

Alternative water management strategies and his impact on the soil biology quality in semiarid agroecosystem

Estrategias alternativas de manejo del riego y su impacto en la calidad biológica del suelo en agroecosistemas semiáridos

J. Abadía^{1,2*}, F. Bastida¹, E. Nicolás²

¹Grupo de Enzimología y biorremediación de suelos y residuos orgánicos, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, CP 30100, PO Box 164, Murcia, Spain.

²Departamento de Riego, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, CP 30100, PO Box 164, Murcia, Spain.

*jabadia50@hotmail.com

Abstract

In semiarid regions, water is a limiting factor for the agricultural production and hence for his economic development. Indeed, climate change scenarios show that water availability will be reduced on the long run, with a similar level of demand. Therefore, it is important to implement alternative irrigation managements in order to palliate water deficit without affecting soil sustainability. Moreover, the soil microbial community is an essential part of the ecosystem and a sensitive indicator of soil fertility. In this study, the responses of soil microbial community, plant physiology and production to alternative water managements and water deficit were evaluated in Mediterranean agroecosystems.

Keywords: Enzyme activities; Microbial biomass; Wastewaters; Regulated deficit irrigation.

Resumen

En las regiones de clima semiárido, el agua es un factor limitante para la producción agrícola y, por tanto, para su desarrollo económico. Además, los escenarios de cambio climático muestran una reducción a medio plazo de los recursos hídricos con un mismo nivel de demanda. Por todo ello es fundamental implementar estrategias de riego dirigidas a paliar, en la medida de lo posible, la escasez de agua y a gestionar de manera más eficiente los escasos recursos disponibles. Por otra parte, la comunidad microbiana del suelo es un componente fundamental del ecosistema y un indicador claro de fertilidad del suelo. En el presente estudio se evalúa la respuesta de la comunidad microbiana del suelo, así como la fisiología y producción vegetal, ante las diferentes estrategias de manejo del agua de riego y el déficit hídrico.

Palabras clave: Actividad enzimática; Biomasa microbiana; Aguas regeneradas; Riego deficitario controlado.

1. INTRODUCCIÓN

La escasez de agua en las regiones semiáridas del sureste español es un factor que puede limitar la sostenibilidad de su agricultura y comprometer, por tanto, su desarrollo futuro. Por todo ello es fundamental implementar estrategias de manejo del agua de riego destinadas a paliar en la medida de lo posible dicha escasez de recursos [1,2].

Sin embargo, no sólo el agua es un recurso limitante en áreas Mediterráneas del sureste español. En estas zonas, los suelos suelen ser frágiles y se caracterizan por tener un bajo contenido de materia orgánica y estar sometidos a una agricultura intensiva desde hace décadas, así como a unas condiciones climáticas muy limitantes [3,4]. En este escenario, el uso inadecuado del recurso-suelo puede provocar su degradación. Por tanto, se hace necesario el empleo de indicadores sensibles que nos permitan conocer anticipadamente los cambios de calidad que el suelo puede sufrir debido a las prácticas agrarias utilizadas.

En este sentido, los parámetros relativos a la comunidad microbiana edáfica son muy sensibles a los cambios en la calidad y sostenibilidad del suelo por acciones antrópicas [5,6]. Además, los estudios centrados en la comunidad microbiana del suelo son cruciales puesto que los microorganismos son en gran parte responsables de muchas de las funciones del suelo, entre las que destaca la producción de alimentos, el ciclo de los elementos, la depuración de contaminantes, etc. [7].

Actualmente, en España se reutilizan 408 hm³ año⁻¹ de aguas regeneradas (13% del total de agua disponible), de los cuales se destinan a riego agrícola el 79% (320 hm³ año⁻¹), siendo la zona del Levante español la que utiliza más de la mitad (57%) del agua regenerada en España. Cabe destacar que la Región de Murcia aprovecha el 100% de las aguas regeneradas para regadío (~100 hm³ año⁻¹), lo que supone el 17% de los recursos renovables de la Cuenca del Segura, si se incluye la dotación de agua trasvasada, y el 13% del total de agua utilizada en el regadío murciano [8]. La utilización inadecuada de aguas regeneradas puede conllevar riesgos para la agricultura, ya que suelen tener una concentración de sales (Na⁺, Cl⁻ y B) superior a la que se encuentra en los recursos hídricos naturales, que no se alteran por el proceso de depuración, pudiendo afectar a las propiedades físico-químicas del suelo. Sin embargo, contienen macronutrientes (NO₃⁻, PO₄⁻³ y K⁺) y sustancias orgánicas difícilmente mineralizables que pueden resultar positivas al utilizarse como abono [1]. Sin embargo, no existe una información muy amplia sobre el impacto que el uso de aguas regeneradas, así como otras estrategias alternativas de riego tales como el riego deficitario controlado (RDC), pueden tener en la sostenibilidad del sistema suelo-planta [9,10].

Los objetivos de este trabajo son evaluar el impacto que el manejo alternativo del agua de riego, así como su déficit, tienen en la calidad biológica del suelo y en sus relaciones con la fisiología y producción vegetal en diferentes agroecosistemas Mediterráneos. Como herramienta para estimar la calidad biológica, se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de aspectos relacionados con la comunidad microbiana y su funcionalidad. Entre las estrategias de manejo del agua que se estudiarán, cabe citar el riego deficitario controlado (RDC) y la utilización de aguas regeneradas. Ambas alternativas están focalizadas a paliar las deficiencias hídricas en la cuenca del Segura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizarán en varias fincas situadas en la Región de Murcia, incluyendo cultivos de cítricos en Campotéjar (Molina de Segura), frutales de hueso y pepita (Jumilla) y almendro y tomate (Moratalla).

2.1 Diseños experimentales y tratamientos de riego

Los tratamientos de riego aplicados en los experimentos de campo serán de dos tipos para cada uno de los distintos orígenes del agua de riego: uno denominado “tratamiento control”, en el que se satisfacen las máximas necesidades hídricas del cultivo (100% ET_c), y otro denominado “RDC (riego deficitario controlado)”, con idéntica dotación que el tratamiento control durante todo el año excepto durante la segunda fase de acumulación de solutos y azúcares en el fruto, en la que se riega al 50% de la ET_c con el objeto de conseguir un déficit hídrico moderado. Se marcaron tres árboles y sus respectivas réplicas para cada parcela regada con aguas de distinto

origen y manejo. En definitiva, los tratamientos de riego a realizar son: i) agua procedente del Trasvase Tajo-Segura con una conductividad eléctrica de 1.1 dS m⁻¹; ii) agua regenerada (EC = 3.21 dS m⁻¹) procedente de una EDAR de la zona; iii) riego con agua del Trasvase excepto en la segunda fase de desarrollo donde se aplicó un RDC; y iv) riego con agua regenerada excepto en la segunda fase de desarrollo donde se aplicó un RDC.

Otro de los diseños experimentales que constituyen parte de este trabajo consiste en la inducción del déficit hídrico en condiciones de laboratorio en muestras de suelo procedentes de distintos manejos agrarios. Así, se utilizarán suelos sometidos a regadío (tomate), secano (almendro), abandonados y natural (forestal). Los suelos proceden de la misma finca, situada en Moratalla, y, por supuesto, bajo los mismos condicionantes microclimáticos. En laboratorio, las muestras de suelos fueron procesadas y pre-incubadas al 60% de la capacidad de retención hídrica (CRH). Seguidamente, se impuso un déficit hídrico consistente en el 20% de la CRH. Este esquema experimental permite evaluar el impacto que la interacción “uso del suelo-déficit hídrico” tiene en la comunidad microbiana edáfica, a nivel de actividad, biomasa, diversidad y mineralización de la materia orgánica.

2.2 Análisis químico y evaluación de la comunidad microbiana edáfica

Para cada muestra de suelo y sus réplicas se realizó un análisis químico de iones, midiendo además el pH y la conductividad eléctrica. El contenido en C orgánico total y N fue analizado, junto con fracciones lábiles de la materia orgánica (C hidrosoluble). La actividad enzimática del suelo se determinó midiendo en laboratorio la actividad de la ureasa, fosfatasa y β -glucosidasa, enzimas relacionadas con el ciclo del N, P y C, respectivamente. Además, se evaluó la actividad microbiana mediante la medida del CO₂ (mineralización) del suelo tanto en campo como en laboratorio (Tabla 1). La biomasa microbiana se evaluó mediante la extracción y cuantificación de ácidos grasos fosfolipídicos (PLFAs). La actividad y diversidad de la comunidad microbiana y sus poblaciones fue analizada mediante técnicas moleculares basadas en metaproteómica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los diseños experimentales propuestos, se pretende ampliar nuestro conocimiento sobre los procesos microbianos que gobiernan la sostenibilidad del sistema-suelo planta en agroecosistemas sometidos a diferentes estrategias de manejo del riego. El uso anual de agua regenerada o en combinación con agua del trasvase favorece la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas relacionados con el ciclo del C, N y P en cultivos de pomelo. Sin embargo, los suelos cultivados con mandarino fueron más sensibles al uso de aguas regeneradas. Además, de forma preliminar, el riego con aguas regeneradas mejora la capacidad de resiliencia de la comunidad microbiana.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo pone de manifiesto la importancia del uso de aguas regeneradas y el riego deficitario controlado en la sostenibilidad del sistema suelo-planta de agroecosistemas Mediterráneos. Se pretende publicar los resultados de esta investigación en revistas de elevado índice de impacto para obtener los correspondientes índices de calidad y finalizar de este modo la Tesis Doctoral.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación recibida del Ministerio de Economía y Competitividad, Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad AGL2014-54636-R y AGL2016-77282-C3-1.

6. REFERENCIAS

- [1] Pedrero F., Maestre-Valero J.F., Mounzer O., Alarcón J.A., Nicolás E., 2014. Physiological and agronomic mandarin trees performance under saline reclaimed water combined with regulated deficit irrigation. *Agric. Water Manag.* 146: 228-237.
- [2] Nicolás E., Alarcón J.J., Mounzer O., Pedrero F., Nortes P.A., Alcobendas R., Romero-Trigueros C., Bayona J.M., Maestre-Valero J.F., 2016. Long-term physiological and agronomic responses of mandarin trees to irrigation with saline reclaimed water. *Agric. Water Manag.* 166: 1-8.
- [3] López Bermúdez F., Albaladejo J., 1990. Factores ambientales de la degradación del suelo en el Área mediterránea. In: *Soil Degradation and Rehabilitation in Mediterranean Environmental Conditions*, J. Albaladejo, M.A. Stocking, E. Díaz, eds. (CEBAS-CSIC, Madrid, Spain). Pp. 15-42.
- [4] García C., Roldán A., Hernández T., 1997. Changes in microbial activity alter abandonment of cultivation in a semiarid Mediterranean environment. *J. Environ. Qual.* 26: 285-291.
- [5] Dick W.A., Tabatabai M.A., 1993. Significance and potential uses of soil enzymes. In: *Soil Microbial Ecology: Application in Agricultural and Environmental Management*, F.B. Metting, ed. (Marcel Dekker, New York, U.S.A.), Pp. 95-125.
- [6] Bastida F, Zsolnay A, Hernández T, García C. 2008. Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective. *Geoderma.* 147:159-171.
- [7] Brussaard L, de Ruiter P.C., Brown G.G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agr. Ecosyst. Environ.* 121: 233-244.
- [8] Iglesias R, Ortega E. 2008. Present and future of wastewater reuse in Spain. *Desalination.* 218: 105-119.
- [9] García-Orenes F., Caravaca F., Morugan-Coronado A., Roldán A., 2015. Prolonged irrigation with municipal wastewater promotes a persistent and active soil microbial community in a semiarid agroecosystem. *Agric. Water Manag.* 149: 115-122.
- [10] Bastida F., Torres I.F., Romero-Trigueros C., Baldrian P., Vetrovsky T., Bayona J.M., Alarcón J.J., Hernández T., García C., Nicolás E., 2017. Combined effects of reduced irrigation and water quality on the soil microbial community of a citrus orchard under semi-arid conditions. *Soil Biol. Biochem.* 104: 226-237.

Tabla 1. Analíticas realizadas.

Actividad enzimática	Método	Referencia
β-Glucosidasa	Absorbancia a 400 nm	Tabatabai y Bremner(1969)
Fosfatasa	Absorbancia a 400 nm	Tabatabai y Bremner(1969)
Ureasa	Absorbancia a 610 nm	Kandeler and Gerber(1988)
Actividad respiratoria	Método	Referencia
Medición de CO ₂	Cromatografía de gases	
Ácidos grasos	Método	Referencia
PLFAs	Cromatografía de gases	Frostegard et al. (1993)
Proteínas	Método	Referencia
Identificación de proteínas	Espectrometría de masas/masas	Bastida et al. (2014)