

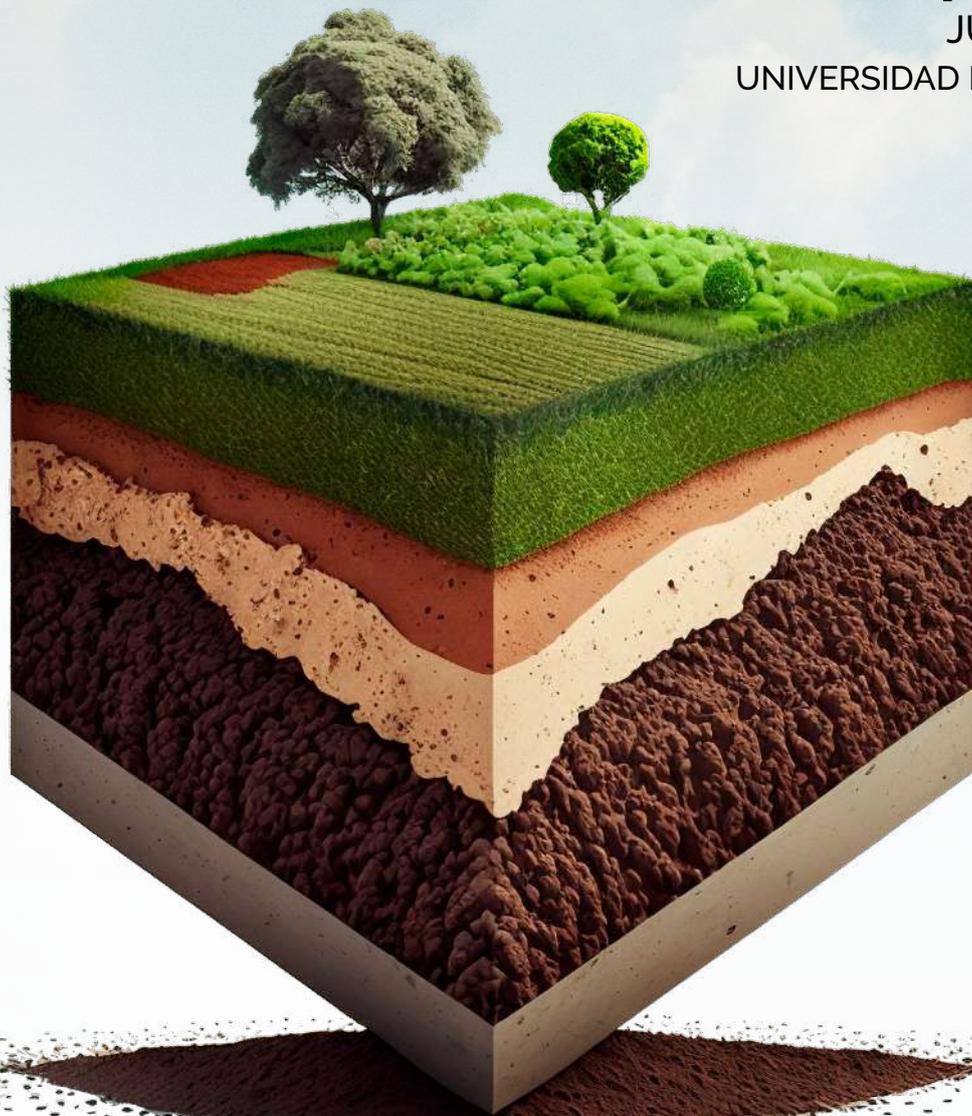
# PUBLICACIÓN DEL CONDEGRES 2024

Trabajos completos presentados en el X Simposio Nacional  
sobre el Control de la Degradación y Recuperación de Suelos

24—27

JUNIO 2024

UNIVERSIDAD DE BURGOS



UNIVERSIDAD  
DE BURGOS



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

**La salud del suelo,  
objetivo prioritario para la  
Unión Europea**

**Editores:**

Dr. Carlos Rad Moradillo

Dra. Rocío Barros García

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

---

©2024. Los autores

©2024. Sociedad Española de la Ciencia del suelo



Edita: Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

C. Rad Moradillo, R. Barros García (Eds,)

Publicación del CONDEGRES 2024. Trabajos completos presentados en el X Simposio Nacional sobre el Control de la Degradación y Recuperación de Suelos, 2024, 529 pp.

ISBN: 978-84-09-62935-0

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares de Copyright.

### **COMITÉ CIENTÍFICO**

Jorge Álvaro-Fuentes  
Manuel Arias-Estévez  
David Badía-Villas  
Rocío Barros  
Carolina Boix-Fayos  
Fuensanta Caravaca Ballester  
Lur Epelde  
David Fernández-Calviño  
Eneko Iriarte  
Raimundo Jiménez Ballesta  
Engracia Madejón  
Jorge Mataix-Solera  
Rocío Millán

José Manuel Mirás-Avalos  
Juan Luis Mora Hernández  
Estela Nadal Romero  
Irene Ortíz Bernad  
Lila Otero-González  
Remigio Paradelo Núñez  
Ángeles Prieto Fernández  
José Luis R. Gallego  
Carlos Rad  
María Belén Turrión Nieves  
Asunción Usón  
Blanca Velasco Arroyo  
Raúl Zornoza

### **COMITÉ ORGANIZADOR**

#### **Presidenta**

Rocío Barros

#### **Secretario científico**

Carlos Rad

#### **Secretaría técnica**

Beatriz Lapuente

Alejandro Pérez

#### **Vocales**

Milagros Navarro

Juana Isabel López

Belén Alonso

Eneko Iriarte

LA PREDICCIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO EN SUELOS MEDIANTE ANÁLISIS QUIMIOMÉTRICO DE ESPECTROS INFRARROJOS.....	440
SEGUIMIENTO DEL STOCK DE CARBONO ORGÁNICO EN EL MARCO DE LA PAC: LA PRIMERA ETAPA PARA UNA RED MONITORIZACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS EN ESPAÑA .....	445
IMPACTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE MANEJO DE CUBIERTAS VEGETALES EN DISTINTOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LEÑOSAS DE SECANO .....	450
EFFECTO DE BIOFERTILIZANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DEL BRÓCOLI Y DE LOS INDICADORES DE SALUD DEL SUELO .....	455
EFFECTO DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN EL ALMACENAMIENTO DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA DIVERSIDAD MICROBIANA.....	459
SIEMBRA DIRECTA VS. LABOREO CONVENCIONAL EN LA ROTACIÓN TRIGO-COLZA: EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO .....	464
BIOESTIMULANTES SOBRE CUBIERTAS VEGETALES PARA FERTILIZACIÓN SOSTENIBLE Y SECUESTRO DE CARBONO.....	468
NO LABOREO Y MANEJO ECOLÓGICO COMO ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS DE SECANO SEMIÁRIDO DEL VALLE DEL EBRO.....	473
EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE NANOAGROQUÍMICOS NPK Y ÁCIDOS HÚMICOS EN LA TOLERANCIA DE LA COMUNIDAD BACTERIANA EN SUELOS AGRÍCOLAS .....	477
LA MICROMORFOLOGÍA DE SUELOS PERMITE DISTINGUIR ENTRE DIFERENTES TRATAMIENTOS CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN TECNOSUELOS DE UNA CANTERA CALIZA.....	481
DINÁMICA DEL CARBONO EN LA INTERFAZ RAÍZ-SUELO DE SUELOS RESTAURADOS CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO INDUCIDO .....	485
EFFECTO DEL LABOREO SOBRE LA DIVERSIDAD DE MICROARTRÓPODOS EN CULTIVOS EXTENSIVOS DE REGADÍO EN EL VALLE DEL EBRO.....	489
IMPACTO DEL MANEJO DEL SUELO Y PLAGAS EN VIÑEDOS DOCA RIOJA Y DO NAVARRA: ACTIVIDAD B-GLUCOSIDASA Y ABUNDANCIA DE NEMATODOS .....	493
ESTUDIO DE LAS FUNCIONES POTENCIALES EN EL CICLO DEL FÓSFORO DE LAS COMUNIDADES BACTERIANAS EN SUELOS RESTAURADOS CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN UN CLIMA SEMIÁRIDO. ....	497
LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS FAVORECEN LA ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD DE AGREGADOS EN TECNOSUELOS RESTAURADOS EN UN CLIMA SEMIÁRIDO .....	501
EL SUELO COMO RECURSO DIDÁCTICO DE GRAN VERSATILIDAD EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES .....	505
INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO EN ROTACIONES DE CULTIVOS EXTENSIVOS SOBRE LA MICROBIOTA DEL SUELO .....	509
EFFECTO DEL SECADO AL AIRE DE MUESTRAS DE SUELO SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN UN OLIVAR SEMIÁRIDO DE LA COMUNIDAD DE MADRID .....	513

## 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](mailto: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, bajo los tres manejos considerados, evaluando propiedades fisicoquímicas y 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 del suelo 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 microartrópodos 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

### INTRODUCCIÓN

Existe un interés creciente en mejorar la calidad de los suelos aumentando los servicios ecosistémicos que proporcionan, a la vez que disminuyendo los procesos de degradación que suceden en distintos agrosistemas. Para ello, es preciso evaluar en distintos ambientes qué prácticas son las más adecuadas para conseguir dicho objetivo, y que estas sean compatibles con la rentabilidad de las explotaciones. En sistemas de secano semiárido, debido a las limitaciones hídricas, resulta más complejo establecer sistemas de elevada diversidad, pero la reducción del laboreo y las prácticas de manejo en ecológico se proponen como alternativas que pueden ayudar a conseguir el objetivo citado, especialmente en lo que se refiere a mejorar la calidad del suelo y a disminuir los impactos negativos de los agroquímicos en el medio ambiente. Por ello, se realizó una prospectiva de los suelos de tres parcelas con rotaciones de cultivos extensivos en condiciones de secano semiárido y sometidas a diferente historial de manejo durante al menos los 10 años anteriores con el fin de evaluar el impacto de este manejo sobre indicadores de la calidad del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas muestreadas se ubican en la localidad de Sádaba (Zaragoza) en un agrosistema de cultivos extensivos de secano en una zona semiárida (pluviometría media anual de 557 mm y temperatura media de 16 °C). Se ha comparado el efecto de 3 manejos del suelo-cultivo sobre diferentes propiedades del suelo: (1) SD: siembra directa sin laboreo (+20 años), (2) LC: laboreo convencional vertical (+20 años), y (3) Ecol: laboreo convencional vertical con manejo en ecológico (+10 años) con aplicación de fertilizantes orgánicos en lugar de abonos sintéticos. En los tres sistemas se extrae la paja del cereal, para evitar problemas de la sembradora con el residuo. El patrón de cultivos es muy similar en los 3 sistemas, aunque mientras en los sistemas de LC y Ecol se introducen periódicamente leguminosas (uno de cada cuatro años) en SD no se utilizan, aunque periódicamente se siembra colza.

En cada parcela se definieron 4 zonas de muestreo (20 de julio de 2023) tomando muestras a 2 profundidades: superficial (0-15 cm) para determinar la biomasa microbiana, respiración basal, respiración acumulada en 24h, y un muestreo más profundo (0-25 cm) para determinar el resto de las variables. En cada zona se tomó una muestra compuesta de 4 puntos de cada zona. Se realizó una microcalicata (0-20 cm) para evaluar el porcentaje de macroagregados (250-8000  $\mu\text{m}$ ) estables al agua. Asimismo, en cada zona, se recogió una porción de suelo de 15x15x20 cm para extraer la mesofauna del suelo (organismos < 1 mm) utilizando el método descrito por Parisi et al. (2005). Los microartrópodos recolectados se clasificaron para nivel de gran grupo y, dependiendo de su grado de adaptación a la vida en el suelo, se les otorgó una puntuación que, sumada, permite obtener un índice de diversidad (QBS-ar). Además, se ha cuantificado el número de formas biológicas presentes en cada muestra. Las determinaciones analíticas se realizaron mediante métodos estándar de laboratorio. La medida de carbono en la biomasa microbiana y la respiración basal se llevó a cabo con un respirómetro, mediante una modificación del método de Anderson and Domsch (1978). Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza y comparación múltiple entre tratamientos (test de Tukey,  $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos de las tres parcelas (Tabla 1) son muy similares en cuanto a clase textural, de baja conductividad eléctrica ( $CE_{1:5}=0,27$ ), pH básico (8,1) y nivel medio de caliza activa (11,6%).

En cuanto a los parámetros de fertilidad del suelo, no se observan diferencias en fósforo disponible (P Olsen) ni en potasio disponible entre los tres manejos. El suelo en LC presenta un valor más elevado en N mineral (nitrato + amonio) que los otros dos sistemas, lo que puede ser debido a diferencias entre sistemas en el manejo de la fertilización, así como en las exportaciones de los cultivos. Se observa una mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) en los Ecol y SD comparados con LC. Este parámetro es un buen indicador de la fertilidad del suelo y su capacidad para retener cationes ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ).

El manejo Ecol presentó el valor más alto en % de carbono orgánico, seguido por el manejo SD, observándose el valor más bajo en LC. No se observaron diferencias significativas en el % de macroagregados estables al agua (Tabla 1), aunque en LC el valor medio fue inferior al resto de los tratamientos, lo que puede ser indicativo de una mayor susceptibilidad a procesos erosivos y una mayor tendencia a formar costras superficiales. Las diferencias en carbono orgánico pueden explicar las tendencias en el % de macroagregados estables en los distintos manejos (Amezqueta, 1999).

En cuanto a las propiedades microbiológicas del suelo, no hay diferencias entre manejos en la biomasa microbiana, aunque si observa una mayor tasa de respiración basal (tanto inicial como en 24 h) en Ecol, valores intermedios en SD, y valores más bajos en LC. Se observó

una mayor diversidad de artrópodos en los sistemas Ecol y SD, frente al LC (Figura 1). El número de formas biológicas es significativamente inferior en LC que en Ecol, lo que puede ser debido a la aplicación de fitosanitarios en LC. Un mayor número de formas biológicas es positivo por las funciones que pueden desempeñar en los suelos dichos organismos.

Tabla 1. Características del suelo bajo los tratamientos con laboreo (LC y Ecol) y en siembra directa (SD). Para cada variable analizada, medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes entre sistemas de manejo (P=0,05, test de Tukey).

Parámetro	Unidades	LC	Ecol	SD	Signif.
<u>Propiedades fisico-químicas (0-25 cm)</u>					
Agregados estables al agua	%	28,8	46,8	42,9	ns
Carbono orgánico	%	1,1a	1,68c	1,44b	<0,001
Nitrógeno total		0,5a	0,20b	0,18b	<0,001
C/N	-	7,3a	8,5b	8,0ab	<0,01
P disponible (Olsen)	mg/kg	21,1	25,5	19,7	ns
Potasio disponible		412	374	320	ns
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g	12,2a	17,1b	16,9b	<0,01
N mineral	mg N/kg	35b	12a	20a	<0,01
<u>Propiedades microbiológicas (0-15 cm)</u>					
Biomasa microbiana (BM)	mg C en BM / kg suelo	552	449	450	ns
Respiración basal (7%)	mg C-CO <sub>2</sub> /h kg suelo	1,86a	2,91c	2,15b	<0,001
Respiración basal (24 h)	mg C-CO <sub>2</sub> /kg suelo	31,5a	42,2c	34,5b	<0,001

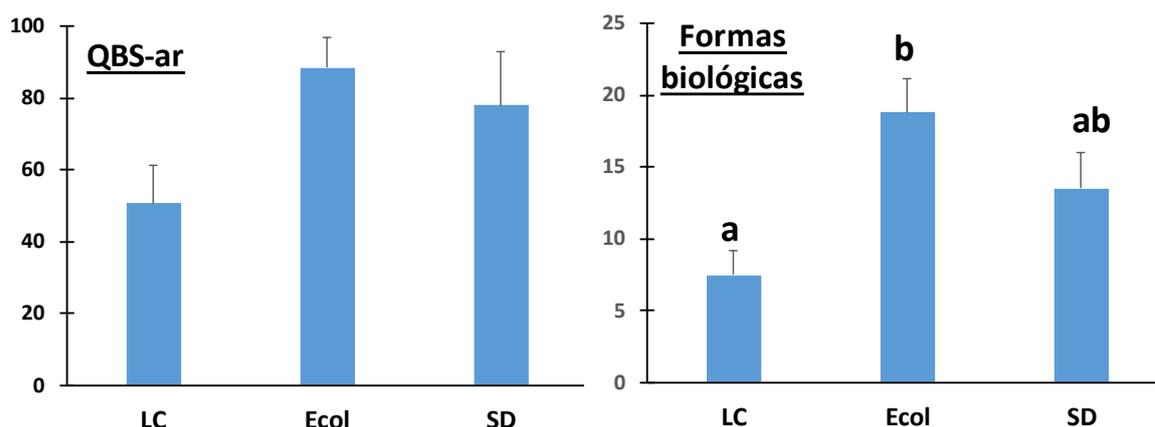


Figura 1. Índice de diversidad de microartrópodos (QBS-ar) y número de formas biológicas presentes en la mesofauna extraída en el suelo de cada uno de los sistemas considerados. La misma letra sobre las barras indica que los sistemas no son significativamente diferentes (P=0,05, test de Tukey).

## CONCLUSIONES

Se han observado algunas diferencias significativas en variables de interés (C orgánico, N total, actividad microbiana) entre los tres manejos analizados. Considerando todos los indicadores, el suelo bajo manejo ecológico presentó mejor calidad en términos de carbono orgánico, actividad microbiológica y diversidad de microartrópodos, seguido de la parcela manejada con siembra directa y, finalmente, la parcela con laboreo convencional. Dado que, tanto la parcela en ecológico como en convencional, el manejo del suelo y los residuos (paja de cereal) se realiza de forma similar cabe pensar que la aplicación de compost de forma repetida en ecológico está favoreciendo la acumulación de carbono orgánico en el suelo frente al sistema convencional donde únicamente se aplican fertilizantes sintéticos.

**Agradecimientos:** Este estudio es parte del Programa AGROALNEXT, promovido por MCIN y financiado con fondos de la Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.I1). Agradecer a los agricultores colaboradores que permitieron realizar el estudio en sus parcelas.

## REFERENCIAS

Amezketta E. 1999. Soil aggregate stability: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture* 14(2/3): 83-151.

Anderson JPE, Domsch KH. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 10: 215-221.

Parisi V, Menta C, Gardi, C, Jacomini C, Mozzanica E. 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 323-333.