

Efecto del producto comercial Ecoflora en el desarrollo y calidad de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) durante la fase de propagación bajo invernadero

Oscar Colque Fuentes¹, Hans Mercado² y Ángel Carrillo Fuentes³

Introducción

Según reportes del Centro Nacional de Producción de semillas de Hortalizas Cochabamba, el rendimiento potencial promedio de las variedades de tomate cultivadas en la región, varía de 30 a 45 ton ha⁻¹ (CNPSH, 2001), sin embargo los volúmenes promedio obtenidos a nivel de productores, oscilan entre 26.7 a 30.4 ton ha⁻¹ evidenciando una diferencia de 4.6 a 9.6 ton ha⁻¹, que traducido en términos monetarios la pérdida tiene una valoración de 1031 a 2357 \$us ha⁻¹ en un ciclo de producción.

Entre los factores relacionados a pérdidas en la producción de tomate, esta la mortandad de plantas ocasionados por nemátodos y hongos de los géneros Fusarium, Phythophtora y Rhizoctonia (Nuez, 2001). A medida que 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.

Tradicionalmente, el control de enfermedades en la etapa de propagación de plantas se realiza con productos químicos convencionales, 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 y el daño a las raíces continúa (Rosero, 2006).

Actualmente muchas empresas de producción agrícola se encuentran en proceso de adopción de tecnologías alternativas a la convencional, particularmente en el uso de productos biológicos para el control de enfermedades, entre las que se destacan microorganismos de los géneros Bacillus, Pseudomonas Streptomyces y Tricoderma, productos que se encuentran en el mercado bajo diferentes formulaciones comerciales (Rosero, 2006). Entre las funciones principales que caracterizan a estos

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) Cochabamba Bolivia

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

microorganismos, esta su habilidad de controlar poblaciones de microorganismos patógenos. El Biocontrol se lleva a cabo a través de varios mecanismos independientes, pero principalmente por la exclusión competitiva, al ser los microorganismos más eficientes en la adquisición de nutrientes que los organismos patógenos; la excreción de quitinasas, enzimas que degradan la quitina presente como componente estructural de la pared celular de hongos patógenos y la exudación de antibióticos que inhiben la síntesis de proteínas en hongos patógenos.

Para garantizar productos de calidad comercial al mercado, rendimientos que generen un buen ingreso y que se mantenga o mejore la fertilidad y diversidad biológica de los suelos cultivados es necesario considerar un enfoque holístico y/o integral de todo el proceso productivo (Ullé, 2001; Polack, 2001). En ese entendido, un buen comienzo comprende desde la producción de plántulas de calidad, procedente de semilla certificada, utilizando tecnologías de proceso en contraposición al uso de agroquímicos tóxicos (González, 2001).

Dentro la amplia gama de productos orgánicos utilizados en los sistemas de producción agrícola y que pueden emplearse en la fase de propagación, tanto para favorecen el desarrollo radicular, reciclaje y asimilación de nutrientes y el control antagónico de patógenos, recientemente ha ingresado al mercado un concentrado seco de microorganismos benéficos denominado Ecoflora, que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, control de patógenos e incremento de los rendimientos.

Con la finalidad de generar tecnologías para la obtención de plántulas de tomate, el presente trabajo de investigación fue propuesto con la finalidad de evaluar la eficiencia de producto comercial Ecoflora en el desarrollo y calidad 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 16.52 °C mínima y 28.8 °C para la máxima

Periodo experimental

El trabajo de investigación fue implementado en noviembre de 2007 y finalizó en enero de 2008.

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. El 67% del volumen preparado fue sometido a desinfestación con vapor de agua a 105 °C por un periodo de 55 minutos y el 33% del sustrato restante no recibió ningún tratamiento.

Producto comercial y dosis

Se utilizó el producto comercial Ecoflora cuyos componentes corresponden a un concentrado seco de los siguientes microorganismos benéficos: *Bacillus subtilis*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus pumilus*, *Paenibacillus exotofixans*; *Pseudomonas aureofaciens*; *Streptomyces lybicus* y *Trichoderma harzianum* (Anexo 1). La dosis comercial empleada fue de 80 g ha⁻¹ por aplicación

Tratamientos, diseño y unidad experimental

En el experimento se estudiaron tres tratamientos: a) Con ecoflora, una aplicación del producto al sustrato desinfestado mas tres aspersion a la parte foliar de las plántulas con intervalos de 10 días entre aplicación, b) Sin Ecoflora en sustrato desinfestado y c) testigo en sustrato sin desinfestación. El diseño empleado fue el de bloques completos al azar con

cuatro repeticiones y 12 unidades experimentales, cada unidad constituida por una bandeja de 100 alvéolos para 100 semillas haciendo un total de 1200 plantas en todo el experimento.

Variables de respuesta

Durante el periodo experimental se evaluaron las variables 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	1200
Altura planta (cm) medida desde la base de la planta hasta la inserción última hoja emitida	11, 21, 31 y 37 días después de la siembra	240
Número de hojas	11, 21, 31 y 37 días después de la siembra	240
Peso materia seca (g) parte aérea, raíz y planta entera	41 días después de la siembra	240
Mortandad de plantas	37 días después de la siembra	1200

Manejo agronómico

La actividad de mayor importancia fue la aplicación de tres riegos diarios 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 fue 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, 10 y 14 días después de la siembra, observándose al tratamiento +Ecoflora como el más sobresaliente. Solo en la evaluación del día 12, el tratamiento +Ecoflora y -Ecoflora fueron estadísticamente idénticos. (Figura 1).

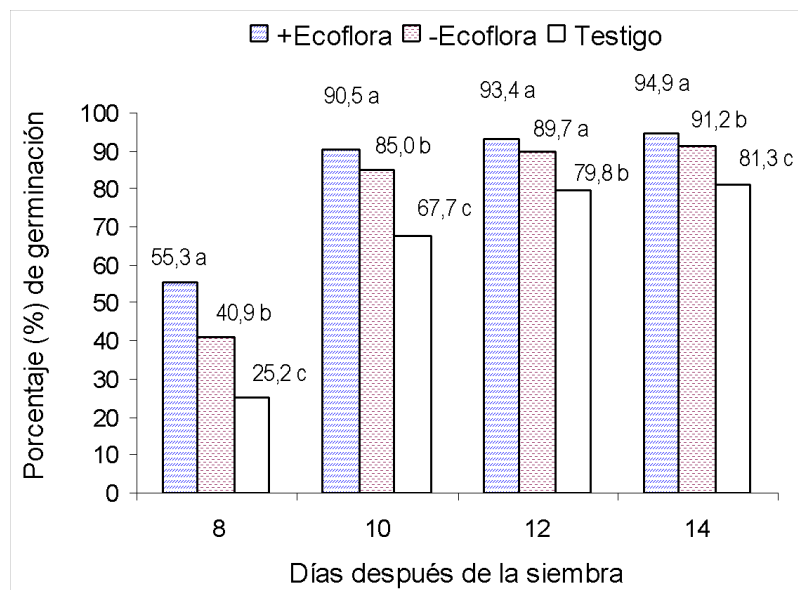


Figura 1. Germinación de semillas de tomate, desde la siembra hasta 14 días después, según los tratamientos. Valores con la misma letra en cada evaluación son estadísticamente iguales

Los resultados de germinación, obtenidos a 14 días después de la siembra, registraron 94.9, 91.2 y 81.3% para los tratamientos +Ecoflora, -Ecoflora y testigo respectivamente. De esta evaluación resalta la eficiencia del tratamiento +Ecoflora frente al testigo, evidenciando un 14% más de plántulas germinadas.

Uno de los componentes del producto Ecoflora corresponde a la bacteria *P. aureofaciens*, de acuerdo a Rosero (2006) este microorganismo tiene una relación directa con la producción de fitohormonas que estimulan la germinación de semillas y crecimiento de plántulas.

Altura de plántulas

Resultados de las evaluaciones efectuadas a los 11, 21, 31 y 37 días después de la siembra para la variable altura planta, evidenciaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$)

entre los tres tratamientos (Figura 2).

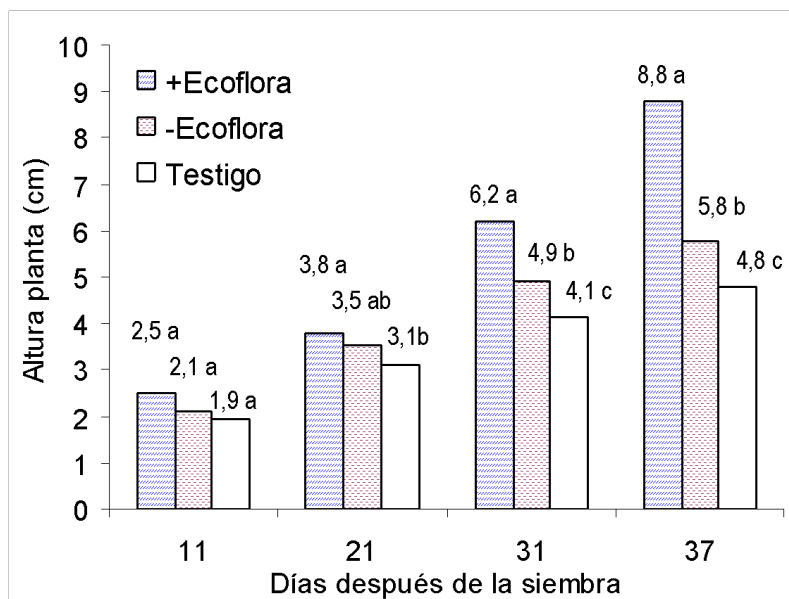


Figura 2. Variación de la altura promedio de plántulas de tomate, desde la siembra hasta 37 días después, según los tratamientos. Valores con la misma letra en cada evaluación son estadísticamente iguales

Entre las características de los microorganismos que componen el producto Ecoflora esta la descomposición de la materia orgánica por *S. lybicus*, fijación de nitrógeno por *B. polymyxa*, fijación nitrógeno, estimulación a la germinación de semillas y crecimiento de plantas por *P. aureofaciens*. Es probable que la interacción de los microorganismos referidos, favorecieran el desarrollo radicular y absorción de nutrientes esenciales del sustrato, en particular el nitrógeno, elemento relacionado con el desarrollo foliar de las plantas según Rodríguez (2007) y Bertch (1998).

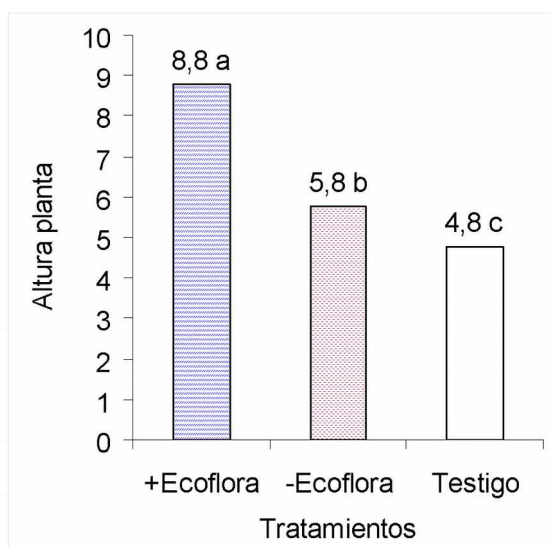


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre la altura de plántulas a 37 días después de la siembra; valores con la misma letra son estadísticamente iguales

El efecto del tratamiento con Ecoflora mostró un incremento 52 y 84% en altura planta del tratamiento + Ecoflora comparado con los tratamientos -Ecoflora y testigo respectivamente (Figura 3). La eficiencia positiva de *T. harcianum* y *P. lentimorbus* (componentes del producto Ecoflora) en el desarrollo de la parte aérea de plántulas de tomate, fue reportado por Santander (2003) en un trabajo de investigación sobre control biológico, concluyendo que los microorganismos evaluados estimularon el crecimiento del tomate en 31 y 26% respectivamente.

Peso materia seca parte aérea, raíz y planta entera

El análisis de la variable peso seco mostró diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2). Las plántulas tratadas con +Ecoflora tuvieron 47 y 132% mayor peso que los tratamientos -Ecoflora y testigo respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el peso de materia seca de la parte aérea, raíz y planta entera evaluada a 37 días después de la siembra;

Tratamientos	n	Peso materia seca (g)					
		Parte aérea	Raíz	Planta entera			
+ Ecoflora	80	0.139	a	0.051	a	0.190	a
- Ecoflora	80	0.094	b	0.035	b	0.129	b
Testigo	80	0.060	c	0.022	c	0.082	c

Valores con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales

El efecto positivo de *T. harcianum* y *P. lentimorbus* componentes del producto Ecoflora) sobre el peso de la materia seca de la raíz y parte área de la planta de tomate fue comprobada por Santander (2003) a través de un trabajo de investigación sobre control biológico de *Rhizoctonia solani*, cuantificándose incrementos de 25 y 41% respectivamente. Otro investigación realizada por González (2003), corrobora el efecto positivo de *T. harcianum* y *P. lentimorbus* en el incremento de materia seca cuantificado en 28 y 17% para los microorganismos evaluados. Ambos autores concluyeron que los microorganismos estudiados estimularon el crecimiento radicular y aéreo de las plántulas de tomate.

Hojas emitidas

Las evaluaciones realizadas a los 11 y 21 días después de la siembra, para la variable total de hojas emitidas, no mostró diferencias estadísticas ($P < 0.05$). Lecturas posteriores realizadas a 31 y 37 días después de la siembra, determinaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$). El tratamiento de mayor eficiencia al final de las evaluaciones fue +Ecoflora (Figura 4).

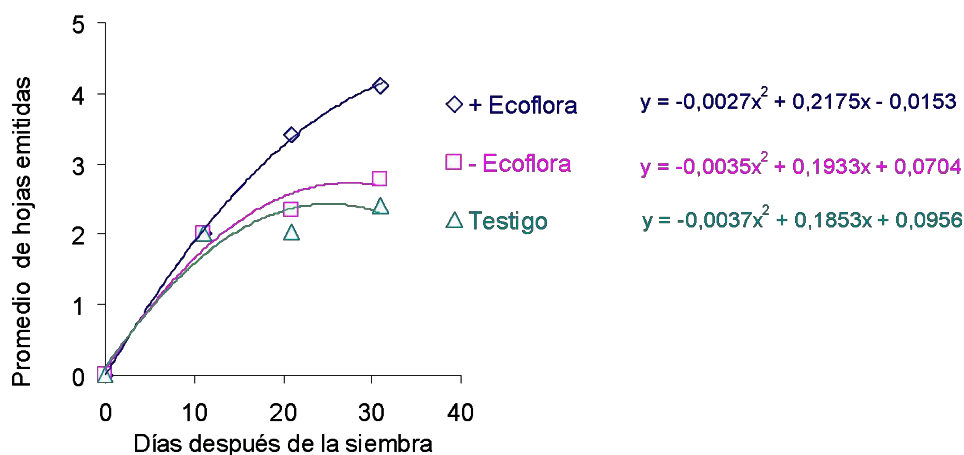


Figura 4. Relación del total de hojas emitidas en función al periodo después de la siembra, según los tratamientos aplicados

El parámetro biológico y técnico que define si las plántulas de tomate están listas para el trasplante, es el número de hojas. Si las plántulas cuentan con dos hojas extendidas, puede iniciarse el proceso de establecimiento del cultivo en el sitio definitivo según Mercado⁴ (2007). Los datos de emisión de hojas por tratamiento de esta investigación, permitieron determinar el número de días necesarios para optimizar el proceso de obtención de plántulas. La eficiencia de +Ecoflora logró optimizar el proceso de obtención de plántulas a 24 días, -Ecoflora a 32 días y el testigo a 40 días, haciéndose evidente que el efecto de Ecoflora logra disminuir en 7 y 16 días con los tratamientos comparados respectivamente. Por otra parte la optimización del proceso descrito permitirá reducir costos relacionados a la obtención de plántulas.

Mortandad de plántulas de tomate

La variable mortandad de plántulas de tomate mostró diferencias estadísticas entre tratamientos (Figura 5). El tratamiento +Ecoflora resalta como el de mayor eficiencia en el control de enfermedades causadas por el completo damping off, dolencia generalizada en almácigos e invernaderos de hortalizas.

⁴ Ingeniero Agrónomo coordinador de producción CNPSH. Comunicación personal

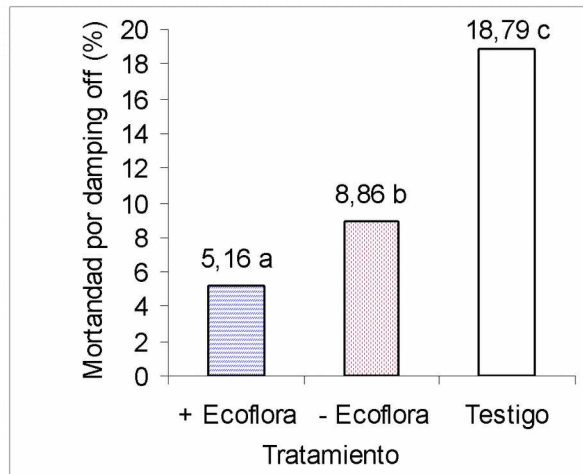


Figura 5. Mortandad de plántulas de tomate por tratamientos

La alta mortandad de plántulas en el tratamiento testigo (18.79%) demostró que la desinfestación de sustrato es un factor determinante para reducir la incidencia de patógenos que afectan a las raíces de tomate. Asimismo el 8.86% de mortandad registrado en el tratamiento –Ecoflora confirma que la desinfectación de sustrato incrementa en 100% la probabilidad de sobrevivencia de las plántulas comparado con el tratamiento testigo (sin desinfectación de sustrato).

Finalmente es importante resaltar la importancia de la fase producción de plántulas para el establecimiento, proceso productivo del cultivo y los ingresos que puedan obtenerse en un ciclo agrícola.

Calidad de plántulas

En base a la comparación de las variables altura planta y materia seca de planta entera (Figura 6) se evidencia que la proporción de puntos del tratamiento +Ecoflora se ubican en el cuadrante de mayor desarrollo de plántulas y mayor peso de materia seca. Esto confirma que +Ecoflora permite obtener mayor proporción de plántulas de calidad comercial. En cambio los tratamientos –Ecoflora y testigo se ubicaron en el cuadrante de menos desarrollo de plántulas y menor proporción de materia seca.

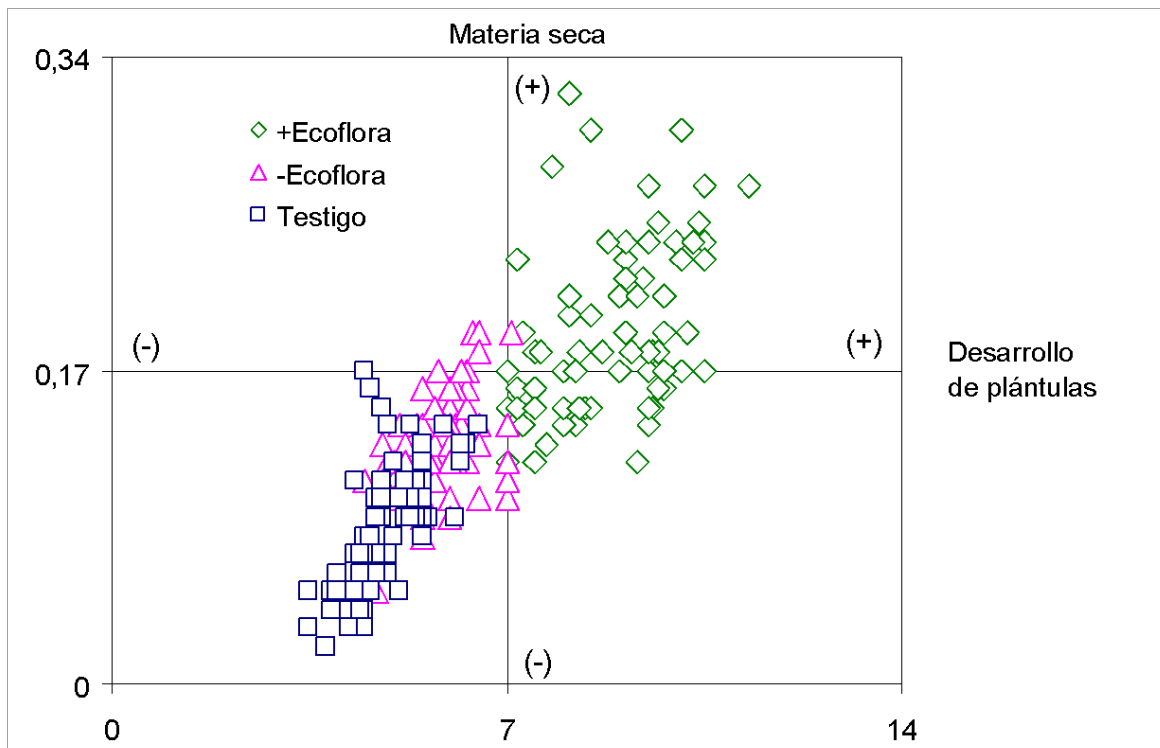


Figura 6. Dispersión de las variables altura planta y materia seca de la planta entera.

De acuerdo a Barraza (2004) el proceso de crecimiento de tomate está determinado por medidas directas como la altura planta y peso de materia seca principalmente. Esta definición permite corroborar que las variables para definir la calidad de plántulas fueron las adecuadas.

Conclusiones

El producto comercial Ecoflora favorece la germinación de semillas de tomate

Las variables altura planta, peso húmedo y seco de la parte aérea, raíz y planta entera en el tratamiento +Ecoflora fueron superiores a los tratamientos -Ecoflora y testigo respectivamente.

El producto Ecoflora favorece el desarrollo radicular y parte aérea de las plántulas de tomate.

Se cuantificó menor mortandad en plántulas aplicadas con Ecoflora y mayor pérdida de plántulas en el tratamiento sin Ecoflora y testigo respectivamente.

Se registro mayor proporción de plántulas de calidad en el tratamiento + Ecoflora

Bibliografía consultada

- Barraza, F. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Sinú medio Colombia. *Agronomía Colombiana* Págs. 81-90
- Berstch, F. 1999. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- CNPSH (Centro Nacional de producción de Semilla de Hortalizas). 2001. Presentación de Variedades. Villa Montenegro, Cochabamba. 24p.
- González, J. 2001 Producción orgánica de hortalizas. *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario* N° XXI, Cadena Productiva Horticultura y Floricultura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Págs.173-175
- González R. 2003. Control biológico de *Fusarium solani* en tomate mediante el empleo de los bioantagonistas *Paenibacillus lentimorbus* y *Trichoderma spp.* Universidad de Chile. Págs 21-28
- Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Mundi – Prensa. México, D.F. 793 p
- Pollack, A.; Mitidieri, M. 2001. Camino hacia la producción integrada de tomate. *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario* N° XXI, Cadena Productiva Horticultura y Floricultura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Págs.147-150
- Rodríguez, R. W. 2007. Formulación de recomendaciones para la fertilización de los cultivos agrícolas: una versión técnica. Imprenta Red & Blue. Cochabamba Bolivia. 98 pág.
- Rosero, J. 2006. 2006. Factores Ecofisiológicos en el Desarrollo de Cultivos Agrícolas. Ecuador, Mundo Verde. 1 disco compacto.
- Santander, C. 2003. Control biológico de *Rhizoctonia solani* en tomate en suelos previamente sometidos a solarización y bromuro de metilo. Universidad de Chile. Págs 1-6
- Steel y Torrie. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF. 661 p.

Ullé, J. 2001 Horticultura orgánica de hortalizas. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario N° XXI, Cadena Productiva Horticultura y Floricultura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Págs.168-172

Villa, M; Catalán, E; 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante Vol. 5, N°. 3, Págs. 1-4

Agradecimientos

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