

Adición de agentes biológicos solubilizadores de nutrientes, para reducir la incidencia de enfermedades/plagas transmitidas por el suelo y aumentar la disponibilidad de nutrientes en cultivos de hortalizas

Addition of nutrient solubilizing biological agents to reduce the incidence of diseases/pests transmitted by the soil and to increase the availability of nutrients for vegetable crops

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

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

*irene.ollio@upct.es

Resumen

La producción intensiva de cultivos hortícolas en el Campo de Cartagena se enfrenta con algunos desafíos relacionados con la continua necesidad de aplicar insumos externos para garantizar un buen rendimiento; esto puede representar una amenaza considerable para el medio ambiente al contaminar agua, aire y suelo. El objetivo de este trabajo fue reducir la fertilización combinando la aplicación de formulaciones a base de microorganismos (PGPR y AMF), durante dos cultivos consecutivos de patata y brócoli, con el fin de mejorar la rentabilidad y reducir la incidencia de enfermedades. En el cultivo de patata la reducción de la fertilización no afectó al rendimiento y calidad y se observó una reducción de enfermedades en los dos tratamientos con aplicación de las formulaciones de microorganismos. En el caso del brócoli, se observa entre los tratamientos diferencias en el peso de la pella, en el diámetro del tallo y en el rendimiento.

Palabras clave: patata; brócoli; fertilización; microorganismos, enfermedades de los cultivos.

Abstract

The intensive production of horticultural crops in Campo de Cartagena area faces some challenges related to the continuous need to apply external inputs to guarantee a good yield. This situation can pose a considerable threat to the surrounding environment by contaminating water, air, and soil. The objective of this work was to reduce fertilization and to apply formulations based on microorganisms (PGPR y AMF) during two consecutive crop cycles of potato and broccoli in order to improve profitability and decrease diseases. In the potato crop, the reduction in fertilization did not affect the yield and quality along with a reduction in diseases was observed in both treatments with the application of the microorganism formulations. In the case of broccoli, significant differences are observed in the weight, diameter of the stem and in the yield between the treatments.

Keywords: potato; broccoli; fertilization; microorganisms; crop diseases.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de altos insumos, los principales desafíos para la producción sostenible incluyen la dependencia de plaguicidas y el elevado uso de fertilizantes y riego para aumentar la eficiencia, pudiendo representar una amenaza considerable para el medio ambiente al contaminar

el agua, el aire y el suelo (1). Además, estos sistemas pueden conducir a un empobrecimiento del suelo y una mayor susceptibilidad de las plantas a diversas enfermedades (2). La inoculación conjunta de cepas de hongos micorrícicos arbusculares (AMF) y las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) o el uso de formulaciones comerciales que contienen múltiples cepas de estos microorganismos, pueden mitigar los problemas del uso masivo de fertilizantes químicos (3). Cuando se aplica en combinación con las dosis adecuadas de fertilizantes minerales, las mezclas de PGPR y AMF conducen a la mejora de la calidad del cultivo y la mejora de la fertilidad del suelo y el entorno microbiano (4). Asimismo, la estimulación indirecta del crecimiento de las plantas que pueden proporcionar ciertos microorganismos está relacionada con su protección contra los efectos de los fitopatógenos (5). El objetivo del presente estudio fue determinar si la reducción de fertilizantes NPK asociado a la aplicación de formulaciones de microorganismos puede afectar al rendimiento y calidad de un cultivo de patata y de brócoli, respecto a la aplicación de la tasa completa de fertilización convencional.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Dos ciclos de cultivos, primero patata (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta) y posteriormente brócoli (*Brassica oleracea* L. cv. Parthenon) se plantaron respectivamente el 22 de diciembre de 2020 y 5 de octubre 2022, en una parcela de la Estación Experimental Agroalimentaria Tomás Ferro - UPCT ubicada en Cartagena, Región de Murcia. El sistema de cultivo se manejó de forma convencional, de acuerdo con los protocolos de cultivo estándar de la zona del Campo de Cartagena. El experimento se realizó en un diseño aleatorio que constaba de cuatro tratamientos distintos divididos en cuatro repeticiones; de los cuales había un tratamiento con una fertilización de cobertera estándar -Control 100%- (100 kg ha⁻¹ de N, 43,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 200 kg ha⁻¹ de K₂O en caso de la patata y en brócoli 158 kg ha⁻¹ de N, 68 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 255 kg ha⁻¹ de K₂O) mientras los otros tratamientos costaban de una reducción de un 30% de dichas dosis en el caso del cultivo de patata y de un 50% en el cultivo de brócoli (Control 70% y Control 50%, respectivamente). Entre los tratamientos con reducción de la fertilización están incluidos: un tratamiento con aplicación de un producto comercial, Bactoneco (Fyneco), que consiste en una formulación de bacteria solubilizadoras de nitrógeno, fósforo y potasio, y un tratamiento con aplicación de un producto comercial, Nuve (Fyneco), que se basa en una mezcla de bacteria y hongos micorrícicos. La recolección de la patata se realizó desde el 31 de mayo hasta el 4 de junio 2021 (160-164 días después de la plantación) y del brócoli entre 5 y el 10 de enero 2021 (92-97 días después la plantación).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la patata varió entre 5,2 kg m⁻² y 5,7 kg m⁻² entre los cuatro tratamientos, indicando que la reducción de la fertilización no ha afectado a la producción. Nuestros resultados coinciden con los de Ferreira *et al.* (6) que obtuvo un mayor rendimiento de patata con menos agua y nitrógeno de lo recomendado. El volumen de los tubérculos osciló entre 119 y 184 cm³, siendo significativamente mayor ($p < 0,05$) el Control 70% respecto a Bactoneco. En la firmeza de los tubérculos se observa un valor estadísticamente menor ($p < 0,05$) en el Control 100% (8,05 kg cm⁻²) respecto al Control 70% (8,65 de kg cm⁻²). No hubo diferencia en el contenido de almidón entre los tratamientos (Tabla 1). Los principales daños identificados en los tubérculos fueron la presencia atribuible a *Rhizoctonia* spp. mostrando, aunque de forma bastante leve, la presencia de corpúsculos negros (esclerocios) sobre la superficie del tubérculo y la presencia de pequeñas galerías en los tubérculos por la incidencia del gusano del alambre (*Agriotes lineatus*). La incidencia de *Rhizoctonia* fue del 2,5% en el tratamiento Nuve, 17,5% en Batoneco, 32% en Control 70%, y 15% en el Control 100%; la incidencia de gusano de alambre fue del 5% en Nuve, 12,5% en Bactoneco, 35% en el Control 70% y un 37,5% en el control 100%. Por lo general, el tratamiento menos afectado por daños a los tubérculos fue el tratamiento Nuve, en consonancia con los resultados de Larkin (7), que demostró que los hongos micorrícicos arbusculares bajo

ciertas condiciones pueden proteger la patata de algunas enfermedades incluso aumentar el rendimiento.

En el cultivo de brócoli, el tratamiento Control 100% alcanzó a un rendimiento de 1,50 kg m⁻² seguido por el Control 50% con 1,46 kg m⁻², Nuve con 1,42 kg m⁻² y finalmente “Bactoneco” con 1,39 kg m⁻². En peso de la pella se aprecia una diferencia significativa de $p < 0,01$ de los tratamientos Nuve y Bactoneco con el Control 100% que resulta este último ser mayor y una diferencia significativa de $p < 0,05$ entre Nuve y Bactoneco donde se observa un peso menor respecto al tratamiento Control 50. Varios autores están de acuerdo que aumentando la dosis de aplicaciones de nitrógeno, incluso hasta 300 kg N ha⁻¹, aumenta el rendimiento (8-10). El rendimiento de pellas de calidad comercializable es bueno ya con aplicación tasas de N > 112 kg ha⁻¹ (11). Tanwar, et al. (12) en un experimento con inoculación de AMF han demostrado que ha habido una colonización insignificante de las raíces del brócoli por hongos micorrízicos, lo que demuestra que no tienen ningún papel en el crecimiento de esta planta. Sin embargo, la absorción de nutrientes y el rendimiento del brócoli aumenta cuando se combina con la dosis recomendada de fertilizante y disminuye combinado con la mitad o el doble de la dosis de fertilizante.

4. CONCLUSIONES

Los parámetros agronómicos de la patata entre los tratamientos se vieron afectados por el volumen y la firmeza de los tubérculos. Mientras por lo que pertenece a la firmeza el Control 100% resulta tener el valor menor, en el caso del volumen en Bactoneco se observa tubérculos más pequeños. En brócoli se observan diferencias significativas en el peso, en el diámetro del tallo y en el rendimiento, que demuestra como una reducción del 50% de fertilización afecta los parámetros de calidad en brócoli. En la valoración global de las plagas y enfermedades en patata los tratamientos con aplicaciones de las formulaciones de microorganismos se vieron afectados en un porcentaje menor.

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. Rahman KMA, Zhang D. Effects of Fertilizer Broadcasting on the Excessive Use of Inorganic Fertilizers and Environmental Sustainability. *Sustainability*. 2018;10(3):759.
2. Aktar W, Sengupta D, Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicol*. 2009;2(1):1-12.
3. Adesemoye AO, Kloepper JW. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2009;85(1):1-12.
4. Ye L, Zhao X, Bao E, Li J, Zou Z, Cao K. Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality. *Sci Rep*. 2020;10(1):177.
5. Grobelak A, Napora A, Kacprzak M. Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. *Ecol Eng*. 2015;84:22-8.
6. Ferreira TC, Gonçalves DA. Crop-yield/water-use production functions of potatoes (*Solanum tuberosum*, L.) grown under differential nitrogen and irrigation treatments in a hot, dry climate. *Agric Water Manag*. 2007;90(1):45-55.
7. Larkin RP. Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biol Biochem*. 2008;40(6):1341-51.
8. Everaarts AP, Willigen PD. The effect of the rate and method of nitrogen application on nitrogen uptake and utilization by broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Neth J Agric Sci*. 1999;201-14.
9. Feller C, Fink M. Growth and Yield of Broccoli as Affected by the Nitrogen Content of Transplants and the Timing of Nitrogen Fertilization. *HortScience*. 2005;40(5):1320-3.

10. Yoldas F, Ceylan S, Yagmur B, Mordogan N. Effects of Nitrogen Fertilizer on Yield Quality and Nutrient Content in Broccoli. *J Plant Nutr.* 2008;31(7):1333-43.
11. Kahn BA, Shilling PG, Brusewitz GH, McNew RW. Force to Shear the Stalk, Stalk Diameter, and Yield of Broccoli in Response to Nitrogen Fertilization and Within-row Spacing. *J Am Soc Hortic Sci.* 1991;116(2):222-7.
12. Tanwar A, Aggarwal A, Parkash V. Effect of bioinoculants and superphosphate fertilizer on the growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *N Z J Crop Hortic Sci.* 2014;42(4):288-302.

Tabla 1. Parámetros de rendimiento y calidad de la patata.

Parámetros	Tratamiento			
	<u>NUVE</u>	<u>BACTONECO</u>	<u>CONTROL 70%</u>	<u>CONTROL 100%</u>
Contenido de almidón (%)	23±4,8	24±2,5	25±1,0	23±6,1
Volumen (cm ³)	176±56 ^{ab}	119±15 ^b	184±22 ^a	161±27 ^{ab}
Firmeza (kg cm ⁻²)	8,26±0,01 ^{ab}	8,26±0,27 ^{ab}	8,65±0,35 ^a	8,05±0,09 ^b
ρ (densidad) (mg cm ⁻³)	1,09±0,08	1,15±0,07	1,12±0,04	1,14±0,05
Rendimiento (kg m ⁻²)	5,57±0,67	5,21±0,42	5,69±0,27	5,39±0,60

Los datos, analizados con un ANOVA bifactorial, son representados como promedio±SD. Diferentes letras en superíndice son estadísticamente diferentes ($p<0,05$).

Tabla 2. Parámetros de rendimiento y calidad de brócoli.

Parámetros	Tratamiento			
	<u>NUVE</u>	<u>BACTONECO</u>	<u>CONTROL 50%</u>	<u>CONTROL 100%</u>
Peso Pella (g)	314,39±83,7 ^{ab}	307,9±85,9 ^a	322,14±78,9 ^{bc}	330,46±79,7 ^c
Circunferencia Pella (cm)	41,32±4,32	41,10±5,06	42,59±4,25	40,86±4,73
Diametro Tallo (cm)	3,63±0,41 ^a	3,82±0,44 ^b	3,65±0,39 ^a	3,81±0,41 ^b
Rendimiento (kg m ⁻²)	1,42±0,01 ^b	1,39±0,01 ^a	1,46±0,03 ^c	1,50±0,01 ^d

Los datos, analizados con un ANOVA bifactorial, son representados como promedio±SD. Diferentes letras en superíndice son estadísticamente diferentes ($p<0,05$).