

POTENCIAL BIOFERTILIZANTE DE MICORRIZAS ARBUSCULARES EN CULTIVO ECOLÓGICO EN INVERNADEROS

A González-Vizcaíno, MP Carmona, *A Bago, *C Cano, **JM García, **MJ Pozo, E. Segundo

IFAPA Centro La Mojonera. Autovía del Mediterráneo, km 420, 04740 La Mojonera, Almería, eduardosegundo@teleline.es, *MYCOVITRO S.L., Avda. Jacobo Camarero s/n (Esc. Empresas), 18220-Granada, **Estación Experimental del Zaidín, CSIC, C/ Profesor Albareda 1, 18008-Granada

RESUMEN

En la agricultura ecológica de invernadero uno de los problemas claves es la fertilización debido al uso de variedades seleccionadas para cultivos convencionales, que son muy demandantes de nutrientes, mientras que la normativa de agricultura ecológica es limitante en el uso de fertilizantes.

Una de las estrategias agrícolas que permitirían una productividad sostenible con bajo coste ecológico y económico es la aplicación al suelo de microorganismos beneficiosos que reduzcan la demanda de fertilizantes. Entre estos están los hongos formadores de micorrizas arbusculares, ya que se ha descrito su influencia positiva sobre el vigor y producción de las plantas en especies vegetales muy diversas.

En este trabajo se ha estudiado el establecimiento de la micorriza en plantas de pepino, en cultivo ecológico en invernadero tipo Almería, así como sus efectos sobre la productividad de las mismas.

Las plantas se han inoculado, en semillero, con hongos micorrízicos autóctonos y posteriormente se ha analizado la micorrización en el momento del transplante y al final del cultivo empleando la técnica de Trouvelot et al.

La inoculación ha sido efectiva pero, en las condiciones utilizadas, no hay diferencias significativas en la producción entre tratamientos.

Palabras clave: inoculación, hongos micorrízicos autóctonos, invernadero tipo Almería, pepino

INTRODUCCION

En los invernaderos de Almería se hacen cultivos ecológicos desde 1.994, incrementando cada año el número de agricultores implicados y la superficie en producción (unas 170 Ha hortícolas en invernadero en el año 2006).

Actualmente no existen en el mercado variedades ecológicas adaptadas al cultivo bajo abrigo. Por ello en los cultivos ecológicos se utilizan las mismas variedades híbridas que en los convencionales, pero sin tratamientos químicos. Estas variedades son muy productivas y por tanto muy exigentes en nutrientes, especialmente en la época de desarrollo y maduración de los frutos.

Por otra parte, el Reglamento CE2092/91 sobre Agricultura Ecológica marca una limitación de 170 unidades fertilizantes de nitrógeno por hectárea y año. Por tanto, es obvia la necesidad de alternativas, conforme a la normativa asociada a este tipo de agricultura, que siendo respetuosas con el medio ambiente, optimicen el aprovechamiento de los nutrientes disponibles por parte de la planta y mejoren la tolerancia de éstas frente a estreses.

Una de las estrategias agrícolas que permitirían una productividad sostenible con bajo coste ecológico y económico es la aplicación y manejo de microorganismos beneficiosos que estimulen el crecimiento vegetal. A este respecto la investigación relativa al posible papel de las micorrizas arbusculares en los sistemas agrícolas tiene especial interés, ya que se ha descrito su influencia positiva sobre el vigor y el estado sanitario de las plantas en especies vegetales muy diversas (Azcón-Aguilar y Barea, 1997, Jeffries y col., 2003; Pozo y Azcón-Aguilar, 2007). Sin embargo, hasta ahora la aplicación de las micorrizas en los sistemas agrícolas de producción ha sido limitada, probablemente debido a dos problemas fundamentales: i) Las condiciones de cultivo empleadas en las prácticas de agricultura intensiva no favorecen el desarrollo de la simbiosis, principalmente por el abuso de fertilizantes de síntesis, y ii) No existen suficientes estudios dirigidos a adecuar las condiciones de cultivo y compatibilizarlas con aquellas favorables para el establecimiento y desarrollo de la micorriza. La agricultura ecológica, en cuanto conlleva un menor uso de fertilizantes y pesticidas, y promueve prácticas menos agresivas de laboreo, constituye un marco más favorable para el desarrollo de la simbiosis micorrícica y por tanto, favorece la expresión del potencial de los hongos formadores de micorrizas como biofertilizantes (Harrier y Watson, 2003).

El trabajo aquí presentado se ha realizado con el fin de determinar la compatibilidad de las condiciones de producción de la planta con las de desarrollo de la simbiosis, así como los efectos de las micorrizas sobre la productividad de las plantas de pepino. Para ello se ha estudiado, por una parte, el establecimiento de la micorriza en las plantas en invernadero de agricultura ecológica destinado a la producción comercial y por otra, la influencia de la micorriza en la producción.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

● Experimento 1. Ensayo piloto

MATERIAL VEGETAL: 3 cultivares de pepino: uno tipo francés, otro tipo español “CB895 F1” y otro tipo holandés “Trinidad F1” de Syngenta seeds, sin tratamiento químico.

SUSTRATOS: Se probaron 3 combinaciones de sustrato

- turba rubia 80%-perlita 20%
- turba ecológica 80%-perlita 20%
- Suelo 10%-arena 90% como control positivo de la micorrización.

SIEMBRA en semillero en bandejas de 150 alveolos.

INOCULACIÓN MICORRÍCICA: Al mismo tiempo de la siembra en alveolos se añade 1 ml del inoculante comercial GLOMYGEL® sobre cada una de las semillas

DISEÑO EXPERIMENTAL: 10 repeticiones por tratamiento. Las plántulas se levantaron a las 3 y 5 semanas de la siembra.

● Experimento 2. Ensayo en campo

MATERIAL VEGETAL: pepino cultivar “Trinidad F1” de Syngenta Seeds, sin tratamiento químico.

INVERNADERO tipo Almería de 600 m² con estructura de tubo galvanizado, cubierta de polietileno de 800 galgas, ventilación lateral con malla de 10x20 hilosxcm², antesala, vado fitosanitario y riego por goteo.

SUELO enarenado, con tierra aportada, capa de estiércol y capa de arena.

PREPARACIÓN DEL SUELO: Según el análisis físico-químico del suelo realizado previamente y las extracciones del cultivo previstas. Se aportaron 200 Kg de abono orgánico DUETTO 5-5- 8 como abonado de fondo, lo que supone 10 UF de N, 10 UF de P₂O₅ y 16 UF de K₂O. A continuación se realizó una solarización el 23/7/2007 al 20/9/2007.

SIEMBRA en semillero en bandejas de 150 alvéolos, con turba ecológica el 21/9/2007.

INOCULACIÓN MICORRIZICA. Al mismo tiempo de la siembra en alveolos se añade 1 ml del inoculante comercial GLOMYGEL® sobre cada una de las semillas. Se realizaron 4 tratamientos:

TO Testigo

T1 Micorriza 1: AOC, Hongo micorrízico autóctono de Andalucía occidental

T2 Micorriza 2: AOR, Hongo micorrízico autóctono de Andalucía oriental

T3 Filtrado del producto GLOMYGEL® sin hongo

DISEÑO EXPERIMENTAL Bloques al azar con 4 repeticiones de 40 plantas por repetición, 640 plantas en total.

TRANSPLANTE. El 3/10/07. Marco de plantación 1,5mx0,5 m.

FERTILIZACIÓN

Fase de cultivo	N Plus 14-0-0	S. potásico 0-0-50
Periodo vegetativo 10/10/07 al 30/10/07	0,85 Kg/día 0,20 gr N/m ² y día	0,5 Kg/día 0,4 gr K ₂ O/m ² y día
Periodo recolección 30/10/07 al 15/1/08	1,00 Kg/día 0,23 gr N/m ² y día	0,5 Kg/día 0,4 gr K ₂ O/m ² y día

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.

Con los productos autorizados por el reglamento C.E. 2091/92, de agricultura ecológica. Las plagas se controlarán con sus enemigos naturales utilizando el control químico de forma puntual.

TOMA DE DATOS DE PRODUCCIÓN

La muestra es de 12 plantas por repetición en la zona central a fin de evitar el efecto "borde", de las que se toman los siguientes datos: número de frutos, peso, categoría comercial. Algunas de estas plantas no se tuvieron en cuenta en la toma de datos debido a que no llegaron a la fase de producción.

ANALISIS DE LA MICORRIZACIÓN

Se realizaron dos análisis tomando muestras al azar de raíces entre los diversos bloques: el primero, a las pocas semanas de transplante (30/10/07) y el segundo, al final de cultivo (15/1/08). En ambos casos la técnica empleada es la de Trouvelot et al. (1986) para la cuantificación de la frecuencia e intensidad de colonización.

RESULTADOS

Experimento 1

Micorrización: Se observan puntos de entrada y micelio con incipiente colonización de la raíz en las 3 variedades de pepino utilizadas en los sustratos conteniendo turba ecológica y en suelo-arena. Se selecciona para el experimento en invernadero el cultivar "Trinidad F1".

Experimento 2

- En los tratamientos Testigo (T0 y T3) no se observa micorrización. Al final del cultivo en los tratamientos T1 y T2 se observa colonización micorrícica con una media del 20% y 40% respectivamente (Figura 1).
- Los datos tomados en campo (Tabla 1, Tabla 2, Figura 2) indican que no hay diferencias significativas en la producción entre tratamientos si bien se observa un ligero incremento en la producción de las plantas inoculadas con GLOMYGEL® (T1, T2) o tratadas con su filtrado sin hongo micorrícico (T3) con respecto al control (T0) sin tratar.

DISCUSIÓN

La colonización con el producto comercial GLOMYGEL® fue efectiva en sus dos variantes, es decir, la que contenía hongo autóctono de Andalucía occidental (AOC, T1) y oriental (AOR, T2), si bien alcanzó mayor proporción en la segunda. Esto debe ser observado como diferencias habituales en cuanto a intensidad de colonización mostradas por diversos aislados de micorrizas, junto con diferencias de adaptación de distintos aislados micorrícicos dependiendo de la zona ecológica de la que procedan. Se hace necesario, por tanto, un diseño lo más "a la carta" posible de los inoculantes micorrícicos a aplicar.

El efecto ligeramente estimulador obtenido en el tratamiento T3 (filtrado micorrícico sin hongo) podría atribuirse a los compuestos naturales secretados por el hongo micorrícico en la fase de maduración del inoculante GLOMYGEL®. Según se ha observado en diversos estudios, este efecto suele ser inicial y transitorio, viéndose habitualmente sobrepasado por el efecto producido por la colonización micorrícica funcional.

A pesar de ligeras diferencias a favor de los tratamientos micorrizados (T1, T2), el establecimiento de la colonización micorrícica no se reflejó en un incremento significativo de la producción. Esto puede deberse a varias causas: i) que la variedad comercial de pepino seleccionada no sea muy "sensible" a las mejoras producidas por el establecimiento de la micorriza; ii) que el efecto no haya sido visible en el tiempo durante el que se tomaron los datos, sin embargo se hubiese podido prolongar el tiempo en que la planta se mantuviese en producción, rentabilizando mejor así los insumos aportados; iii) que el efecto promovido por las micorrizas se mantuviese "latente" al no encontrarse las plantas en situación de estrés biótico o abiótico que permitiese demostrar el potencial estimulador y protector de la micorriza; y/o iv) que el efecto sea más de tipo cualitativo que cuantitativo en esta variedad vegetal concreta, e.g. en una mejora de las propiedades nutricionales y organolépticas de los frutos producidos.

A este último respecto sería interesante realizar estudios para comprobar los efectos que una posible mejora en la nutrición de la planta junto con la redistribución de las

reservas carbonadas como consecuencia de la micorrización, tenga sobre la calidad de fruto producido en condiciones ecológicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Daniel Lirola (Syngenta Seeds) por suministrarnos amablemente las semillas de pepino. Este trabajo fue financiado en parte por IFAPA (FPU-07-04).

BIBLIOGRAFÍA

Azcón-Aguilar C, Barea JM., 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: Significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68: 1–24

Harrier LA, Watson CA., 2003. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable cropping systems. *Advances in Agronomy*. 20: 185–225

Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., Barea J.M., 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of soils* 37: 1-16

Pozo MJ, Azcón-Aguilar C., 2007. Unravelling mycorrhiza-induced resistance. *Curr Op Plant Biol* 10: 393-398.

Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V. 1986. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In : *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*, V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi (eds.). INRA Press, Paris, pp. 217-221.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Datos de producción (Peso)

TRAT.	Com Kg.	Dest Kg.	Total Kg.	Kg/planta	Kg/m ²	% Com	% Dest
T0	187,75	19,58	207,33	4,41	5,88	90,60	9,40
T1	193,69	9,42	203,11	4,32	5,76	95,40	4,60
T2	178,83	16,42	195,25	4,34	5,78	91,60	8,40
T3	205,72	26,19	231,91	4,93	6,57	88,71	11,29

Tabla 2. Datos de producción (N° frutos)

TRAT	N° Com	N° Dest	N° Total	N°/planta	% Com	%Dest
T0	427	59	486	10,34	87,86	12,14
T1	438	42	480	10,21	91,25	8,75
T2	420	48	468	10,40	89,74	10,26
T3	471	67	538	11,45	87,55	12,45

Com: comercial; Dest: destrío

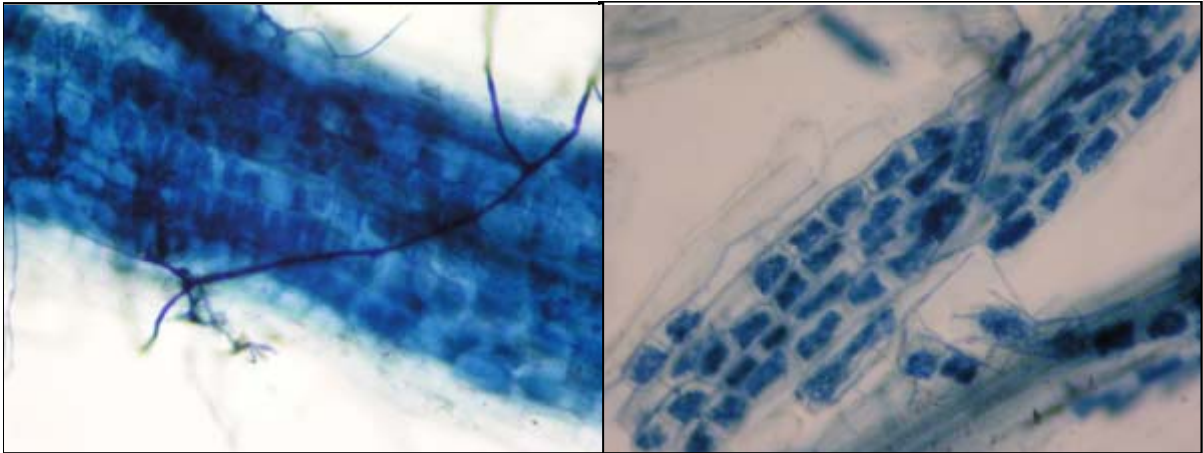


Figura 1. Vista general de la colonización micorrícica promovida por el inoculante comercial GLOMYGEL® en raíces de la variedad comercial de pepino estudiada (izda.). Derecha, detalle de la colonización arbuscular.

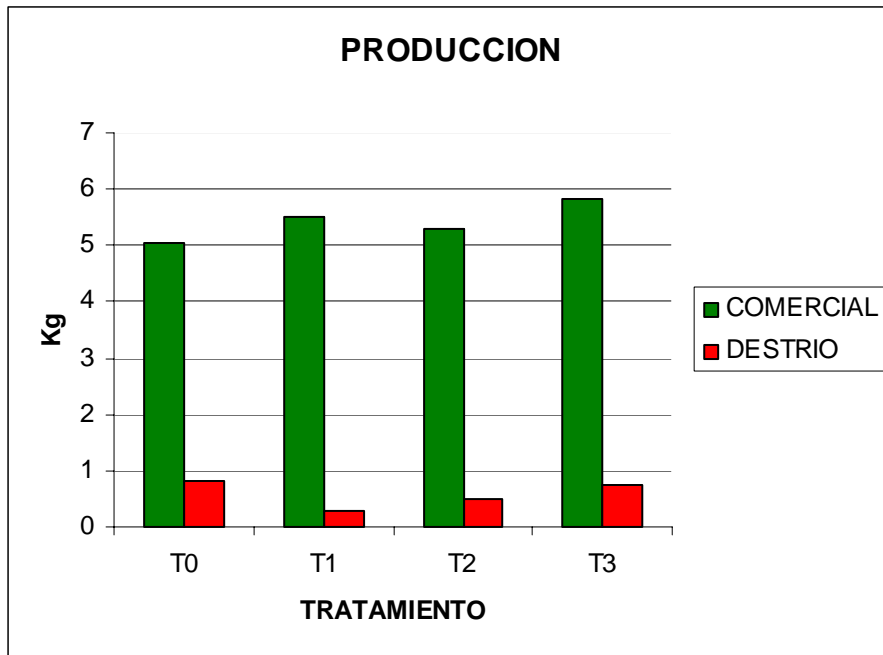


Figura 2: Datos de producción (Kg/m² vs tratamientos)