

Sustratos orgánicos para la producción de plántulas de tomate en viveroLuis Manuel Marcano Criollo¹, Richard Alberto Rodríguez Padrón²¹Universidad Experimental Sur del Lago, Santa Bárbara de Zulia, Venezuela.²Instituto Tecnológico Regional Centro-Sur, Universidad Tecnológica, Durazno, Uruguay.E-mail autor correspondente: marcanoluism@gmail.com

Artigo enviado em 30/05/2018, aceito em 19/08/2019.

Resumen: El empleo de sustratos orgánicos proporciona condiciones adecuadas para maximizar la expresión del vigor de las semillas de tomate y por consiguiente la obtención de plántulas más vigorosas en la etapa de crecimiento inicial. El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes sustratos orgánicos para la producción de plántulas de tomate cultivado en vivero. Los tratamientos fueron: (T1) 50% tierra + 25% estiércol + 25% cascarilla de arroz (Testigo), (T2) Vermicompost 40% + arena 50% + bocashi 10%, (T3) Vermicompost 35% + arena 50% + bocashi 15%, (T4) Vermicompost 30% + arena 50% + bocashi 20%, (T5) Vermicompost 25% + arena 50% + bocashi 25%, (T6) Vermicompost 50% + arena 50%, (T7) Turba 100 %. Se evaluó: número de hojas, germinación, diámetro de tallo, peso húmedo de tallo, altura de planta, longitud de raíz y peso húmedo de raíz. El diseño experimental fue completamente al azar con 9 repeticiones. El tratamiento T3, mostró el mejor desarrollo de plántula en todas las variables evaluadas. El sustrato orgánico compuesto por 35% de vermicompost + 50% de arena + 15% de bocashi, mostró el mejor desempeño.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L. invernadero, agroecología. sustentabilidad.

Organic substrates for the production of tomato seedlings in nursery

Abstract: The use of organic substrates provides adequate conditions to maximize the expression of vigor of the tomato seeds and therefore the obtaining of more vigorous seedlings in the initial growth stage. This study aims to evaluate different organic substrates for the production of tomato seedlings grown in the nursery. The treatments were: (T1) 50% earth + 25% manure + 25% rice husk (Witness), (T2) Vermicompost 40% + sand 50% + bocashi 10%, (T3) Vermicompost 35% + sand 50% + bocashi 15%, (T4) Vermicompost 30% + sand 50% + bocashi 20%, (T5) Vermicompost 25% + sand 50% + bocashi 25%, (T6) Vermicompost 50% + sand 50%, (T7) Peat 100 %. The following were evaluated: number of leaves, germination, stem diameter, wet weight of stem, height of plant, length of root and wet weight of root. The experimental design was completely randomized with 9 repetitions. The T3 treatment showed the best seedling development in all the variables evaluated. The organic substrate composed of 35% vermicompost + 50% sand + 15% bocashi, showed the best performance.

Key words: *Solanum lycopersicum* L, greenhouse, agroecology, sustainability.

Introducción

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) es la hortaliza más popular difundida mundialmente para el consumo fresco así como para la industria, con alto valor económico y nutricional. Constituye el 30% de la producción hortícola mundial (ESCALONA et al., 2009). La producción de tomate se ha intensificado a escala mundial, generándose diferentes sistemas, entre los que se destacan los sistemas de siembra en sustratos bajo invernadero. Estos sistemas usan manejo intensivo lo cual incrementa el rendimiento y la calidad del fruto; son capaces de producir frutos de excelente calidad y en algunos según los insumos utilizados pueden cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria (RODRÍGUEZ et al., 2009).

Los consumidores se interesan cada vez más en alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional, en especial los degustados en fresco; una alternativa para obtenerlos, es la producción orgánica, método agrícola en el que no se deben utilizar agroquímicos sintéticos, específicamente venenos, para evitar el deterioro de la armonía con el ambiente (MÁRQUEZ y CANO, 2005, MÁRQUEZ et al., 2006; ZAMARRÓN et al., 2013).

La producción de residuos sólidos orgánicos en Venezuela es alta, estos se pueden utilizar proporcionando valor agregado como sustratos agrícolas, reduciendo el problema de la contaminación ambiental; dichos residuos comprenden estiércoles, basura orgánica, residuos agrícolas y sub-productos industriales. Salazar (2011), comenta que a pesar que existe gran variedad de materiales (cascarilla de arroz, fibra de coco, turba, corteza de pino, bagazo de caña, compost, entre otros) que se utilizan como sustrato, se

le ha dado poca importancia a su caracterización, y esta ejerce gran importancia en el manejo agronómico del cultivo. En las últimas décadas se ha retomado la importancia del uso de fuentes orgánicas para fertilizar los suelos debido al incremento del costo de los fertilizantes químicos y el desequilibrio ambiental que éstos ocasionan. Ramírez (2005) además de la necesidad de preservar la calidad de los mismos (contenido de materia orgánica) en los sistemas agrícolas como aspecto fundamental relacionado con la sostenibilidad y productividad.

Existe demanda creciente de alimentos, para satisfacerla se han implementado prácticas agrícolas intensivas con el fin de obtener mayor producción y eficiencia, medidos en rendimiento por unidad de superficie, lo cual implica el uso excesivo de elementos químicos como fertilizantes y plaguicidas, la manipulación genética de los productos y la manipulación mecánica de las tierras. Estos sistemas de producción han contribuido al deterioro de distintos ecosistemas, mostrando sus graves efectos secundarios en el ambiente y la salud humana (BEJARANO y RESTREPO, 2002).

En los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la aplicación de enmiendas orgánicas para la producción de hortalizas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, consiste en la sustitución de la siembra en suelo por la siembra en sustratos, incorporando el uso de los residuos orgánicos, los cuales han reducido al mínimo el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas. Su principal función, es la de sostén de las plántulas; sin embargo, dependiendo de la calidad de los residuos orgánicos utilizados para

su elaboración también pudieran aportar cantidades considerables de elementos nutritivos para satisfacer las demandas del cultivo, mejorando las características esenciales como la fertilidad, la capacidad de almacenamiento de agua, la mineralización del nitrógeno, del fósforo y del potasio, lo que favorece la actividad microbiana y pH adecuado para el desarrollo de las plantas (MÁRQUEZ et al., 2006; DE LA CRUZ-LÁZARO, 2009.). Como elementos utilizados en la preparación de sustratos orgánicos se usan el compost y el vermicompost de lombriz sólido, éstos son obtenidos a través de procesos biológicos sometiendo desechos orgánicos de origen vegetal y animal produciendo material relativamente estable (CLAASSEN y CAREY, 2004)

En Venezuela en la depresión de Quibor, estado de Lara al igual que el municipio Sucre, estado de Mérida, el uso de semilleros a campo abierto es cada día menor debido a las desventajas que presenta este sistema, tales como presencia de plagas y enfermedades, sometimiento de las plántulas a la inclemencia del tiempo y otros factores adversos al buen desarrollo de ellas. En los cultivos del tomate y pimentón es común la producción de plántulas en bandejas, especialmente de los híbridos comerciales de alto costo. Uno de los sustratos más usado es la turba, la cual es importada, tiene elevado costo y en la actualidad es escasa.

El empleo de sustratos orgánicos proporciona condiciones adecuadas para maximizar la expresión del vigor de las semillas de tomate y por consiguiente la obtención de plántulas más vigorosas en la etapa de crecimiento inicial. A pesar de que la mayoría de los productores que trabajan con vivero han empezado a utilizar compost y vermicompost para su

elaboración, aún no existen antecedentes nacionales con el uso de bocashi (abono orgánico). En este contexto el objetivo de este estudio fue evaluar diferentes sustratos orgánicos para la producción de plántulas de tomate cultivado en vivero.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la estación experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Municipio Sucre del estado Mérida-Venezuela. Ubicada en las coordenadas geográficas 08°30'55,7"N, longitud 71°20'24,8"W, a 1077 msnm. El clima según la clasificación de Kopper es Aw; el clima en la región es seco y cálido la temperatura promedio anual de 22°C, máxima de 27°C y mínima de 17°C, con precipitación promedia anual de 500 mm (RODRÍGUEZ-PADRÓN et al., 2014).

El híbrido de tomate utilizado fue Ishivan. La siembra se realizó el 15 de agosto del 2014, en bandejas de poliéster de color negra de 48 lóculos, utilizando 16 semillas por tratamiento para 1008 semillas en total. Las semillas fueron sembradas con profundidad de 3 mm, previo a la siembra se aplicó lámina de riego de 2 mm. Posterior a la siembra se realizó aplicaciones de riego con control biológico aplicando *Trichoderma* (concentración 1×10^{12} conidios) 50 gr disueltos en 4 litros de agua. El riego se aplicó con frecuencia diaria, una vez por día, en horas de la mañana (7-9 am), hasta el día 21 de agosto, en todo el ciclo no se aplicó ningún tipo de fertilizante.

El diseño experimental fue completamente al azar con 9 repeticiones. Los tratamientos de los sustratos orgánicos consistieron en: (tratamiento 1-Control) 50% tierra + 25% estiércol + 25% cascarilla de arroz, (tratamiento 2) Vermicompost 40% + arena 50% + bocashi 10%, (tratamiento

3) Vermicompost 35% + arena 50% + bocashi 15%, (T4) Vermicompost 30% + arena 50% + bocashi 20%, (tratamiento 5) Vermicompost 25% + arena 50% + bocashi 25%, (tratamiento 6) Vermicompost 50% + arena 50%, (tratamiento 7-Control) Turba comercial 100%.

Se evaluó: germinación, número de hojas, diámetro de tallo, peso húmedo de tallo, altura de planta, longitud de raíz y peso húmedo de raíz. Las plántulas se evaluaron a los 7, 15 y 21 días después de la siembra, seleccionando 4 plantas al azar por tratamiento. La distribución de las bandejas en el vivero se realizó al azar. El diámetro del tallo se determinó con vernier digital, en el cuello de la planta. La altura de planta se determinó desde el cuello del tallo hasta el primer verticilo. La longitud de la raíz principal se midió con regla milimétrica con escala de 0 a 20 cm. El peso húmedo de la raíz se determinó extrayendo la plántula y limpiando el sustrato adherido a la raíz y procediendo a corta a nivel del cuello conservando toda la raíz hasta la cofia y se pesó en la balanza analítica. El peso húmedo del tallo se tomó desde el segmento del cuello conservando todo el área foliar y procediendo a pesar en la balanza analítica.

Se realizó análisis del suelo con muestra compuesta por 1 kg de suelo colectada a 0,25 m de profundidad. Se muestrearon 10 submuestras en forma de zigzag, posteriormente se colocó en bolsa plástica a temperatura ambiente, rotulándola con los datos de identificación del sector y fue llevada al laboratorio de fitopatología para el análisis microbiológico y al laboratorio de fertilidad de suelo para los análisis físico-químicos, ambos laboratorios del INIA.

Los componentes utilizados para la elaboración del abono orgánico fermentado tipo bocashi, se muestran en la (Tabla 1). El procedimiento para la elaboración fue: se disolvió la levadura en agua tibia, posteriormente se le agregó la melaza, el *trichoderma* y el resto del agua para hacer mezcla homogénea, se aplicó uniformemente utilizando regadera de 4 l humedeciendo la mezcla de los ingredientes a medida que se agregaban por capas. El carbón se trituró hasta obtener granulometría de 3 mm. El bagazo de caña se cortó hasta tener longitud promedio de 1 a 2 cm. Preparados los ingredientes, se pesaron y se colocaron por capas para hacer la mezcla lo más homogénea posible en el siguiente orden: cascarilla de arroz, tierra, gallinaza, bagazo de caña, carbón molido y harina de maíz. Se volteó 3 veces la mezcla hasta que quedó uniforme, se agregó agua hasta obtener 50% de humedad en la mezcla, posteriormente se extendió en forma de pila o montón de 50 cm de altura, se cubrió totalmente con plástico negro por un día para que se iniciará el proceso de fermentación del abono. A las 24 horas se retiró la cubierta plástica de manera definitiva, luego se voltio la mezcla dándole giro total esta práctica se realizó diariamente y registró la temperatura con termómetro de mercurio en tres (3) puntos diferentes de la pila, al nivel de la base, medio y superior, obteniendo registro de temperatura por 18 días hasta que la temperatura del abono fermentado fue igual a la temperatura ambiente y se mantuvo constante, como se observa en la (Figura 1).

Los componentes utilizados para la elaboración de los sustratos orgánicos, bocashi, arena y vermicompost de lombriz sólido. La mezcla de los sustratos fue formulada en

base al volumen, con proporción 1:1 (v/v), utilizando recipiente plástico de 4 kg de capacidad. Se realizó desinfección del sustrato, a través de la prueba de solarización colocando cada sustrato en bolsas plásticas transparentes de 2 kg agregándole 500 cc de agua para humedecerlas, se cerraron y se pusieron sobre plástico de polietileno negro en piso de cemento a plena exposición solar cubriéndola con el plástico negro sellándola por los lados. Cada 8 días se

abría la cobertura para revisar la humedad y girar las bolsas de posición, volviéndolas a tapar. Este proceso duró 45 días.

Se realizó análisis de varianza según modelo de clasificación simple con arreglo factorial 7x3. La comparación de media fue con el test de Duncan con nivel de probabilidad ($p \leq 0,05$). El procesamiento de datos se realizó con el software SPSS versión 22.

Tabla 1. Ingredientes y cantidades utilizados en la preparación del bocachi

Ingredientes	Unidad	Cantidad
Gallinaza	Saco (22 kg)	1,0
Tierra	Saco (90 kg)	1,0
Cascarilla de arroz	Saco (10 kg)	1,0
Carbón molido	Saco (4,2 kg)	1/4
Harina de maíz	kg	1,2
Bagazo de caña	Saco (9 kg)	1,0
Levadura	kg	0,05
Melaza	Litros	0,4
Trichoderma	kg	0,150 concentración 1×10^{12}
Agua	Litros	20

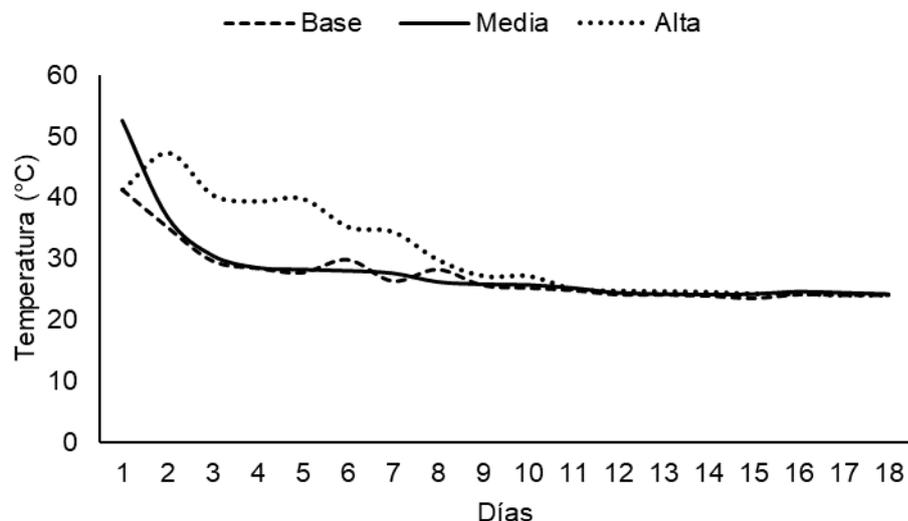


Figura 1. Temperatura del abono orgánico fermentado tipo bocashi.

Resultados y discusión

La germinación de las semillas de tomate en función de los diferentes

sustratos utilizados, se muestran en la (Figura 2). A los 7 días después de la siembra tratamiento 5 y tratamiento 6, mostraron mayor porcentaje de

germinación y el menor porcentaje lo mostró tratamiento 1 y tratamiento 7. A los 15 días después de la siembra tratamiento 5, tratamiento 6 y tratamiento 7, mostraron el mayor porcentaje y el menor porcentaje lo mostró tratamiento 3. A los 21 días después de la siembra, el mayor porcentaje lo mostró tratamiento 7, seguido de tratamiento 4. Para los demás tratamientos se observó homogeneidad en la germinación. En general se estima que la germinación en tomate ocurre en 8 días después de la siembra: En este sentido tratamiento 5, mostró germinación de forma temprana, la cual, se mantuvo a los 15 días y a los 21 días. En general el porcentaje de germinación mostró valores semejantes en todos los tratamientos en estudio (excepto los tratamientos control). A los 21 días después de la siembra los porcentaje superaron el 80%, lo cual, se considera adecuado en el cultivo del tomate. Esto podría indicar, que ninguno de los tratamientos provocó restricción a proceso germinativo. Muñoz y Ormeño (2016), comentan que el mayor porcentaje de germinación en plántulas de tomate a los 8 días después de la siembra, lo mostró el sustratos con mayor contenido de arena; sin embargo, fueron los peores tratamientos para el

desarrollo de las plántulas a los 28 días después de la siembra, por problemas en el manejo del riego y de la estabilidad de los conos.

Son varios los factores que pueden afectar la germinación y por consiguiente, la emergencia de las plántulas, entre ellos tenemos la temperatura que desempeña papel importante (NACIMENTO, 2005; ARAMENDIZ-TATIS et al., 2007). Sin embargo, autores como Lopes y Pereira (2005), coinciden en que no existe temperatura óptima general, ya que cada especie presenta rango de temperatura óptima particular para germinar y dentro de este rango se pueden presentar diferencias marcadas entre cultivares. Otro de los factores que pudo haber influido en el comportamiento de la germinación, es el estado de madurez de las semillas, el que se puede inferir visualmente a través de la observación de la ausencia o presencia de pigmentos clorofílicos, que actúan como receptores de la energía lumínica en el proceso de fotosíntesis. No obstante, en distintas situaciones se pueden transformar en factor negativo, al reducir el poder germinativo y el vigor de las semillas (SCHEEREN y TOLENTINO, 2005).

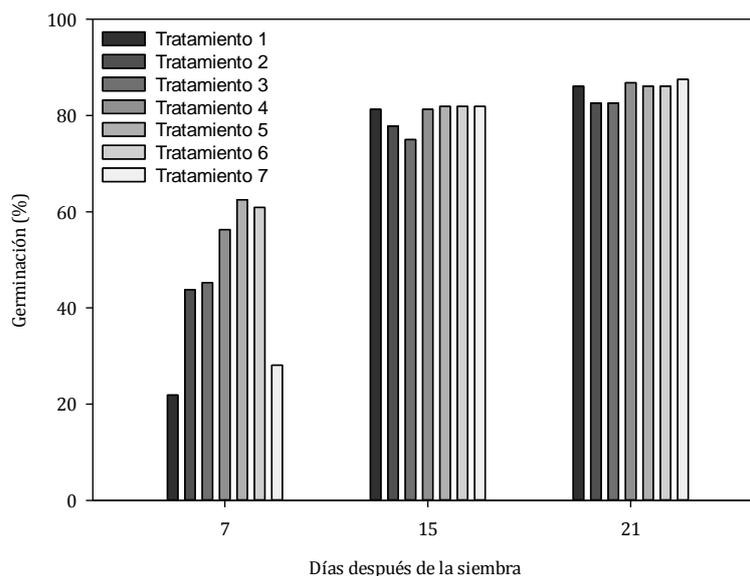


Figura 2. Porcentaje de germinación de las semillas de tomate en diferentes sustratos orgánicos.

El peso húmedo de tallo en plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 3). Según el análisis estadístico mostró diferencias significativas en todas las evaluaciones realizadas. Siendo los tratamientos con sustratos orgánicos los que mostraron el mayor peso húmedo (Tratamiento 2, Tratamiento 3, Tratamiento 4, Tratamiento 5 y Tratamiento 6). A los 7, 15 y 21 días después de la siembra, los mayores pesos húmedos del tallo los mostró tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento 2 - tratamiento 3 - tratamiento 5 - tratamiento 6,

respectivamente. La cual no muestra diferencias estadísticas significativas entre las evaluaciones. La menor variabilidad en los valores lo muestra a los 7 días después de la siembra. Los tratamientos control tratamiento 1 y tratamiento 7, mostraron el menor peso húmedo del tallo en todas las evaluaciones realizadas, sin diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. A los 15 y 21 días después de la siembra tratamiento 3 mostró mayor peso del tallo, se podría inferir que este tratamiento proporciona mayor peso de tallo en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 3. Peso húmedo de tallo de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0,0000 ^c	0,0151 ^c	0,0376 ^c
Tratamiento 2	0,0361 ^a	0,0562 ^{bc}	0,1033 ^{ab}
Tratamiento 3	0,0303 ^b	0,0717 ^a	0,1350 ^a
Tratamiento 4	0,0307 ^b	0,0465 ^b	0,0765 ^{bc}
Tratamiento 5	0,0282 ^b	0,0511 ^{bc}	0,0984 ^{ab}
Tratamiento 6	0,0308 ^b	0,0499 ^{bc}	0,1374 ^a
Tratamiento 7	0,0050 ^c	0,0152 ^c	0,0388 ^c
EE(±)	0,0040	0,0074	0,0172

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan).

El peso húmedo de raíz de plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 4). Según el análisis estadístico mostro $p \leq 0,05$, en todas las evaluaciones realizadas. A los 7 días después de la siembra Tratamiento 2 mostró mayor peso húmedo de raíz, sin diferencias significativas de tratamiento 4, tratamiento 6 y tratamiento 7. A los 15 días después de la siembra tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento 5 mostraron mayor peso húmedo de raíz, sin diferencias significativas de tratamiento 1. A los 21 días después de la siembra tratamiento 3, tratamiento 5 y tratamiento 6 mostraron mayor peso

húmedo, sin diferencias significativas de tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 4. En general, las plántulas del tratamiento 7 (con turba), muestran menor peso húmedo de raíz, en comparación con los demás tratamientos. Se podría inferir que la disminución del peso húmedo de raíz, a los 21 día después de la siembra, en todos los tratamientos, puede ser consecuencia del método de medición empleado, más que un problema inherente a la respuesta fisiológica de las plantas. Es probable que al momento de limpiar la raíz se haya perdido parte significativa de la misma.

Tabla 4. Peso húmedo de raíz de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0,0000 ^c	0,0201 ^{ab}	0,0101 ^{ab}
Tratamiento 2	0,0258 ^a	0,0274 ^a	0,0160 ^{ab}
Tratamiento 3	0,0132 ^b	0,0286 ^a	0,0281 ^a
Tratamiento 4	0,0089 ^{ab}	0,0230 ^b	0,0160 ^{ab}
Tratamiento 5	0,0148 ^b	0,0292 ^a	0,0203 ^a
Tratamiento 6	0,0099 ^{ab}	0,0240 ^b	0,0233 ^a
Tratamiento 7	0,0081 ^{ab}	0,0080 ^c	0,0084 ^b
EE(±)	0,0036	0,0047	0,0055

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan)

La longitud del tallo de plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 5). A los 7 y 15 días después de la siembra tratamiento 2, tratamiento 3, tratamiento 4, tratamiento 5 y tratamiento 6, mostraron el mismo comportamiento con mayor longitud del tallo, a los 15 días mostraron 50,75% de aumento de longitud del tallo en comparación con tratamiento 1. A los 21 días después de la siembra tratamiento 6 y tratamiento 3 mostraron 30,81 % mayor longitud del tallo, sin diferencias significativas de tratamiento 2,

tratamiento 4 y tratamiento 5. En todas las evaluaciones tratamiento 1 y tratamiento 7 mostraron el menor desempeño. Las condiciones físicas de los sustratos no fueron limitantes para el crecimiento de la plántula, pero se puede observar que la turba presentó menor longitud del tallo en comparación con los otros tratamientos. Richmond (2010), menciona que el factor a considerar es el de la nutrición en el crecimiento de plántulas de tomate. Los tratamientos con vermicompost y bocashi poseen crecimiento similar en términos de la longitud del tallo.

Tabla 5. Longitud del tallo de las plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0,0000 ^b	1,6250 ^b	2,9250 ^b
Tratamiento 2	2,5500 ^a	3,0000 ^a	3,4500 ^{ab}
Tratamiento 3	2,6000 ^a	3,3000 ^a	3,9000 ^a
Tratamiento 4	2,9250 ^a	2,8250 ^a	3,4750 ^{ab}
Tratamiento 5	2,9000 ^a	2,9000 ^a	3,2750 ^{ab}
Tratamiento 6	2,8750 ^a	3,2000 ^a	3,9750 ^a
Tratamiento 7	0,5000 ^b	2,0250 ^b	2,7500 ^b
EE(±)	0,2407	0,2082	0,2822

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan)

La longitud de raíz de plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 6). A los 7 días después de la siembra $p \geq 0,05$. A los 15 días después de la siembra tratamiento 7 mostró mayor longitud de raíz, sin diferencias estadísticas significativas de tratamiento 4 y tratamiento 5. Este comportamiento fue similar a los 21 días después de la siembra, sin diferencias estadísticas significativas entre tratamiento 7, tratamiento 4 y tratamiento 6. El

tratamiento 1 fue el que mostró menor desarrollo radicular. Esos datos coinciden con, Garbanzo (2013), menciona que asociando las propiedades físicas del suelo, obtuvo la porosidad del tratamiento con turba de 91%, lo que facilitó el desarrollo de la raíz. La porosidad total y la densidad de masa establecen correlación con el crecimiento de la raíz en el sustrato, mostrando uniformidad y mayor crecimiento. Falta discusión de otros autores.

Tabla 6. Longitud de raíz de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	4,4250	5,1750 ^b	5,7500 ^b
Tratamiento 2	5,7500	5,4250 ^b	3,8000 ^b
Tratamiento 3	4,1250	5,3250 ^b	5,7500 ^b
Tratamiento 4	5,3750	7,4250 ^{ab}	8,9500 ^a
Tratamiento 5	4,9750	6,0000 ^{ab}	5,9500 ^b
Tratamiento 6	5,5750	5,2500 ^b	6,7500 ^{ab}
Tratamiento 7	6,0000	8,8750 ^a	9,1250 ^a
EE(±)	0,6953	0,7528	0,9302

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan)

Diámetro del tallo de plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 7). A los 7 días después de la siembra, tratamiento 2 mostró mayor diámetro del tallo, sin diferencias estadísticas significativas de

tratamiento 1, tratamiento 3, tratamiento 4, tratamiento 5 y tratamiento 6. El menor valor se registró en tratamiento 7. A los 15 días después de la siembra $p \geq 0,05$. A los 21 días después de la siembra, tratamiento 4

mostró mayor diámetro del tallo, sin diferencias estadísticas significativas de

tratamiento 3 y tratamiento 6. Falta discusión de otros autores.

Tabla 7. Diámetro del tallo de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0,7250 ^{ab}	0,8275	0,9325 ^{bc}
Tratamiento 2	0,8575 ^a	0,9400	0,9550 ^{bc}
Tratamiento 3	0,8475 ^a	0,8575	1,2325 ^a
Tratamiento 4	0,7500 ^{ab}	0,9425	1,2750 ^a
Tratamiento 5	0,8425 ^a	0,8550	1,0650 ^b
Tratamiento 6	0,7550 ^{ab}	0,8500	1,2175 ^a
Tratamiento 7	0,6025 ^b	0,8150	0,7600 ^c
EE(±)	0,0538	0,0478	0,0693

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan)

Número de hojas de plántulas de tomate para los diferentes tratamientos, se muestra en la (Tabla 8). A los 7 días después de la siembra $p \leq 0,05$, siendo tratamiento 1, el que no mostró desarrollo de hojas, los demás tratamientos $p \geq 0,05$, entre ellos, registrando 2 hojas por tratamiento. A los 15 días después de la siembra, tratamiento 2 mostró mayor número de hojas, sin diferencias estadísticas significativas de tratamiento 3, tratamiento 4, tratamiento 5 y tratamiento 6, mostrando el menor valor tratamiento 7. A los 21 días después de la siembra, tratamiento 1 y tratamiento 2 mostraron menor números de hojas, los mayores valores

corresponden a tratamiento 3, tratamiento 4, tratamiento 5 y tratamiento 6; registrando 4 hojas por tratamiento. Ortega-Martínez et al. (2010) Comenta en ensayo realizado con diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de pimentón, observo diferencias significativas provocadas por los tratamientos, los cuales el sustrato lombricomposta logró el mayor número de hojas (7), no diferenciándose estadísticamente del tratamiento aserrín (6) y turba (6) mientras que el tratamiento suelo agrícola y cáscara de cacahuate dieron lugar a plántulas con el menor número de hojas.

Tabla 8. Número de hojas de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0,00 ^b	2,00 ^b	3,00 ^{bc}
Tratamiento 2	2,00 ^a	3,75 ^a	3,50 ^b
Tratamiento 3	2,00 ^a	3,50 ^a	4,00 ^a
Tratamiento 4	2,00 ^a	4,00 ^a	4,00 ^a
Tratamiento 5	2,00 ^a	3,25 ^{ab}	4,00 ^a
Tratamiento 6	2,00 ^a	3,50 ^a	4,00 ^a
Tratamiento 7	2,00 ^a	2,25 ^b	2,75 ^c
EE(±)	0,00000	0,31339	0,21129

Medias seguidas de letras diferentes, en cada columna $p \leq 0,05$ (Duncan)

Análisis general para todas las variables en diferentes sustratos orgánicos, se muestra en la (Tabla 9). Este análisis se realizó con la finalidad de correlacionar todas las variables y definir el tratamiento que muestre plántulas de mayor vigor. A los 7 días después de la siembra, tratamiento 2 y tratamiento 3 muestran el mayor desarrollo. A los 15 días después de la siembra, tratamiento 3 muestra mayor desarrollo, superior a 50%. A los 21 días después de la siembra, el comportamiento es similar, tratamiento 3 muestra mayor desarrollo con 83,3%. Se podría inferir, que tratamiento 3, estimuló el desarrollo de todas las

variables evaluadas. Resultados similares con el uso de humus de vermicompost fueron reportados por Reyes et al. (2015) en el cultivo del tomate. También Moreno et al. (2014) comenta que la aplicación de mezclas de vermicompost + arena, bajo condiciones protegidas tuvo incremento favorable en los indicadores altura de planta, longitud del fruto, diámetro del fruto y peso de los frutos. Además Torres et al. (2016) comprobaron que a los 24 días después de la siembra, el humus de vermicompost tiene influencia positiva sobre la altura de la planta, masa fresca y seca de la raíz y el número de hojas.

Tabla 9. Análisis general de las variables germinación, número de hojas, diámetro de tallo, peso húmedo de tallo, altura de planta, longitud de raíz y peso húmedo de raíz, de plántulas de tomate, en diferentes sustratos orgánicos.

	Días después de la siembra		
	7	15	21
Tratamiento 1	0%	0%	0%
Tratamiento 2	100%	50,0%	0%
Tratamiento 3	83,3%	66,7%	83,3%
Tratamiento 4	50,0%	50,0%	50,0%
Tratamiento 5	66,7%	50,0%	16,7%
Tratamiento 6	50,0%	50,0%	66,7%
Tratamiento 7	16,7%	16,7%	16,7%

En general el tratamiento control tratamiento 1, no mostró mediciones a los 7 días después de la siembra en las variables evaluadas de peso húmedo de tallo, longitud del tallo, peso húmedo de raíz y número de hojas de plántulas de tomate, debido que no hubo germinación de las semillas. Es evidente, el mejor desarrollo de tratamiento 3 y muestra las altas probabilidades de éxito, en comparación Con tratamiento 6 para plántulas del cultivo del tomate en condiciones agroecológicas. Sin embargo, es indiscutible que tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 5 y tratamiento 7, no son adecuados para maximizar la expresión del vigor de las semillas del cultivo de tomate cuando se emplean sustratos orgánicos. Todas las variables en estudio mostraron diferencias estadísticas en cada tratamiento a excepción de la longitud de la raíz a los 7 días y el diámetro del tallo a los 15 días, lo cual permitió evaluar el comportamiento de estas variables que están asociadas al vigor de las semillas. El empleo de 35 % de vermicompost + arena al 50 % + 15 % de bocashi, estimuló el comportamiento de las variables peso del tallo, peso de la raíz, longitud del tallo, diámetro del tallo y número de hojas. Los tratamientos 1 (control), 2, 5 y 7 (turba) no son adecuados para maximizar la expresión del vigor de las semillas de tomate cuando se emplean sustratos orgánicos.

Conclusión

Los tratamientos control se vieron más afectados en todas las evaluaciones realizadas. El sustrato orgánico compuesto por 35% de vermicompost + 50% de arena + 15% de bocashi, mostró el mejor desempeño para la producción de plántulas del

cultivo de tomate en condiciones agroecológicas.

Bibliografía

ARAMENDIZ-TATIS, H.; CARDONA, C.; JARMA, A.; ROBLES, J.; MONTALVÁN, R. Efectos del almacenamiento en la calidad fisiológica de la semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.). **Agronomía Colombiana**, v.25, n.1, p.104-112, 2007.

BEJARANO C.; RESTREPO J. **Cartilla de abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi, caldos minerales y biofertilizantes. Comité Editorial: Grupo de Agricultura Sostenible y Biocomercio.** Corporación autónoma regional del Valle del Cauca. CVC. Colombia. p.13-15. 2002.

CLAASSEN, V. P.; CAREY, J. L. Regeneration of nitrogen fertility in disturbed soils using composts. **Compost Science & Utilization**, v.12, n.2, p.145-152, 2004.

DE LA CRUZ-LÁZARO, E.; ESTRADA-BOTELLO, M. A.; ROBLEDO-TORRES, V.; OSORIO-OSORIO, R.; MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ, C.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, R. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. **Universidad y ciencia**, v.25, v.1, p.59-67, 2009.

ESCALONA, V.; ALVARADO, P., MONARDES, H.; URBINA, C.; MARTIN A. **Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).** Editado por Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. Chile. p.5. 2009

- GARBANZO G. **Evaluación de mezclas de sustratos para la producción de almácigos en Guanacaste.** Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica. 96 p. 2013.
- LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germination of cubiu seeds under different substrates and temperatures. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.146-150, 2005.
- MÁRQUEZ, C.; CANO P. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero (en línea). **Actas Portuguesas de Horticultura**, v.5, n.1, p.219-224, 2005.
- MÁRQUEZ, C.; CANO, P.; CHEW, M.; MORENO, A.; RODRÍGUEZ, N. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v.12, p.2, p.183-189, 2006.
- MORENO RESÉNDEZ, A.; RODRÍGUEZ DIMAS, N.; REYES CARRILLO, J. L.; MÁRQUEZ-QUIROZ, C.; REYES GONZÁLEZ, J. Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo**, v.46, n.2, p.97-111, 2014.
- MUÑOZ, L. M.; ORMEÑO, M. Caracterización de materias primas para la elaboración de sustratos para producción de plántulas con el fin de sustituir la turba importada. Conference: Conference: II Congreso Venezolano de Agroecología, At Maracay (Venezuela), v.1, 2016.
- NACIMENTO, W. M. Vegetable seed priming to improve germination at low temperature. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.211-214, 2005.
- ORTEGA-MARTÍNEZ, L. D.; SÁNCHEZ-OLARTE, J.; DÍAZ-RUIZ, R.; OCAMPO-MENDOZA, J. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Ra Ximhai**, v.6, n.3, p.365-372. 2010.
- RAMÍREZ, H. **Producción sostenible de hortalizas. En: Curso-Taller Introductorio Producción Sostenible de Hortalizas.** Posgrado en Agronomía. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto. Edo. Lara. p.1-51. 2005.
- REYES, J.; TORRES, J.; MURILLO, B.; HERRERA, M.; GURIDI, F.; LUNA, R.; REAL, G. Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). **Biocencia**, v.17, n.2, p.9-12, 2015.
- RICHMOND F. Evaluación de distintas materias primas para la producción de almácigo de tomate (Nota Técnica). **Agronomía Costarricense**, v.34, n.1, p.85-91, 2010.
- RODRÍGUEZ, D. N.; CANO, R. P.; FIGUEROA, V. U.; FAVELA, C. E.; MORENO, R. A.; MÁRQUEZ, H. C.; PRECIADO, R. P. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. **Terra latinoamericana**, v.27, n.4, p.319-327, 2009.
- RODRÍGUEZ-PADRÓN, R. A.; RÁZURI RAMÍREZ, L.; SWAROWSKY, A.; ROSALES DABOÍN, J. Efecto del riego deficitario y diferentes frecuencias en la producción del cultivo de pimentón. **Interciencia**, v.39, n.8, p.581-596, 2014.

SALAZAR ROJAS, H. **Sustratos orgánicos y biofertilizantes para el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero.** (Doctoral dissertation). 2011.

SCHEEREN B. R.; TOLENTINO C. F. **La baja calidad de semillas verdes de soja.** Seed News. Edición noviembre-diciembre, p.22-23, 2005.

TORRES RODRÍGUEZ, D.; MENDOZA ESCALONA, B. J.; MARCO, L. M.; EDUARDO GÓMEZ, C. Calidad de abonos orgánicos empleados en la depresión de Quíbor-Venezuela bajo ambientes protegidos. **Ciencia y Tecnología**, v.9, n.2, p.1390-4051, 2016.

ZAMARRÓN, N.; CANDELAS, M.; GALLEGOS, M.; RAMÍREZ, P.; MEZA, J. Capacidad antioxidante, contenido de carotenoides totales, sólidos solubles totales y color en tomate huaje (*Lycopersicon esculentum* mill) cultivado con diferentes niveles de fertilización orgánica. XV congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos. México. Artículo 123. P.304-306, 2013.