

CRECIMIENTO DE RAÍZ PRINCIPAL EN PLÁNTULAS DE ZANAHORIA Y CEBOLLA PRE TRATADAS CON ABONOS LÍQUIDOS ORGÁNICOS Y TRICHODERMA SP

ROOT GROWTH IN SEEDLINGS OF CARROT AND ONION PRE TREATED WITH ORGANIC FERTILIZERS AND TRICHODERMA SP

Bonillo M. C.¹; Rivera A. del M.¹; Álvarez S. E.¹; Hamity V.¹, Arias M. P.²

RESUMEN

Los cultivos de zanahoria y cebolla tienen una primera etapa de crecimiento lenta. El objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento de las raíces de ambas especies utilizando té de compost (TC0,1%), té de lombricompost (TL 1%), supermagro (SM 0,1%) y distintas cepas locales de *Trichoderma spp.* (T17-T20-T10-T11 2×10^7 c/ml). Tanto el TC como TL se prepararon suspendiendo los abonos sólidos en agua 1/7 (v/v) durante 7 días. El SM se preparó con guano bovino en agua 30/100 (v/v), azúcar (2 kg) y leche (4 l) fermentando durante 54 días. Las semillas de cebolla se embebieron durante 6 horas en TC, TL, SM y T17 y T20 utilizando agua como control (T). Se evaluó la longitud de la raíz a los 12 días. En el caso de zanahoria se siguió igual procedimiento, usando las cepas T10 y T11 de *Trichoderma* y se observó a los 14 días. En cebolla se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos y el control, T20 y TC con medias 20% superiores al T. En zanahoria todos los tratamientos mostraron diferencias significativas frente al control, T10 y T11, 25% superior al T. Los tratamientos pre-germinativos de semillas evidenciaron efectos promotores del crecimiento de raíz principal en cebolla y zanahoria, observándose diferencias entre los mismos.

Palabras claves: zanahoria, cebolla, competencia, raíz, biofertilizantes.

SUMMARY

The carrot and onion crops have a first stage of slow growth. The aim of the study was to evaluate root growth of both species using compost tea-0.1% (TC), vermicompost tea-1% (TL), supermagro-0.1% (SM) and various local strains *Trichoderma spp.*- 2×10^7 c / ml- (T17-T20-T10-T11). Both CT and LT were prepared in suspensions of water soluble fertilizers in 1/7 (v / v) for 7 days. The SM was prepared with bovine manure 30/100 in water (v / v) sugar (2 kg) and milk (4L) fermenting for 54 days. Onion seeds were soaked for 6 hours in TC TL, SM and T17 and T20 water as a control (T) used. The root length at 12 days was evaluated. In carrot identical procedure was continued to be used the strains T10 and T11, evaluated at 14 days. Data were analyzed with the program InfoStat. In onion significant differences between all treatments, T20 and TC

1. Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agricultura Familiar (CEDAF),

2. Cátedra de Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, Alberdi N° 47. San Salvador de Jujuy.

control averages 20% above the control was observed. In carrot all treatments showed significant differences versus control, T10 and T11 25% higher than T. The pre-germination seed treatment showed growth promoting effects of main root in onion and carrot, observing differences between them.

Keywords: carrot, onion, competition, root, biofertilizers.

INTRODUCCIÓN

La producción bajo el enfoque agroecológico es hoy una de las más relevantes propuestas generadas para la producción de alimentos de forma sustentables y en un marco de soberanía alimentaria. Pero en la actualidad para la reconversión desde una producción con agroquímicos y monocultivo a un esquema agroecológico es necesario contar con tecnología de apoyo para dicha transición. En este marco el manejo de malezas es algo relevante, sobre todo en cultivos de muy baja capacidad de competencia en los primeros estadios. Sin perder de vista que si bien es cierto que a corto plazo las políticas de manejo de malezas centradas en el uso de herbicidas han sido exitosas en términos de producción, eficiencia, y simplicidad; esta aproximación al manejo de las malezas ha sido altamente criticada por su alto costo ambiental, social, y económico (Mennel, 2010).

La zanahoria (*Daucus carota* L.) y la cebolla (*Allium cepa* L.) son dos cultivos hortícolas, cuya primera etapa de crecimiento es de carácter relativamente lento y de poca capacidad de competencia con las malezas. Una forma de mejorar la competitividad de dichas especies es aumentar la capacidad de implantación y crecimiento inicial. El uso de abonos orgánicos, tanto líquidos como sólidos, y guanos en suelos cultivados es una práctica ancestral dejada de lado por una gran mayoría de agricultores en los últimos 60 años (Campos y Sperberg, 2011). En la actualidad diferentes tipos de abonos "orgánicos" son promocionados y utilizados entre los que se mencionan derivados del compost, te de compost, fermentos líquidos de guano como el supermagro y microorganismos

con capacidad promotora de crecimiento como *Trichoderma* sp. Posiblemente la mejor decisión sería ir reemplazando gradualmente los químicos inorgánicos por abonos orgánicos hasta llegar a un equilibrio que permita que los sistemas de producción sean ambientalmente sustentables y rentables (Añez y Espinoza, 2003).

Al respecto Rothman y otros (2006) aplicando compost en forma foliar a diferentes concentraciones en variedades de tomate y pimiento bajo condiciones de campo, apreciaron un efecto estimulante positivo en la altura y ancho del follaje, diámetro polar de los frutos, masa y grosor del pericarpio y, por lo tanto, en los rendimientos. También en tomate la aplicación de compost líquido al suelo y al follaje, provocó que parámetros como materia seca, cantidad de folíolos, volumen radicular y peso seco de las raíces mejoraran (Barroso y otros, 1994). En el mismo cultivo Arteaga (2006) logró incrementos en rendimiento y en calidad, mediante la aplicaciones foliar cada 15 días de humus líquido a las concentraciones de 1/30 y 1/40 en agua.

En comparación a los fertilizantes químicos sintéticos, el uso de biofertilizantes líquidos en forma de fermentados microbianos simples o enriquecidos, se centra más que en aspectos cuantitativos de nutrientes, en la diversidad de la composición mineral, formando compuestos quelatizados. Éstos compuestos quedan disponibles para la actividad biológica o como activador enzimático del metabolismo vegetal. En éste sentido el "supermagro", creado en Brasil por Magro (de ahí surge el nombre) es un biofertilizante producido bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y ha mostrado efectos estimulantes de crecimiento en cultivos como

maracuyá (Rodríguez y otros, 2009). La respuesta de las plantas puede variar de acuerdo al tipo de suelo, época de plantación y manejo cultural; resultando necesario evaluar el desarrollo microbiológico producido por estos productos a partir de estiércol bovino, que puede contener sustancias húmicas. Nardi y otros, (2002) expresan que es posible que estas sustancias ejerzan efectos en funciones vitales de las plantas e incidan, directa o indirectamente, en la absorción de iones y en la nutrición mineral de las plantas. El ajuste de las dosis de aplicación representa un aspecto importante para evitar efectos tóxicos, normalmente estos biofertilizantes, con tres meses de fermentación, pueden ser usados en aplicaciones foliares (concentración de 5%) sobre la mayoría de los cultivos sin riesgos de toxicidad mineral (Ruiz López, 2013) o de inhibición del crecimiento o productividad (Cavalcante y otros, 2007).

Cubillos-Hinojosa y otros, (2009) lograron mejorar el porcentaje de germinación, el índice de velocidad de germinación, el tiempo medio de germinación, la altura de las plántulas, el grosor del tallo, el número de hojas, la longitud de la raíz y el peso seco total en semillas y plántulas de maracuyá inoculadas con cepas locales y comerciales de *Trichoderma harzianum*.

En el presente trabajo se plantea evaluar el efecto promotor de crecimiento de abonos orgánicos líquidos (te de compost, te de lombricompost y supermagro) y de cepas locales de *Trichoderma* sp. sobre la raíz primaria de plántulas de zanahoria y cebolla en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos relacionados. En el primer ensayo se trataron semillas de cebolla (*Allium cepa* L) con cepas de *Trichoderma* spp y abonos orgánicos líquidos sin diluir. El segundo ensayo se realizó con semillas de zanahoria (*Daucus carota* L), tratadas con cepas locales de *Trichoderma* spp y con abonos orgánicos diluidos.

Los abonos orgánicos líquidos utilizados fueron producidos localmente. Para el presente

ensayo se utilizó té de compost (TC), té de lombricompost (TL) y supermagro (SM).

TC y TL: se prepararon suspensiones de los respectivos abonos sólidos (compost y lombricompost de cama de granja) en agua, a razón de 1/7 (v/v) durante 7 días y extracción del filtrado al final de dicho periodo.

El supermagro suele presentar variantes tanto en su composición como en los métodos de fermentación (Cavalcante y otros, 2007), en esta experiencia se trabajó con una fórmula simplificada. Se mezcló guano fresco bovino con agua en una proporción de 30 litros en 100 litros de preparado, adicionando al inicio de la preparación azúcar (2 kg) y leche líquida (4l). La fermentación se llevó a cabo durante 54 días en un recipiente abierto con homogenización diaria de la mezcla que finalmente se filtró. El líquido obtenido fue el producto utilizado (SM) en el tratamiento de las semillas.

Las cepas de *Trichoderma* spp. fueron aislados locales de suelo y semillas seleccionadas en pruebas de laboratorio en función a su capacidad promotora de crecimiento y antagonista frente a hongos de suelo. El medio utilizado para su aislamiento fue APG 2% (Agar Papa Glucosado). La concentración final de unidades formadoras de colonias (conidios) se logró a partir de la multiplicación del hongo en 100 g de arroz en condiciones de laboratorio estandarizadas.

En cebolla se realizaron 4 tratamientos y el testigo. Los mismos fueron *Trichoderma* spp. cepas T17 y T20, TC, TL y agua como testigo (T).

Los tratamientos consistieron en la inmersión de las semillas en TC y TL sin diluir. A los efectos de inferir un posible efecto de acondicionamiento osmótico, se midió la conductividad eléctrica y calculó el ψ_0 respectivo mediante la fórmula $\psi_0 = 0,36 \times CE/10^3$. Otro parámetro físico químico determinado en cada uno de los medios líquidos utilizados fue el pH.

Muestras de 50 semillas de cebolla se embebieron, tanto en abonos líquidos como en agua durante 6 horas. Los tratamientos con T17 y T20 se aplicaron mediante la inmersión de las semillas por un periodo de 60 segundos en suspensiones ajustadas a 2×10^7 coni-

dios/ml, previa inmersión en agua para equiparar la hidratación generada por los otros tratamientos.

En zanahoria, se aplicaron los siguientes tratamientos: agua (T), T10 y T11 ($2,4 \times 10^7$ conidios/ml), SM 0,1%, TL1% y TC 0,1%. En el caso de T10 y T11 se realizó la inmersión de las semillas en agua durante 6 horas y, previo a la siembra, se sumergieron durante un minuto en cada suspensión; mientras que para el resto de los otros tratamientos sólo se hizo la inmersión durante 6 horas.

Las semillas, una vez tratadas, fueron sembradas usando método sobre papel en bandejas plásticas, siguiendo un diseño completamente aleatorizado de 4 repeticiones con 50 semillas cada una. Las muestras se mantuvieron en cámara de germinación a 25°C, realizando la evaluación en cebolla a los 12 días y en zanahoria a los 14 días, sobre el total de plántulas normales, según Reglas Internacionales de Semillas. La variable 'longitud de raíz' se analizó con programa InfoStat 2013-P.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cebolla la longitud de raíz principal mostro diferencias significativas entre los tratamientos ($p_v = 0,0009$ LSD 0,05), siendo T20 y TC los de mejor respuesta. En éstos la longitud de raíces primarias, en promedio, fue 20% superior a los otros tratamientos. La menor longitud de raíz se registró en T y en semillas tratadas con T17 (Tabla 1).

Para zanahoria se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos (LSD 0,05) a favor de T10, con una media de 6,28 cm, seguida por T11 de 5,76 cm, mientras que los tratamientos de TL y SM registraron valores intermedios. En la Tabla 1 se observa que T10 presenta la mayor diferencia frente a T, y significa un 25% de aumento en la longitud de la raíz, condición que estaría mostrando el efecto promotor de los abonos utilizados sobre el crecimiento de la raíz principal.

Las mediciones de CE y cálculo de los respectivos potenciales osmóticos para TC, TL y T se indican en la Tabla 2. TL fue el tratamiento

con mayor potencial osmótico (0,3762 atm.)

Los tratamientos TC y TL sin diluir muestran una buena respuesta promotora de crecimiento de raíz en cebolla. En cambio en zanahoria, la forma diluida de los abonos orgánicos líquidos no tuvo un efecto promisorio, obteniéndose en esta especie mejor respuesta con la aplicación de los tratamientos con *Trichoderma spp.*

Respecto a la acción de *Trichoderma*, hay diferencias de comportamientos entre cepas y cultivos, respuesta que desde el punto de vista genético y/o molecular, aun no se puede explicar con precisión. Efectos similares se describen para la promoción de crecimiento generada por rizobacterias. Harman y otros, (2004) demostraron que la inducción es generada por la liberación al medio de compuestos volátiles tipo cetonas, butanodiol, entre otras moléculas.

El mayor crecimiento de raíz principal generado por los tratamientos considerados, puede estar relacionado a la presencia de sustancias simil-hormonales, pudiendo explicar lo ocurrido en los tratamientos TC y TL. Autores citan métodos para cuantificar esas sustancias simil-hormonales presentes, sobre todo en la fracción fúlvica de las sustancias húmicas. Façanha y otros, (2002) han demostrado la presencia de grupos funcionales con características hormonales midiendo la capacidad de activar la bomba de protones de las membranas plasmática, indicador de la bioactividad potencial de los ácidos húmicos. Por su parte, Canellas y otros (2002), mediante cromatografía en fase gaseosa lograron determinar y cuantificar sustancias simil-auxinicas en ácidos húmicos extraídos de lombricompost.

Gomes y otros, (2012), mencionan que un efecto tipo de acondicionamiento osmótico podría estar involucrado, aunque en general los resultados positivos se presentan entre -4,95 y -19,8 atm, a las temperaturas medias recomendadas para germinación. En este ensayo la magnitud de Ψ_0 para (TL) y (TC) sin diluir son lejanos a esos valores.

Se considera necesario avanzar en estudios sobre los abonos orgánicos líquidos y la interacción con microorganismos, que permitan

explicar ésta respuesta promotora de crecimiento en las plantas, evaluando la presencia de sustancias hormonales y producción de metabolitos secundarios.

Esta tecnología apropiada está enmarcada en propuestas de producción ecológica, frente a instancias de reconversión o transición desde una agricultura con agroquímicos hacia una agricultura orgánica.

BIBLIOGRAFÍA

- Añez, B.; Espinoza, W. 2003. Respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica. *Revista Forestal Venezolana*, 47 (2): 73-82.
- Arteaga, M. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) var. Amalia en condiciones de producción. *Revista Cultivos Tropicales*, 27 (3): 95-101.
- Barroso, R.; Mendoza, L.; Gandarilla, F. 1994. Humus líquido como opción estimuladora para el desarrollo del tomate. *Revista Cultivos Tropicales*, 15. 3.
- Campos, J.; Sperberg, F. 2011. Uso de Enmiendas Orgánicas como fuente de Fertilización en Cultivos. Chile. Disponible en <http://www.inia.cl/medios/raihuen/Descargas>. Consultado el 07 de enero de 2013.
- Canellas, L.; Olivares, F.; Anna, L.; Facanha, O.; Facanha, A. 2002. Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H⁺-ATPase Activity in Maize Roots. *Plant Physiology*, 130: 1951-1957.
- Cavalcante L. F., Dos Santos G.D., de Oliveira F. A., Cavalcante H. L., Gondim S. C., Cavalcante M. Z. B. 2007. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife*, V.2, N.1:15-19.
- Cubillos, H.J.; Valero, N.; Mejía, L. 2009. *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana*, 27 (1): 81-86.
- Façanha, A.; Okorokova, F. A.; Lopes; Guridi, F.; De Araújo; Velloso, A.; Rumjanek, V.; Brasil, F., Schripsema, J.; Braz-Filho, R.; De Oliveira, M.; Canellas, L. 2002. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37 (9): 1301-1310.
- Gomes, D.; Da Silva, A.; Dias, D.; Alvaranga, E.; Da Silva, L.; Panozzo, L. 2012. Priming and drying on the physiological quality of eggplant seeds. *Horticultura Brasileira*, 30: 484-488.
- Harman, G.; Howell, C.; Viterbo.; A; Chet, I.; Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2: 43-56.
- Menalled, Fd. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5: 73-78.
- Meirelles, L. Bracagioli Neto, A.; Meirelles, A. L. Biofertilizantes enriquecidos: caminho sadio da nutrição e proteção das plantas. Porto Alegre: Ipê/CAE, 1997. 24p.
- Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Muscolo, A.; Vianello, E. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry*, v.34, p.1527-1536.
- Rodrigues A.; Cavalcante, L.; de Oliveira, A.; de Sousa, J. y Mesquita, F. 2009. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.13, n.2, p.117-124, 2009.
- Rothman, M.; Dondo, G.; Tonelli, B.; Montiel, M. 2006. Evaluación del uso de extracto de Lombricompost en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*.) a campo. *UNER - Revista Científica Agropecuaria*, 10 (2): 101-107.
- Ruiz Lopez, M. 2013. Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante tipo supermagro. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília: 52p. Dissertação de Mestrado.

TABLAS.**Tabla 1. Longitud promedio de raíz principal de plántulas de cebollas y zanahoria, semillas tratadas con abonos orgánicos líquidos y cepas locales de *Trichoderma sp.***

Tratamiento	Cebolla	Zanahoria
<i>Trichoderma sp.</i> T17 (T17)	2,16 AB	
Te de Lombricompuesto sin diluir (TL)	2,39 BC	
<i>Trichoderma sp.</i> T20 (T20)	2,49 C	
Te de Compost sin diluir (TC)	2,57 C	
Agua (T)	1,98 A	5,04 AB
Te de Compost 0,1% (TC 0,1%)		4,70 A
Te de Lombricompuesto 1% (TL 1%)		5,24 ABC
Supermagro 0,1% (SM 0,1%)		5,57 BC
<i>Trichoderma sp.</i> T11 (T11)		5,76 CD
<i>Trichoderma sp.</i> T10 (T10)		6,28 D

Para la misma especie medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla 2. Caracterización fisico-química de los diferentes medios líquidos utilizados.

Medios líquidos utilizados en el tratamiento de las semillas	pH	CE uS/cm	Ψ_o atm
Agua	6,78	243	-0,0875
TL	6,71	748	-0,2693
TC	8,08	1045	-0,3762