

# *Sustratos alternativos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) en Chiapas*

## *Alternative substrates for the production of tomato seedlings (Physalis ixocarpa Brot.) in Chiapas*

Juan Carlos Caballero-Salinas<sup>1\*</sup>, Sindy Guadalupe Ovando-Salinas<sup>2</sup>, Erasmo Núñez-Ramos<sup>3</sup>, Fabián Aguilar-Cruz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro Académico Regional Chiapas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

 <https://orcid.org/0000-0002-3290-2274>

<sup>2</sup> Ingeniera en Ciencias Agrarias. México.

 <https://orcid.org/0000-0002-8523-6965>

<sup>3</sup> Centro Académico Regional Chiapas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

 <https://orcid.org/0000-0002-7239-1309>

<sup>4</sup> Centro Académico Regional Chiapas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

 <https://orcid.org/0000-0001-8083-5507>

✉ Autor para correspondencia: : [jccs.uaaan@gmail.com](mailto:jccs.uaaan@gmail.com)

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos sustratos alternativos en la emergencia y crecimiento de *Physalis ixocarpa* Brot. obtenidos en cepellón, bajo condiciones de malla sombra. La investigación se llevó a cabo en el municipio de Cintalapa, Chiapas. Los sustratos empleados fueron T1 cosmopeat usado como testigo, T2 humus de lombriz, T3 aserrín de *Pinus oocarpa* y T4 composta. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, sembrándose 50 semillas por cada repetición en bandejas de unicol. Las variables de estudio fueron sometidas a un análisis de comparación de medias ( $p \leq 0,05$ ), con el paquete estadístico MENU<sup>®</sup> versión 5.1. Los tratamientos con mayor porcentaje de emergencia fueron aquellos donde se empleó cosmopeat, lombricomposta y aserrín. De acuerdo con los parámetros morfológicos, el testigo presentó los valores máximos en la mayoría de las variables evaluadas. No obstante, de los sustratos alternativos el humus de lombriz obtuvo resultados por encima de la media general en ocho de las nueve variables y en cuatro fue estadísticamente igual al cosmopeat (capacidad de emergencia, número de hojas, peso fresco y seco de la plúmula), por lo que puede ser considerado como un sustrato alternativo para la producción de plántulas de tomate. En cuanto a los otros dos sustratos es importante considerar el efecto de la porosidad en la composta y la cantidad de macro y micronutrientes en el aserrín para obtener mejores resultados en investigaciones futuras.

**Palabras clave:** emergencia, plántulas de cepellón, parámetros morfológicos, sustratos alternativos, tomate verde.

### Abstract

The present project aimed to evaluate the effect of different alternative substrates during the emergence and growth of *Physalis ixocarpa* Brot. obtained in root trays, under shadow mesh conditions. The research took place in Cintalapa, Chiapas. The substrates employed were T1 cosmopeat as master sample, T2 earthworm humus, T3 sawdust of *Pinus Oocarpa* and T4 compost. The treatments were established with a completely random

design with four repetitions, sowing 50 seeds for each repetition in unicol trays. The variables of this study were analyzed by median comparison ( $p \leq 0.05$ ), with statistics software MENU® version 5.1. The treatments with a higher percentage of emergence were those where cosmopeat, earthworm compost and sawdust were used. According to the morphological parameters, the control was the one that presented the maximum values in most of the evaluated variables. Nevertheless, from the alternative substrates, the earthworm humus was above the general median in 8 of the 9 studied variables and in four cases was statistically equal to cosmopeat, thus making it possible to be considered as an alternative substrate for tomato plants production. Regarding the other two substrata, it is important to consider porosity of the compost and the amount of macro and micronutrients in sawdust to obtain better results in future research.

**Keywords:** emergency, plants in rootball, morphological parameters, alternative substrates, green tomato.

## 1. Introducción

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) conocido comúnmente como miltomate, tomate verde, tomate de hoja, tomate milpero, es una solanácea originaria de México (García-Osuna *et al.*, 2015). Es un cultivo hortícola de gran importancia económica (Ponce-Valerio *et al.*, 2011), cuyo uso más difundido es el alimenticio; se cultiva en 30 de los 32 estados de la república mexicana. En el 2018, la superficie cultivada fue de 41.318 ha y el rendimiento promedio 18,9 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2019), lo que ubica a este cultivo entre las principales cinco hortalizas del país. De la superficie sembrada, 80% es cultivada bajo sistema de riego, principalmente en los estados de Sinaloa, Zacatecas, Puebla, Sonora y Michoacán. En Chiapas, en el 2018, la producción fue de 15.944 t en 697 ha.

El cultivo de tomate verde se ha incrementado principalmente por dos razones: la primera, debido a que es una hortaliza que no requiere demasiados cuidados técnicos (Peña-Lomelí *et al.*, 2014) y segundo, al alto consumo per cápita al año (4,6 kg) (Ponce-Valerio *et al.*, 2011). Empero, el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo estimado de 40 t ha<sup>-1</sup> (Peña & Santiago, 1999). Además, posee grandes perspectivas en el mercado, incluso puede ser un sustituto del tomate (*Solanum lycopersicon* L.), debido a que se cotiza a un precio equivalente y en ocasiones superior a éste (SNIIM, 2012). Por otra parte, tiene la ventaja de que su ciclo de producción es relativamente corto (80 días), dado que su fruto se consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro (Cruz-Álvarez *et al.*, 2012).

Para su producción destacan dos métodos de cultivo: siembra directa y el uso de semilleros que

permiten la obtención de plántulas, las cuales posteriormente se trasplantan al terreno definitivo. Los semilleros pueden ser establecidos directamente en el suelo o en recipientes con algún sustrato. En este sentido, Abad & Noguera (2000) señalan que un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, de material mineral u orgánico, puro o mezclado colocado en un contenedor, que posibilita el soporte detención y crecimiento del sistema radicular de una planta.

Las características de los sustratos se han modificado para obtener mejores resultados en la producción de plantas en contenedores, debido a que las plántulas con buen vigor se adaptan más rápidamente al terreno definitivo, sufren menor estrés y, como consecuencia, presentan mejor desarrollo durante su ciclo productivo (Dufault, 1998). Por lo tanto, la elección de un sustrato es trascendental, ya que proporciona las condiciones apropiadas al cultivo para el crecimiento de sus raíces (Ocampo *et al.*, 2005).

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas a nivel mundial es la turba de musgo, sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández *et al.*, 2006). En México, el principal sustrato para la germinación de plántulas de tomate verde es el cosmopeat, una turba importada de alto costo económico (García *et al.*, 2001), que en ocasiones no está al alcance de muchos campesinos. Por lo dicho anteriormente, es importante identificar y evaluar diferentes sustratos que presenten buenas características para su uso en contenedores, de fácil

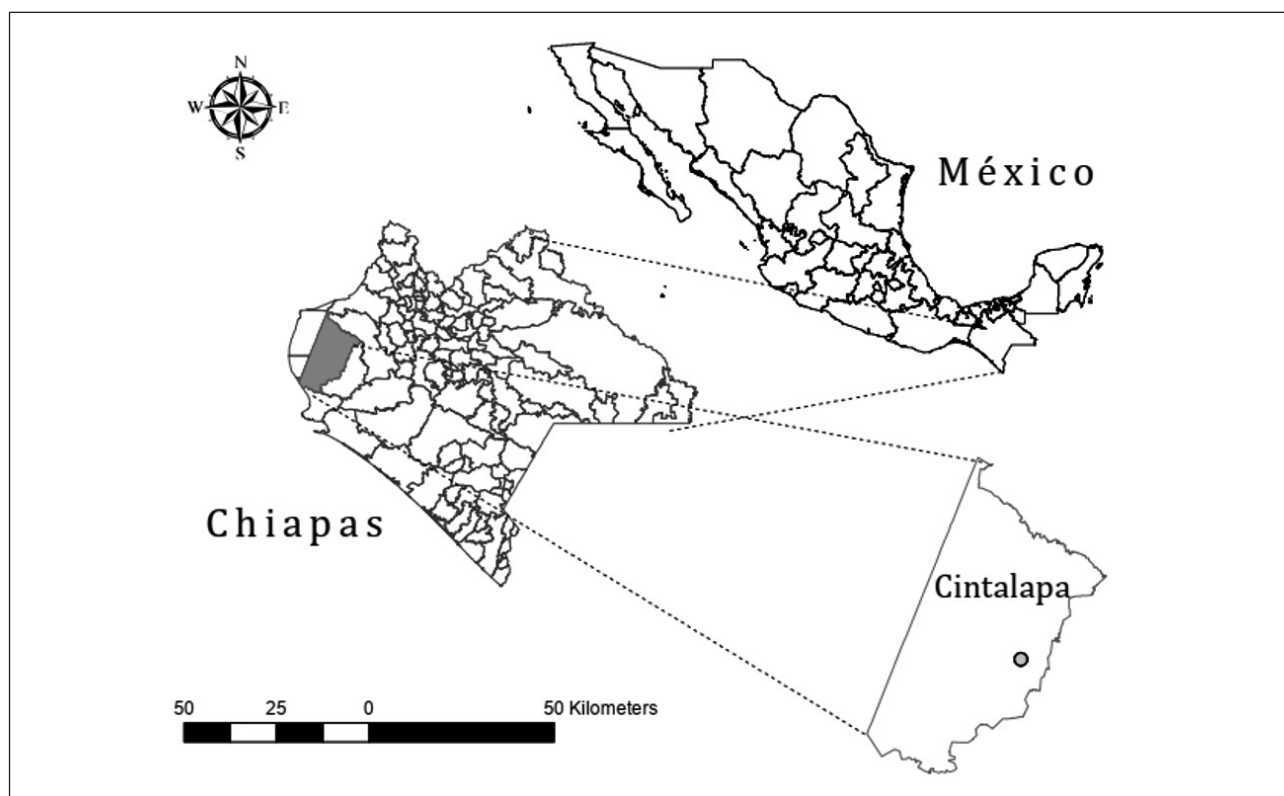
disponibilidad y de menor costo (Magdaleno-Villar *et al.*, 2006).

Diversos investigadores (Pérez-Camacho *et al.*, 2008; Ponce-Valerio *et al.*, 2011) indican que los estudios que han analizado el uso de sustratos alternativos para la germinación y crecimiento del tomate verde han sido escasos. Por tal motivo, el objetivo es evaluar el efecto de diferentes sustratos (aserrín, cosmopeat, humus de lombriz y composta) en la emergencia y crecimiento de plántulas de tomate de cáscara, con la finalidad de obtener sustratos alternativos con menor costo y disponibles para los productores de la región de Cintalapa, Chiapas. La hipótesis que guía el presente artículo es que por lo menos alguno de los sustratos evaluados presente parámetros similares al sustrato comercial.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el municipio de Cintalapa, Chiapas, sus coordenadas geográficas son 16° 39' de latitud Norte y 93° 44' longitud Oeste a una altitud de 540 msnm (Figura 1). La temperatura mínima es de 18 y la máxima 28 °C con una precipitación pluvial que fluctúa entre los 300 y 900 mm. Limita al norte con el estado de Veracruz, al este con los municipios de Mezcalapa, Ocozocoautla de Espinosa y Jiquipilas, al sur con Arriaga y al oeste con Belisario Domínguez. El clima preponderante es semicálido subhúmedo, los cultivos más importantes son maíz, sorgo y, en menor medida, el cacahuete, además de actividades hortícolas como tomate y sandía.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio.

### 2.2. Materiales utilizados

Se utilizó semilla de tomate verde denominada “Gran Esmeralda” de la marca Harris Moran®. Los tres sustratos alternativos utilizados fueron: aserrín de pino, composta, humus sólido de lombriz y el producto comercial de marca cosmopeat®. Los sus-

tratos alternos evaluados son materiales comunes de fácil adquisición y transportación al sitio donde se desarrolló la investigación. Los contenedores utilizados fueron cuatro charolas de unicel para almácigos de 200 cavidades, las cuales fueron subdivididas en cuatro, es decir, cada sección quedó conformada de 50 cavidades. El enmallado se construyó con pos-

tes de madera y malla antiáfidos blanca (40 x 40 hp) cubriendo un área de 2,30 m x 1,30 m x 3 m, en esta se colocaron las charolas a un metro de altura.

### 2.3. Descripción de tratamientos y variables evaluadas

El experimento se inició el 17 de mayo del 2016, se evaluaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones en las cuales se sembraron 50 semillas en cada charola:

- Tratamiento 1 (T1): Cosmopeat (testigo): sustrato elaborado con peat moss extraído de bancos ubicados en la provincia de New Brunswinck, Canadá, compuesto por fibra fina, vermiculita, agentes humectantes y nutrientes.
- Tratamiento 2 (T2): Humus de lombriz (lombricomposta): sustrato procedente de la transformación de estiércol de vaca precompostado en abono orgánico realizada por la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida* S.).
- Tratamiento 3 (T3): Aserrín: obtenido del proceso de aserrado de *Pinus oocarpa*, con un diámetro aproximado de la partícula entre 1-10 mm y contenido de humedad alto.
- Tratamiento 4 (T4): Composta: se realizó a partir de una mezcla de estiércol de vaca, melaza, aserrín, pasto, ceniza y agua, todos materiales locales.

Para la toma de datos, de cada tratamiento se seleccionó 10 plantas al azar por evento de repetición. Para la variable Capacidad de emergencia (CE)

se realizó conteo de plántulas emergidas a los 04, 07, 10 y 14 días después de la siembra. La variable Longitud de plúmula (LP) se estimó con una regla graduada en cm y el Diámetro de tallo (DT) se evaluó con un vernier, los días 07, 14, 21 y 28. Por su parte, a los 28 días se estimó el Número de hojas (NH), Longitud de radícula (LR) para esta variable se tomó en cuenta solo la raíz principal. El Peso fresco de plúmula (PFP) y Peso fresco de la raíz (PFR), se cuantificó con una balanza analítica de precisión modelo VE-204<sup>®</sup>. Posteriormente, se secó al sol durante una semana, las 10 plantas muestreadas para obtener los valores de Peso seco de la plúmula (PSP) y Peso seco de la raíz (PSR).

Las variables que resultaron significativas al  $p \leq 0,05$ , se procedió a realizar una prueba de comparación de medias utilizando la Diferencia Mínima Significativa (DMS  $p \leq 0,05$ ). El análisis de datos se realizó mediante el paquete estadístico MENU<sup>®</sup> versión 5.1 de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### 3. Resultados

En los resultados obtenidos se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para todas las variables de estudio, como se aprecia en la Tabla 1.

La Tabla 1 ilustra que en las variables CE, LP, LR, NH, PFP, PSP, PFR y PSR el cosmopeat fue estadísticamente superior y solamente en el DT el humus de lombriz obtuvo los mejores resultados. Por otra parte, el aserrín fue el sustrato que cuantificó los menores valores en ocho variables evaluadas.

**Tabla 1.** Cuadrados medios del análisis de varianza

FV	GL	CE	LP	LR	NH	DT	PFP	PSP	PFR	PSR
TRATS	3	1.154,91*	548,61*	55,21*	18,32*	0,042*	5,67*	0,045*	0,233*	0,0023*
ERROR	12	7,41	04,17	0,63	0,34	0,0002	0,07	0,001	0,007	0,00004
C.V.		3,25	13,54	11,69	12,34	5,84	21,22	30,39	34,83	23,27
X		83,75	15,08	6,82	5,03	0,26	2,49	0,13	0,25	0,028
X <sub>≥</sub>		95,00 (T1)	28,56 (T1)	10,22 (T1)	7,00 (T1)	0,36 (T2)	5,26 (T1)	0,22 (T1)	0,56 (T1)	0,058 (T1)
X <sub>≤</sub>		59,00 (T4)	1,47 (T3)	1,71 (T3)	3,00 (T3)	0,14 (T3)	0,02 (T3)	0,001 (T3)	0,019 (T3)	0,005 (T3)

\*= Significativo al 0,05, CE = Capacidad de emergencia (promedio), LP = Longitud de plúmula (día 14), LR: Longitud de radícula, NH: Número de hojas, DT: Diámetro de tallo (día 14), PFP: Peso fresco de plúmula, PSP: Peso seco de plúmula, PFR: Peso fresco de raíz, PSR: Peso seco de raíz.

Por ser CE una variable importante para seleccionar el tipo de sustrato a utilizar, en la Figura 2 se presenta el comportamiento de la emergencia del tomate de cáscara en los diferentes sustratos eva-

luados durante un periodo de 14 días. En las cuatro mediciones el T1 presentó el mayor porcentaje de emergencia con el 95%, seguido del T2 solamente con el uno por ciento menos.

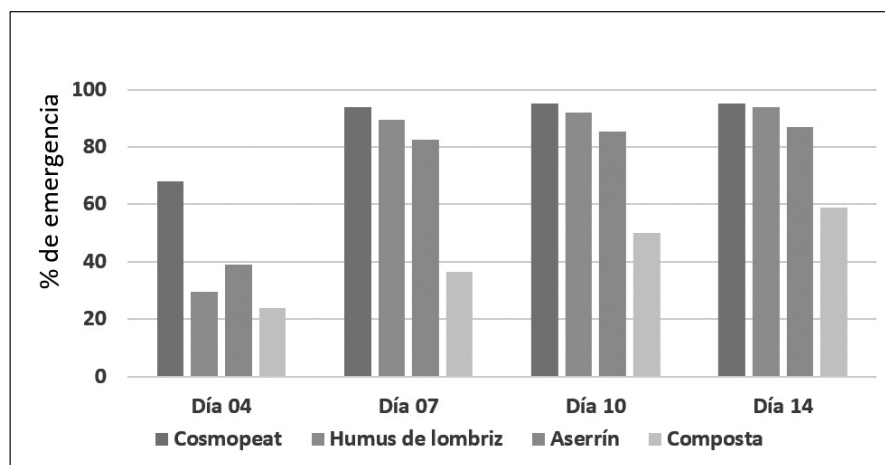


Figura 2. Porcentaje de emergencia del tomate de cáscara.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la comparación de medias de las variables de estudio. La CE fluctuó entre 59 y 95%. El T1 presentó el mayor porcentaje de emergencia (95%), seguido del T2 (94%), el T4 fue el sustrato que mostró el porcentaje más bajo; se observa que los primeros tres tratamientos fueron superiores a la media general. Para la LP los valores muestran que T1 fue el que tuvo una mejor altura con 28,56 cm, seguido del T2 con 19,87 cm, y el menor T3 con 1,47 cm. En la variable LR se observó que el valor máximo lo obtuvo el T1 con 10,22 cm y el mínimo el T3 (1,71 cm). Con respecto a las variables NH, los tratamientos T1 y T2 fueron estadísti-

camente iguales presentando los valores máximos. La única variable donde el T1 no presentó el valor máximo fue en DT, ya que T2 reveló el mayor diámetro.

Los valores del PFP y PSP oscilaron de 0,02 a 2,49 g y 0,001 a 0,22 g, respectivamente, en ambas variables el valor más alto lo obtuvo T1 seguido por el T2, los cuales fueron estadísticamente iguales. Por otra parte, las medias de PFR fueron de 0,019 a 0,56 g, presentando el T1 y T2, valores de 0,56 y 0,32 g, respectivamente, ambos por encima de la media general, para la variable PSR se cuantificaron resultados similares al PFR.

Tabla 2. Comparación de medias para las variables evaluadas

TRATS	CE (%)	LP (cm)	LR (cm)	NH (h)	DT (mm)	PFP (g)	PSP (g)	PFR (g)	PSR (g)
T1	95,00 <sup>a</sup>	28,56 <sup>a</sup>	10,22 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	2,49 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,058 <sup>a</sup>
T2	94,00 <sup>a</sup>	19,87 <sup>b</sup>	8,73 <sup>b</sup>	5,75 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,032 <sup>b</sup>
T3	87,00 <sup>b</sup>	1,47 <sup>d</sup>	1,71 <sup>d</sup>	4,40 <sup>d</sup>	0,14 <sup>d</sup>	0,02 <sup>c</sup>	0,001 <sup>c</sup>	0,019 <sup>c</sup>	0,0005 <sup>d</sup>
T4	59,00 <sup>c</sup>	10,44 <sup>c</sup>	6,65 <sup>c</sup>	3,00 <sup>bc</sup>	0,23 <sup>c</sup>	0,60 <sup>b</sup>	0,109 <sup>b</sup>	0,113 <sup>c</sup>	0,022 <sup>c</sup>

CE = Capacidad de emergencia, LP = Longitud de plúmula, LR: Longitud de radícula, NH: Número de hojas, DT: Diámetro de tallo, PFP: Peso fresco de plúmula, PSP: Peso seco de plúmula, PFR: Peso fresco de raíz, PSR: Peso seco de raíz, h: hojas. Valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales.

Como se aprecia en los resultados obtenidos el cosmopeat mostró la mayoría de los valores promedios máximos en las variables evaluadas, y el sustrato tipo humus de lombriz estuvo por arriba de la media general en ocho de las nueve variables evaluadas; además, en cuatro fue estadísticamente igual al valor máximo (CE, NH, PFP y PSP). Por otra parte, el tratamiento que presentó los menores valores en las variables CE, LP, LR, DT, PFP, PSP, PFR y PSR fue el aserrín de *Pinus oocarpa*, mientras que la composta en ninguna variable evaluada presentó resultados por encima del promedio general de cada variable de estudio.

#### 4. Discusión

Una de las principales variables analizadas en el estudio fue la CE. Como se muestra en la Tabla 2, los sustratos con mayor porcentaje de emergencia los presentó el cosmopeat, humus de lombriz y el aserrín. Estos resultados probablemente se deban al número de espacios porosos que estos sustratos presentan, como señala Cabrera (1999) esta característica física es considerada una de las más importantes para la emergencia. Por otra parte, el mayor porcentaje de emergencia que presentó el cosmopeat (95%) se le atribuye a sus características físico-químicas, en las que destacan su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica (Ortega-Martínez, 2010). No obstante, el humus de lombriz mostró valores estadísticamente iguales al cosmopeat (94%). El sustrato a base de aserrín manifestó un porcentaje de germinación de 87%, incluso en los primeros cuatro días fue el segundo sustrato con mayor porcentaje de germinación (Figura 2).

El mínimo porcentaje de germinación que mostro la composta podría estar relacionado con la baja porosidad de ésta, que influyó en la capacidad de intercambio gaseoso, disminuyendo el contenido de oxígeno que las semillas requieren para germinar (Ortega-Martínez, 2010), lo cual es argumentado por Willumsen (1997), quien menciona que cuando existe una inadecuada aireación se origina la producción de niveles tóxicos de amonio e impide una germinación y emergencia normal. Este problema también pudo presentar repercusiones en las demás variables evaluadas, debido a que la compactación causa acortamiento y engrosamiento de las raíces e incluso cambia su morfología (Zobel, 1995).

Los hallazgos de este estudio son consistentes con los de Favaro *et al.* (2002), quienes realizaron

una mezcla de aserrín (75%) y perlita (25%), obteniendo un 85,5% de emergencia, también confirman lo ya encontrado por Ortega-Martínez *et al.* (2010) quienes muestran datos de emergencia en un 90% con la turba y lombricomposta y 80% con aserrín.

Las plántulas con mayor altura se obtuvieron donde se utilizó como sustrato el cosmopeat y humus de lombriz. Este hecho pudo haber ocurrido porque en estos sustratos hubo mayor disponibilidad de nutrientes y mayor intercambio gaseoso, factores que favorecieron el crecimiento de las plántulas. Resultados similares fueron reportados por Andrade-Rodríguez *et al.* (2005) que muestran que el crecimiento de las plántulas fue mayor en el sustrato a base de turba (cosmopeat), seguido por las plantas desarrolladas en el tratamiento donde se usó vermicomposta.

La altura mínima se mostró en las plántulas sembradas con aserrín, datos que coinciden con los de Favaro *et al.* (2002), quienes señalan que las plántulas donde se usó sustrato de aserrín presentaron diferencias en el tamaño comparado con el sustrato comercial utilizado como testigo; agregan que esto pudo ocurrir por dos factores: por un lado, debido a la escasez en la oferta de nutrientes y, por otro, a la menor capacidad de retención de agua. Por tal motivo, se sugiere proporcionarles el contenido inicial de macro y micronutrientes a las plántulas, con lo que podría conseguirse un mejor crecimiento, además de aplicar un proceso de compostaje al aserrín. Lo anterior se evidenció en el trabajo de Ortega-Martínez (2010); en éste, el aserrín fue uno de los sustratos donde las plántulas de tomate presentaron mayor crecimiento, al cual se le aplicó previamente un proceso de compostaje.

En las variables longitud de raíz, número de hojas y diámetro de tallo, nuevamente sobresalieron el cosmopeat y humus de lombriz, debido al aporte nutricional que brindaron estos sustratos, lo cual permitió un mejor desarrollo en estos parámetros morfológicos. Se observó una asociación entre estas variables, ya que cuando la longitud de raíz fue más larga, se presentó un mayor número de hojas, altura y diámetro de tallo. Estos parámetros son importantes, debido a que muestran un estado vigoroso de una plántula, que se refleja en mayor fortaleza y resistencia cuando es trasplantada en campo. El crecimiento de la raíz fue similar a los resultados obtenidos por Andrade-Rodríguez *et al.* (2005) que señalan que el crecimiento de la raíz de las plántulas fue mayor cuando utilizaron turba y vermicomposta.

En el número de hojas no se registraron diferencias estadísticas en los sustratos cosmopeat y lombricomposta, datos similares a los hallazgos obtenidos en el estudio de Ortega-Martínez (2010) donde ambos sustratos presentaron los valores medios más altos. Esto indica que las plantas desarrollaron mayor número de hojas porque tuvieron una cantidad superior de nutrientes disponibles (Andrade-Rodríguez *et al.*, 2005). Por su parte, Verde & Álvarez (1994) señalan que el trasplante debe realizarse con posterioridad a la emisión de la cuarta hoja (25 días), para este experimento, tanto en el sustrato testigo, lombricomposta y aserrín, sobrepasaron este parámetro antes de los 28 días.

Los mayores valores de las variables longitud de plúmula, longitud de la raíz, número de hojas y diámetro de tallo se ven reflejados en una mayor acumulación de materia, que se traduce en peso fresco y seco. En este estudio se observó que las plántulas desarrolladas en sustratos cosmopeat y lombricomposta fueron las que produjeron mayor cantidad de materia fresca y seca, ya sea en la raíz o plúmula, coincidiendo con lo reportado por Ortega-Martínez *et al.* (2010), lo que puede atribuirse a que en estos

sustratos hubo mayor cantidad de nitrógeno, mismo que fue usado para el mayor crecimiento de las plántulas (Andrade-Rodríguez *et al.*, 2005).

## 5. Conclusiones

El análisis general de las variables evaluadas indicó que los mejores sustratos para la producción de plántulas de tomate fueron cosmopeat y humus de lombriz, debido a que en estos sustratos se presentaron los valores máximos de porcentaje de emergencia, longitud de plúmula, número de hojas, diámetro de tallo, que se reflejó en un mayor peso fresco y seco. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis propuesta en este trabajo. Los resultados de crecimiento de las plántulas de tomate de cáscara obtenidos en estos dos sustratos probablemente se debieron al aporte nutrimental que ellos poseen. Por lo anterior, la utilización de la lombricomposta como sustrato alternativo puede reemplazar de manera parcial o de forma total al sustrato comercial, para disminuir los costos de producción en que incurren los productores de la región en la producción de plántulas.

## Referencias

- Abad, M., & Noguera, P. (2000). Los sustratos en los cultivos sin suelo. En *Manual del cultivo sin suelo* (pp. 137-183). Universidad de Almería. Madrid: Mundi Prensa.
- Andrade-Rodríguez, M., Ayala-Hernández, J.J., Arce, J., Acosta-Durán, C.M., Alia-Tejagal, I., López-Martínez, V., & Villegas-Torres, O. (2005). Sustratos para la producción de plántulas de tomate de cáscara en Morelos. *Investigación Agropecuaria*, 4, 9-16.
- Cabrera, I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo-Serie Horticultura*, 5, 5-11.
- Cruz-Álvarez, O., Martínez-Damián, M., Rodríguez-Pérez, J.E., Colinas-León, M., & Moreno-Pérez, E. (2012). Conservación poscosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. *Revista Serie Horticultura*, 18(3), 333-344. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.11.105>
- Dufault, R. (1998). Vegetable transplant nutrition. *HortTechnology*, 8(4), 515-523. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.8.4.515>
- Favaro, J.C., Buyatti, M. A., & Acosta, M.R. (2002). Evaluación de sustratos a base de serrín de salicáceas (*Salix* sp.) compostados para la producción de plantones. *Investigación agraria: Producción y protección vegetal*, 17(3), 367-373.
- Fernández, B.C., Urdanet, N., & Silva, W. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23 (2), 188-196.
- García, G., Cabrera, R., Gavi, R., & Volke, V. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de

- Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisi* cultivadas en maceta. *Terra*, 19, 249-258.
- García-Osuna, H.T., Escobedo-Bocardo, L., Robledo-Torres, V. Benavides Mendoza, A., & Ramírez Godina, F. (2015). Germinación y micropropagación de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) tetraploide. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 2301-2311. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i12.763>
- Magdaleno-Villar, J., Castillo-González, A., Galvis-Spinola, A., Castro-Brindis, R., Ramírez-Pérez, F., Peña-Lomelí, A., & Becerra-López, P. (2006). Efecto de tres sustratos y dos colores de plástico en el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo-Serie Horticultura*, 12, 153-158.
- Ocampo, M.J., Caballero, M.R., & Tornero, M.A. (2005). Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En *Agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable* (pp. 55-74). México: Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Ortega-Martínez, L., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., & Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Ra Ximhai. Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 6(3), 365-372.
- Peña, L., & Santiaguillo, H. (1999). *Variabilidad genética de tomate de cáscara en México*. Boletín N° 2 Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Peña-Lomelí, A., Ponce-Valerio, J., Sánchez, F., & Magaña-Lira, N. (2014). Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(4), 381-391.
- Pérez-Camacho, I., Ayala-Garay, O., González-Hernández, V., Carrillo-Salazar, J., Peña-Lomelí, A., & García, G. (2008). Indicadores morfológicos y fisiológicos del deterioro de semillas de tomate de cáscara. *Agrociencia*, 42(8), 891-901.
- Ponce-Valerio, J., Peña-Lomelí, A., Sánchez, F., Rodríguez-Pérez, E., Mora-Aguilar, R., Magaña-Lira, N., & Castro-Brindis, R. (2011). Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en campo. *Revista Chapingo-Serie Horticultura*, 17(3), 151-160.
- SIAP - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- SNIIM - Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados. (2012). Anuarios Estadísticos de Mercados Nacionales: frutas y hortalizas. Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados. Obtenido de: <http://www.economia-sniim.gob.mx>
- Verde, G., & Álvarez, M. (1994). *Fenología en el cultivar C-28 y la forma silvestre Nagcarlan en siembras fuera de épocas*. La Habana: BNC. IDIT.
- Willumsen, J. (1997). Improvement of the physical conditions in peat substrates during the germination of cabbage seeds in organic farming (refered). *Acta Horticulture*, 450, 183-190.
- Zobel, W. (1995). Genetic and environmental aspects of roots and seedling stress. *HortScience*, 30(6), 1189-1192.