para mitigar el cambio climático y lograr una neutralidad climática para el futuro. Concretamente se evaluaron distintos servicios ecosistémicos relacionados con la salud del suelo en distintas propiedades físicas, químicas y biológicas en un sistema de almendros de secano, en 9 fincas experimentales a largo plazo, con un rango de condiciones edafo-climáticas en un ambiente semiárido Mediterráneo. Nuestros resultados mostraron una mejora significativa en la mayor parte de los indicadores cuando se redujo el laboreo y se implementaron cubiertas vegetales, en comparación con el manejo de los almendros con laboreo intensivo, en la mayor parte de las fincas experimentales testadas. Específicamente se observó una mejora en la fertilidad y en la actividad microbiológica del suelo paralelamente con una mejora en la estructura del mismo repercutiendo positivamente en el incremento en la capacidad de infiltración y en el contenido de humedad del suelo, siendo éste un aspecto clave en cultivos de secano y zonas semiáridas. Estos resultados refuerzan el beneficio de la implementación de dichas prácticas de manejo sostenible en la salud del suelo en distintas condiciones edafo-climáticas.

**Palabras clave:** Almendro de secano, ambiente semiárido Mediterráneo, cubiertas vegetales, laboreo, salud del suelo

## **Efecto de biofertilizantes sobre el rendimiento del brócoli y de los indicadores de salud del suelo**

Irene Ollio <sup>1,2\*</sup>, Vanesa Santás-Miguel <sup>3,4</sup>, Diego Soto Gómez <sup>1,3</sup>, Eva Lloret <sup>1,2</sup>, Virginia Sánchez-Navarro <sup>1,2</sup>, Silvia Martínez-Martínez <sup>1</sup>, Catalina Egea-Gilbert <sup>1,2</sup>, Juan A. Fernández <sup>1,2</sup>, David Fernández Calviño <sup>3,4</sup> and Raúl Zornoza <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Agua (GARSA). Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203, Cartagena, España

<sup>2</sup> Instituto de Biotecnología Vegetal (IBV), Campus Muralla del Mar, Edificio I+D+I, Universidad Politécnica de Cartagena, 30202, Cartagena, España

<sup>3</sup> Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, Universidad de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, España

<sup>4</sup> Instituto de Agroecología e Alimentación (IAA). Universidade de Vigo—Campus Auga, 32004 Ourense, España

\* [irene.ollio@upct.es](mailto:irene.ollio@upct.es)

### **RESUMEN**

La elevada tasa de aplicación de fertilizantes puede tener importantes consecuencias medioambientales, como la contaminación del suelo y el agua y la pérdida de biodiversidad. El objetivo del estudio era comparar el uso de biofertilizantes y fertilizantes inorgánicos en un cultivo de brócoli para determinar su impacto en la abundancia y la actividad de microorganismos del suelo, la estructura de la comunidad microbiana, la diversidad funcional de genes, el rendimiento y las emisiones de gases de efecto invernadero. Se diseñaron cuatro tratamientos de fertilización diferentes: i) fertilización convencional (F100); ii) reducción de un 50% de la fertilización convencional (F50); iii) reducción de un 50% de la fertilización convencional + la aplicación de una formulación comercial de bacterias (BAI); y iv) reducción de un 50% de la fertilización convencional + la aplicación de una formulación comercial de bacterias y hongos no micorrízicos (BAI+FU). Los resultados mostraron que la fertilización reducida y la adición de ambos productos biofertilizantes no tuvieron efectos significativos sobre los nutrientes del suelo, la población microbiana, la actividad microbiana y el rendimiento en comparación con la fertilización inorgánica convencional. No obstante, el rendimiento del brócoli estuvo positivamente relacionado con el contenido total de N en el suelo y la actividad microbiana, confirmando el efecto positivo de la actividad biológica de los suelos en la producción. Por tanto, la aplicación de biofertilizantes puede ayudar a reducir la fertilización mineral en un cultivo de brócoli sin efectos negativos sobre el rendimiento de un cultivo de brócoli y la calidad del suelo.

**Palabras clave:** CO<sub>2</sub>; N<sub>2</sub>O; CH<sub>4</sub>; Biofertilizantes; Actividades enzimáticas; PLFAs; *Brassica oleracea* var *italica* Plenck; nutrientes

## **Efecto de las cubiertas vegetales en el almacenamiento de Carbono orgánico del suelo y su influencia en la diversidad microbiana**

J. González-Canales<sup>1,2</sup>, M. Navas<sup>1,3</sup>, J.P. Martín-Sanz<sup>1</sup>, R. Ramos<sup>1</sup>, A. Moreno-Delafuente<sup>1</sup>, y B. Sastre<sup>1</sup>.

1. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Área Investigación aplicada y Extensión Agraria, Alcalá de Henares, Madrid.

2. Universidad de Alcalá (UAH) Escuela de Doctorado, Alcalá de Henares, Madrid.

3. Universidad Complutense de Madrid (UCM). Facultad de Farmacia, Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas, Madrid.

[javiergonzalezcanales@madrid.org](mailto:javiergonzalezcanales@madrid.org)

### **RESUMEN**

El uso de cubiertas vegetales en olivar como alternativa al laboreo convencional potencia cambios en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, aumentando su biodiversidad, favoreciendo la recirculación y biodisponibilidad de nutrientes. La implantación de cubierta vegetal afecta a las diferentes formas de almacenamiento de CO. El objetivo de este trabajo es comparar la influencia de distintas cubiertas vegetales en el almacenamiento de las diferentes fracciones de carbono y en la composición de las poblaciones de microorganismos del suelo. Para ello se llevó a cabo un ensayo en un olivar intensivo de la Finca Experimental "La Chimenea" (IMIDRA) al sur de la Comunidad de Madrid, con cuatro manejos de suelo: i) laboreo convencional, ii) cubierta permanente de *Brachypodium distachyon* (L), iii) cubierta permanente de vegetación espontánea y iv) cubierta anual de yeros, *Vicia ervilia* (L.). Se analizó el CO total del suelo, el fraccionamiento de la materia orgánica según Rovira & Vallejo (2002) y la abundancia de Hongos, Bacterias y Arqueas por qPCR, a profundidades (0-5cm, 5-10cm, 10-20cm y 20-30cm). Encontrando que el CO total y el carbono de las fracciones analizadas aumenta con la cubierta de vegetación espontánea frente al laboreo en todo el espesor de suelo ( $p < 0,05$ ). La población de hongos se incrementa bajo la cubierta de yeros ( $p < 0,05$ ) respecto al resto de manejos. Por lo tanto, el uso de diferentes tipos de cubiertas influye en el contenido de CO del suelo, sus distintas fracciones de almacenamiento y en la abundancia y composición de la microbiota del suelo.

**Palabras clave:** Olivar, Materia orgánica, qPCR, Biodiversidad, Cambio climático.

## **SIEMBRA DIRECTA VS. LABOREO CONVENCIONAL EN LA ROTACIÓN TRIGO-COLZA: EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO**

José Javier Guerrero-Criado\*<sup>1</sup>, Ginés Rodríguez<sup>2</sup>, Francisco Márquez-García<sup>3</sup>, María del Carmen del Campillo<sup>1</sup>, Rafael Villar<sup>2</sup>, Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía (DAUCO, Unidad de Excelencia 'María de Maeztu' 2020-2024), ETSIAM, Universidad de Córdoba, España

<sup>2</sup>Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de Córdoba, España

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Rural, ETSIAM, Universidad de Córdoba, España

g62gucrj@uco.es

### **RESUMEN**

La intensificación de los sistemas agrícolas unida a los efectos del cambio climático ha favorecido la reducción de la biodiversidad y del contenido de materia orgánica del suelo, disminuyendo su funcionalidad y salud. Para frenar esta tendencia es necesario desarrollar prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente que favorezcan la transición ecológica de la agricultura y la recuperación de la salud del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar la sostenibilidad de diferentes técnicas de manejo del suelo en rotaciones agrícolas de secano del sur de España a partir de indicadores de salud del suelo. Para ello se llevó a cabo un ensayo de cultivo compuesto por dos bloques de dos parcelas de 5 ha cada uno, donde se desarrolló una rotación trigo-colza. En uno de los bloques se realiza siembra directa desde hace 13 años, mientras que en el otro se practica laboreo convencional. Para poder determinar la sostenibilidad de ambas prácticas, se evaluaron indicadores de salud del suelo como densidad aparente, materia orgánica, disponibilidad de nutrientes, carbono y nitrógeno microbiano, y biodiversidad de meso y macrofauna edáfica. La tipología del suelo existente en la finca experimental fue clave para producir diferencias significativas entre las dos prácticas agrícolas evaluadas, especialmente en densidad aparente, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes. Por tanto, la introducción de técnicas de agricultura de conservación como la siembra directa permitieron desarrollar una agricultura más sostenible, aunque su efecto es función de las propiedades específicas del suelo (tipología).

**Palabras clave:** salud del suelo, agricultura de conservación, siembra directa, rotación de cultivos, biodiversidad.

## **Bioestimulantes sobre cubiertas vegetales para fertilización sostenible y secuestro de carbono**

Repullo-Ruibérriz de Torres, M.A.<sup>1,2\*</sup>, Moreno-García, M.<sup>3</sup>, Ordóñez-Fernández, R.<sup>3</sup>, Carbonell-Bojollo, R.M.<sup>3</sup>, Baigorri Ekisoain, R.<sup>4</sup>, González-Sánchez, E.J.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes (ETSIAM), Universidad de Córdoba, España

<sup>2</sup> European Conservation Agriculture Federation (ECAAF), Bélgica

<sup>3</sup> IFAPA, Área Recursos Naturales y Forestales, centro Alameda del Obispo, España

<sup>4</sup> Fertinagro Biotech, S.L., Departamento de Desarrollo para la Sostenibilidad Agroalimentaria (I+D+i), España

\*g72rerum@uco.es

### **RESUMEN**

La extensa superficie de cultivos arbóreos en España presenta un alto potencial de fijación de carbono si se realizan buenas prácticas de manejo que proporcionen este y otros servicios ecosistémicos. Las cubiertas vegetales son una práctica crucial para la salud del suelo en cultivos leñosos y han demostrado ser eficientes para reducir la erosión y mantener la fertilidad.

El trabajo presenta una estrategia de manejo de la cubierta con aplicación de dos bioestimulantes con los siguientes objetivos principales: maximizar la fijación biológica de nitrógeno de la cubierta antes de ser controlada; y favorecer la mineralización de dicho nitrógeno tras el control minimizando la mineralización de carbono.

El estudio se realizó en dos olivares situados en una estación experimental, donde se sembró una cubierta mixta de veza y cebada en secano, y en una explotación comercial de regadío con cubierta espontánea. Se comparó el tratamiento con aplicación de bioestimulantes sobre la cubierta con un tratamiento control de cubierta sin aplicación de estos.

Se estudió la evolución de la cubierta y el suelo, analizando el porcentaje de cobertura que proporciona la cubierta, el nitrógeno mineral y el carbono orgánico del suelo.

Los datos de la primera campaña de muestreo (2022-2023) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al contenido de nitrógeno y carbono del suelo. El grado de cobertura de la cubierta sembrada fue menor a la cubierta espontánea de la explotación comercial, dado que quedaba establecida con anterioridad a la sembrada, disponía de riego y hubo escasez de precipitaciones.

**Palabras clave:** Olivar, Bioestimulantes, Cubiertas vegetales, Cambio climático, Nitrógeno, Carbono

## **NO LABOREO Y MANEJO ECOLÓGICO COMO ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS DE SECANO SEMIÁRIDO DEL VALLE DEL EBRO**

Isla R.<sup>1\*</sup>, Zugasti I.<sup>1</sup>, Araujo E.S.<sup>1</sup>, Dechmi F.<sup>1</sup>, Clavería I.<sup>1</sup>, Mirás-Avalos J.M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos). Centro de investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, Spain.

<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Avda. de Vigo s/n, 15705, Santiago de Compostela, Spain

\* risla@cita-aragon.es

### **RESUMEN**

Mejorar la calidad de los suelos agrícolas es crucial para mitigar los efectos negativos del cambio climático y garantizar la capacidad productiva de los agrosistemas. Por ello, se realizó un estudio para evaluar el efecto a largo plazo (+10 años) del manejo ecológico (Ecol) y en siembra directa (SD) en sistemas extensivos de secano semiárido localizados en Sádaba (Zaragoza) sobre la calidad de los suelos, comparados con un manejo convencional con laboreo (LC). Se llevó a cabo un muestreo intensivo del suelo sobre 3 parcelas adyacentes, evaluando tanto propiedades fisicoquímicas, como biológicas. El porcentaje de agregados estables al agua y los contenidos en macronutrientes (N, P, K) no presentaron diferencias significativas entre los 3 sistemas de manejo. La capacidad de intercambio catiónico fue menor en LC comparada con SD y Ecol. La materia orgánica suelo (MOS) fue superior en Ecol (2,9%) que en SD (2,5%), obteniéndose el menor valor en LC. Paralelamente, el N orgánico fue inferior en LC comparado con los otros dos sistemas. Si bien la cantidad de carbono estimada en la biomasa microbiana no fue diferente entre los 3 sistemas evaluados, tanto la respiración basal inicial como la acumulada (24h) fue mayor en Ecol que en SD, y en SD comparado con LC. La diversidad de artrópodos fue 20% y 43% inferior en SD y LC que en Ecol. Considerando los parámetros evaluados en conjunto, el sistema Ecol presentó mejor calidad de suelo que SD, y este que LC.

**Palabras clave:** Siembra directa, agricultura ecológica, materia orgánica, cultivos extensivos

## **Evaluación de los efectos de nanoagroquímicos NPK y ácidos húmicos en la tolerancia de la comunidad bacteriana de suelos agrícolas**

González-Feijoo, Rocío<sup>1,2</sup>; Martínez-Castillo, Cecilia<sup>1,2</sup>; Arias-Estévez, Manuel<sup>1,2</sup>; Pérez-Rodríguez, Paula<sup>1,2</sup>; Arenas-Lago, Daniel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal e Ciencias do Solo, Area de Edafología e Química Agrícola, Facultade de Ciencias, Universidade de Vigo, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain.

<sup>2</sup> Instituto de Agroecoloxía e Alimentación (IAA), Campus Auga, Universidade de Vigo, 32004 Ourense, Spain.

rocio.gonzalez.feijoo@uvigo.gal

### **RESUMEN**

La creciente población mundial ha generado la necesidad de aumentar la producción agrícola. En este contexto, la nanotecnología se presenta como una herramienta innovadora, especialmente a través de la aplicación de nanoagroquímicos con capacidad de mejorar la eficiencia agrícola de manera sostenible. Sin embargo, es esencial evaluar los impactos ambientales del uso de nanoagroquímicos, incluyendo aquellos sobre la microbiota del suelo. El objetivo de este estudio es analizar los efectos de nanopartículas sintetizadas en laboratorio basadas en macronutrientes NPK (hidroxiapatita-urea, fosfato de magnesio-urea, sulfato de potasio) en diferentes dosis (0, 15.6, 31.3, 62.5, 125, 250, 500, 1000 mg/L) sobre la comunidad bacteriana de dos suelos agrícolas con diferentes contenidos de materia orgánica (4% y 20%). Además, se evaluó el efecto conjunto de las nanopartículas y ácidos húmicos en distintas concentraciones (0, 0.05, 0.1 y 0.2 mg/L). Se realizaron ensayos de tolerancia de la comunidad bacteriana (PICT) a las nanopartículas, con y sin ácidos húmicos. Esto se llevó a cabo mediante la extracción de la comunidad bacteriana de los dos suelos (1 g de suelo: 10 ml de agua) y exponiéndola a los nanoagroquímicos, con y sin ácidos húmicos. Los resultados indican que el crecimiento bacteriano fue mayor a concentraciones bajas de nanoagroquímicos, mientras que altas concentraciones de nanopartículas provocaron una disminución en el crecimiento bacteriano. Los ácidos húmicos mitigaron la inhibición del crecimiento bacteriano a concentraciones elevadas de nanopartículas. Además, la comunidad bacteriana del suelo con 4% de materia orgánica experimentó una inhibición mayor que la del suelo con 20%.

**Palabras clave:** Nanoagroquímico, impacto ambiental, agrícola sostenible, tolerancia bacteriana, ácidos húmicos.

## **LA MICROMORFOLOGÍA DE SUELOS PERMITE DISTINGUIR ENTRE DIFERENTES TRATAMIENTOS CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN TECNOSUELOS DE UNA CANTERA CALIZA**

Rocío Soria<sup>1</sup>, Albert Solé-Benet<sup>2</sup>, Raúl Ortega<sup>1</sup>, Isabel Miralles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía y Centro de Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería, España.

<sup>2</sup>Estacion Experimental de Zonas Áridas (CSIC), Almería, España.

rocio.soria@ual.es

### **RESUMEN**

El estudio se realizó en una cantera calcárea en la Sierra de Gádor, Almería. Se aplicaron cinco tratamientos aplicando enmiendas orgánicas en parcelas de 50 m<sup>2</sup> con la finalidad de mejorar el sustrato degradado resultante tras la extracción de áridos. Los tratamientos, aparte del control, consistieron en compost vegetal de jardinería, compost de invernadero, lodo EDAR, y mezclas de lodo con ambos compost vegetales (3 réplicas/tratamiento). Se plantaron 40 individuos de *Macrochloa tenacissima* en cada parcela. Tras 5 años se tomaron cajas de Kubiena en los primeros 10 cm, en la rizosfera bajo planta y entre plantas. Después de consolidar las muestras al vacío con poliéster no saturado, se fabricaron un total de 26 láminas delgadas (9x5 cm) que se describieron con el microscopio polarizante. Los resultados mostraron claras diferencias entre los tratamientos. El tamaño de las partículas orgánicas de lodo fue siempre inferior al del compost vegetal, que presenta un rango mayor (1mm < x > 1cm), estando este último mejor incorporado a la matriz mineral del suelo, y siendo mejor en los compost de invernadero que en los de jardinería. En general, bajo planta se observó un mayor número de agregados orgánicos que entre planta, mientras que no se observaron agregados orgánicos en los tecnosuelos control. Aunque la evolución de los tecnosuelos desde la aplicación de los tratamientos es escasa, se puede observar una incipiente incorporación en la matriz orgánica del suelo, que ha sido confirmada con un mayor crecimiento vegetal, especialmente en los tecnosuelos con compost de invernadero.

**Palabras clave:** agregación, enmiendas orgánicas, tecnosuelos, microscopía óptica, restauración.

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por los proyectos BIOQUALIRES - PID2021-1275910B-100/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE y CLIMARESTOR - TED2021-132687B-I00/ AEI/10.13039/501100011033/Unión Europea Next Generation EU/PRTR, a través del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

## **DINÁMICA DEL CARBONO EN LA INTERFAZ RAÍZ-SUELO DE SUELOS RESTAURADOS CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO INDUCIDO**

Rocío Soria<sup>1</sup>, Ángel Fernández-Cortés<sup>2</sup>, Raúl Ortega<sup>1</sup>, Isabel Miralles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía y Centro de Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería, Ed. CITE IIB, 04120 Almería. España.

<sup>2</sup>Departamento de Biología y Geología, Centro Andaluz de Cambio Global – Hermelindo Castro. Universidad de Almería, ed. CITE V 04120 Almería. España.

rocio.soria@ual.es

### **RESUMEN**

Restaurar suelos degradados mediante la aplicación de enmiendas orgánicas podría ser una estrategia adecuada para mitigar emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el tipo de enmienda y las condiciones climáticas tienen una implicación directa en la dinámica del carbono. Se estudiaron las variaciones en la concentración de CO<sub>2</sub> ([CO<sub>2</sub>]) y la señal isotópica del carbono ( $\delta^{13}\text{C-CO}_2$ ) en un escenario de cambio climático inducido en suelos mineros restaurados con enmiendas orgánicas en la Sierra de Gádor (Almería). Para ello, se instalaron campanas de calentamiento simulado (CS) en plantas de *Stipa tenacissima*. Se tomaron muestras de gas en la interfaz suelo-raíz en plantas con y sin CS. Los suelos habían sido tratados cinco años antes con compost de jardines, de invernadero, lodos EDAR, y dos mezclas entre ellos. El primer muestreo (t1) se realizó tras las primeras lluvias después de un seco y caluroso verano (23 l/m<sup>2</sup>, T<sub>media</sub>24°C) y el segundo (t2) tras el siguiente evento de lluvia (8.7 l/m<sup>2</sup>, T<sub>media</sub>20°C). Los suelos restaurados presentaron valores de [CO<sub>2</sub>] y  $\delta^{13}\text{C-CO}_2$  significativamente superiores a los suelos sin enmienda en ambos muestreos, siendo muy superiores (p<0.05) en t1, y especialmente en suelos sin CS. Curiosamente, los suelos con lodo mostraron la menor [CO<sub>2</sub>] entre los suelos tratados en el escenario con CS tras un fuerte evento de lluvia. Estos resultados sugieren una disminución de la concentración de C orgánico entre fechas de muestreo debido a la descomposición de la materia orgánica y a una mayor actividad de la microbiota a temperatura ambiental en presencia de abundantes lluvias.

**Palabras clave:** señal isotópica, enmiendas orgánicas, tecnosuelos, restauración, calentamiento inducido, emisiones de CO<sub>2</sub>

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por los proyectos BIOQUALIRES - PID2021-1275910B-I00/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE y CLIMARESTOR - TED2021-132687B-I00/ AEI/10.13039/501100011033/Unión Europea Next Generation EU/PRTR, a través del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

## **EFFECTOS DEL CAMBIO DE USO SOBRE LAS PROPIEDADES DE SUELOS EN EL PIAMONTE (NE-ITALIA)**

Hais, A. <sup>1</sup>; Barbero, C. <sup>1</sup>; Pietro, L. <sup>1</sup>; Martí-Dalmau, C. <sup>2</sup>; Badía-Villas, D. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Life Sciences and Systems Biology, Università degli studi di Torino, Accademia Albertina 13 - 10123 Torino, Italia

<sup>2</sup> GEOFOREST, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior, Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, 22071 Huesca, Spain

[badia@unizar.es?](mailto:badia@unizar.es)

### **RESUMEN**

El cambio de uso del territorio, por ejemplo forestal a agrícola, puede modificar diversas propiedades del suelo [1]. Por otro lado, las hormigas son valiosas ingenieras de ecosistemas que regulan procesos ecológicos fundamentales y se consideran bioindicadores de la salud del suelo [2]. El objetivo de este estudio es evaluar tanto el impacto de los hormigueros como la influencia del cambio de uso del territorio sobre propiedades bioquímicas del suelo.

En este trabajo se comparan los cambios generados en el suelo al transformarse un prado de siega abandonado, décadas atrás, en viñedos bajo distinto manejo: convencional (unos 50 años atrás) y ecológico (hace unos 15 años). La zona de estudio se sitúa a unos 400 metros de altitud, en la localidad de Serralunga d'Alba (Piamonte, NO-Italia). Su PAM es de 1080 mm/año y su TAM es de 12.8°C. Se han muestreado los suelos por triplicado bajo cada uso del suelo (prado, viñedo orgánico y convencional) y según el grado de bioturbación por hormigueros de *Lasius paralienus* (presencia/ausencia) durante el mes de septiembre 2023. Cada réplica estaba formada por dos muestras compuestas, con un metro de separación entre ellas. El suelo se muestreó a una profundidad de 0-5 cm.

Se han determinado pH, CE, MOT y respiración del suelo. Los resultados muestran que se produce un descenso en el contenido de materia orgánica (y propiedades relacionadas) con el cambio de uso de prado a viñedo orgánico y, éste a su vez, a viñedo convencional. La presencia de hormigueros de *Lasius paralienus* no mostró diferencias significativas en las propiedades edáficas analizadas.

- [1] Lorenzo, M.; Badía, D.; Martí, C. (2001). Influencia del cambio de uso sobre la disponibilidad hídrica de suelos del Altoaragón. *Georgica*, 8: 43-60
- [2] Nooten, S., Schultheiss, P., Rowe, R.C., Facey, S.L., Cook, J.M. (2019). Habitat complexity affects functional traits and diversity of ant assemblages in urban green spaces (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 29, 67–77.

**Palabras clave:** cambio de uso (prado, viñedos), hormigas, suelos, materia orgánica

## **EFFECTO DEL LABOREO SOBRE LA DIVERSIDAD DE MICROARTRÓPODOS EN CULTIVOS EXTENSIVOS DE REGADÍO EN EL VALLE DEL EBRO**

Araujo, E.S.<sup>1\*</sup>, Isla R.<sup>1</sup>, Zugasti I.<sup>1</sup>, Clavería I.<sup>1</sup>, Dechmi F.<sup>1</sup>, Mirás-Avalos J.M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos). Centro de investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, Spain.

<sup>2</sup> Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Avda. de Vigo s/n, 15705, Santiago de Compostela, Spain.

\* esilva@cita-aragon.es

### **RESUMEN**

La fauna edáfica es fundamental en el suelo para la descomposición de la materia orgánica, el reciclado de nutrientes, y la regulación del ciclo del agua, entre otros. Por ello, es un buen indicador de la calidad del suelo. Se evaluó el impacto a largo plazo (+10 años) de la gestión del suelo mediante siembra directa (SD) y laboreo convencional (LC) sobre la diversidad de microartrópodos en dos parcelas adyacentes dedicadas a cultivos extensivos en regadío en Pina de Ebro (Zaragoza). Se determinaron varias propiedades fisicoquímicas del suelo y el índice de diversidad de artrópodos (QBS-ar) en 4 muestras por parcela. La parcela bajo SD presentó valores mayores que en LC para porcentaje de agregados estables, capacidad de intercambio catiónico y contenido en nitrógeno mineral. Los valores de QBS-ar fueron significativamente más elevados en SD (QBS-ar = 95) que en LC (QBS-ar = 56,3). Sin embargo, el número de formas biológicas fue similar en ambas parcelas. Algunos grupos como diplópodos y sínfilos únicamente se observaron en las muestras de la parcela bajo SD. Además, la presencia de isópodos y quilópodos fue más frecuente en la parcela bajo SD. Se detectaron correlaciones significativas entre QBS-ar y punto de marchitez permanente ( $r = 0,89$ ), porcentaje de agregados estables ( $r = 0,92$ ), capacidad de intercambio catiónico ( $r = 0,79$ ). Estos resultados sugieren que la diversidad de microartrópodos es un indicador sensible a los cambios en el manejo del suelo.

**Palabras clave:** Agricultura sostenible, bioindicador, fauna edáfica, salud del suelo, siembra directa.

# Impacto del manejo del suelo y plagas en viñedos DOCa Rioja y DO Navarra: actividad $\beta$ -glucosidasa y abundancia de nematodos

Peregrina, Fernando<sup>1</sup>; Mariscal-Sancho, Ignacio<sup>1</sup>; Hontoria Fernández, Chiquinquirá<sup>1</sup>; Moliner Aramendía, Ana<sup>1</sup>; Campos-Herrera, Raquel<sup>2</sup>; Blanco-Pérez, Rubén<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Área de Edafología, Dpto. de Producción Agraria, ETSIIAB, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias de la Vid y El Vino (CSIC-Universidad de La Rioja-Gobierno de La Rioja), Logroño

<sup>3</sup> Misión Biológica de Galicia, CSIC, Pontevedra

fernando.peregrina@upm.es

## RESUMEN

En la viticultura sostenible, es crucial comprender cómo las prácticas de manejo de plagas y de manejo del suelo influyen en la salud del suelo. Este estudio evalúa el impacto de las prácticas ecológicas y el manejo del suelo en viñedos, enfocándose en la actividad  $\beta$ -glucosidasa, y su relación con la nematofauna. En la primavera de 2023, se muestrearon 24 viñedos distribuidos por la D.O.Ca. Rioja y D.O. Navarra, caracterizados por: (1) estar en producción ecológica o integrada y (2) por su manejo de suelo (laboreo o cubierta vegetal). Se recolectaron dos muestras por viñedo a 0-20 cm de profundidad, cada una compuesta de 15 submuestras, donde se determinó la actividad  $\beta$ -glucosidasa y el contenido total de ADN extraído a través de centrifugación en sacarosa (microfauna, mayoritariamente nematodos). Los resultados revelan que el manejo ecológico incrementó significativamente la actividad  $\beta$ -glucosidasa y la cantidad de ADN extraído frente al manejo integrado (tanto con laboreo como con cubiertas). Mientras que la cubierta vegetal tendió a incrementar estos parámetros respecto del laboreo (también en ambos manejos ecológico e integrado). Esto indicaría que el manejo ecológico favorece las poblaciones de microorganismos, que son los que excretan la enzima  $\beta$ -glucosidasa, y de microfauna del suelo. En conclusión, este estudio muestra que la actividad  $\beta$ -glucosidasa puede ser un bioindicador eficaz de la salud del suelo agrícola con el que destacar la importancia de las prácticas ecológicas y alternativas al laboreo tradicional, fundamentales en la promoción de un ecosistema de suelo saludable en los viñedos.

**Palabras clave:** actividad  $\beta$ -glucosidasa, cubiertas vegetales, nemátodos del suelo, indicadores de salud del suelo, viñedos ecológicos

## **Estudio de las funciones potenciales en el ciclo del fósforo de las comunidades bacterianas en suelos restaurados con enmiendas orgánicas en un clima semiárido.**

Ana Belén Villafuerte Acuña<sup>1</sup>, André M. Comeau<sup>2</sup>, Raúl Ortega<sup>1</sup>, Isabel Miralles<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> *Departamento de Agronomía y Centro de Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Universidad de Almería, E-04120, Almería, España.*

<sup>2</sup> *Integrated Microbiome Resource (IMR), Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada*

[ava827@ual.es](mailto:ava827@ual.es); [imiralles@ual.es](mailto:imiralles@ual.es)

### **RESUMEN**

La minería a cielo abierto elimina los horizontes superficiales fértiles del suelo afectando a las comunidades microbianas y como consecuencia influyendo en los ciclos biogeoquímicos. Una alternativa para restaurar estos suelos degradados es la incorporación de enmiendas orgánicas. Sin embargo, los cambios funcionales que se producen en la microbiota edáfica tras su aplicación son aún poco conocidos. El objetivo de este estudio fue realizar un perfil funcional del metabolismo de fosfonatos y fosfinatos en suelos restaurados con diferentes enmiendas orgánicas mediante secuenciación metagenómica shotgun (MGS). Las parcelas experimentales se establecieron en una cantera de piedra caliza en la Sierra de Gádor (SE, España). Se aplicaron cinco enmiendas orgánicas diferentes (3 réplicas por tratamiento): compost de residuos de invernadero (HOR), compost de residuos de jardín (GAR), lodos EDAR (SS), mezcla 1 (SS+HOR), mezcla 2 (SS+GAR) y suelos sin enmiendas como controles (CON). Seis meses después, se recogieron muestras de suelo para la extracción de ADN. La secuenciación se realizó con un Illumina NextSeq 550 y se utilizó el software KEEGCharter para generar un mapa del metabolismo de fosfonatos y fosfinatos a partir de los RPKM de los números de comisión enzimática (EC) potenciales. Se identificaron dieciocho números EC potenciales. La enzima EC 4.7.1.1.1 mostró mayor potencial en suelos tratados en comparación con suelos CON. Esta enzima forma parte del complejo C-P liasa, responsable de procesar los fosfonatos en fosfato utilizable, lo que podría indicar que los tratamientos con enmiendas orgánicas favorecen el desempeño de estas funciones en el ciclo del fósforo.

**Palabras Clave:** enmiendas orgánicas, restauración de suelos, secuenciación metagenómica, ciclos biogeoquímicos, perfiles funcionales.

**Agradecimientos.** Este estudio ha sido financiado con fondos del Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos BIOQUALIRES-PID2021-127591OB-I00/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE y CLIMARESTOR-TED2021-132687B-I00/AEI/10.13039/501100011033/ Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

## **Las enmiendas orgánicas favorecen la estructura y estabilidad de agregados en tecnosuelos restaurados en un clima semiárido**

J. López<sup>1</sup>, F. Watteau<sup>2</sup>, R. Soria<sup>1</sup>, R. Ortega<sup>1</sup>, I. Miralles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía y Centro de Agrosistemas Intensivos Mediterráneos y Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Área de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Almería, España.

<sup>2</sup>Université de Lorraine, CNRS, LRGP, F-54000 Nancy, France.

jlopezpe@ual.es

**La minería degrada los suelos alterando su estructura. Una posible solución a para restaurar los suelos cuando cesa la actividad es la aplicación de enmiendas orgánicas, que podrían contribuir al desarrollo de la estructura del suelo y promover la formación de agregados estables. El objetivo de este trabajo fue estudiar la estructura del suelo con Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM) y la estabilidad de agregados mediante tamizado en húmedo, en tecnosuelos de una cantera cinco años tras la aplicación de enmiendas orgánicas. El estudio se realizó en la interfase suelo-raíz de *Macrochloa tenacissima*. Los residuos orgánicos aplicados fueron compost de cultivos de invernadero (CC), lodos EDAR estabilizados (SS) y una mezcla entre ellos (CC+SS). Además, suelos sin enmiendas fueron utilizados como control (CON). Las observaciones de campo mostraron que los tecnosuelos tratados presentaban mayor biomasa y desarrollo radicular que los CON. Además, los tecnosuelos tratados presentaron una mayor agregación directa (por acción de microorganismos) e indirecta (absorción de minerales en paredes celulares biodegradadas), y presentaron un 13.3% más de agregados estables que CON. SS y CC+SS mostraron una mayor actividad bacteriana, aparentemente ligada a la agregación comparada con CON. Por otro lado, se detectó la presencia de hongos en CC y CC+SS, que podrían estar contribuyendo a la degradación de tejido radicular leñoso. Estos resultados sugieren que las enmiendas orgánicas ejercen un efecto positivo en la formación de agregados estables en suelos restaurados, ya que mejoran la actividad de la microbiota edáfica y favorecen la degradación de materia orgánica.**

**Palabras clave:** Restauración, Tecnosuelos, Enmienda orgánica, Agregación estructural, compost, microbiota edáfica

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por los proyectos BIOQUALIRES - PID2021-1275910B-I00/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE y CLIMARESTOR - TED2021-132687B-I00/ AEI/10.13039/501100011033/Unión Europea Next Generation EU/PRTR, a través del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

## **El suelo como recurso didáctico de gran versatilidad en la enseñanza de las Ciencias Experimentales**

De Aymerich Vadillo, B.<sup>1</sup>; Andrea Martín <sup>2</sup>; Milagros Navarro<sup>3</sup>; Gonzalo Sacristán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, Calle Villadiego s/n 09001, Burgos (España)

<sup>2</sup>Área de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, Plaza Missael Bañuelos s/n 09001, Burgos (España)

<sup>3</sup>Grupo de Investigación en Compostaje. EPS La Milanera. C/ Villadiego s/n. 09001 Burgos

Dra. Bárbara de Aymerich Vadillo: [bdayerich@ubu.es](mailto:bdayerich@ubu.es)

### **RESUMEN**

La Edafología se presenta como una gran desconocida dentro de la didáctica de las Ciencias Experimentales. El estudio del suelo, entidad compleja, es una herramienta muy versátil para introducir conceptos de química, física o biología (microbiología) en edades muy tempranas. La Escuela de Pequeñ@s Científic@s *Espiciencia* (Espinosa de los Monteros, Burgos) en colaboración con las áreas de “Edafología y Química Agrícola” y de “Microbiología” de la Universidad de Burgos (UBU), ha realizado multitud de proyectos a este respecto, manteniendo siempre el objetivo de inspirar a otros docentes e investigadores en su camino de acercamiento del Suelo a los escolares. Para el desarrollo de estos proyectos se ha utilizado la metodología de S.T.E.M. integrado, abordando problemáticas como la descriptiva físico-química de los suelos de la comarca de las Merindades, las relaciones tróficas de su mesofauna o el potencial de su microbiota como biorremediadora de suelos estériles. También se aborda la participación de niños y jóvenes en proyectos de Ciencia Ciudadana como los programas “Servet X” o “Vigilantes del Suelo”, de gran interés para el conocimiento y divulgación de la Edafología. Desde la UBU, también se han desarrollado diversos talleres prácticos tales como “Un mundo bajo tus pies: Cultiva tu Huerto Ecológico” o “Tierra y bichos, ¡qué asco más guay!”. La visibilidad del Suelo como ente vivo, como recurso no renovable de vital importancia natural, cultural y social, debería abordarse con mayor profundidad en los currículos escolares españoles, siempre desde la indagación y el aprendizaje significativo.

**Palabras clave:** Didáctica de las Ciencias, Ciencia Ciudadana, alfabetización científica, edafología en la escuela

## **INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO EN ROTACIONES DE CULTIVOS EXTENSIVOS SOBRE LA MICROBIOTA DEL SUELO**

Miralles-Orduña, A.<sup>1</sup>, Marco, P.<sup>1</sup>, Isla, R.<sup>2</sup>, Araujo, E.S.<sup>2</sup>, González, V.<sup>2</sup>, Mirás-Avalos, J.M.<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Zaragoza, Spain

<sup>2</sup> Departamento de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente (Unidad asociada a EEAD-CSIC Suelos y Riegos). Centro de investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, Spain.

<sup>3</sup> Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MBG-CSIC), Sede Santiago de Compostela, Avda. de Vigo s/n, 15705, Santiago de Compostela, Spain.

\* [jmmiras@cita-aragon.es](mailto:jmmiras@cita-aragon.es); [jmmiras@mbg.csic.es](mailto:jmmiras@mbg.csic.es)

### **RESUMEN**

La diversidad microbiológica del suelo es crucial para la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, ya que está directamente relacionada con los ciclos de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica, por lo que contribuye a la fertilidad del suelo, reduciendo el consumo de insumos externos. Además, los microorganismos edáficos mejoran la estructura del suelo favoreciendo la formación de agregados, permitiendo una mayor retención de agua, facilitando el flujo de aire y, por tanto, evitando la degradación del suelo. Además, algunos microorganismos, concretamente las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR), han demostrado tener un efecto directo sobre la planta fijando determinados nutrientes (nitrógeno o fósforo), haciéndolos disponibles para las plantas, o mejorando la resistencia del cultivo frente al estrés ambiental o al ataque de patógenos.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la microbiota viable total y la diversidad microbiana de parcelas dedicadas al cultivo de cereales, tanto en secano como en regadío, y con manejos en ecológico, siembra directa y laboreo convencional en tres localidades de Aragón (Castejón del Puente, Pina de Ebro y Sádaba). En todos los casos, los recuentos totales han sido superiores a 7,5 log ufc/g. Independientemente de la localización y el manejo, los grupos microbianos más abundantes han sido Rhizobiales y Actinomicetos (>7 log ufc/g), seguido del G<sup>o</sup> *Pseudomonas* (entre 5,5 y 7 log ufc/g) y la micobiota (≈5 log ufc/g). Estos resultados indican una elevada carga microbiana, aunque sin apenas diferencias entre suelos analizados.

**Palabras clave:** Agricultura de conservación; bacterias promotoras de crecimiento vegetal; diversidad microbiana; salud del suelo; siembra directa.

## **EFFECTO DEL SECADO AL AIRE DE MUESTRAS DE SUELO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN UN OLIVAR SEMIÁRIDO DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

Juan Pedro Martín-Sanz<sup>1\*</sup>, Javier González-Canales<sup>1, 2</sup>, Rubén Ramos Nieto<sup>1</sup>, Ana Moreno-Delafuente<sup>1</sup>, Mariela Navas<sup>3</sup> y Blanca Sastre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área de Investigación Aplicada y Extensión Agraria, Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)

<sup>2</sup> Escuela de doctorado, Universidad de Alcalá (UAH)

<sup>3</sup> Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas, Universidad Complutense de Madrid (UCM)

\*[juanpedro.martin@madrid.org](mailto:juanpedro.martin@madrid.org)

### **RESUMEN**

Las propiedades biológicas son las primeras afectadas por procesos de degradación en los suelos, siendo las actividades enzimáticas uno de los indicadores biológicos más utilizados para el estudio de este tipo de procesos. El estudio de las actividades enzimáticas supone la necesidad de mantener refrigeradas las muestras de suelo, lo que conlleva cierta dificultad en su gestión, especialmente desde un punto de vista de logística o almacenaje. Sin embargo, la correcta gestión de las muestras de suelo es un factor clave en la obtención de resultados fiables. El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia que ejerce secar al aire las muestras de suelo en el análisis de sus actividades enzimáticas. La zona de estudio se localizó en una parcela de olivar de la Finca Experimental La Chimenea (IMIDRA) con cuatro tratamientos de cubierta: i) laboreo convencional, ii) cubierta permanente de *Brachypodium distachyon* (L) P. Beauv., iii) cubierta permanente de vegetación espontánea y iv) yeros (*Vicia ervilia* (L.) Willd). Se analizaron actividades enzimáticas relacionadas con los ciclos del C, N, P y S:  $\beta$ -glucosidasa, ureasa, fosfatasa y arilsulfatasa respectivamente, en muestras refrigeradas a 4°C y analizadas justo después del muestreo y en muestras secadas al aire durante cuatro meses después del muestreo. Como resultados, en los ANOVA realizados, el secado de las muestras al aire no influyó en las actividades enzimáticas analizadas ( $P < 0,05$ ), por lo que esta forma de almacenamiento de las muestras facilitaría su gestión sin reducir la fiabilidad de los resultados.

**Palabras clave:** Actividad Enzimática; Olivar; Semiárido; Indicadores; Calidad del Suelo

## **MODIFICACIÓN DE LAS FRACCIONES DE FÓSFORO POR APLICACIÓN DE FERTILIZANTES DE BASE ORGÁNICA EN SUELOS POBRES EN MATERIA ORGÁNICA**

Lucía Guerrero-Gallardo, José Javier Guerrero-Criado, María Carmen del Campillo, Antonio Rafael Sánchez-Rodríguez

Departamento de Agronomía, Unidad de Excelencia María de Maeztu, Universidad de Córdoba, Campus Universitario de Rabanales. Edificio C4, Ctra. Madrid, km 396, 14071 Córdoba, España.

g62gugal@uco.es

### **RESUMEN**

La misión europea “Cuidar de los suelos es cuidar de la vida” pretende que para 2030 el 75% de los suelos europeos sean saludables. En España, uno de los principales problemas es el bajo contenido en materia orgánica, y, sumado a la erosión y la escasez de recursos minerales, requiere una búsqueda de alternativas a los fertilizantes tradicionales. Los fertilizantes de base orgánica, son fuente de nutrientes y de materia orgánica, por lo que pueden ser una opción plausible para mejorar la funcionalidad de nuestros suelos. Sin embargo, la aplicación de estos subproductos de origen variado puede alterar la disponibilidad de nutrientes críticos para la agricultura, como es el caso del fósforo (P). Para ello, se ha puesto a punto un protocolo adaptado a los suelos de áreas mediterráneas con el objetivo de evaluar la alteración de las fracciones de P con la aplicación de fertilizantes de base orgánica (harina de sangre, alperujo compostado, residuo sólido urbano compostado y vermicompost, incluyendo un control negativo sin aplicación de subproductos y un control positivo con aplicación de fertilizante fosfatado mineral), utilizando 4 suelos con mineralogía y propiedades fisicoquímicas variadas, típicos del área mediterránea, donde se ha desarrollado la rotación trigo-girasol. Este fraccionamiento, adaptado a la mineralogía de nuestros suelos mediterráneos (carbonatos, óxidos de hierro, filosilicatos) parece generar resultados que ayudan a comprender de forma más cercana a la realidad la dinámica del P en nuestros suelos cuando se aplican fertilizantes de base orgánica, a diferencia de otros métodos de uso más extendido.

**Palabras clave:** Economía circular, fraccionamiento de fósforo, enmiendas orgánicas estabilizadas, suelos mediterráneos, salud del suelo.

## **Efecto de la adición de biochar en el microbioma de suelos calcáreos y yesosos cultivados con cebada.**

Guirado, M.<sup>1</sup>; Sierra-Herráiz, M.J.<sup>1</sup>; Saldaña, R.<sup>1</sup>; Díaz-Reyes, J.<sup>1</sup>; Menarguez, C.<sup>1</sup>, Arévalo, N.<sup>1</sup>; Millán, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medio Ambiente , CIEMAT, Avenida Complutense 40, Madrid 28040, Spain.

maria.guirado@ciemat.es

### **RESUMEN**

Dos suelos marginales, calcáreo y calcáreo yesífero, de dos parcelas experimentales muy cercanas entre sí, situadas en Buendía (Cuenca, España) y en Casasana (Guadalajara, España), respectivamente, fueron cultivados con cebada y sometidos a tratamientos con biochar bajo condiciones controladas en cámara de cultivo. En dichos suelos se estudiaron los efectos en el microbioma. El estudio de las comunidades microbianas como indicador de una mejora del suelo fue proporcionada por análisis moleculares del gen 16S ARNr para bacterias e ITS para hongos. Los índices de diversidad para estos microorganismos, “Shannon index” para la diversidad y “Pielou evenness” para la distribución de las especies, marcan la diferencia entre los dos localidades Casasana y Buendía y entre suelos tratados y no tratados. Se obtuvieron mayores índices en general en Casasana, siendo las diferencias más marcadas en el caso de los hongos. En el caso de los suelos tratados con biochar, se dan mayores índices en hongos con respecto al suelo original. También es interesante observar la estructura de las comunidades microbianas donde los phylas de bacterias y arqueas más abundantes son: Actinobacteriota, Proteobacteria y Crenarchaeota en arqueas. En el caso de los hongos predomina el phylo Ascomycota. La abundancia y estructura de las comunidades microbianas relacionadas con otros efectos de biochar sobre el suelo nos esclarecen una posible mejora producida en el suelo. Así después de un ciclo de cultivo, los niveles N Kjeldhal, K asimilable y materia orgánica aumentaron en los tratamientos con biochar con respecto a los no tratados.

**Palabras clave:** Microbioma, suelo calcáreo, suelo calcáreo yesífero, cebada, biochar

## **Biopellets para mejorar el éxito de la restauración y el estado del suelo en áreas afectadas por salinidad**

Frederick Dadzie<sup>1</sup>, Nathali Machado de Lima<sup>1</sup>, Francisco Rocha<sup>2</sup>, Todd Erickson<sup>3</sup>, Miriam Muñoz-Rojas<sup>1,2,\*</sup>

(1) Centre for Ecosystem Science, UNSW Sydney, Sydney, Australia, (2) Plant Biology and Ecology Department, University of Seville, Sevilla, Spain, (3) Centre for Engineering Innovation, Agriculture and Ecological Restoration, School of Agriculture and Environment, The University of Western Australia, Perth, Western Australia, Australia

\* Contacto: [mmunnoz1@us.es](mailto:mmunnoz1@us.es)

### **RESUMEN**

Las tecnologías basadas en microbiomas están emergiendo en la restauración de suelos y ecosistemas dado el potencial de los microorganismos como biofertilizantes y acondicionadores de suelo. Las cianobacterias de biocostras, y bacterias promotoras del crecimiento (PGPB), aplicadas junto a técnicas de mejora de semillas, pueden aumentar la germinación y crecimiento de plantas y mejorar las propiedades del suelo bajo diversos estreses abióticos. Sin embargo, se sabe poco sobre su capacidad para promover el crecimiento de plantas nativas bajo estrés salino, y los efectos de co-inocular diferentes bacterias en el crecimiento temprano de las plantas. En este trabajo, usamos una técnica de mejora de semillas (‘peletización’) con inoculantes bacterianos para promover la germinación y crecimiento de plantas nativas usadas en restauración. El trabajo fue desarrollado en condiciones de invernadero usando como sustratos suelos afectados por distintos niveles de salinidad. Los resultados mostraron que la peletización de semillas junto a los inoculos (biopellets) aumentaron la emergencia, supervivencia y biomasa de *Acacia ampliceps* y *Canavalia rosea* bajo diferentes niveles de salinidad. Sin embargo, *Triodia epactia* y *Triodia pungens* no respondieron al tratamiento. Los biopellets tuvieron también un efecto positivo en las propiedades del suelo, reduciendo la conductividad eléctrica y aumentando el contenido de nitrógeno. Aunque se necesitan más estudios para entender las respuestas específicas de especies de plantas nativas y distintos tipos de suelo, estos resultados demuestran el potencial de estas técnicas para mejorar el rendimiento de plantas nativas bajo estrés salino y reducir la concentración salina en los suelos.

**PALABRAS CLAVE:** bacterias halófitas, cianobacterias, peletización de semillas, restauración de ecosistemas, salinidad.

# CONDEGRES

BURGOS 2024



El CONDEGRES se ha convertido en una cita obligatoria para la comunidad científica y académica especializada en la salud del suelo, un foco de estudio clave para la Unión Europea. La décima edición de este evento, promovido por la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS), se celebra este año del 24 al 27 de junio en la Universidad de Burgos.

El presente libro de resúmenes recopila los trabajos de los participantes, distribuidos en cinco áreas de investigación diferenciadas: Suelos contaminados, Suelos agrícolas, Suelos forestales, Salud del suelo; y Digitalización y Suelos urbanos.



UNIVERSIDAD  
DE BURGOS



Diputación  
de Burgos



Ayuntamiento  
de Burgos

Novogene

buezo

fundación  
atapuerca

DIH-LEAF

BIOSYSMO

TRIBIOME

InBestSoil

FENIX

