

¿Es el riego con agua ozonizada compatible con la salud y la fertilidad del suelo? Resultados del proyecto LIFE AGRESO3IL

Marta Díaz-López¹, Emilio Nicolás¹, Lucas Galera², Felipe Bastida¹

Marta Díaz López: investigadora postdoctoral en el [CEBAS-CSIC](#)

Lucas Galera: Gerente [Novedades Agrícolas](#)

Emilio Nicolás: Investigador Científico CEBAS-CSIC

Felipe Bastida: Científico Titular CEBAS-CSIC. Email: fbastida@cebas.csic.es

¹Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC). Campus Universitario de Espinardo, 30100 Murcia

²NOVAGRIC, Novedades Agrícolas, SA. Bulevar de Vicar 743, 04738 Vicar, Almería, Spain

El ozono (O₃) es una molécula altamente oxidante que contribuye a degradar compuestos orgánicos. Por tanto, se plantea que la aplicación de agua ozonizada en riego podría favorecer la degradación de pesticidas. Sin embargo, al margen de cuestiones técnicas y legales, el riego con agua ozonizada abre cuestiones de suma importancia.

La importancia del suelo y su biodiversidad

El suelo es el sustrato preferente de la agricultura a nivel mundial y, por tanto, de él dependen la economía global y el bienestar de billones de personas. Sin embargo, hoy sabemos que la importancia del suelo va mucho más allá de sus aspectos económicos. Pero ¿por qué el suelo es tan importante? Su relevancia como un recurso ambiental no renovable ha quedado patente en iniciativas mundiales como fueron el Año Internacional de los Suelos 2015 desarrollado por las Naciones Unidas, así como en las grandes estrategias financiadora de la ciencia en la Unión Europea, como el programa Horizonte 2020 o las nuevas Misiones del Horizonte Europa.

Hoy en día todos sabemos, tanto agricultores como científicos, que el suelo es parte crítica para conservar la agricultura y el medioambiente. Suelo y sostenibilidad es un binomio necesario si queremos preservar no sólo la salud y fertilidad del suelo, sino nuestro propio devenir. El suelo no sólo es el sustrato físico donde crecen las plantas y los cultivos. Es mucho más que eso. El suelo es un recurso natural que tarda en formarse millones de años pero que puede ser degradado en un breve lapsus de tiempo debido a prácticas antrópicas inadecuadas.

El suelo no es sólo una mezcla de componentes minerales y orgánicos, sino el hábitat de millones de organismos que realizan funciones vitales tanto para la fertilidad de éste como para la sostenibilidad del planeta, incluyendo la regulación de los ciclos de los nutrientes, del agua y del clima global (Delgado-Baquerizo et al., 2018). La flora microbiana del suelo es fundamental para la vida en el planeta y, por tanto, es un indicador clave de la salud del suelo. Sin los microorganismos del suelo, las plantas no podrían crecer, ni tendríamos una atmósfera respirable como la tenemos, ni podríamos comer como lo hacemos. Los microorganismos son responsables del ciclado de nutrientes mediante sus actividades enzimáticas, y son tremendamente diversos. En la rizosfera, los microorganismos son los encargados de transformar los nutrientes, bien aportados en forma mineral u orgánica, y hacerlos biodisponibles para la planta, favoreciendo su crecimiento y la producción vegetal. A su vez, la planta genera restos orgánicos que favorecen el desarrollo microbiano en la rizosfera.

Hoy en día se sabe que los microorganismos del suelo están en parte involucrados en la resistencia de las plantas a las condiciones ambientales e incluso a enfermedades. En un suelo sano, planta-microorganismo es un binomio que sustenta la sostenibilidad y fertilidad del suelo. La flora microbiana es fundamental para mantener los servicios ecosistémicos y la fertilidad del suelo. Sin embargo, esa tremenda diversidad de organismos que habita en el suelo se suele ver muy afectada por cualquier práctica antrópicas, incluyendo riego, fertilizantes, contaminaciones, etc. (Bastida et al., 2017).



Figura 1. Imagen del invernadero de tomate y del suelo que se ha analizado durante el proyecto LIFE AGRESO3IL.

Riego con agua ozonizada y sus efectos en el suelo y la planta

Cualquier práctica agrícola hoy en día debe ir encaminada a una agricultura más conservacionista que sostenga suelos de calidad y una buena biodiversidad. Sin embargo, la agricultura intensiva muchas veces lleva al extremo los suelos mediante la aplicación de pesticidas para evitar plagas en cultivos. Dichos pesticidas pueden llegar a permanecer en el suelo durante años y décadas, y pasar a formar parte de cadenas tróficas, afectando potencialmente a la salud de humanos y animales. Pero más aún: estos pesticidas pueden afectar a la salud del suelo y a su microbiota.

Diversos estudios han demostrado recientemente que una gran cantidad de suelos en Europa están altamente contaminados por pesticidas (Silva et al 2019). Por tanto, surge la inmediata necesidad de descontaminar esos suelos para mantener su salud y productividad. Pero, ¿cómo podemos hacerlo? Una de las estrategias más novedosas para degradar pesticidas es la ozonización.

El ozono (O_3) es una molécula altamente oxidante que contribuye a degradar compuestos orgánicos. Por tanto, se plantea que la aplicación de agua ozonizada en riego podría favorecer la degradación de pesticidas. Sin embargo, al margen de cuestiones técnicas y legales, el riego con agua ozonizada abre cuestiones de suma importancia. La primera es si dicha ozonización favorecería la pérdida de la materia orgánica, la cual es una pieza clave en la fertilidad y sostenibilidad del suelo. La segunda es si dicho ozono afectaría de forma negativa a la actividad y diversidad de la flora microbiana autóctona del suelo.

El proyecto LIFE AGRESO3IL (LIFE17 ENV/ES/000203) está coordinado por el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), y en él participan Novagric S.A. y el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC). En el proyecto LIFE AGRESO3IL se plantea el uso del agua ozonizada como una estrategia para favorecer la degradación de pesticidas, pero, a su vez evaluando la salud y biodiversidad del suelo, así como la productividad vegetal.

Recientemente, los resultados obtenidos en este proyecto en un cultivo de tomate en invernadero muestran, en general, que el riego con agua ozonizada no trae asociados efectos negativos en la microbiota edáfica. Los resultados preliminares indican que el riego con agua ozonizada no llega a afectar a cantidad de carbono orgánico total, un indicador clave de la sostenibilidad del suelo. No obstante, los resultados sugieren que el riego con agua ozonizada contribuye a generar una mayor biodisponibilidad de carbono y nitrógeno en el suelo, aumentando en muchos tratamientos el contenido de carbono orgánico y nitrógeno hidrosoluble.

Estos resultados se muestran paralelos a variaciones en la actividad y biomasa de microorganismos. Así, se observa que las actividades enzimáticas, que son indicadores de calidad del suelo y están estrechamente ligados al ciclado de los nutrientes, aumentan en los suelos regados con agua ozonizada. Estos aumentos están también relacionados con un aumento en la biomasa de bacterias y hongos estimada mediante ácidos grasos. Estos microorganismos son fundamentales para la salud y fertilidad del suelo, tal y como demuestran los resultados de este proyecto. A nivel vegetal, es importante destacar que el riego con agua ozonizada aumenta la tasa fotosintética de plantas de tomate y la calidad de sus frutos ($^{\circ}$ Brix).



Figura 2. Análisis de la tasa fotosintética en hojas de tomate.

Conclusiones

Hasta la fecha, los resultados del proyecto LIFE AGRESO3IL son esperanzadores para proponer estrategias de biorremediación de suelos contaminados con pesticidas que sean compatibles con la preservación de la salud del suelo y su fertilidad. No obstante, el riego con agua ozonizada supone una tecnología muy novedosa y sus efectos deben ser evaluados en el futuro en diferentes suelos y cultivos, puesto que la propia textura y química de cada suelo pueden condicionar los efectos del agua ozonizada.

Referencias

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 Biology & Biochemistry* 104, 226-237.

Delgado-Baquerizo, M., Oliverio, A.M., Brewer, T.E., Benavent-González, A., Eldridge, D.J., Bardgett, R.D., Maestre, F.T., Singh, B.K., Fierer, N. (2018). A global atlas of the dominant bacteria found in soil. *Science* 359, 320-325.

Silva, V., Mol, H.G.J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C.J., Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils – a hidden reality unfolded. *Science of Total Environ.* 653, 1532–1545.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de la Comisión Europea a través del programa LIFE+ (LIFE17 ENV/ES/000203 - LIFE AGRESO3IL).