

Efecto de biofertilizantes microbianos sobre la fertilidad biológica del suelo y el rendimiento del melón en el sur de España

Effect of microbial biofertilizers on biological soil fertility and melon yield in Southern Spain

I. Ollio*, S. Martínez-Martínez, R. Zornoza, C. Egea-Gilabert, J.A Fernández

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

*irene.ollo@upct.es

Resumen

Los cultivos del sureste de España se ven amenazados principalmente por: a) la baja disponibilidad de nutrientes; b) la necesidad de añadir continuamente insumos externos. Las prácticas actuales de gestión de los cultivos no están optimizadas para maximizar el desarrollo de los organismos del suelo. Por ello, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de nuevos productos, basados en formulaciones de microorganismos promotores del crecimiento vegetal, sobre las poblaciones microbianas del suelo y el rendimiento y calidad de un cultivo de melón, con el fin de reducir el uso de fertilizantes de síntesis y promover el desarrollo de prácticas medioambientalmente sostenibles. En relación a los resultados obtenidos, se puede concluir que el uso combinado de fertilizantes minerales y biofertilizantes parece ser un enfoque prometedor para la reducción de fertilizantes sintéticos, sentando las bases para futuras investigaciones para evaluar el uso de tales biofertilizantes microbianos en diferentes condiciones de cultivo, de modo que pueda haber una aplicación efectiva en el agroecosistema.

Palabras clave: Melón; biofertilizantes; PGPR.

Abstract

Crops in southeast Spain are mainly threatened by: a) low nutrient availability; b) the need to continuously add external inputs. Current crop management practices are not optimised to maximise the development of soil organisms. Therefore, the aim of this work was to study the effect of new products, based on plant growth-promoting microorganism formulations, on soil microbial populations and the yield and quality of a melon crop, in order to reduce the use of synthetic fertilisers and to promote the development of environmentally sustainable practices. In relation to the results obtained, it can be concluded that the combined use of mineral fertilisers and biofertilisers appears to be a promising approach for the reduction of synthetic fertilisers, laying the foundations for future research to evaluate the use of such microbial biofertilisers in different growing conditions, so that there can be an effective application in the agroecosystem.

Keywords: Melon crop; PGPRs; biofertilisers.

1. INTRODUCCIÓN

El melón Piel de Sapo, es una variedad típica del sur de España muy consumida y apreciada. España es líder europeo en producción y exportación, así como de amplio consumo en el periodo estival. Por tanto, este trabajo experimental pretende maximizar el rendimiento de la producción de melón Piel de Sapo salvaguardando la fertilidad inherente del suelo mediante la aplicación de prácticas sostenibles como el uso de biofertilizantes microbianos.

Diseñamos un experimento comparando el uso de fertilizantes inorgánicos en un cultivo de melón con el uso de dos tipos de biofertilizantes, bacterias y bacterias+hongos asociados a una disminución del 50% en la tasa de fertilización inorgánica. El objetivo era evaluar si la fertilización mineral puede ser parcialmente remplazada por microorganismos y comprobar su efecto en la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos. Se consideró oportuno evaluar los principales indicadores bioquímicos del suelo relacionados con actividades enzimáticas del ciclo del nitrógeno (actividad ureasa); la presencia y descomposición de pesticidas, si están presentes en el suelo (actividad arilesterasa); y la degradación de la materia orgánica vegetal (actividad betaglucosidasa y celulasa). Se evaluó si el uso de biofertilizantes puede modificar la abundancia de microorganismos del suelo, la estructura de la comunidad microbiana del suelo un cultivo de melón en comparación con un cultivo fertilizado sólo con fertilizantes inorgánicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en Cartagena, Sureste de España, en la Finca Experimental Tomás Ferro de la Universidad Politécnica de Cartagena (37°41'16.6 "N 0°56'55.6 "W) (37° 41` N; 0° 57` E). El experimento se realizó sobre un cultivo de melón (*Cucumis melo* cv. Paredes F1, tipo Piel de sapo), cultivado desde el 29/03/2022 hasta el 5-14/07/2022. La fertilización inorgánica en CONTROL 100% consistió en 157 kg ha⁻¹ de N, 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 250 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados por fertirrigación durante toda la vida del cultivo (1). Los otros tratamientos: i) CONTROL 50%; ii) NUVE (aplicación de bacteria y hongos) y iii) BACTONECO (aplicación bacteria) recibieron el 50% de reducción de la dosis aplicada al CONTROL 100%. Se pesaron cada unidad de melón recolectada, se analizó la producción en termino de kg ha⁻¹ y el grado Brix usando un refractómetro. La actividad arilesterasa (Aryl) se determinó según (2). La actividad celulasa (Cls) se evaluó mediante la determinación de(3,4). La actividad ureasa (Urs) (5). Todos los análisis se expresan en peso seco al aire. Se utilizó el análisis de PCR cuantitativa (qPCR) para cuantificar el número de copias de los genes 16S (segmento V3 del ARNr bacteriano) e ITS (espaciador transcrito interno en hongos). Las comparaciones se realizaron con el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) seguido de pruebas post-hoc, (HSD) de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en el peso de los melones cosechados en las distintas parcelas de tratamiento (Tabla 1). Los análisis enzimáticos, realizados en las 3 muestras de suelo recogidas en marzo, abril y mayo, muestran diferencias significativas entre las distintas parcelas de suelo en cada época de muestreo. En los análisis de ureasa las parcelas NUVE presentan una actividad muy baja en marzo en comparación con los Controles 50% y 100%, diferencias que dejan de ser significativas en abril y mayo donde la actividad enzimática se sitúa en valores similares entre todas las parcelas (Figura 1). La actividad celulasa en marzo muestra diferencias significativas sólo para las parcelas con BACTONECO respecto al resto de las investigadas; en abril se encuentra diferencias significativas en las parcelas con NUVE respecto a las parcelas con BACTONECO y CONTROL 50% y una diferencia no significativa, pero aún relevante, con CONTROL 100%. En mayo se observa un desplome de la actividad enzimática respecto a los meses anteriores para todas las parcelas investigadas, manteniéndose en niveles significativos para BACTONECO y NUVE frente a las afines CONTROL50% y CONTROL 100%. En cuanto a la actividad β -glucosidasa, hubo una diferencia significativa en marzo en CONTROL 100% en comparación con todas las parcelas investigadas. Por último, la actividad enzimática de la Arilesterasa se encuentra continua y poco variable en el suelo que se sitúa siempre por encima de

60 μmoles de p-nitrofenol $\text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ para todas las parcelas examinadas. Mediante PCR cuantitativa se analizó la abundancia de los genes 16S e ITS para cuantificar la abundancia de las poblaciones bacterianas y fúngicas y se determinó el ratio F:B (Tabla 2). Según los análisis qPCR de los genes 16S e ITS, la proporción entre hongos y bacterias varió en marzo dentro un rango de 0,22 y 0,04; 0,76 y 0,19 en abril; y dentro de 2,16 y 1,33 en mayo. En marzo y abril hay dominancia bacteriana sobre la fúngica, pero en mayo, en los tratamientos BACTONECO y CONTROL al 50%, encontramos un aumento marcado de la dominancia fúngica, aunque no significativo. En el análisis ANOVA encontramos diferencias significativas en la producción, destacando como los tratamientos NUVE y BACTONECO tienen las mejores performances. En este estudio, el efecto combinado de los biofertilizantes microbianos y los fertilizantes minerales resultó mejor que el de los fertilizantes químicos por sí solos. Dado que la materia energética biológica, como los nutrientes orgánicos y el consorcio microbiano, puede proporcionar energía disponible y acelerar la multiplicación de las células de microorganismos y enzimas para mejorar su entorno vital y aumentar su composición y actividad microbiana y enzimática del suelo (6). Por último, Queiroga et al. (2020) en experimentos mostraron que la aplicación de biofertilizantes en melón dio valores más altos en términos de peso, número de frutos por planta y rendimiento en comparación con el tratamiento de control sin biofertilizantes (7).

4. CONCLUSIONES

Los resultados globales pusieron de relieve que la adopción de nuevas prácticas de gestión agrícola, como el uso de biofertilizantes, parece ser un enfoque prometedor para reducir el uso de fertilizantes minerales manteniendo o aumentando el rendimiento de los cultivos agrícolas. No obstante, deberían combinarse diversas prácticas para lograr un efecto de mitigación más contrastado con los cambios en el sistema agroalimentario. Este estudio es un punto de partida para futuras investigaciones dirigidas a evaluar el uso de estos biofertilizantes en diferentes condiciones de cultivo para una aplicación efectiva en el agroecosistema. Se necesitan más investigación y apoyo público para desarrollar plenamente el potencial de los biofertilizantes microbianos mediante un conocimiento adaptativo entre investigadores, agricultores y otras partes interesadas.

5. AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este trabajo son parte del proyecto SoildiverAgro que se financia a través del Programa Horizon 2020 de la Unión Europea para la investigación y la innovación. Grant agreement No 817819.

6. REFERENCIAS

1. CARM. Normativa Reguladora, Producción Integrada, Alimentos sanos y garantizados [Regulatory rules, integrated production, healthy food and guaranteed], Murcia, , Spain: Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 1998.
2. Zornoza R, Landi L, Nannipieri P, Renella G. A protocol for the assay of arylesterase activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009 Mar;41(3):659–62.
3. Garcia-Alvarez A, Ibañez JJ. Seasonal fluctuations and crop influence on microbiota and enzyme activity in fully developed soils of central Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation*. 1994 Apr 1;8(2):161–78.
4. Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*. 1944 May; 153(2):375-80.
5. Nannipieri P, Johnson RL, Paul EA. Criteria for measurement of microbial growth and activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry* [Internet]. 1978 Jan 1 [cited 2022 Apr 25];10(3):223–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038071778901001>
6. Ancheng L, Xi S. Effect of organic manure on the biological activities associated with insoluble phosphorus release in a blue purple paddy soil. 1994 Aug 1.

7. Queiroga RCF de, Silva ZL da, Oliveira de OH, Santos E da N, Silva HLO, da Costa FB, de Assis LE. Melon fruit yield and quality as a function of doses and times of biostimulant application. RSD [Internet] 2020May3;9(7):e130973911. Available from: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3911>

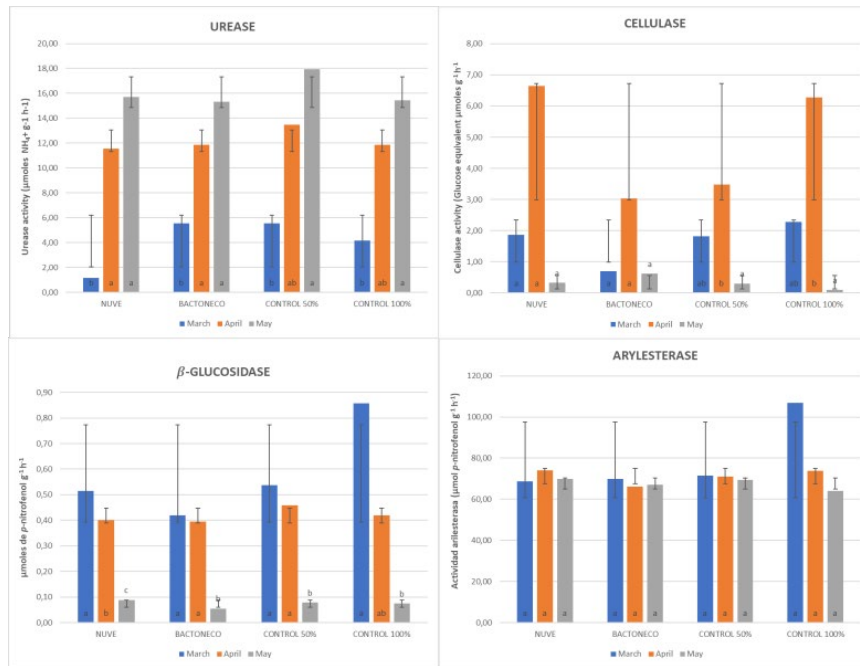


Figura 1. Análisis enzimático. ANOVA test, post-hoc Tukey HSD. Letras diferentes indican diferencias significativas (p = < 0,05).

Tabla 1. Producción y calidad de melón en los cuatro tratamientos.

Tratamiento	Peso promedio Kg/unidad	Núm. Melón /m ²	Producción Tn/ha	°Brix
BACTONECO	3,74 ± 0,90 a	0,89 ± 0,1 a	33,42 ± 2,97 a	12,88 ± 0,47 ab
NUVE	3,73 ± 0,89 a	0,88 ± 0,1 a	32,67 ± 2,02 a	12,09 ± 0,9 b
CONTROL 50%	3,52 ± 0,85 b	0,87 ± 0,15 a	30,81 ± 3,11 b	13,04 ± 0,55 ab
CONTROL 100%	3,65 ± 0,89 ab	0,90 ± 0,25 a	32,97 ± 3,72 ab	13,53 ± 0,59 a
F- ANOVA	5,97 **	1,32 ns	5,97**	3,40*

ANOVA test, post-hoc Tukey HSD. Letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas (p = < 0,05). * (p = < 0,05); *** (p = < 0,001)

Tabla 2. Proporción hongos:bacterias (F:B) determinada por qPCR de los genes genes 16S e ITS de las muestras de suelo recogidas en marzo y mayo.

F:B ratio	March	April	May
BACTONECO	0,04 b	0,19 b	2,16 a
CONTROL 100%	0,22 a	0,41 ab	0,65 a
CONTROL 50%	0,05 b	0,76 a	1,33 a
NUVE	0,08 b	0,32 ab	0,73 a
- ANOVA	10,01***	1,382*	0,744 ns

ANOVA test, post-hoc Tukey HSD. Letras diferentes, en cada columna, indican diferencias significativas. * (p = < 0,05); ** (p = < 0,01)