

# EFFECTO DE TRES SUSTRATOS Y DOS COLORES DE PLÁSTICO EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

J. J. Magdaleno-Villar<sup>1</sup>; A. Peña-Lomelí<sup>2</sup>; R. Castro-Brindis<sup>2</sup>;  
A. M. Castillo-González<sup>2</sup>; A. Galvis-Spinola<sup>3</sup>; F. Ramírez-Pérez<sup>2</sup>;  
P. A. Becerra-López<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.  
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México.  
C. P. 56230. MÉXICO. Correo-e: j\_magdaleno\_v@yahoo.com.mx. (\*Autor responsable).

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.  
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230 MÉXICO.

<sup>3</sup>Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados.  
Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

## RESUMEN

La obtención de plántulas de calidad para ser utilizadas en la producción de tomate de cáscara es un factor importante, debido a que en el proceso de producción de esta hortaliza se realiza el trasplante con el fin de lograr el establecimiento uniforme y rápido de la planta y para reducir en el ciclo de cultivo. La presente investigación se realizó en Chapingo, México, con el propósito de evaluar el efecto de tres sustratos (fibra de coco, turba y vermicomposta) y dos colores de plástico (negro y plateado) sobre la tasa de emergencia y el crecimiento de las plántulas de tomate de cáscara bajo condiciones de invernadero, en charolas descubiertas o cubiertas con plástico. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. En la etapa de plántula se evaluó: altura de planta, número de hojas, peso fresco y seco en muestreos realizados a los 15, 22 y 30 días después de la siembra (dds), y diámetro de tallo y contenido nutrimental en un muestreo hecho 30 dds. Los tratamientos con mayor tasa de germinación y de emergencia fueron aquellos donde se empleó turba y fibra de coco como sustrato, sin importar el uso o color del plástico; estos sustratos permitieron el desarrollo de plántulas con mejores características para el transplante. La absorción de nutrientes no fue afectada por los sustratos empleados.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** plántulas, sustratos, plásticos, contenido nutrimental.

## EFFECT OF THREE SUBSTRATES AND TWO PLASTIC COLORS ON THE DEVELOPMENT OF TOMATILLO (*Physalis ixocarpa* Brot.) SEEDLINGS

## ABSTRACT

Obtaining quality seedlings for production of tomatillo is important, because the production process of this horticultural crop involves transplanting to accomplish a uniform and fast plant establishment and to reduce the crop production cycle. This study was carried out in Chapingo, Mexico, with the aim of evaluating the effect of three substrates (coconut fiber, peat moss, vermicompost) and two plastic colors (black and silver) on the emergency rate and growth of tomatillo seedlings under greenhouse conditions in uncovered and covered plastic trays. Treatments were established under a completely randomized experimental design with four replications. The following variables were evaluated at the seedling stage: plant height, number of leaves, fresh and dry weight in samples taken at 15, 22, and 30 days after seeding (das), stem diameter and nutrient content sampling at 30 das. Peat moss and coconut fiber, regardless of plastic utilization or color, resulted in higher rates for seedling germination and emergency. These substrates allowed the development of seedlings with better transplanting characteristics. Nutrient absorption was not affected by substrates.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** seedlings, substrates, plastics, nutrient content.

## INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara es un cultivo de gran importancia en México y representa una alternativa para los agricultores. En el año 2002 este cultivo ocupó el cuarto lugar (52,000 ha) en superficie sembrada con hortalizas, destacando los estados de Sinaloa, Michoacán, Jalisco, México, Puebla, Sonora, Guanajuato e Hidalgo (SAGARPA, 2002).

El establecimiento del cultivo de tomate de cáscara puede ser mediante siembra directa o utilizando semilleros que permitan la obtención de plántulas, las cuales posteriormente se trasplantan al terreno definitivo. Los semilleros pueden ser establecidos directamente en el suelo o utilizando recipientes con algún sustrato. En los últimos años, se han desarrollado fuertemente las técnicas de cultivo de plantas en maceta y contenedor. Las características de los sustratos se han modificado para obtener mejores resultados en la producción de plantas en contenedores, debido a que plántulas con buen vigor se adaptan más rápidamente al terreno definitivo, sufren menor estrés y por consecuencia presentan mejor desarrollo durante su ciclo de cultivo (Dufault, 1998). Sin embargo, los sustratos importados generalmente son costosos, por lo que se deben evaluar otros que puedan presentar buenas características para su uso en contenedores, de fácil disponibilidad y económicos.

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar efectos sobre la germinación, desarrollo y absorción nutrimental de plántulas de tomate de cáscara producidas con el uso de tres sustratos, la aplicación de cubiertas plásticas de dos colores y el apilado de contenedores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó bajo condiciones de invernadero durante los meses de junio y julio de 2004 en el

Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo en Chapingo, Edo. de México. Se empleó la variedad CHF1-Chapingo, que es una selección en siete ciclos de la variedad Rendidora, la cual presenta características morfológicas similares a la variedad original, con crecimiento rastrero y semierecto, pero de mayor precocidad, de frutos más homogéneos en tamaño y forma y mayor rendimiento (Peña *et al.*, 1998).

Los factores de estudio fueron: sustratos (fibra de coco, turba y vermicomposta de cerdo), cubierta con plástico (negro y plateado) y apilamiento de charolas después de la siembra, solo para el caso de los tratamientos cubiertos con plástico; así, se evaluó un total de nueve tratamientos (Cuadro 1). La unidad experimental consistió de una charola de poliestireno expandido de 80 cm de largo por 25 cm de ancho y 8 cm de profundidad con 200 cavidades, con una plántula por cavidad. Se usó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones.

La siembra se realizó el 25 de junio del 2004, las charolas previamente lavadas fueron llenadas con el sustrato y regadas hasta que el agua comenzó a gotear por los orificios de su parte inferior; después se sacudieron para que el sustrato se compactara ligeramente y dejara alrededor de 0.5 cm de la cavidad libre para depositar cuatro semillas, finalmente se cubrieron con otra capa de sustrato y se aplicó un segundo riego hasta saturación. Las charolas que pertenecían a los tratamientos con plástico se apilaron y se cubrieron; las demás se acomodaron en soportes metálicos con altura de 1.2 m. Después de la emergencia se clareó a una planta por cavidad. Una vez que las charolas fueron extendidas se regaron una vez al día con 1.5 litros de agua por charola; a partir de los ocho días después de siembra (dds), fueron regadas con una solución preparada con fertilizante triple 18 ultrasoluble en concentración de 0.5 g·litro<sup>-1</sup> de agua, cuyo contenido nutrimental de N, P, K es 18 % y Mg de 2.5 %.

**CUADRO 1. Descripción de tratamientos, prueba de comparación de medias para el índice de velocidad de emergencia (IVE) y porcentaje de emergencia (PE) en tomate de cáscara.**

Tratamiento	Descripción	IVE	PE
FN	Fibra de coco, charolas apiladas y cubiertas con plástico negro	34.88 ab <sup>2</sup>	90.8 ab
TN	Turba, charolas apiladas y cubiertas con plástico negro	33.82 ab	93.6 a
VN	Vermicomposta, charolas apiladas y cubiertas con plástico negro	23.95 ab	63.0 c
FS	Fibra de coco, sin apilar y sin cubrir	22.91 ab	85.0 abc
TS	Turba, sin apilar y sin cubrir	27.55 ab	96.2 a
VS	Vermicomposta, sin apilar y sin cubrir	18.85 b	74.1 abc
FP	Fibra de coco, charolas apiladas y cubiertas con plástico plateado	33.33 ab	90.5 ab
TP	Turba, charolas apiladas y cubiertas con plástico plateado	36.82 a	97.8 a
VP	Vermicomposta, charolas apiladas y cubiertas con plástico plateado	21.01 ab	67.2 bc
MEDIA		28.15	84.28
C. V. (%)		25.77	12.41
DMS		17.25	24.89

<sup>2</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

DMS: diferencia mínima significativa; C. V.: coeficiente de variación; IVE: índice de velocidad de emergencia; PE: porcentaje de emergencia.

Previo al experimento se cuantificaron algunas propiedades físicas y químicas de los sustratos evaluados: pH, con valores de 5.83, 6.30 y 6.73; conductividad eléctrica (C. E.;  $\text{dSm}^{-1}$ ) 6.34, 1.23 y 12.53; densidad aparente (Dap;  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) 0.17, 0.18 y 0.57; densidad real (D. R.;  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) 1.58, 1.63 y 1.70; Capacidad de intercambio catiónico (CIC en  $\text{Cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) 20.83, 24.56 y 68.89; contenido de N inorgánico ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) 14.84, 593.6 y 1706.6; contenido de fósforo ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) 2.09, 2.79 y 1.86; contenido de potasio ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) 1567.0, 94.77 y 2528.3, para fibra de coco, turba y vermicomposta, respectivamente.

### Caracteres evaluados

**Velocidad de emergencia.** Para determinar el vigor de la semilla, a partir de la totalidad de la unidad experimental (200 cavidades por contenedor) se determinó el Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), calculado mediante la propuesta de Maguire (1962), a partir de conteos de cavidades de contenedores con plántulas emergidas realizados diariamente desde el tercer día hasta 12 dds.

**Porcentaje de emergencia (%).** Obtenido al considerar el último conteo de plántulas emergidas por contenedor a los 12 dds.

De los caracteres descritos a continuación se realizaron registros de variables en tres oportunidades: 15, 22 y 30 dds, que corresponden al promedio de 15 plántulas por unidad experimental:

**Altura promedio de plántula (cm).** Considerada desde la base del tallo o cuello de la plántula hasta el ápice de la misma.

**Número de hojas verdaderas por plántula.** Las hojas expandidas que mostraron lámina, pecíolo, nudo, entrenudo y yema axilar.

**Peso fresco de plántula (g).** Las plántulas extraídas de las charolas se limpiaron de sustrato adherido en la raíz y se pesaron en una balanza granataria digital.

**Peso seco de plántula (g).** Las plántulas se secaron en estufa a 70 °C durante 72 h, posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

Al finalizar el experimento (30 dds) fueron registrados en una sola oportunidad los caracteres que se describen a continuación; se reporta el promedio de 15 plántulas:

**Peso fresco y seco de hojas, tallo y raíz (g).** Se separaron las hojas, tallos y raíz para obtener el peso fresco de hoja (PFH), tallo (PFT) y raíz (PFR), y peso seco de hoja (PSH), tallo (PST) y raíz (PSR), con el propósito de observar la distribución de la materia seca en estos órganos. Los órganos de las plántulas fueron pesados después de

extraerse de la charola, en una balanza granataria digital, para evitar pérdida de peso por deshidratación; el secado de las estructuras se realizó en estufa a 70 °C durante 72 h, fueron pesadas en balanza analítica.

**Diámetro del tallo de plántula (mm).** Se registró con un vernier manual, en la parte media entre los cotiledones y el cuello de la planta.

Se practicaron análisis de varianza de acuerdo con el diseño experimental empleado, en dos modalidades, el primero involucró a los nueve tratamientos al cual le correspondieron comparación de medias de Tukey. Posteriormente, al considerar tres sustratos y dos colores de plástico (seis tratamientos) se realizó el análisis de varianza de un diseño de tratamientos factorial; en este caso las comparaciones de medias se realizaron sobre los dos factores mencionados; se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) v.8.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de velocidad de emergencia (IVE) presentó diferencias significativas entre los tratamientos; el mayor valor lo expresó el tratamiento que involucró turba, charolas apiladas y plástico negro (TP), que superó al que utilizó vermicomposta, sin apilar y sin cubrir (VS), aunque fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos (Cuadro 1).

El porcentaje de emergencia (PE) fue mayor en los tratamientos donde se empleó turba (TN, TS y TP), resultaron estadísticamente iguales entre sí pero superiores a dos tratamientos de vermicomposta (VN y VP), en tanto que los tratamientos con fibra de coco (FN, FS y FP) tuvieron valores intermedios aunque iguales ( $P=0.05$ ) a los de turba (Cuadro 1).

En ambas variables, la turba y la fibra de coco fueron mejores sustratos que la vermicomposta, debido a las propiedades físicas de cada uno de ellos; por ejemplo, la densidad aparente (Dap) fue de 0.17, 0.18 y 0.57  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  para la fibra de coco, turba y vermicomposta, respectivamente; en este caso, la elevada Dap en la vermicomposta impidió que la germinación y emergencia fueran adecuadas, ya que además de la compactación del sustrato, la aireación no fue la más favorable; la aireación adecuada debe ser considerada para una germinación óptima por lo cual el sustrato empleado debe tener las propiedades físicas que le permitan a la semilla el máximo nivel de aireación y a la vez una cantidad suficiente de humedad (Verdonck *et al.*, 1981; Cantliffe, 1998). La inadecuada aireación genera la producción de niveles tóxicos de amonio en los sustratos e impide una germinación y emergencia normales, situación que probablemente ocurrió en los tratamientos donde se empleó vermicomposta (Willumsen, 1997).

La altura de planta (AP) mostró diferencias significativas en los muestreos realizados (15, 22 y 30 dds). En todos ellos los sustratos de turba y fibra de coco superaron ( $P=0.05$ ) al de vermicomposta (Cuadro 2), sin haber diferencias entre los dos primeros. Un comportamiento similar ha sido observado en el crecimiento de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.) el cual fue favorecido en mayor proporción en turba que en composta (Etzel *et al.*, 1994), pero es contrario en el caso de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), la mayor AP al emplear mezclas de arena, arcilla y estiércol en comparación con mezclas de otros sustratos orgánicos e inorgánicos (Seniz, 1994). Sin embargo, la altura de planta observada a los 30 dds (Cuadro 2) en los sustratos de fibra y turba no fue la más conveniente, ya que una altura de planta mayor que 20 cm puede presentar problemas al momento del trasplante (Araiza y Sánchez, 1990). En este caso la altura adecuada se alcanzó aproximadamente a los 26 dds.

El número de hojas por plántula (NH) presentó diferencias significativas entre los sustratos evaluados en las tres mediciones realizadas, donde la turba y fibra de coco superaron ( $P=0.05$ ) a la vermicomposta (Cuadro 2); no obstante, este carácter no puede ser considerado como un indicador confiable en la producción de plántulas, ya que depende en mayor medida de la edad de la planta. El NH permite saber si la planta tiene la edad suficiente para ser transplantada; en el caso del tomate de cáscara, debe ser de cuatro a cinco hojas verdaderas, situación alcanzada a los 20 dds cuando la planta tiene las condiciones favorables para su desarrollo (buena nutrición, niveles adecuados de aire y agua)

**CUADRO 2. Comparación de medias para el factor sustrato a los 15, 22 y 30 días después de siembra.**

Sustrato	AP <sup>y</sup>	NH	PF	PS
<b>15 DDS</b>				
Fibra de coco	2.3 a <sup>z</sup>	1.4 a	0.31 a	0.015 a
Turba	2.5 a	1.4 a	0.36 a	0.017 a
Vermicomposta	1.6 b	0.9 b	0.14 b	0.006 b
DMS	0.48	0.47	0.086	0.004
<b>22 DDS</b>				
Fibra de coco	7.2 a	2.9 a	1.34 a	0.087 a
Turba	7.3 a	2.9 a	1.35 a	0.082 a
Vermicomposta	3.8 b	2.3 b	0.69 b	0.046 b
DMS	1.32	0.38	0.36	0.025
<b>30 DDS</b>				
Fibra de coco	20.5 a	4.6 a	3.87 a	0.241 a
Turba	20.8 a	4.5 ab	3.25 a	0.182 a
Vermicomposta	13.5 b	4.0 b	2.34 b	0.198 a
DMS	3.60	0.46	0.66	0.150

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas y fechas de muestreo son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ .

<sup>y</sup>AP: Altura de plántula (cm); NH: Número de hojas por plántula; PF: Peso fresco de plántula (g); PS: Peso seco de plántula (g).

DMS: Diferencia mínima significativa. DDS: Días después de siembra.

o en mayor tiempo (30 dds o más) si no las tiene. En este caso, a los 30 dds todos los sustratos alcanzaron en promedio de cuatro o más hojas por planta (Cuadro 2).

El peso fresco por plántula (PF) mostró diferencias significativas entre los sustratos evaluados a los 15, 22 y 30 dds, donde los promedios más altos se alcanzaron en turba en los dos primeros muestreos y en fibra de coco en el tercer muestreo; aunque no hubo diferencias entre estos dos, superaron a la vermicomposta en las tres mediciones (Cuadro 2).

El peso seco presentó diferencias significativas a los 15 y 22 dds, en ambos casos los sustratos de fibra de coco y turba superaron a la vermicomposta. Sin embargo, en el tercer muestreo no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadros 2 y 3). Esto puede explicarse debido a que la vermicomposta, aunque presentó los valores medios más bajos en la mayoría de las variables evaluadas, su contenido inicial de nutrimentos es similar o mayor a los otros sustratos empleados, por lo que la absorción mineral a pesar de no ser la óptima, fue suficiente para acumular materia seca y alcanzar valores promedio de peso seco similares a la turba, ya que estadísticamente fueron iguales (Cuadro 2).

**CUADRO 3. Análisis de varianza de variables de crecimiento evaluadas a los 15, 22 y 30 días después de siembra (DDS).**

F. V.	G. L.	AP	NH	PF	PS	DT
<b>15 DDS</b>						
Tratamiento	8	0.74*	0.04*	0.04*	0.00011*	
Sustrato	2	2.64*	1.16*	0.16*	0.00038*	
Cubierta	2	0.22	0.15	0.01	0.00001	
Error	27	0.14	0.14	0.01	0.00001	
C. V. (%)		17.66	30.14	31.6	33.81	
Media		2.14	1.24	0.27	0.013	
<b>22 DDS</b>						
Tratamiento	8	13.44*	0.52*	0.57*	0.0021*	
Sustrato	2	46.58*	0.99*	1.73*	0.0059*	
Cubierta	2	1.93	0.81*	0.22	0.0005	
Error	27	1.69	0.14	0.12	0.0006	
C. V. (%)		21.36	13.64	31.22	35.02	
Media		6.09	2.73	1.13	0.072	
<b>30 DDS</b>						
Tratamiento	8	56.64*	0.35	1.90*	0.012	0.115
Sustrato	2	203.27*	1.01*	7.09*	0.011	0.255*
Cubierta	2	0.76	0.11	0.31	0.016	0.030
Error	27	13.05	0.22	0.49	0.024	0.071
C. V. (%)		19.79	10.72	22.13	75.01	8.69
Media		18.25	4.36	3.15	0.207	3.08

\*Significativo a una  $P \leq 0.05$

AP: Altura de plántula (cm); NH: Número de hojas por plántula; PF: Peso fresco de plántula(g); PS: Peso seco de plántula(g); DT: diámetro de tallo.



Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en las variables PFH, PFT, PFR, PST y PSR, excepto en PSH (Cuadro 4). La fibra de coco promedió los valores más altos, superó a la vermicomposta y fue igual a la turba en PFH y PFT ( $P=0.05$ ), aunque también la superó en PFR ( $P=0.05$ ). En los pesos secos, la fibra de coco superó a la vermicomposta en PST y PSR, y a la turba en PSR (Cuadro 4). En fibra de coco y turba, la materia seca se distribuyó en los órganos de manera equitativa; en vermicomposta la mayor acumulación se presentó en las hojas, lo cual pudo ser debido a las propiedades físicas de este sustrato (Dap y DR) que impidieron que la raíz se desarrollara de manera normal. Estos resultados son similares a los de Etzel *et al.* (1994), donde los pesos fresco y seco de las raíces son mayores en sustratos de turba o turba más perlita que los obtenidos en compostas, tanto en plántulas de berenjena como en pimiento (*Capsicum annum* L.); pero son contrarios a los reportados por López *et al.* (2002), donde el mejor desarrollo de raíces de fresa (*Fragaria x ananassa* L.) se dio en sustrato de turba que en fibra de coco. Se observó una relación directa entre el peso fresco y seco puesto que los valores promedio se comportaron de forma similar en los órganos evaluados (Cuadro 4).

El diámetro de tallo (DT) no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 3), aunque en los sustratos evaluados mostró diferencias, siendo superior ( $P=0.05$ ) la fibra de coco y la vermicomposta (Cuadro 4). Estos resultados contrastan con los reportados por Shahidul *et al.* (2002), quienes encontraron que el uso de sustratos orgánicos (fibra de coco, cascarilla de arroz) o inorgánicos (lana de roca) no tuvieron efecto en el DT, ya que este carácter depende de la disponibilidad de agua para la plántula (Salas y Urrestarazu, 2000).

El contenido nutrimental en el tejido vegetal, mostró diferencias estadísticas en los elementos nitrógeno y fósforo, en tanto que el potasio, calcio y magnesio no tuvieron variación por efecto de tratamientos (Cuadro 5). Esto puede explicarse debido a que la solución nutritiva empleada contenía sólo macroelementos y los sustratos empleados presentaban algunas cantidades importantes de minerales, por ejemplo de K el contenido era de 1567, 95 y 2528 mg·kg<sup>-1</sup>, para fibra de coco, turba y vermicomposta, respectivamente.

La mayor expresión de los contenidos nutrimentales

**CUADRO 5. Cuadrados medios del análisis de varianza para el contenido nutrimental en tejido vegetal de plántulas de tomate.**

F. V.	G. L.	N	P	K	Ca	Mg
Tratamiento	8	1.826*	0.0172*	1.568	0.049	0.0062
Error	24	0.567	0.0011	0.870	0.079	0.0108
C. V. (%)		21.56	8.58	12.51	41.71	19.34
Media		3.492	0.40	7.452	0.675	0.539

\*Significativo a una  $P \leq 0.05$ .

se encontraron en turba y vermicomposta para nitrógeno; en turba para fósforo; en vermicomposta y fibra de coco para potasio; en turba y fibra de coco para calcio; y en vermicomposta para magnesio (Cuadro 6). Con base en lo anterior, no fue posible determinar un sustrato que favoreciera la absorción de nutrientes, ya que en ella influyen diversos factores como: la disponibilidad de agua y nutrientes, aireación, temperatura del sustrato, conductividad eléctrica, las condiciones ambientales, tipo de cultivo y fase fenológica del mismo (Ansorena, 1994; Seniz, 1994; Cantliffe, 1998; Dufault, 1998; Adams, 2000b).

### Factor Sustrato

Con excepción del PS a los 30 dds, en el resto de las variables de crecimiento evaluadas en los tres muestreos realizados, el factor sustrato presentó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3); en general, la fibra de coco y la turba superaron a la vermicomposta y entre los dos primeros sustratos no hubo diferencias significativas (Cuadros 2 y 4). La explicación está en las propiedades físicas de cada sustrato, ya que en los dos primeros se tuvieron características favorables para el desarrollo de las plántulas, como son la capacidad de retención de humedad y aireación, como lo señala Adams (2000a), quien reporta que la fibra de coco posee características muy similares a la turba, excepto en que humidifica más lentamente y puede presentar un mayor contenido de sales, pero ha dado buenos resultados en la producción de jitomate y pepino (*Cucumis sativus* L.); en la vermicomposta no hubo una adecuada aireación debido a la compactación que este sustrato presentó, el cual además tenía una alta conductividad eléctrica (12.53 dS·m<sup>-1</sup>), lo que impidió un desarrollo normal tanto de las raíces, de apariencia fibrosa, como de las plantas en general, cuyo

**CUADRO 4. Comparación de medias para el factor sustrato en las variables evaluadas a los 30 días después de siembra.**

Sustrato	DT	PFH	PFT	PFR	PSH	PST	PSR
Fibra de coco	3.247 a <sup>z</sup>	0.99 a	1.51 a	1.36 a	0.08 a	0.07 a	0.098 a
Turba	2.966 b	0.88 ab	1.35 a	1.03 b	0.07 a	0.06 a	0.055 b
Vermicomposta	3.037 ab	0.78 b	0.89 b	0.67 c	0.12 a	0.03 b	0.045 b
DMS	0.275	0.148	0.331	0.264	0.136	0.019	0.032

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una  $P \leq 0.05$ ; DMS: Diferencia mínima significativa.

DT: Diámetro de tallo (mm); PFH: Peso fresco de hoja (g); PSH: Peso seco de hoja (g); PFT: Peso fresco de tallo (g); PST: Peso seco de tallo (g); PFR: Peso fresco de raíz (g); PSR: Peso seco de raíz (g).

**CUADRO 6. Comparación de medias para el contenido nutrimental en tejido vegetal de plántulas de tomate de cáscara.**

TRAT	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
FN	1.899 b <sup>2</sup>	0.42 ab	8.050 a	0.70 a	0.50 a
TN	3.817 a	0.47 a	7.037 a	0.81 a	0.54 a
VN	3.565 ab	0.33 dc	7.200 a	0.75 a	0.53 a
FS	3.866 a	0.41 bc	6.325 a	0.81 a	0.49 a
TS	4.225 a	0.48 a	7.350 a	0.67 a	0.56 a
VS	3.496 ab	0.30 d	8.487 a	0.54 a	0.59 a
FP	3.477 ab	0.38 bcd	7.212 a	0.64 a	0.49 a
TP	3.140 ab	0.46 a	7.750 a	0.63 a	0.53 a
VP	3.944 a	0.33 cd	7.662 a	0.49 a	0.59 a
DMS	1.791	0.08	2.219	0.67	0.24

<sup>2</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P≤0.05.

DMS: diferencia mínima significativa.

desarrollo fue más lento debido a que conductividades eléctricas mayores a 3.5 dS·m<sup>-1</sup> resultan elevadas para la mayoría de las plantas (Abad y Noguera, 2000). La compactación causa acortamiento y engrosamiento de las raíces e incluso cambia su morfología, lo que sucede también cuando se tiene una concentración de sales elevada (Zobel, 1995), características que fueron observadas en el sustrato de vermicomposta empleado. Además, la aireación pudo ser afectada y, esta es de vital importancia para el crecimiento de las plantas en un sustrato; por ejemplo, el jitomate requiere al menos un 10 % de aire en el espacio poroso del sustrato, aunque el nivel óptimo se encuentra entre 20 y 30 % (Abad y Noguera, 2000; Adams, 2000b), condiciones que probablemente no se alcanzaron la vermicomposta utilizada en este estudio.

### Factor Cubierta

De manera general, el uso de cubierta no fue relevante en la producción de plántulas de tomate de cáscara bajo las condiciones ambientales en que ocurrió el experimento, ya que en este factor, solo se detectaron diferencias significativas en el número de hojas a los 22 dds (Cuadro 3), donde el mayor valor se obtuvo con el plástico de color negro.

### CONCLUSIONES

La turba y la fibra de coco son mejores sustratos que la vermicomposta para la emergencia y el crecimiento de plántulas de tomate de cáscara. La vermicomposta produce las plántulas de menor calidad.

La absorción de nutrientes no fue afectada por los sustratos empleados.

El uso de plásticos no tiene importancia en la producción de plántulas de tomate de cáscara.

### LITERATURA CITADA

- ABAD B., M.; NOGUERA M., P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. pp: 137-183. *In: Manual de Cultivo sin Suelo.* URRESTARAZU G., M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- ADAMS, P. 2000a. Aspectos del manejo de los diferentes sustratos, su comparación, elección y factores medioambientales a considerar. pp: 255-261. *In: Manual de Cultivo sin Suelo.* URRESTARAZU G., M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- ADAMS, P. 2000b. Aspectos de nutrición mineral en cultivos sin suelo en relación al suelo. pp: 95-104. *In: Manual de Cultivo sin Suelo.* URRESTARAZU G., M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- ANSORENA M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 172 p.
- ARAIZA C., J.; SÁNCHEZ L., A. 1990. Horticultura Doméstica. 1ª edición. Editorial Trillas. México. 85 p.
- CANTLIFFE, D. J. 1998. Seed germination for transplants. *Hortecchnology* 8(4): 499-503.
- DUFAULT, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *Hortecchnology* 8(4): 515-523.
- ETZEL, R. Z.; GÛL, A.; TÛZEL, Y. 1994. Effects of various growing media on eggplant and pepper seedling quality. *Acta Horticulture* 366: 257-264.
- LÓPEZ G., S.; MAROTO, J. V.; CANO, E.; SAN BAUTISTA, A.; PASCUAL, B. 2002. Enhancing root systems of waiting-bed strawberry plants grown on substrates. *J. of Hort. Sci. and Biot.* 77(1): 58-61.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- PEÑA L., A.; MOLINA G., J. D.; CERVANTES S., T.; MARQUEZ S., F.; SAHAGUN C., J.; ORTIZ C., J. 1998. Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(1): 31-37.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI. Tomo I. México, D. F. 1476 p.
- SALAS S., M. C.; URRESTARAZU G., M. 2000. Métodos de riego y fertirrigación en cultivos sin suelo. pp: 185-253. *In: Manual de Cultivo sin Suelo.* URRESTARAZU G., M. (Ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España.
- SENIZ, V. 1994. Seedling production in Solanaceae crops. *Acta Horticulture* 366: 243-250.
- SHAHIDUL I., M. D.; KHAN, S.; ITO, T.; MARUO, T.; SHINOHARA, Y. 2002. Characterization of the physico-chemical properties of environmentally friendly organic substrates in relation to rockwool. *J. of Hort. Sci. and Biot.* 77(2): 143-148.
- VERDONCK, O.; DE VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. 1981. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Horticulture* 126: 251-258.
- WILLUMSEN, J. 1997. Improvement of the physical conditions in peat substrates during the germination of cabbage seeds in organic farming (refereed). *Acta Horticulture* 450: 183-190.
- ZOBEL, R. W. 1995. Genetic and environmental aspects of roots and seedling stress. *HortScience* 30(6): 1189-1192.