

Efecto de micorrización en el desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) durante la fase de propagación bajo invernadero

Oscar Colque Fuentes¹, Hans Mercado² y Ángel Carrillo Fuentes³

Introducción

El rendimiento potencial de las variedades de tomate cultivadas en zonas productoras del departamento de Cochabamba varía de 32.5 a 45 ton ha⁻¹ (CNPSH, 2001), no obstante, los volúmenes obtenidos por los productores, bajo manejo convencional, oscilan entre 26.7 a 30.4 ton ha⁻¹. Estas diferencias traducidas en términos monetarios fluctúan de 1031 a 2357 \$us ha⁻¹ de pérdidas en un ciclo de producción.

Las principales factores de reducción en la producción de tomate corresponden a la mortandad de plantas ocasionados por nemátodos y hongos de los géneros *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (Nuez, 2001). A medida que la severidad de las lesiones causadas por los patógenos avanzan, el sistema radicular de la planta reduce su capacidad de absorción de agua y nutrientes esenciales del suelo, ocasionando estrés y posterior muerte de la planta.

En la agricultura convencional, el control de enfermedades en la etapa de propagación de plantas se realiza con productos químicos, estos plaguicidas desactivan a los patógenos dentro del tejido hospedante o en el suelo por un período limitado de tiempo. Después de la degradación microbiana de los compuestos, los nematodos y hongos se recuperan, el daño a las raíces continúa y nuevamente se reinicia el ciclo de aplicaciones de agroquímicos (Rosero, 2006).

El deterioro causado por la agricultura convencional es originado por el uso inadecuado y excesivo de agroquímicos, prácticas agrícolas mal empleadas y el manejo incorrecto de los recursos naturales, lo que origina la necesidad de implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible (Velasco *et al.*, 2001).

En las últimas décadas se le ha dado singular importancia a los hongos micorrízicos, con base en los efectos benéficos que proveen a sus hospedantes, por lo que el manejo que

¹ Ingeniero. Agrónomo Investigador en Tecnologías Orgánicas Ecoacción-Bolivia <oscar.colque@gmail.com>

² Ingeniero. Agrónomo Coordinador de producción del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas (CNPSH) de Cochabamba

³ Tesista Investigador Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias Universidad Mayor de San Simón y CNPSH

tienen estos endófitos tiene uso potencial en los diferentes procesos de propagación de plantas. El uso de inoculantes biológicos como los hongos micorrízicos representa una alternativa que puede emplearse durante las primeras fases del crecimiento principalmente.

Los hongos micorrízicos penetran y colonizan las células radicales del hospedante, formando una asociación hongo-raíz que posibilita mediante mecanismos bioquímicos mayor absorción de nutrimentos y agua, logrando así, una promoción del crecimiento de la planta.

Con la finalidad de generar tecnologías para la obtención de plántulas de tomate, el presente trabajo de investigación fue propuesto con el objetivo de evaluar la eficiencia de del producto comercial Ecofungi en el desarrollo de plántulas durante la fase de producción de plántulas bajo invernadero

Materiales y métodos

Ubicación geográfica y características del área de estudio

El presente ensayo se realizó en un invernadero del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas, ubicada en la localidad de Villa Monte Negro, municipio Sipe Sipe, provincia Quillacollo del departamento de Cochabamba, situada entre los paralelos 17°22' de latitud sur y 66°19' de longitud oeste, a una altura media de 2505 msnm, distante a 23.5 Km de la capital, sobre la carretera principal Cochabamba-Oruro.

El rango de temperaturas promedio registradas dentro el invernadero durante el periodo experimental fue de 16.35 °C mínima y 28.2 °C para la máxima

Periodo experimental

El trabajo de investigación fue implementado en septiembre de 2007 y finalizó en noviembre de 2007.

Material vegetal utilizado

Para la ejecución del trabajo de investigación se utilizó semilla certificada de tomate, variedad Pionera de crecimiento indeterminado, procedente del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas Cochabamba.

Preparación del sustrato

Previo a la aplicación de tratamientos se realizó la preparación del sustrato compuesto por la mezcla de 1:1:1:0,5 partes de cascarilla de arroz requemado, limo, materia orgánica (turba) y arena gruesa respectivamente.

Producto comercial y dosis

Se utilizó el producto comercial Ecofungi cuyos componentes corresponden a tres cepas de endomicorrizas del género *Glomus* y cinco cepas de ectomicorrizas de los géneros *Pisolithus* y *Rhizopogon* (Anexo 1). La dosis comercial empleada fue de 60 g ha⁻¹ y 40 g ha⁻¹ para la inoculación al sustrato y semilla respectivamente.

Tratamientos, diseño y unidad experimental

En el experimento se estudiaron tres tratamientos: a) Inoculación de Ecofungi a la semilla, b) inoculación de Ecofungi al sustrato y c) testigo absoluto. El diseño empleado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y 9 unidades experimentales, cada unidad constituida por una bandeja de 128 alvéolos para 128 semillas haciendo un total de 1152 plantas en todo el experimento.

VARIABLES DE RESPUESTA

Durante el periodo experimental se evaluaron las variables de respuesta descritas en el Cuadro 1

Cuadro 1. Variables de respuesta evaluadas en el experimento, frecuencia de evaluación y número de plantas evaluadas

Variable	Frecuencia de evaluación	Número de plantas evaluadas
Emergencia de plántulas (días después de la siembra)	8, 10, 12 y 14 días después de la siembra	1152
Altura planta (cm) medida desde la base de la planta hasta la inserción última hoja emitida	19, 26 y 33 días después de la siembra	540
Peso materia seca (g) parte aérea, raíz y planta entera	19, 26, 33 y 41 días después de la siembra	108

Manejo agronómico

La actividad de mayor importancia fue la aplicación de riego diario durante todo el periodo experimental. La primera aplicación fue realizada en la mañana, la siguiente al medio día y la última al finalizar la jornada. El volumen de agua suministrado para mantener la humedad en capacidad de campo.

Análisis estadístico

las variables fueron procesado con el modelo lineal mixto en base al diseño bloques al azar (Steel y Torrie, 1992) y las contrastaciones fueron realizadas con la sentencia de lsmeans (promedios por mínimos cuadrados y la distribución de t de student) del programa SAS.

Resultados y discusión

Emergencia de plántulas de tomate

La variable germinación de plántulas mostró diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los tres tratamientos, a los 8 y 10 días después de la siembra, observándose al tratamiento testigo con mayor número de plántulas emergidas en esta etapa inicial. Evaluaciones posteriores realizadas a los 12 y 14 días no evidenció diferencias estadísticas entre tratamientos. (Figura 1).

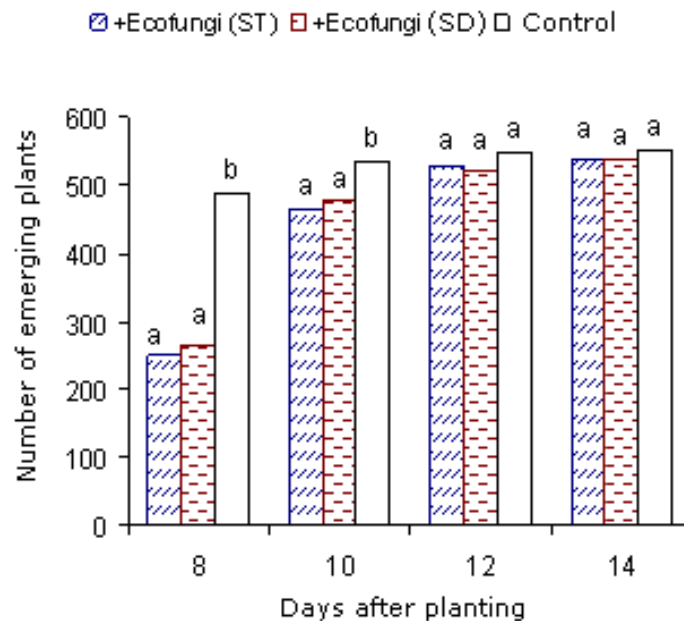


Figura 1. Germinación de semillas de tomate, desde la siembra hasta 14 días después, según los tratamientos. Valores con la misma letra en cada evaluación son estadísticamente iguales

Es probable que el retraso de la emergencia de plántulas en los tratamientos +Ecofungi (ST) y +Ecofungi (SM) hayan sido inhibidas por las sustancias que segregan las semillas durante la germinación. Al respecto reportes de Alarcón (2000) refieren que en el caso de la inoculación en semilleros, ésta presenta ciertos problemas ya que las semillas pueden

germinar lentamente o bien, al germinar pueden producir ciertas sustancias que inhiban el proceso de colonización intraradical por parte de los hongos micorrízicos.

Altura de plántulas

Resultados de las evaluaciones efectuadas a los 19 días no mostró diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Lecturas posteriores realizadas a 26 y 33 días después de la siembra, evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Figura 2).

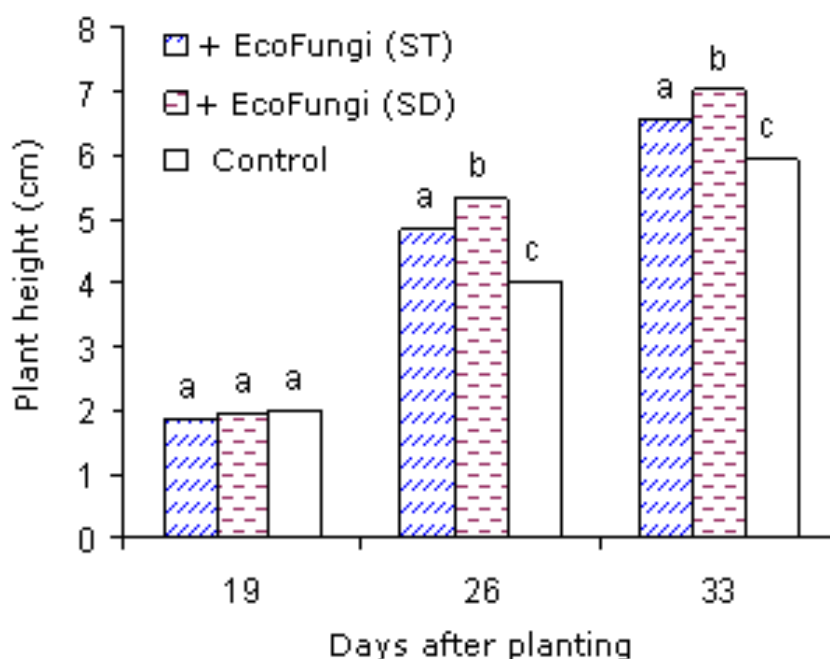


Figura 2. Variación de la altura promedio de plántulas de tomate, desde la siembra hasta 33 días después, según los tratamientos. Valores con la misma letra en cada evaluación son estadísticamente iguales

Según Alarcón (2000) en la etapa inicial de desarrollo de plántulas, solo generan raíces de tipo primario y los hongos micorrízicos únicamente invaden raíces secundarias. De acuerdo al análisis descrito, es predecible que hasta 19 días después la siembra el desarrollo de raíces primarias sea en mayor proporción en las plántulas evaluadas, lo que corrobora el comportamiento observado en el trabajo de investigación.

A partir de los 26 días después de la siembra (Figura 2) se observó diferencias entre tratamientos evidenciando el efecto positivo de +Ecofungi, particularmente en aquellas unidades que recibieron la inoculación en la semilla.

Otro aspecto a destacar en la variable altura corresponde a la mayor proporción de plántulas del tratamiento testigo categorizadas en el rango de menor tamaño (4 a 6 cm), este fenómeno probablemente esté relacionado con el escaso desarrollo radicular y una baja absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plántulas. Contrario a lo descrito se observó mayor proporción de plántulas de los tratamientos +Ecofungi (SM s + Ecofungi (ST) en el rango de 6 a 8 cm respectivamente (Figura 3).

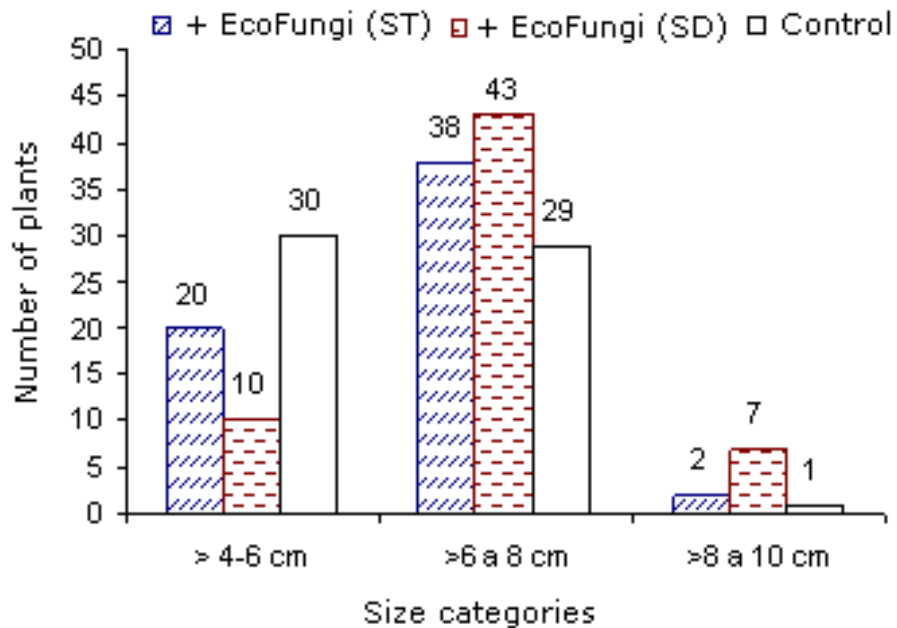


Figura 3. Altura de plántulas por tratamientos según rango de clasificación categórica a 33 días después de la siembra.

De manera general el tratamiento con Ecofungi favoreció el desarrollo de plántulas logrando una mayor proporción en el rango de 6 a 8 cm y 8 a 10 cm respectivamente.

Peso materia seca planta entera

El análisis estadístico de la variable peso seco planta entera realizadas a 19, 26 y 33 después de la siembra no evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$). Sin embargo la última evaluación realizada a 41 días después de la siembra mostró diferencias marcadas de los tratamientos +Ecofungi (ST) y +Ecofungi (SM) comparadas con el testigo. Las plántulas tratadas con +Ecofungi (ST) y +Ecofungi (SM) tuvieron 87% y 42% mayor peso que el tratamiento testigo y testigo respectivamente (Figura 4).

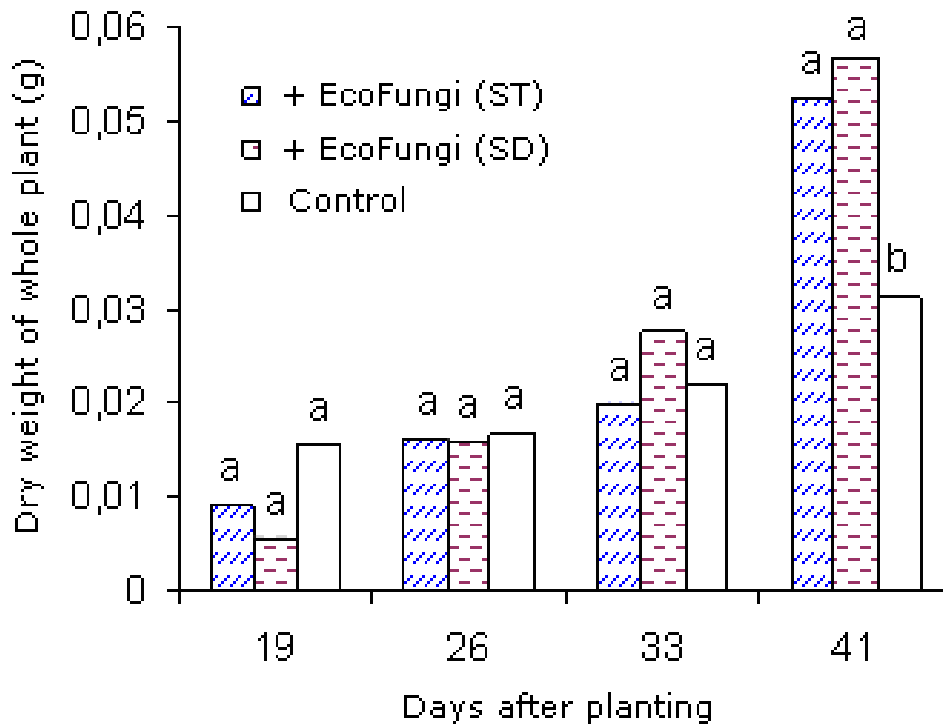


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el peso de materia seca de planta entera evaluada a 37 días después de la siembra. Valores con la misma letra en cada evaluación son estadísticamente iguales

El efecto positivo de la inoculación de plantas de espárrago (*A officinalis*) con *Glomus fistulosum* sobre espárrago fue reportado por Pérez et al. (2004), al comprobar que las plantas inoculadas obtuvieron 5,35 veces más peso de materia seca comparado con el testigo, asimismo confirmaron que la absorción de fósforo (P) fue de 288.2 y 4,55 mg planta⁻¹ en plantas inoculadas y sin inocular respectivamente, lo que confirma un incremento proporcional de absorción de P al aumento de la masa seca.

Otro trabajo realizado por Alarcón (2000) reportó los beneficios de *Glomus spp.* y *Glomus intraradix* sobre el peso seco del follaje en estacas de ciruelo. Asimismo Hernández (2001) confirmó el efecto benéfico de *Glomus fasciculatum* y *Glomus manihoti* sobre el peso de la materia seca de planta entera y otras variables de crecimiento de tomate.

Conclusiones

La emergencia de plántulas no fue afectada por los tratamientos

El producto comercial Ecofungi favorece el crecimiento de plántulas de tomate

La variable peso seco de planta entera tuvo mayor respuesta al tratamiento con +Ecofungi aplicado a al sustrato, seguido de +Ecofungi aplicado a la semilla.

El tratamiento testigo fue el que menor peso seco obtuvo.

Bibliografía consultada

CNPSH (Centro Nacional de producción de Semilla de Hortalizas). 2001. Presentación de Variedades. Villa Montenegro, Cochabamba. 24p.

Hernández, J; Chailloux, M. 2001. La nutrición mineral y la biofertilización en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana Cuba. Vol. 5. Nº 13. Págs. 11-27

Pérez, J.; Osorio, N.; Alvarez, C. 2004 Crecimiento, absorción de fósforo y morfología de la raíz de espárrago inoculados con hongos micorrizales y *Pseudomonas fluorescentes*. Universidad Nacional de Colombia. 8 Págs.

Steel y Torrie. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF. 661 p.

Rosero, J. 2006. 2006. Factores Ecofisiológicos en el Desarrollo de Cultivos Agrícolas. Ecuador, Mundo Verde. 1 disco compacto

Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Mundi – Prensa. México, D.F. 793 p

Velasco, J; Ferrera, R. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados Montecillo estado de México. Págs. 241-248

Agradecimientos

A la dirección ejecutiva y personal técnico del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas Cochabamba, por el apoyo prestado.