

Lombricomposta y volumen de cepellón en la calidad de plántulas de chile en invernadero

Alfredo Lara Herrera¹, J. Jesús Avelar Mejía¹, Maximino Luna Flores¹, Juan Estrada Casillas¹, J. Jesús Llamas Llamas¹, Ángel Bravo Lozano¹.

¹ Profesor – investigador, Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Correo electrónico: alara204@hotmail.com

Resumen

La producción de plántula de chile en el centro y norte de México se lleva a cabo principalmente en almácigos en suelo, con la raíz desnuda al momento del trasplante y la serie de problemas que eso conlleva. La producción en contenedores y sustrato bajo condiciones de invernadero permite el trasplante con cepellón, garantizando mayor porcentaje de plantas arraigadas y mejor desarrollo en campo. Pero el sustrato es principalmente de importación y tiene alto costo. La lombricomposta presenta propiedades apropiadas para la producción de plántulas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tamaño de la celda y la aplicación de lombricomposta en el sustrato, en la producción de plántulas de chile en condiciones de invernadero. Se evaluaron diez tratamientos resultantes de la combinación de cinco tamaños de celdas y dos tipos de sustrato: turba comercial y 75% de turba + 25% de lombricomposta. Las plántulas presentaron sus propiedades más favorables a las 7 semanas después de la siembra (SDS). Con celdas de 25 mL se tuvieron los parámetros que definen la calidad de las plántulas: mayor peso seco de raíz (PSR), diámetro de tallo (DT) y contenido de clorofila (CC), y menor relación vástago raíz (RVR), aunque no hubo diferencias en la relación entre la longitud y el diámetro del tallo (RLD). Con lombricomposta las plántulas tuvieron mayor PSR, peso seco de vástago (PSV), LT, DT y CC, pero no se presentó efecto en la RVR ni en la RLD. El menor costo de producción de plántulas fue con celdas de 11.5 mL y sustrato de turba con lombricomposta.

Palabras clave: Lombricomposta, *Capsicum annuum* L., semillero, germinación, trasplante.

Introducción

El cultivo de chile seco es la principal hortaliza que se produce en el estado de Zacatecas, la superficie destinada es entre 30,000 y 40,000 ha, la cual representa aproximadamente una cuarta parte de la superficie de riego. El 95% de los productores generan la plántula principalmente en almácigos (Galindo *et al.*, 2002), la plantación la realizan a raíz desnuda, lo cual representa un estrés de la plántula al momento del trasplante y su consecuente efecto negativo en el arraigue y crecimiento posterior de la planta.

Las mejores condiciones para producir la plántula, en el menor tiempo, con menores riesgos y mayor calidad, es en contenedores (charolas) con sustrato (turba) bajo condiciones de invernadero, para trasplantarlas con cepellón, de esta manera no sufren estrés al ser trasplantadas (Delgado, 2004; Reveles *et al.*, 2006). Sin embargo, la razón fundamental por la cual la gran mayoría de los productores generan la plántula en almácigo, es de tipo económico. El costo que tiene el invernadero (con sistema de calefacción, ventilación y fertirriego), los contenedores o charolas, el sustrato y la energía (eléctrica y/o combustibles) son elevados (Muñoz, 2004) en relación con la tecnología usada en los almácigos en suelo.

Las plántulas producidas en contenedores con celdas tienen el cepellón independiente y entre plántulas hay mayor espacio que en el almácigo, lo cual permite menor competencia entre plántulas, mayor homogeneidad y plántulas más vigorosas en menor tiempo. Al separar el cepellón de la charola, éste protege a las raíces al efectuar el trasplante, por lo tanto las raíces, y en general las plántulas no sufren de estrés (Orea, 2003; Reveles *et al.*, 2006).

El sustrato debe tener las propiedades físicas, químicas y microbiológicas que mayor favorezca el desarrollo de las raíces y con ello el de la plántula. Algunos materiales como la lombricomposta mejoran las propiedades del sustrato (Quesada y Méndez, 2005; Reis y Coelho, 2007), lo cual representa un ahorro de tiempo, agua, fertilizantes y jornales por parte del productor; además de producir plántulas de mejor calidad, lo cual permite que al presentarse condiciones adversas al momento del trasplante, no sufran de algún estrés.

Es importante tomar en cuenta la influencia del volumen del cepellón en el crecimiento de las plántulas y su relación con los costos económicos que implica cada tamaño en relación a la cantidad de plántulas producidas por metro cuadrado.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de (a) cinco volúmenes de cepellón y (b) la aplicación de 25% de lombricomposta en el sustrato (turba), en la calidad de plántulas de chile; así como la condición (volumen de cepellón y sustrato utilizado) con la que se obtiene el mayor beneficio económico para la producción de plántulas de chile.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en un invernadero comercial para la producción de plántulas de chile Puya, de 34 m de ancho por 60 m de largo, ubicado en El Saladillo, Gral. Pánfilo Natera, Zacatecas, México, con coordenadas 22° 68' 90" de Latitud Norte y 102° 07' 08" de Longitud oeste, altitud de 2065 m; la temperatura se controló entre 14 y 36 °C. El humus de lombriz se generó a base de estiércol de ganado bovino, con la metodología de Lara y Quintero (2006).

Se evaluaron 10 tratamientos resultantes de la combinación de dos factores: cinco volúmenes de cepellón y dos sustratos; y cuatro repeticiones. Los volúmenes de cepellón fueron: 11.5, 13.5, 25, 35 y 66 mL. Las cavidades por charola fueron 338,

338, 200, 128 y 160, respectivamente; las charolas con 338 cavidades tuvieron 5.5 y 7.5 cm de altura, por lo cual resultaron dos volúmenes (11.5 y 13.5 mL). Los sustratos evaluados fueron: (a) turba, esta condición representa la condición usada por los productores de plántulas, por lo cual se utilizó como testigo; (b) una combinación de turba comercial en una proporción de 75% y 25% de lombricomposta, como lo recomiendan Hashemimajd *et al.* (2004), Quesada y Méndez (2005), Varela *et al.* (2005) y Reis y Coelho, (2007).

El riego fue por microaspersión. Se midió el porcentaje de emergencia (PE) a las 3 y 5 semanas después de la siembra (SDS); el diámetro de tallo (DT), longitud del tallo (LT) número de hojas (NH) y contenido de clorofila, a las 3, 5, 7 y 9 SDS; el área foliar (AF), pesos secos de hojas (PSH), de tallo (PST) y de raíz (PSR), y el contenido de nitrógeno en el tallo (CNT) y follaje (CNH), a las 9 SDS; con la división del PSH + PST entre el PSR se determinó la relación vástago raíz (RVR), y con la división de la LT entre el DT se determinó la relación entre la longitud y el diámetro del tallo (RLD), estas dos relaciones se consideran los parámetros más objetivos para determinar la calidad de las plántulas. Además se determinó el costo por plántula y por hectárea. A los resultados se les aplicó un análisis de varianza, donde se presentaron diferencias se realizó la prueba de Tukey.

Resultados y discusión

Efecto del volumen del cepellón

El PE y NH fueron menores en las plántulas desarrolladas en celdas de 66 mL a las 3 SDS, esto se debió a que la humedad del sustrato en la porción donde se encontró la semilla fue menor debido a que el agua se distribuyó a lo largo de la mayor longitud del cepellón de estos tratamientos. Sin embargo, a las 5 SDS el

PE y el NH no fueron diferentes. Pero a las 9 SDS las plántulas desarrolladas en celdas de 35 y 66 mL tuvieron el mayor NH. El comportamiento del NH fue igual al del AF en este mismo muestreo, debido a que el AF depende del número de hojas cuando éstas no tienen tamaño diferente entre tratamientos.

La LT fue mayor en los tratamientos con menor volumen de cepellón en los primeros muestreos, pero en los dos últimos el comportamiento se invirtió, el crecimiento más intenso del tallo se presentó entre las 7 y 9 SDS con el tratamiento de 66 mL (cuadros 1 y 2). El mayor suministro de nutrimentos y la mayor capacidad de almacenamiento de agua con el volumen de celda de 66 mL permitieron el mayor crecimiento a las 9 SDS.

El DT fue mayor en las plántulas desarrolladas en celdas con los mayores volúmenes de sustrato (25, 35 y 66 mL), este comportamiento se presentó hasta las 7 y 9 SDS (cuadros 1 y 2).

El contenido de clorofila fue menor en el follaje de plántulas en celdas de 11 y 13.5 mL a las 7 SDT (Cuadro 1).

Cuadro 1. Peso seco de raíces (PSR), peso seco de vástago (PSV), relación vástago : raíz (RVR), número de hojas (NH), longitud del tallo (LT), diámetro del tallo (DT), relación entre LT y DT (RLD) y contenido de clorofila en plántulas de chile, por efecto del volumen de las celdas con el sustrato (mililitros, mL) a las 7 semanas después de la siembra (SDS).

Volumen de celda	PSR	PSV	RVR	NH	LT	DT	RLD	Clorofila
------------------	-----	-----	-----	----	----	----	-----	-----------

	(mg pl ⁻¹)	(mg pl ⁻¹)		(cm)	(mm)			
11	32.1 b	80.9	2.52 a	6.6 bc	6.7 b	2.05 b	3.3 a	37.7 ab
13.5	34.4 ab	82.5	2.40 a	6.4 c	7.3 ab	2.04 b	3.6 a	31.3 b
25	45.6 a	91.0	2.00 b	8.4 a	9.1 a	2.49 a	3.7 a	45.9 a
35	39.1 ab	84.6	2.16 ab	7.0 bc	7.5 ab	2.34 a	3.2 a	42.0 a
66	38.4 ab	79.9	2.08 b	7.6 ab	6.4 b	2.55 a	2.5 a	46.5 a

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

Cuadro 2. Peso seco de raíz (PSR) y de vástago (PSV), relación vástago : raíz (RVR), longitud del tallo (LT), diámetro del tallo (DT), relación entre LT y DT (RLD) y contenido de clorofila en plántulas de chile, por efecto del tamaño de las celdas con el sustrato (volumen del cepellón) a las 9 semanas después de la siembra (SDS).

Volumen de celda (mL)	PSR (mg pl ⁻¹)	PSV (mg pl ⁻¹)	RVR	LT (cm)	DT (mm)	RLD	Clorofila

1)

11	41.6 c	78.9 c	1.90 a	16.0 b	2.71 bc	5.9 a	40.1 ab
13.5	53.9 bc	120.2 bc	2.23 a	17.0 b	2.64 c	6.4 a	33.0 b
25	81.2 a	183.4 a	2.26 a	18.4 a	3.13 ab	5.9 a	40.1 ab
35	74.9 ab	169.1 ab	2.26 a	17.5 ab	3.18 a	5.5 a	41.7 a
66	80.3 a	174.1 ab	2.12 a	20.3 a	3.20 a	6.3 a	40.3 ab

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

El PSR fue mayor con celdas de 25 mL respecto al de 11 mL a las 7 SDS (Cuadro 1), y a las 9 SDS fue mayor con 66 y 25 mL, respecto a 11 y 13.5 mL (Cuadro 2). La masa de raíces tiene especial importancia en las plántulas, debido a que permite un mejor y más rápido arraigue y adaptación en el suelo después del trasplante (Delgado, 2004), así como mayor absorción de agua y nutrientes (Luján y Acosta 2004). Por eso es un buen parámetro para medir la calidad de las plántulas.

La RVR fue diferente a las 7 SDS, con cepellones de 25 y 66 mL se tuvieron los menores valores respecto a 11 y 13.5 mL (Cuadro 1), pero a las 9 SDS estas diferencias se anularon (Cuadro 2). La RVR debe ser lo más baja posible, Delgado (2004) reporta variaciones de 2.0 a 4.0 cuando se suministra mayor concentración de N se incrementa esta relación; Varela *et al.* (2005) obtuvieron

RVR de 2.0 a 2.5, con mayor concentración de lombricomposta se incrementó la RVR. Al aumentar el suministro de N se estimula el crecimiento del vástago respecto al de la raíz (Delgado (2004).

Con las celdas de 25, 35 y 66 mL se tuvieron las plántulas de mejores propiedades y en particular a las 7 SDS en las plántulas con cepellón de 25 mL (Cuadro 1). Considerando que con los tratamientos de 25 mL el ahorro de sustrato es importante respecto a 35 y principalmente a 66 mL, y las propiedades de las plántulas son las más apropiadas, por lo tanto, el volumen recomendable para la producción de plántulas es de 25 mL. Las características más apropiadas para las plántulas para el trasplante se tuvieron a las 7 SDT, por lo cual los datos de este muestreo son los más recomendables para tomar en cuenta.

La CNT y CNH fueron mayores en los tratamientos con 66 mL respecto a 11 y 13.5 mL (Cuadro 3).

Efecto del sustrato

El PE fue mayor en los tratamientos con lombricomposta a las 3 SDS, pero esa diferencia no se presentó a las 5 SDS.

El PSR, PSV, LT, DT y contenido de clorofila fueron mayores en los tratamientos con lombricomposta a las 7 SDS (Cuadro 4) y a las 9 SDS (Cuadro 5).

Cuadro 3. Área foliar (AF), número de hojas (NH), concentración de nitrógeno en tallos (CNT) y hojas (CNH) de plántulas de chile por efecto del tamaño de las celdas (volumen del cepellón) a las 9 semanas después de la siembra (SDS).

Volumen de celda (mL)	AF (cm ² pl ⁻¹)	NH	CNT (%)	CNH (%)
11	28.5 c	10.1 b	1.93 c	1.93 bc
13.5	25.8 c	10.4 b	2.50 b	1.49 c
25	45.5 b	13.5 b	2.81 ab	2.45 ab
35	66.4 a	17.1 a	2.56 b	2.40 ab
66	65.9 a	17.5 a	2.91 a	2.74 a

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

La CNT fue mayor en el sustrato con lombricomposta, pero no tuvo efecto en la CNH. Sin embargo, el contenido de clorofila si fue influenciada por el sustrato, con lombricomposta fue mayor a las 7 (Cuadro 4) y 9 SDS (Cuadro 5).

Cuadro 4. Peso seco de raíz (PSR), peso seco de vástago (PSV), relación vástago : raíz (RVR), número de hojas (NH), longitud de tallo (LT), diámetro de

tallo (DT), relación entre LT y DT (RLD) y contenido de clorofila en hojas de plántulas de chile, por efecto del sustrato: turba (TU) y turba + lombricomposta (TU + LO) en relación 3:1 (v:v), a las 7 semanas después de la siembra (SDS).

Sustrato	PSR	PSV	RVR	NH	LT	DT	RLD	Clorofila
	(mg pl ⁻¹)	(mg pl ⁻¹)			(cm)	(mm)		
TU	34.6 b	81.2 b	2.35 a	7.1 a	6.0 b	2.16 b	2.8 a	37.9 b
TU+LO	41.2 a	86.4 a	2.10 a	7.4 a	7.4 a	2.43 a	3.0 a	43.5 a

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

Cuadro 5. Peso seco de raíz (PSR), peso seco de vástago (PSV), relación vástago : raíz (RVR), longitud de tallo (LT), diámetro de tallo (DT) y contenido de clorofila en hojas de plántulas de chile, por efecto del sustrato: turba (TU) y turba + lombricomposta (TU + LO) en relación 3:1 (v:v), a las 9 semanas después de la siembra (SDS).

Sustrato	PSR	PSV	RVR	LT	DT	RLD	Clorofila
o							

	(mg pl ⁻¹)	(mg pl ⁻¹)		(cm)	(mm)		
TU	57.9 b	124.3 b	2.15	16.5 b	2.87 b	5.8 a	37.3 b
TU+LO	74.9 a	166.1 a	2.22	19.2 a	3.07 a	6.3 a	40.7 a

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

El NH se incrementó a las 5 SDS en las plántulas desarrolladas en el sustrato con lombricomposta, pero esta variable no fue diferente en los demás muestreos, sin embargo el AF fue mayor con lombricomposta (Cuadro 6), lo cual se debió al mayor tamaño de las hojas en esos tratamientos.

Cuadro 6. Área foliar (AF), número de hojas (NH), concentración de nitrógeno en tallos (CNT) y hojas (CNH) de plántulas de chile por efecto del sustrato: turba (TU) y turba + lombricomposta (TU + LO) en relación 3:1 (v:v), a las 9 semanas después de la siembra (SDS).

Sustrato	AF	NH	CNT	CNH
	(cm ² pl ⁻¹)		(%)	(%)

TU	41.5 b	13.6 a	2.39 b	2.16 a
TU+LO	51.3 a	13.9 a	2.70 a	2.24 a

Cifras seguidas con la misma letra son iguales en cada propiedad (Tukey $p \leq 0.05$)

Con base en los resultados obtenidos, los tratamientos con 25% de lombricomposta presentaron el mayor crecimiento y calidad de las plántulas de chile. Este resultado coincide con lo reportado por Varela *et al.* (2005), la proporción de lombricomposta con la que tuvieron mejor resultado fue con 33%; Hashemimajd *et al.* (2004) obtuvieron el mejor resultado con dosis entre 15 y 30% de lombricomposta para plántulas de jitomate.

Costos

Los costos por plántula o para plantar una hectárea más bajos correspondieron a los cepellones de 11.5 y 13.5 mL, para las demás celdas, en la medida que aumentó el volumen del cepellón aumentó el costo (Cuadro 7).

Para cepellones de un mismo volumen el costo es menor en 2.1, 2.5, 3.9, 4.9 y 7.6% en los tratamientos con lombricomposta, debido al menor precio de éste respecto a la turba.

Debido a que entre las plántulas con cepellón de 11.5 y 13.5 mL el incremento en el costo fue de sólo 1.7%, y a que el PSR tendió a ser mayor con 13.5 mL

(cuadros 1 y 2), por lo cual, se considera que el tratamiento más económico para la producción de plántulas es el de 13.5 mL.

Por razones económicas la mayoría de los productores de plántulas utilizan celdas de 11.5 y 13.5 mL, debido a la mayor cantidad de plántulas que producen por unidad de superficie y a que el costo del invernadero es elevado, por lo tanto, los productores prefieren restringir la calidad de las plántulas para tener mayor producción por unidad de superficie en el invernadero. El ahorro de sustrato al usar celdas de menor volumen también reduce los costos de producción de las plántulas, pero este factor tiene menor importancia que el aspecto antes señalado.

Por lo tanto, desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento lo representa el volumen de 11.5 mL; desde el punto de vista de la calidad de la plántula, el mejor tratamiento se obtuvo con 25 mL.

Luján y Acosta (2004) encontraron mayor crecimiento de las plántulas de chile serrano en charolas con cepellón de 25 y 35 mL respecto a las de 13.5 mL, al trasplantarlas en campo, la producción de chile se incrementó en 10% para un híbrido y 20% para una variedad, entre las de 25 y 13.5 mL; por lo cual, aunque la diferencia del costo por hectárea entre estas plántulas es de \$1,120.00 a favor de la de 13.5 mL, con base en lo reportado por Luján y Acosta (2004), con las plántulas de 25 mL se puede tener un incremento en el rendimiento de 10%, lo que representa un beneficio de \$4,000.00 (considerando un rendimiento de 2 t ha⁻¹ y un precio de \$20,000.00 por tonelada), por lo cual es preferible invertir en plántula de calidad que tratar de ahorrar en costos por producción de plántula de menor cepellón y calidad.

Cuadro 7. Costos de producción por plántula de chile, por charola y el equivalente para plantar una hectárea, para cada condición evaluada. Sin incluir el costo de la semilla.

Volumen de celda (mL)	Sustrato	----- - plántula (pesos)	- - Costo por - - charola (pesos)	----- hectárea (pesos)
11.5	T †	0.042	14.20	1,470
11.5	T + L ‡	0.036	12.17	1,260
13.5	T	0.048	16.22	1,680
13.5	T + L	0.041	13.86	1,435
25	T	0.086	17.20	3,010
25	T + L	0.073	14.60	2,555
35	T	0.122	15.62	4,270
35	T + L	0.104	13.31	3,640
66	T	0.204	32.64	7,140
66	T + L	0.169	27.04	5,915

† Turba

‡ Lombricomposta

Conclusiones

Con celdas de cepellón de 25 mL se tuvo el mayor crecimiento de las plántulas de chile, principalmente a las 7 SDS, cuando la plántula estuvo apta para el trasplante.

Las plántulas de chile tuvieron mayor crecimiento cuando se añadió al sustrato 25% de lombricomposta.

El mayor beneficio económico, sin tomar en cuenta los beneficios de las plántulas de mejor calidad en la producción de frutos, se obtuvo con 25% de lombricomposta en el sustrato y con 11.5 mL de tamaño de cepellón; pero tomando en cuenta el efecto de la calidad de la plántula en la producción de chile, el tratamiento más rentable es con cepellones de 25 mL.

Literatura citada

Delgado Martínez., A. 2004. Nitrógeno en la producción de plántulas de chile y su efecto después del trasplante. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 54 p.

Galindo González, G.; C. López M.; B. Cabañas Cruz; H. Pérez Trujillo y A. Robles Martínez. 2002. Caracterización de productores de chile en el altiplano de Zacatecas. Folleto científico N° 5. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) – Instituto Nacional de Investigaciones Forstales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas. 102 p.

- Hashemimajid, K, M. Kalbasi, A. Golchin and H. Shariatmadari. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *J. Plant Nutr.* 27: 1107-1123.
- Lara Herrera, A., y R. Quintero Lizaola. 2006. Manual de producción de humus de lombriz. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México, México. Fundación Produce Zacatecas, A.C. 43 p.
- Luján Favela, M. y F.J. Acosta Pando. 2004. La siembra del cultivo de chile en el norte centro de México. pp: 32-44. *In*: Curso-taller producción y manejo integral del cultivo del chile. Folleto Técnico No. 1 del Consejo Nacional de Productores de Chile, S.C.
- Muñoz Ramos, J.J. 2004. La producción de plántula en invernadero. pp.: 207-230. *In*: J.Z. Castellanos (Ed). Manual de producción hortícola en invernadero. 2° Ed. INTAGRI. México.
- Orea Lara, G. 2003. Nitrógeno, potencial osmótico y volumen de sustrato en la producción de plántulas de chile. Tesis de Maestría en Ciencias. Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac. 119 p.
- Quesada Roldán, G. y C. Méndez Soto. 2005. Análisis fisicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas. *Rev. Agr. Trop.* 35: 01-13.
- Reis, M., and L. Coelho. 2007. Compost mixes as substrates for seedling production. *Acta Hort.* 747: 283-292.

Reveles Hernández, M., A.G. Bravo Lozano y B. Cabañas Cruz. 2006. Producción de plántula de chile. pp: 45-59. *In*: Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro Norte. Campo Experimental Zacatecas. Libro técnico No. 5.

Varela Flores, A., A. Lara Herrera, J.J. Avelar Mejía, J.J. Llamas Llamas, P. Preciado Rancel y L.H. Zelaya de Santiago. 2005. Lombricompostas en la producción de plántulas de chile en invernadero. pp: 169-175. *In*: Segunda Convención Mundial del Chile 2005. Zacatecas, Zac., México.