

EFECTO DEL LABOREO SOBRE LA DIVERSIDAD DE MICROARTRÓPODOS EN CULTIVOS EXTENSIVOS DE REGADÍO EN EL VALLE DEL EBRO

Araujo, E.S.^{1,*}, Isla R.¹, Zugasti I.¹, Clavería I.¹, Dechmi F.¹, Mirás-Avalos J.M.^{1,2}

¹ 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.

² 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 para la descomposición de la materia orgánica, el reciclado de nutrientes, y la regulación del ciclo del agua, entre otros procesos. 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 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). 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 SD. Además, la presencia de isópodos y quilópodos fue más frecuente en SD. Se detectaron correlaciones significativas entre QBS-ar y punto de marchitez permanente ($r = 0,89$), porcentaje de agregados estables ($r = 0,92$), y 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.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad juega un papel crucial en el funcionamiento de los sistemas agrarios, así como en los servicios que estos proporcionan; sin embargo, el manejo convencional de estos sistemas causa efectos negativos sobre la biodiversidad edáfica y su funcionalidad (Kibblewhite et al. 2008). La fauna del suelo juega un papel fundamental en la traslocación, fragmentación y descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la formación de la estructura del suelo, entre otros procesos (Mantoni et al. 2021). La mesofauna constituye un componente clave en la biota del suelo y, por tanto, su diversidad se considera un indicador fiable de la calidad del suelo (Parisi et al. 2005, Menta et al. 2018). Entre las prácticas de manejo, el laboreo causa el mayor impacto sobre la fauna edáfica (Crossley et al. 1992, Parisi et al. 2005). Por ello, en 2023, se realizó una prospectiva de los suelos de dos parcelas con rotaciones de cultivos extensivos en condiciones de regadío y clima semiárido y diferenciadas en cuanto al uso del laboreo durante los 15 años anteriores con el fin de evaluar el impacto de este manejo sobre la diversidad de microartrópodos. La hipótesis de partida fue que un manejo con menor perturbación del suelo incrementa la diversidad de microartrópodos frente a otro en el que el laboreo sea una práctica habitual.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo en dos parcelas colindantes dedicadas a cultivos extensivos en regadío y localizadas en las proximidades de Pina de Ebro (Zaragoza), una zona semiárida con una pluviometría media anual de 350 mm y una temperatura media anual de 14,9 °C. Se ha comparado el efecto de dos sistemas de manejo del suelo (LC: laboreo convencional y SD: siembra directa) sobre la diversidad de la mesofauna edáfica, como indicador de la salud del suelo. El patrón de cultivos es similar en ambas parcelas: alfalfa-cereal-cultivos de verano (girasol, maíz). El riego se realiza por inundación en las dos parcelas y se extraen los residuos de cultivo (excepto maíz) para evitar problemas en la siembra. En el caso de la parcela bajo SD, no se ha labrado durante 15 años. Ambas parcelas se abonan con purín porcino a una dosis anual de 35-40 t/ha.

En cada parcela se definieron 4 zonas de muestreo uniformes en las que, el 13 de julio de 2023, se recogieron muestras compuestas (5 puntos por zona) a 0-25 cm de profundidad para caracterizar las propiedades generales del suelo (textura, conductividad eléctrica, pH, contenidos en materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio disponible, y capacidad de intercambio catiónico) empleando métodos estándar de laboratorio. En cada zona se tomaron muestras a 20 cm de profundidad para evaluar el porcentaje de macroagregados (250-8000µm) estables al agua. En total, se analizaron 4 muestras compuestas por parcela.

Adicionalmente, en cada zona de muestreo, se recogió una porción inalterada de suelo de 15x15x20 cm para extraer la mesofauna presente (artrópodos < 1 mm) utilizando un sistema de embudos de Berlese-Tullgren. El periodo de extracción fue de 7 días y los organismos recolectados se clasificaron para nivel de gran grupo y, dependiendo de su grado de adaptación a la vida edáfica, se les asignó una puntuación siguiendo el método descrito por Parisi et al. (2005), para obtener un índice de diversidad (QBS-ar). Además, se ha cuantificado el número de formas biológicas presentes en cada muestra. Los datos obtenidos se analizaron mediante pruebas paramétricas (análisis de varianza) y no paramétricas (test de Kruskal-Wallis) tras comprobar si cumplían los requisitos de normalidad y homocedasticidad. Las diferencias entre sistemas se consideraron significativas a un nivel de probabilidad del 5%. Adicionalmente, mediante análisis de regresión lineal, se evaluaron las posibles relaciones entre las propiedades generales del suelo y la diversidad de mesofauna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos de las dos parcelas son de la misma clase textural (franca) y de pH básico. Aunque la conductividad eléctrica ha sido baja en ambos sistemas, se ha observado que fue ligeramente más elevada en la parcela con LC (Tabla 1). Asimismo, el contenido en materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio fue muy similar entre sistemas (Tabla 1). Destacar los elevados niveles de P disponible en ambas parcelas, probablemente asociados a la aplicación repetida de purín porcino.

Por el contrario, el punto de marchitez permanente fue ligeramente más bajo en LC, lo que supone una mayor capacidad de retención de agua en este sistema al no existir diferencias en términos de capacidad de campo (Tabla 1). El porcentaje de agregados estables al agua fue más elevado en SD, aunque en ambos sistemas fue superior al 60% (Tabla 1). La capacidad de intercambio catiónico fue más elevada en SD, lo que sugiere que este sistema puede estar favoreciendo la retención de cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+).

Tabla 1. Características del suelo en los sistemas con laboreo (LC) y en siembra directa (SD). Para cada variable analizada, se señalan las diferencias significativas (p-valor < 0,05) mediante letras distintas.

Parámetro	Unidades	LC	SD	Significación
Propiedades físico-químicas (0-25 cm)				
Arena	%	50,00	49,00	ns
Limo		30,00	33,00	ns
Arcilla		15,00	18,00	ns
Capacidad de campo		33,80	33,80	ns
Punto de marchitez permanente		22,70 a	25,80 b	< 0,05
Agregados estables al agua		63,80 a	72,80 b	< 0,001
pH	-	8,00	8,00	ns
Conductividad eléctrica (CE _{1:5})	dS/m	0,38 b	0,35 a	< 0,05
Materia orgánica	%	3,57	3,45	ns
Nitrógeno total		0,24	0,25	ns
Fósforo disponible	mg/kg	296,00	250,00	ns
Potasio disponible		273,00	268,00	ns
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g	21,20 a	24,00 b	< 0,05
Índices de diversidad de mesofauna edáfica				
QBS-ar	-	56,30 a	95,00 b	< 0,01
Formas biológicas	-	18,00	15,50	ns

Por último, se observó una mayor diversidad de artrópodos (Tabla 1) en SD comparado con el LC, aunque el número de formas biológicas no fue diferente entre ambos sistemas. Algunos grupos de organismos, como diplópodos o sínfilos no se detectaron en la parcela con LC, pero se observaron en el 25% y el 100%, respectivamente, de las muestras procedentes del sistema en SD. Los valores de QBS-ar observados en este estudio se encuentran dentro del rango de valores reportado para sistemas agrarios por otros investigadores (Menta et al. 2018), incluso el valor observado para SD supera el umbral (93,7) fijado por Menta et al. (2018) para calificar un suelo como de alta calidad.

Independientemente del sistema de manejo, se detectaron correlaciones significativas entre los valores de QBS-ar y las propiedades físico-químicas que han mostrado diferencias entre parcelas: punto de marchitez permanente ($r = 0,89$), porcentaje de agregados estables al agua ($r = 0,92$) y capacidad de intercambio catiónico ($r = 0,79$). Dos de estas relaciones se ilustran en la Figura 1. Estudios previos han demostrado que QBS-ar se correlaciona con algunas propiedades físico-químicas del suelo, como el porcentaje de arena, y los contenidos de nitrógeno nítrico, fósforo, magnesio y potasio (Mantoni et al. 2021). A pesar de las limitaciones debidas al escaso número de datos, estas relaciones sugieren que los artrópodos del suelo son muy sensibles a las prácticas de manejo, tal y como se ha apuntado previamente (Crossley et al. 1992, Mantoni et al. 2021).

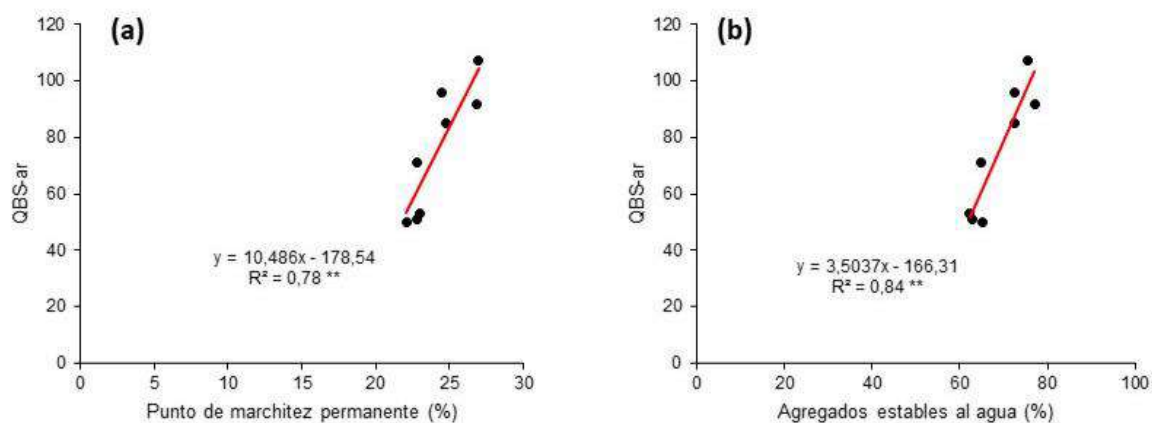


Figura 1. Relaciones entre el índice de diversidad de artrópodos (QBS-ar) y (a) el punto de marchitez permanente y (b) el porcentaje de agregados estables al agua. El p-valor de los coeficientes de regresión es inferior a 0,01, lo que se señala con dos asteriscos.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha puesto de manifiesto la sensibilidad del índice QBS-ar para detectar el impacto de las prácticas de manejo sobre la calidad biológica del suelo en rotaciones de cultivos extensivos en regadío. Algunos grupos de microartrópodos, como los sínfilos y los diplópodos no se observaron en el sistema de laboreo convencional. Se han detectado correlaciones significativas entre este índice y algunas propiedades físico-químicas del suelo, si bien estas deben ser confirmadas con estudios más detallados.

Agradecimientos: Este estudio es parte del Programa AGROALNEXT, promovido por MCIN y financiado con fondos de la Union Europea NextGenerationEU (PRTR-C17.11).

REFERENCIAS

- Crossley DA, Mueller BR, Perdue JC. 1992. Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40: 37-46.
- Kibblewhite MG, Ritz K, Swift MJ. 2008. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 363: 685-701.
- Mantoni C, Pellegrini M, Dapporto L, Del Gallo MM, Pace L, Silveri D, Fattorini S. 2021. Comparison of soil biology quality in organically and conventionally managed agro-ecosystems using microarthropods. *Agriculture* 11: 1022.
- Menta C, Conti FD, Pinto S, Bodin A. 2018. Soil Biological Quality index (QBS-ar): 15 years of application at global scale. *Ecological Indicators* 85: 773-780.
- 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.