

Evaluation of three commercial rooters in the production of undetermined tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* (L.) Lam)

Evaluación de tres enraizadores comerciales en la producción de plántulas de tomate indeterminado (*Solanum lycopersicum* (L.) Lam)

Arébalo-Madriral, Magalidia^{1*}; Domínguez-Ávila Magdalena¹; Escalante-González, José.L.¹; Yáñez-Coutiño, Josue.B.¹; Gallegos-Castro Mario.E.²

¹Universidad Tecnológica de la Selva. Unidad Académica Selva Negra Rayón. Entronque Toniná, Carretera Ocosingo-Altamirano, Col. Predio Latic, Ocosingo, Chiapas, México. ²Grupo Agroindustrial Chiapaneco, Comitán de Domínguez Chiapas, México.

*Autor para correspondencia: magaly_agronomo@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: to evaluate the development of the undetermined tomato seedling (*Solanum lycopersicum* (L.) Lam) under protected conditions, applying three rooter substances and a witness to increase the culture production.

Design/Methodology/approach: an experimental design was employed in blocks in blocks completely at random with four treatments, where each block was integrated of unicel trays of 200 cavities with BM2[®] substrate, each one was integrated by four repetitions, having 15 experimental units of four repetitions, summing up 60 experimental units.

The evaluated rooters were Rhizocell[®], Phyto Root[®], Rootex[®] y como testigo Radix[®], the applied doses were the following: Rhizocell: 0.5 g L⁻¹ per liter of water, with a composition based on *Bacillus amyloliquefaciens* beneficial bacterias that actively participate in the nutrients catchment in the case of the Phyto Root 0.5 mL L⁻¹ of water was applied, which contains butyric indole acid, for Rootex 0.5 mL L⁻¹ of water was applied, it contains Nitrogen, Phosphorus, L-aminoacids, and humic, and at least the witness in which was employed Radix employing a doses of 0.5 mL L⁻¹ of water, this product is formulated in impregnable dust, which contains indole-3-buthyric acid at 1.0%.

Results: the Phyto root rooter registered a better effect according to the height development, stem thickness, number of leaves, air biomass and weight of the roots system, important parameters at the moment of transplantation to the camp.

Limits of the study/implications: the establishment of the tomato culture, for the optimal growing of the plants must be done in the months of May and July; since it is when the environmental conditions are suitable for the culture, otherwise fungus illnesses may be presented.

Finds/conclusions: to obtain seedlings of good quality for transplantation it is suggested the Phyto Root[®] rooter at a dose of 0.5 mL L⁻¹ of water.

Keywords: seedlings, protected system, substrate.

RESUMEN

Objetivo: evaluar el desarrollo de plántula de tomate indeterminado (*Solanum lycopersicum* (L.) Lam) bajo condiciones protegidas, aplicando tres sustancias enraizadoras y un testigo para aumentar la producción del cultivo.



Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 12, diciembre. 2019. pp: 81-85.

Recibido: mayo, 2019. **Aceptado:** noviembre, 2019.

Diseño/metodología/aproximación: se utilizó bajo un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, donde cada bloque se integró con cuatro charolas de unícel de 200 cavidades con sustrato de BM2[®], cada uno estuvo integrado por cuatro repeticiones, teniendo 15 unidades experimentales por tratamiento, sumando un total de 60 unidades experimentales. Los enraizadores evaluados fueron Rhizocell[®], Phyto Root[®], rootex[®] y como testigo Radix[®], la dosis de aplicación fueron las siguientes: Rhizocell (0.5 g L⁻¹ de agua), con una composición a base de *bacillus amyloliquefaciens* bacterias benéficas que participa activamente en la captación de nutrientes en el caso de Phyto Root se aplicó 0.5 mL L⁻¹ de agua, el cual contiene Ácido indol butírico, para Rootex se utilizó 0.5 mL L⁻¹ de agua, su contenido es de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, L-Aminoácidos, y Ácidos húmicos, y por último el testigo el cual se utilizó Radix utilizando una dosis de 0.5 mL L⁻¹ de agua, este producto está formulado en polvo impregnable, que contiene Ácido Indol-3-Butírico al 1.0 %.

Resultados: EL enraizador de Phyto Root registró mayor efecto en cuanto al desarrollo de altura, grosor de tallo, número de hojas, biomasa aérea y peso del sistema de raíces, parámetros importantes al momento de trasplante a campo.

Limitaciones del estudio/implicaciones: EL establecimiento del cultivo del tomate, para el crecimiento óptimo de las plantas se debe realizar en los meses de mayo y julio; ya que es cuando las condiciones ambientales son idóneas para el cultivo, de lo contrario tendremos presencia de enfermedades fúngicas.

Hallazgos/conclusiones: para obtener plántulas de buena calidad para el trasplante se sugiere utilizar el enraizador Phyto Root[®] a una dosis de 0.5 mL L⁻¹ de agua

Palabras claves: Plántulas, sistema protegido, sustrato

cultivadas, sino también porque los agricultores aplican tecnologías que les permiten elevar los rendimientos (Díaz, 2014; Sánchez-López et al., 2012). La producción de cultivos en invernaderos representa una ventaja sobre la producción a campo abierto porque crea un microclima que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento, granizo, plagas, etc.) y controlar factores como la temperatura, radiación, concentración de CO₂, humedad relativa, etc. En México, el uso de invernaderos para la producción de hortalizas ha aumentado rápidamente, de 721 ha en 1999 a 3200 ha en 2005 (Ocaña-Romo, 2008), la cual en 2009 se extendió a una superficie de 10000 ha (Perea, 2009). En los últimos años se ha incrementado intensamente el desarrollo de técnicas de cultivos de plántulas de invernadero; y el medio de cultivo ha evolucionado con la utilización de sustancias enraizadoras (Arriaga, 2011). En la actualidad existe gran diversidad de sustancias que estimulan el enraizamiento en el mercado, las cuales, pueden ser utilizados en la mayoría de los cultivos; sin embargo, la respuesta del cultivo a cada uno de ellos es diferente, y por tanto es necesaria su evaluación para que, tomar decisiones. Con base a lo anterior, se evaluó el desarrollo de plántula de tomate (*S. lycopersicum*) de hábito indeterminado bajo condiciones de invernadero aplicando tres sustancias enraizadoras para aumentar la producción de este cultivo en la región de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en invernadero, la temperatura en el invernadero fluctuó de 20-35 °C, con una humedad relativa del 60%. Se evaluó la producción de plántulas de tomate

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Solanaceae), es para México la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annum* L.) y ocupa el noveno puesto en la producción con 2.1 millones de toneladas, siendo China el mayor productor con 31.6 seguido por Estados Unidos con 12.7 (SAGARPA, 2010). En cuanto a la exportación de tomate fresco, España, los Países Bajos y México se disputan las tres primeras posiciones con cifras que rondan mil millones de dólares (Escalona et al., 2014). En México, el estado de Sinaloa, es el primer productor de tomate (FIRA, 2016). En el Estado de Chiapas se siembran aproximadamente 18,623.05 ha, con una producción de 1,039,367.64 toneladas, y un valor de poco más de tres billones de pesos, lo que significa una importante fuente de empleos y divisas para esta zona (SIAP, 2013).

En el ámbito mundial constituye la hortaliza más consumida y de mayor valor económico. Es cultivada en más de cien países, entre los cuales se destacan China, Estados Unidos, India, Turquía y Egipto. La producción mundial de tomate está en constante crecimiento, no solo por el aumento de las áreas

indeterminado (*Solanum lycopersicum* L.) var. EL CID bajo condiciones de invernadero con la aplicación de los enraizadores Rhizocell, Phyto Root, rootex y un tes-tigo Radix.

Aplicación de los tratamientos

RHIZOCELL[®]: se aplicó 5 g L⁻¹ de agua, es un promotor natural para el crecimiento de las raíces, con una composición a base de *bacillus amyloliquefaciens* bacterias benéficos en ello juega un papel importante la comunidad microbiana que participa activamente en la captación de nutrientes y en la mineralización de la materia orgánica así también la asociación benéfica entre plantas y microorganismos en la que bacterias y hongos aplicados a la semilla, al suelo o a la planta, colonizan la raíz, la rizosfera o ambos, y promueven el crecimiento de las plantas e incrementan la absorción y disponibilidad de nutrientes del suelo.

Estos microorganismos son conocidos como promotores del crecimiento de las plantas (PGPR) son bacterias que viven libres y, también pueden ser de ayuda en el control biológico de las enfermedades de las plantas (INIA, 2008).

PHYTO ROOT[®]: se aplicó 5 mL L⁻¹ de agua, este producto es un biorregulador radical especialmente diseñado para inducir y estimular la emisión de nuevas raíces, así como su ramificación y crecimiento, también favorece el engrosamiento de tallos (Aldrete, 2010), y se compone delo siguiente: Ácido indol butírico 2,500 mg kg⁻¹, Ácido naftaleno acético 200 mg kg⁻¹, Citocininas 10 mg kg⁻¹, Aminoles 2.00%, Fosforo (P₂O₅) 20%, Cianocobalamina 0.02%.

Rootex[®]: Para este producto se utilizó una dosis de 5 mL L⁻¹ de agua, los beneficios generales del reforzamiento del sistema radicular son: Una mayor capacidad exploratoria del suelo, una mejor formación de tejidos vasculares y una mayor capacidad de sintetizar hormonas que en conjunto establecen condiciones para un mayor potencial productivo (AGROCORP, 2012), con una composición porcentual de: Nitrógeno (N) 7%, Fósforo (P₂O₅) 47%, Potasio (K₂O) 6%, L-Aminoácidos 3.0%, Ácidos húmicos 15.5%, Auxinas 0.03%, Inertes 21.47%.

También se evaluó a Radix[®] a 5 mL L⁻¹ de agua, por ser un regulador de crecimiento vegetal, formulado en polvo impregnable, que contiene Ácido Indol-3-Butírico

al 1.0% como ingrediente activo, siendo la auxina más eficaz en la promoción de la iniciación de la formación de raíces adventicias o laterales (Intercontinental import export, 2014), y contiene Ácido Indol-3-Butírico (4-(1 H-Indol-3-yl) butyric acid)1.0%.

Cada uno de los tratamientos se aplicó de modo foliar para todas las repeticiones. Los tratamientos se aplicaron a los ocho días después de la siembra, haciendo repetición cada ocho días. Se manejó bajo un diseño experimental en bloques completamente al azar, el cual consistió de cuatro tratamientos correspondiendo a cada uno de los bloques, donde cada uno incluyó cuatro charolas de unicel de 200 cavidades con sustrato de BM2, con cuatro repeticiones cada uno, teniendo 15 unidades experimentales por tratamiento, sumando un total de 60 unidades experimentales. Con los datos obtenidos se realizó el análisis estadístico empleando el programa Statistical Analysis Software (SAS) versión 9.0, realizando un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tuckey, p=0,05).

Se preparó una mezcla líquida de inoculación que para ello contenía (Humi-Max, Carbumic, Biorgan, Amino Terra, Azúcar, y Phyto Root[®]) junto con el fertilizante de fondo (Multigrow[®], y Agro plex[®]) que se aplicó en los sustratos de BM2, para humedecerlo, este grupo de mezcla es especialmente elaborada para la producción de semillas, compuesta de turba, perlita y vermiculita cuya granulometría está especialmente ajustada, la serie BM2 permite una germinación uniforme y un desarrollo rápido de las raíces sus componentes son Turba de esfagno (fina), perlita fina, vermiculita fina, cal dolomítica y calcítica, carga fertilizante inicial, agente humectante para humedecerlo. Se sembró una semilla por cavidad de charola (200 cavidades), esperando a los cuatro días de la germinación se extendieron las bandejas en las camas dentro del invernadero. A los once días después de sembrados aparecieron las primeras hojas verdaderas, cumpliendo algunas características apropiadas (altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas) se inició con la recolección de las variables, así también ver la tendencia de crecimiento semanal. Para evaluar el efecto de los tratamientos y determinar la mejor opción de producción, se midieron las variables de comportamientos agronómico y productivo del cultivo: Crecimiento semanal (CS), Altura (ALT), Número de hoja (NH) Diámetro del Tallo, (DT). Longitud de Raíz (LR), Biomasa Aérea (BA), Peso del cepellón (PC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables: diámetro de tallo, longitud de la raíz, peso del cepellón. En cuanto a la altura se obtuvieron diferencias significativas para la interacción entre tratamientos, mientras que para biomasa aérea hubo diferencia altamente significativa. La diferencia en los resultados se debe probablemente a que Phyto Root, que es un biorregulador radical especialmente diseñado para inducir y estimular la emisión de nuevas raíces, así como su ramificación y crecimiento, también favorece el engrosamiento de tallos atribuido a su composición, y Rhizocell el cual es un promotor natural para el crecimiento de las raíces, con una composición a base de *Bacillus amyloliquefaciens* bacterias benéficas en ello juega un papel importante la comunidad microbiana que participa activamente en la captación de nutrientes y mineralización de la materia orgánica, así también, la asociación benéfica entre plantas y microorganismos en la que bacterias y hongos aplicados a la semilla, al suelo o a la planta, colonizan la raíz, la rizosfera o ambos, y promueven el crecimiento de las plantas e incrementan la absorción y disponibilidad de nutrientes del suelo. Estos microorganismos son conocidos como promotores del crecimiento de las plantas (PGPR)

son bacterias que viven libres y, también pueden ser de ayuda en el control biológico de las enfermedades de las plantas (INIA, 2008).

El análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), mostro diferencias para algunas variables (Cuadro 1).

Resultados similares se encontraron en el trabajo de (Arriaga, 2011), el cual evaluó diferentes enraizadores comerciales en el cultivo de chile ancho (*Capsicum anuum* L.) y chile serrano (*Capsicum frutescens* L.) ya que en el caso de algunos tratamientos no obtuvo diferencias significativas en relación con el testigo utilizado.

Para el caso de la Biomasa aérea se obtuvo mejor efecto con el bioestimulante de Radix ya que presenta mejores resultados para el área foliar en buenas condiciones del ambiente. Los elevados valores de área foliar de Radix® se pueden deber por la presencia de zinc (0.23%) ya que este elemento participa en la síntesis de la clorofila y el elevado contenido de aminoácidos libres (5.85%) que participan en la regulación del metabolismo, transporte y almacenamiento de nitrógeno. Radix® favorece el número de raíces, área de exploración de la raíz, longitud de raíces, diámetro del tallo y la absorción de nitrógeno y potasio (Villanueva et al., 1998).

En el caso Peso del Cepellón que es el conjunto de tierra que está adherida a las raíces de las plantas tienen como función el sostén de las raíces en la cual pueden extraer los nutrimentos que estén presentes en ella las plantas en cepellón miden aproximadamente entre cuatro y ocho centímetros desde la raíz de la planta hasta el vástago (Sabtini, 2010).

Quien estuvo en primer posición fue Phyto Root con (16 g) por cada cepellón de cada planta del mismo tratamiento siguiendo con Rootex con un (15 g) por pilón alcanzando por (1 g) a Phyto Root, alcanzando Radix un (15.3 g) y finalizando en cuarto lugar a Rhizocell con un menor de (15 g) de cepellón por planta.

Según la investigación que llevo a cabo el Departamento de investigación y desarrollo de BIOAGRO (2007), mencionan que para dicho variable se determinaron los efectos con la aplicación de un bioestimulante compuesto de auxinas, Citocininas, fósforo y vitaminas, su principal función es generar nuevas raíces además de ramificar y vigorizar el sistema radicular el cual dio un resultado del 52% del peso fresco de cepellón haciendo comparación con el testigo, esto indica que hay semejanza entre los datos obtenidos con la aplicación de Phyto Root de acuerdo por la composición de fosforo y las auxinas que

Cuadro 1. Comparación de medias de los tratamientos de las variables cuantificadas.

Tratamiento	ALT	DT	NH	LR	PC	BA	CS
T1 Rhizocell	9.64 a	0.24 a	5.81 ab	9.38 b	17.50 a	5.00 b	3.6 a
T2 Phyto root	10.83 a	0.30 a	5.95 a	9.67 ab	17.00 a	50.50 ab	3.6 a
T3 Rootex	10.23 a	0.29 a	5.63 B	9.89 ab	17.00 a	5.50 ab	5.6 a
T4 Radix (Testigo)	10.43 a	0.29 a	5.80 ab	10. ab	15.50 a	4.48 b	3.7 a

Nota: *valores con letras indican que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. Altura (ALT), Diámetro del tallo (DT), Número de hoja (NH), Longitud de raíz (LR), Peso del cepellón (PC), Biomasa aérea (BA), Crecimiento semanal (CS).

son hormonas vegetales que ayudan en el crecimiento radicular de la planta

CONCLUSIONES

La substancia enraizadora con mejor resultado fue Phyto Root® registrado en altura de plántula, grosor de tallo, número de hojas, biomasa aérea y peso de cepellón, parámetros importantes que debe tener una plántula para su desarrollo y crecimiento al momento de trasplante a campo. De igual manera su relevante comportamiento del tratamiento Radix en cuanto a la abundancia de raíces, ya que esto permite mejor adsorción de nutrientes en las primeras semanas de desarrollo, teniendo en cuenta que dicho enraizador dentro del experimento fue el testigo.

LITERATURA CITADA

- AGROCORP. (2012). Rootex promotor de desarrollo radicular. AGROCORP, 3.
- Aldrete, A. (2010). Curso Nacional de Sustratos. Sustratos para la producción de especies forestales, 71.
- Arriaga, J.A. (2011) Evaluación de tres enraizadores comerciales en la producción de plántulas de chile ancho y chile serrano (*Capsicum Annuum* L) (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martín, A. (2014). El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. p. 10.
- Cuesta, G. y Mondaca E. (2014). Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. Rev. Chapingo Ser.Hortic [online]. 2014, vol.20, n.2, pp.215-222. ISSN 2007-4034. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.01.001>.
- Díaz, V. (2014). Perfil comercial tomate (en línea). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 11 p. Consultado 21 feb. 2015. Disponible en <http://web.maga.gov.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>
- FIRA. (2017). Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Panorama Agroalimentario, D.F, México. Disponible en línea https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf (consulta Mayo 13, 2019).
- INIA. (2008). Efectos de la nutrición y *Bacillus amyloliquefaciens* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). México: Instituto nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- SIAP. (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo "Modalidad riego + temporal". SAGARPA, D.F., México. Disponible en línea: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (consulta julio 05, 2013).
- SAGARPA. (2010). Jitomate. Monografía de Cultivos. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. México D.F.
- Sañudo, R. R. (2013). el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de beauseria bassiana. Universidad Autónoma Indígena de México, los Mochis, sinaloa.
- Ocaña-Romo, C. R. (2008). En crecimiento. Desarrollo de invernaderos en México. www.hortalizas.com.
- Perea (2009). Invernaderos y riego. Aun con crisis seguirá creciendo superficie de invernadero. La imagen agropecuaria. www.imagenagropecuaria.com.
- Villanueva, R., Sánchez, G., Rodríguez M., Villanueva, N., Ortiz, E. & Gutiérrez E. (1998). Efecto de reguladores del crecimiento y tipo de sustrato en el enraizamiento de kalanchoe. TERRA Volumen 16 Número 1.

