

La adopción a largo plazo de labranza reducida y abonos verdes mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo y aumenta la abundancia de bacterias beneficiosas en un huerto de almendros de secano mediterráneo

Long-term adoption of reduced tillage and green manure improves soil physicochemical properties and increases the abundance of beneficial bacteria in a Mediterranean rainfed almond orchard

O. Özbolat^{1*}, V. Sánchez-Navarro¹, R. Zornoza¹, M. Egea-Cortines¹, J. Cuartero², M. Ros², Jose A. Pascual², C. Boix-Fayos², M. Almagro², J. de Vente², E. Díaz-Pereira², M. Martínez-Mena²

¹Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena. Pº Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia, España.

²Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC), Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia, España

*ozbolat.o@gmail.com

Resumen

El uso intensivo de maquinaria y labranza crea una fuerte presión sobre los agroecosistemas al alterar las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. En este estudio, nuestro objetivo fue evaluar los cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y la estructura de la comunidad bacteriana del suelo, después de 10 años implementando labranza reducida más abono verde en una almendra (*Prunus dulcis* Mill.) mediterránea de secano. Estas aplicaciones aumentaron significativamente el carbono orgánico total, el nitrógeno total y el carbono orgánico particulado del suelo. La comunidad bacteriana cambió significativamente con un manejo que favorecía los géneros bacterianos beneficiosos. Una combinación de labranza reducida y abono verde podría representar una gestión sostenible para los huertos de almendros de secano.

Palabras clave: Bacteria; diversificación de cultivos; gestión sostenible; labranza; abono verde

Abstract

Intensive use of machinery and tillage creates heavy pressure on agroecosystems by altering the soil physicochemical and biological characteristics. In this study we aimed to assess the changes in soil physicochemical properties and the soil bacterial community structure, following 10 years implementing reduced tillage plus green manure in a rainfed Mediterranean almond orchard. Reducing tillage and applying green manure significantly increased total organic carbon, soil total nitrogen and particulate organic carbon was increased. The bacterial community significantly changed with management favoring beneficial bacterial genera. A combination of reduced tillage and green manure could represent a sustainable management for rainfed almond orchards.

Keywords: Bacteria; crop diversification; sustainable management; tillage; green manure

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas como el monocultivo o la diversificación de cultivos, la labranza y la adición de fertilizantes, junto con el tipo de cultivo, son los principales factores que controlan las propiedades del suelo, la biodiversidad y la productividad de los cultivos en las áreas cultivadas. Dentro de los componentes del suelo, los microbios del suelo, y específicamente las bacterias del suelo, son esenciales en la provisión de múltiples funciones del suelo, como la producción de biomasa, el almacenamiento y el ciclo de nutrientes, la filtración y transformación de contaminantes, el almacenamiento de carbono, la retención e infiltración de agua, la aireación, etc. (1). Por lo tanto, es fundamental seleccionar aquellas prácticas de gestión que mejor contribuyan a aumentar la abundancia bacteriana y la biodiversidad y mejorar las características del suelo, como el contenido de carbono orgánico, la concentración de nutrientes, la agregación o la disponibilidad de agua, para contribuir a la sostenibilidad a largo plazo de la agro-ecosistemas (2).

La labranza es una práctica común que puede afectar las propiedades del suelo y puede desencadenar la erosión del suelo, afectando en última instancia la estructura y la actividad de la comunidad microbiana del suelo. En esta línea, la mayoría de los huertos frutales de clima mediterráneo se someten a un intenso laboreo con suelo desnudo durante la mayor parte del año, con el fin de disminuir la competencia hídrica con las malas hierbas. Esto se hace porque los agricultores temen que la competencia con la vegetación de callejones pueda reducir la producción de frutos. Las desventajas de la labranza intensiva y el mantenimiento de suelos desnudos pueden minimizarse no solo con la adopción de labranza reducida sino también con la implementación de abonos verdes. La labranza reducida asociada con el abono verde en los huertos puede mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo debido a la liberación de exudados de raíces mientras el cultivo está creciendo y la incorporación de residuos, lo que lleva a acumulaciones significativas de material orgánica del suelo y nutrientes (3). Investigaciones anteriores han demostrado que la labranza cero y la labranza reducida junto con el abono verde pueden aumentar la biomasa microbiana, la diversidad microbiana y la actividad enzimática (4).

Los objetivos de este estudio fueron: i) investigar los efectos a largo plazo de la labranza reducida y el abono verde sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo y la estructura de la comunidad bacteriana del suelo en un huerto mediterráneo de almendros en comparación con un monocultivo bajo labranza intensiva convencional; y ii) evaluar las relaciones entre la estructura de la comunidad bacteriana del suelo y las propiedades fisicoquímicas en respuesta a cambios en las prácticas de manejo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio de estudio y montaje experimental

En 2009 se estableció un experimento de campo en un huerto de almendros (*Prunus dulcis Mill.*) de 5000 m² situado en la Región de Murcia, España. El cultivo del almendro se cultiva en régimen de secano orgánico. Los tratamientos fueron: i) monocultivo de almendro bajo labranza convencional (CT); ii) monocultivo de almendras bajo labranza reducida (RT); y iii) huerto de almendros bajo labranza reducida diversificado con *Avena sativa L.* y *Vicia sativa L.* (RTD).

2.2 Muestreo de suelo, rendimiento del cultivo y biomasa aérea de la vegetación de callejones

Se tomaron muestras del suelo antes de la labranza en noviembre de 2019 a una profundidad de 0 a 10 cm. Las muestras se dividieron en dos grupos, como análisis fisicoquímico (secado) y análisis biológico (conservado en refrigeración). Todos los experimentos se realizaron de acuerdo con las normas ISO.

2.3 Análisis fisicoquímicos de suelos

El carbono total, el carbono orgánico total (TOC) y el nitrógeno total (Nt) se determinaron mediante un analizador elemental. El TOC se midió después de eliminar los carbonatos del suelo mediante la adición de HCl. Carbono orgánico total particulado (POC), definido como material orgánico fresco o en descomposición se midió.

2.4 Aislamiento de ADN y secuenciación 16S

La extracción de ADN del suelo se llevó a cabo utilizando el kit DNeasy PowerSoil (QIAGEN). Asignaciones de valores de pureza y concentraciones se realizaron con un espectrofotómetro NanoDrop™ 2000/2000c (Thermo Fisher Scientific) y con un fluorómetro Qubit® 2.0 (Invitrogen, Thermo Fisher Scientific) combinado con el kit de ensayo Qubit dsDNA HS (Thermo Fisher Scientific), respectivamente. La amplificación de las regiones hipervariables 16S bacterianas se realizó con el kit de metagenómica Ion 16S™ (ThermoFisher Scientific). El proceso de preparación de bibliotecas se llevó a cabo con el kit de preparación de bibliotecas de fragmentos de gDNA Ion Xpress™ Plus (ThermoFisher Scientific). La reacción de secuenciación se llevó a cabo con el sistema Ion PGM™, el servidor de torrents Ion PGM™ y el kit de secuenciación Ion PGM™ Hi-Q™ View apropiado (Thermo Fisher Scientific) compatible con chips de secuenciación del kit Ion 316™ Chip v2. El proceso de bioinformática posterior se realizó con QIME y el análisis estadístico con el software R.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del cultivo y la biomasa aérea de la vegetación de callejones fueron similares en todos los tratamientos, con valores medios de 349 kg ha⁻¹ y 120 g m⁻², respectivamente. Ellos no fueron afectados por tratamientos agrícolas en este estudio.

TOC fue significativamente mayor en RTD en comparación con CT; Nt y POC fueron significativamente más altos en los tratamientos RT y RTD en comparación con CT (Tabla 1). Se observa que la labranza reducida y la aplicación de abono verde mejoran el suelo con más fuentes de carbono y nitrógeno.

La concentración de ADN fue significativamente mayor en RTD, sin diferencias significativas entre CT y RT. La comunidad bacteriana a nivel de OTU fue significativamente diferente entre los tratamientos (R-ANOSIM = 0,57; p < 0,001). Los géneros bacterianos más dominantes fueron Blastococcus (28,26 %), Rubrobacter (12,43 %), Nocardioides (12,06 %) y Solirubrobacter (11,20 %) (Fig. 1). Solo tres géneros mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Blastococcus mostró una abundancia significativamente mayor en CT y RT que en RTD (p < 0,05), mientras que Streptomyces y Solirubrobacter mostraron una abundancia significativamente mayor en RTD (p < 0,01) (Fig. 1). La mayor abundancia relativa de Streptomyces en RTD puede considerarse como un indicador positivo de la productividad del suelo y el biocontrol. Streptomyces está altamente asociado con la fertilidad del suelo, el crecimiento de las plantas y los altos rendimientos de los cultivos.

4. CONCLUSIONES

La labranza reducida asociada con abono verde durante 10 años promovió un aumento en el contenido de carbono orgánico y nitrógeno total del suelo sin afectar negativamente los rendimientos de almendras, contribuyendo a la sostenibilidad general del agro ecosistema. Las bacterias del suelo se asociaron significativamente con una variación en el carbono orgánico del suelo, con una mayor presencia de bacterias beneficiosas relacionadas con la productividad y fertilidad del suelo con un mayor contenido de materia orgánica del suelo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el proyecto Diverfarming de la Comisión Europea Horizonte 2020 [acuerdo de subvención 728003].

6. REFERENCIAS

1. Drijber RA, Doran JW, Parkhurst AM, Lyon DJ. Changes in soil microbial community structure with tillage under long-term wheat-fallow management. *Soil Biol Biochem.* 2000;
2. Soto RL, Martínez-Mena M, Padilla MC, de Vente J. Restoring soil quality of woody agroecosystems in Mediterranean drylands through regenerative agriculture. *Agric Ecosyst Environ.* 2021;306:107191.
3. Almagro M, Ruiz-Navarro A, Díaz-Pereira E, Albaladejo J, Martínez-Mena M. Plant residue chemical quality modulates the soil microbial response related to decomposition and soil organic carbon and nitrogen stabilization in a rainfed Mediterranean agroecosystem. *Soil Biol Biochem.* 2021 May;156:108198.
4. Zuber SM, Villamil MB. Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biol Biochem* [Internet]. 2016;97:176–87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.03.011>

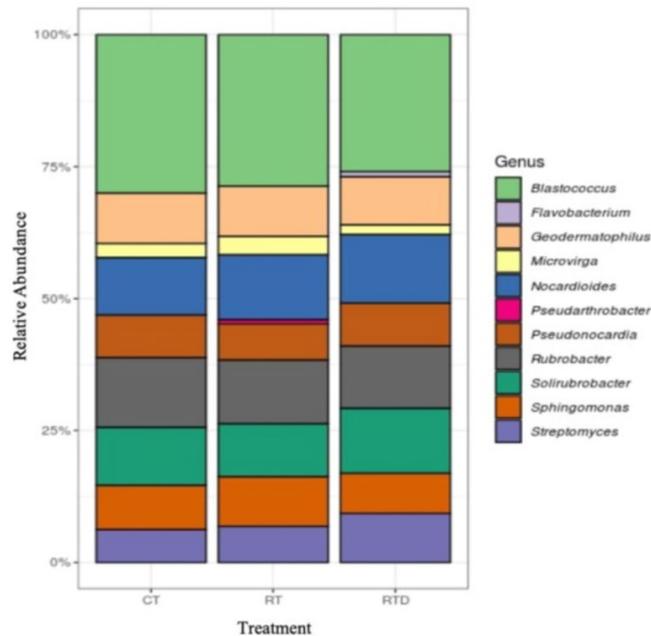


Figura 1. Abundancia relativa (>1%) de géneros bacterianos en los tres tratamientos.

Tabla 1. Carbono orgánico total (TOC), nitrógeno total (Nt), carbono orgánico particulado (POC), concentración de amonio (NH₄) de un huerto de almendros bajo diferentes prácticas agrícolas.

Tratamiento	TOC (g/kg)	Nt (g/kg)	POC (g/kg)	NH ₄ (mg/kg)
CT	17.09 ± 2.53a	1.50 ± 0.17 a	6.14 ± 1.42 a	2.24 ± 1.35
RT	18.21 ± 1.31ab	1.86 ± 0.14b	10.21 ± 2.86b	3.36 ± 2.14
RTD	19.49 ± 2.69b	1.75 ± 0.23b	11.65 ± 2.09b	3.32 ± 1.61
Significativa	p < 0.01	p < 0.001	p < 0.01	ns