



A1-544 Efecto de la aplicación de un promotor radical en la biota del suelo, el crecimiento y la producción del cultivo de tomate para industrial

Lorenzo, M. G.^{1*}; Filippini, M. F.¹; Lipinski, V.^{1, 2}; Zuluaga, S.

¹FCA - UNCUYO, 2 EEA La Consulta (INTA), Alte. Brown 500 Chacras de Coria, (5505), Mendoza; Tel. 0261-4135010. [*glorenzo@fca.uncu.edu.ar](mailto:glorenzo@fca.uncu.edu.ar)

Resumen

El fósforo (P) en suelos de climas áridos, reacciona dando formas fosfatadas no disponibles, por lo que es considerado uno de los elementos más críticos en la nutrición vegetal. En Mendoza el tomate para industria ocupa el 2do lugar en importancia dentro de las hortalizas, y responde a la fertilización fosfatada, incluso en suelos con muy altos contenidos de P disponible. El objetivo del trabajo fue comparar un promotor radical (PR) comercial junto una fuente tradicional de fósforo en distintas dosis, sola y combinada con este, a fin de evaluar su efecto sobre la biota del suelo, crecimiento y rendimientos. Los resultados obtenidos muestran que la biota del suelo no se vio modificada con la aplicación de fósforo y del promotor radical y se observó un mayor efecto en el crecimiento vegetativo que en la producción.

Palabras clave: micorrizas; *Solanum lycopersicum* L.; suelos regadíos; sustentabilidad

Abstract

The soil phosphorus contents in arid climates areas, reacts giving unavailable forms for plants, so it is considered one of the most critical elements in plant nutrition. In Mendoza, processing tomatoes is the 2nd most important crop within vegetables production. It has a good responds to P fertilization, even in soils with very high levels of available P. The objective was to compare a commercial radical developer (RD) applied together a traditional source of phosphorus in different doses, alone and in combination with this, in order to evaluate its effect on soil biota, growth and yield. The results show that soil biota was not modified by the application of phosphorus and radical promoter and a larger effect was observed in the vegetative growth than in yields.

Key words: arbuscular micorrhizal; *Solanum lycopersicum* L.; irrigation soils; sustainability

Introducción

En suelos de climas áridos, el P constituye uno de los elementos más críticos para la nutrición de las plantas ya que la eficiencia del mismo se ve afectada por su combinación con el calcio, quedando bajo formas no disponibles para las plantas.

Esto hace imprescindible comprender los factores agroecológicos que afectan la disponibilidad del P, entre ellos los bióticos, con el objetivo de utilizarlos para mejorar la nutrición de las especies de importancia económica y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental que produce el uso de los fertilizantes fosfatados de síntesis, ampliamente utilizados en la horticultura regadía.

En los oasis cultivados de nuestra provincia no existen antecedentes sobre el impacto de estos en la dinámica del P edáfico, sin embargo es sabido que los factores biológicos tienen una fuerte influencia en el establecimiento y desarrollo de los cultivos.

La asociación de las raíces con hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) es un mecanismo ampliamente difundido en la naturaleza que afecta positivamente la nutrición

fosfatada y el crecimiento vegetal. Tal es el grado de asociación planta-hongo que cerca del 80 % de las plantas superiores forman micorrizas, incluidas las solanáceas (Smith y Read, 2008). Los HFMA transfieren fosfatos desde el suelo a las células radicales a cambio de fotosintatos (Bonfante y Genre, 2010).

El cultivo de tomate para industria en Cuyo ocupa 4.798 ha (INTA, 2014), y la respuesta de este cultivo a la fertilización fosfatada en los suelos cuyanos ha sido demostrada en numerosos ensayos.

Las nuevas tendencias en el manejo edáfico de los agroecosistemas requieren plantear un enfoque holístico al considerar la fertilidad de un suelo, desde una visión sustentable, donde se profundiza el estudio de las relaciones de los factores bióticos y abióticos.

La aparición en el mercado de nuevos productos que mejoran la eficiencia de la absorción del fósforo por las plantas plantea la necesidad de una evaluación en cuanto a su efectividad en comparación con las fuentes tradicionales y permitir contemplar el aspecto de sustentabilidad en el cultivo.

El objetivo del trabajo fue comparar un promotor radical (PR) comercial con una fuente tradicional de fósforo en distintas dosis, sola y combinada con éste, a fin de evaluar su efecto sobre la biota del suelo, crecimiento y rendimiento del cultivo. De esta manera reducir el impacto de los fertilizantes sobre los agroecosistemas, optimizar los recursos y apostar a nuevas tecnologías de proceso.

Metodología

El ensayo se realizó en el campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Mendoza, situada en el Departamento de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina (33° 00' 19" S, 68° 51' 50 28" O, altura 925 msnm). El suelo es de origen aluvial, profundo, de textura franco arenosa (Torrifluvente típico). Las características físico-químicas están resumidas en la Tabla 1.

TABLA 1. Características físico químicas del suelo del ensayo previo el cultivo.

Profundidad (cm)	pH	CE	VS	Pd	Nt	Kint	MO	C/N
0-30	7,58	6,3	89	2,8	610	410	0,88	8,4

Referencia: pH: método potenciométrico. CE: conductividad eléctrica (mS cm^{-1}); VS: volumen de sedimentación (mL \% g); N total: nitrógeno total Kjeldahl (mg kg^{-1}); Pd: fósforo disponible en solución carbónica 1:10 expresado como P elemento mg kg^{-1} ; Kint: potasio intercambiable extraído en solución de acetato de amonio pH 7; MO: materia orgánica oxidable determinado por el método de Walkley & Black; C/N relación carbono-nitrógeno.

El trasplante se efectuó el 7 de noviembre del 2013 y la variedad de tomate utilizada fue HMX 7883 de la empresa Harris Moran, con un marco de plantación de 0,25 m entre plantas y 1,5 m entre hileras. Las parcelas evaluadas fueron de 3 m lineales.

El riego se efectuó por cintas de goteo, con goteros cada 30 cm. Para el cálculo de la lámina de riego se consideraron las medias mensuales de evaporación bruta del tanque A, coeficiente de cultivo (K_c), evapotranspiración calculada (dc), y precipitación efectiva (PP_{ef}).

El control fitosanitario del cultivo se realizó siguiendo las pautas de manejo recomendado por la asociación Tomate 2000 (PITI, 2012).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron seis: 0 P (Testigo absoluto); 0 P c/PR (Testigo sin aplicación de fertilizante fosfatado, con PR); 30 P (Fertilización fosfatada con 30 kg ha⁻¹ de P); 30 P c/PR (Fertilización fosfatada con 30 kg ha⁻¹ de P, con PR); 60 P (Fertilización fosfatada con 60 kg ha⁻¹ de P); 60 P c/PR (Fertilización fosfatada con 60 kg ha⁻¹ de P, con PR).

Se usó un PR a base de L- α -Aminoácidos elaborado a partir de la hidrólisis enzimática de proteínas de alto valor biológico, 1,88% de N total, 0,79% de fósforo asimilable, 1,42% de potasio soluble, 0,08% de ácidos húmicos y enriquecido con la incorporación de la totalidad de elementos menores quelatados.

Los plantines del tratamiento PR fueron sumergidos una semana previa al trasplante en una solución con 200 ml del producto, hasta consumo total del mismo. La dosis total aplicada durante el ciclo del cultivo fue de 48 L ha⁻¹, las que se aplicaron a los 15, 35 y 53 días después del trasplante (DDT).

Todas las plantas del ensayo recibieron igual dosis de fertilizante nitrogenado, a razón de 60 unidades de N ha⁻¹ en forma de urea granulada (46-0-0). La fuente de fósforo (P) aplicada en el ensayo fue ácido fosfórico (0-61-0 y densidad 1,44 g/l). La aplicación de los fertilizantes, se realizó en cuatro oportunidades, en partes iguales (25 % de la dosis total) en cada. La fertirrigación fue manual y se realizó a 15, 23, 29 y 35 DDT.

Se evaluó el desarrollo vegetativo a través de la materia seca aérea (MS) de las plantas medidas a los 30, 45 y 60 DDT.

Sobre muestras de raíces extraídas a 45 DDT se determinó el porcentaje de micorrización utilizando la técnica de tinción con tinta china (Horst *et al.*, 1998) y la presencia de arbusculos, hifas y/o vesículas con la metodología de Mc Gonigle *et al.* (1990).

Al final del ciclo del cultivo, se midió la actividad biológica del suelo mediante la técnica de Respiración Total (Alef, 1995).

La cosecha se realizó los 112 días DDT, y se evaluó: total y producción comercial (producción total menos descarte) (t ha⁻¹); tamaño de frutos (g); variables de descarte (frutos potencialmente perdidos por podredumbre apical "blossom-end rot" (t ha⁻¹); porcentaje de frutos de descarte (menores de 30 g o deformes); concentración en la maduración (porcentaje de frutos verdes y porcentaje de frutos sobremaduros)

Los datos fueron analizados mediante Infostat/profesional Ver. 1.1 2002, utilizándose un nivel de significancia del 5 % y las medias fueron comparadas por el test de Duncan.

Resultados y discusiones

A los 30 DDT, no se observaron efectos positivos de PR sobre el contenido de MS. La única diferencia significativa se obtuvo con el tratamiento de 30 P respecto a 0 P. Ningún tratamiento presentó diferencias significativas cuando la misma variable se evaluó a los 45 días. A los 60 DDT el tratamiento de 30 P c/PR se diferenció significativamente del 0 P, aumentando el desarrollo vegetativo un 93% (Tabla 2). En general, los tratamientos con PR presentaron para las dosis más bajas, un 23% más de materia seca, mientras que en la dosis más alta no superó el 7%.

La actividad microbiana y el porcentaje de micorrización no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2). Sin embargo se observa una tendencia a la micorrización cuando se aplicó el PR. No sucedió lo mismo con la respiración, donde se pudo notar que la dosis más alta de P con PR produjo la menor actividad microbiana.

TABLA 2. Determinación de Materia Seca (g planta^{-1}), Actividad Microbiana ($\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1}$ suelo) Micorrización (%) a los 30, 45 y 60 DDT, en plantas de tomate (test de Duncan $p=0,05$).

Tratamiento	Materia Seca 30 DDT (g/planta)	Duncan	Materia Seca 45 DDT (g/planta)	Duncan	Materia Seca 60 DDT (g/planta)	Duncan	Actividad Microbiana (mg CO ₂ /7 días/g de suelo)	Duncan	Micorrización (%)	Duncan
0P	8,04	c	25,29	a	81,42	b	0,26	a	44,50	a
0 P c/PR	10,66	abc	30,48	a	100,15	ab	0,32	a	53,00	a
30 P	14,91	a	35,03	a	124,96	ab	0,31	a	49,00	a
30 P c/PR	8,92	bc	29,64	a	157,28	a	0,33	a	49,75	a
60 P	12,9	ab	26,32	a	101,18	ab	0,30	a	51,00	a
60 P c/PR	9,64	bc	39,08	a	107,56	ab	0,24	a	56,25	a
CV	26,57		32,29		35,55		20,13		17,52	

Referencias

DDT: días después del trasplante

Letras iguales significan igualdad entre tratamientos (Duncan 0,05)

C.V. (%)= coeficiente de variación.

No se encontró diferencias significativas entre tratamientos en la producción total y la comercial; los tratamientos con PR a igual dosis de P, en todos los casos tuvieron una disminución del rendimiento del 15%. Los frutos más grandes se obtuvieron con el tratamiento 30 P, el cual se diferenció significativamente de los tratamientos 0 P y 30 P c/PR (Tabla 3).

Las diferencias obtenidas en porcentaje de frutos verdes no fueron significativas entre los tratamientos. El menor porcentaje de frutos sobremaduros se obtuvo con el tratamiento 30 P c/PR el cual se diferenció significativamente de los tratamientos con las dosis más altas de fósforo. El porcentaje de descarte y el peso de frutos potencialmente perdidos por podredumbre apical no mostraron diferencias significativamente entre tratamientos.

TABLA 3. Rendimiento comercial (t ha^{-1}), Producción total (t ha^{-1}), peso de frutos (g), frutos verdes (%), sobremaduros (%), descarte (%) y con podredumbre apical (t ha^{-1}) a cosecha.

Tratamiento	Producción comercial (t.ha^{-1})	Duncan	Producción total (t.ha^{-1})	Duncan	Tamaño de frutos (g)	Duncan	Frutos verdes (%)	Duncan	Frutos sobremaduros (%)	Duncan	Frutos descarte (%)	Duncan	Pod. Apical (t.ha^{-1})	Duncan
0P	117,77	a	147,97	a	70,67	bc	10,57	a	4,49	bc	1,72	a	5,33	a
0 P c/PR	101,33	a	128,27	a	66,84	c	8,53	a	3,80	bc	2,02	a	8,98	a
30 P	133,98	a	166,40	a	78,84	a	10,73	a	5,02	bc	1,41	a	2,83	a
30 P c/PR	117,11	a	143,80	a	66,50	c	7,91	a	2,63	c	0,54	a	8,73	a
60 P	135,79	a	170,26	a	76,33	ab	9,44	a	5,68	ab	1,79	a	5,22	a
60 P c/PR	118,16	a	158,30	a	77,00	ab	9,34	a	7,66	a	3,89	a	5,90	a
CV	18,14		15,98		5,73		30,15		33,04		81,35		60,00	

Referencias

Pod. apical (kg.ha^{-1})= producción de frutos potencialmente perdidos por podredumbre apical en kg.ha^{-1} .

Letras iguales significan igualdad entre tratamientos (Duncan 0,05)

C.V. (%)= coeficiente de variación.



Conclusiones

El uso del PR solo y/o combinado con P no mostró efecto sobre la producción ni sobre la biota del suelo en término de respiración y porcentaje de micorrización.

El bajo contenido de fósforo del suelo donde se realizó el ensayo, y la falta de una respuesta positiva del cultivo a la aplicación del PR y el P demuestra que la flora micorrizica nativa es altamente eficiente en la utilización del fósforo edáfico, en términos de producción.

Por lo tanto para las condiciones del ensayo se puede demostrar que es posible lograr rendimientos comerciales rentables de tomate para industria sin el uso de fertilizantes fosfatados, utilizando solamente los beneficios de la microflora edáfica. Introduciendo de esta manera una alternativa sustentable y ecológica a la producción de un cultivo intensivo altamente tecnificado.

Agradecimientos

Trabajo subsidiado por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo - Mendoza.

Referencias bibliográficas

- Alef K (1995) Soil respiration. In: Alef K, Nannipieri P (eds) *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, New York, pp 214-218
- Argerich, C. (2014) Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe de progresos 2013-2014. EEA INTA La Consulta. Asociación Tomate 2000.
- Bonfante, P & A Genre (2010) Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. Review. *Nature Communications* DOI: 10.1038/ncoms1046.
- Horst V, AP Coughlan, U Wyss & Y Piché (1998) Ink and Vinegar, a Simple Staining Technique for Arbuscular-Mycorrhizal Fungi. *Appl. Environ. Microbiol*, 64(12):5004-5007.
- McGonigle TP, MH Miller, DG Evans, D Fairchild & JA Swann (1990) A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi. *New Phytol.* 115: 495-501.
- PITI, Producción Integrada de Tomate para Industria, Directivas. 2014.
- Smith SE & y Smith FA (2011). Roles of arbuscularmycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystems scales. *Annual Review of Plant Botany*, 62: 227 – 250.