

Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco

Seedling production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in organic substrates based in coconut fiber mixtures

César E. PUERTA A.¹, Tania RUSSIÁN L.¹✉ y César A. RUIZ S.²

¹Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda” (UNEFM). Complejo Académico Ingeniero José Rodolfo Bastidas. Intercomunal Coro-La Vela sector El Hatillo, estado Falcón e ²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Falcón. Avenida Roosevelt, Zona Institucional. Coro, estado Falcón, Venezuela. E-mails: russiant24@gmail.com y caruiz@inia.gob.ve ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 29/01/2011 Fin de primer arbitraje: 15/02/2011 Primera revisión recibida: 03/03/2012
Fin de segundo arbitraje: 25/06/2012 Segunda revisión recibida: 03/07/2012 Aceptado: 08/07/2012

RESUMEN

Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar sustratos formulados a partir de fibra de coco mezclados con seis materiales orgánicos para la producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.). El experimento fue conducido en un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones, siendo la unidad de muestreo cuatro plantas y los tratamientos: fibra de coco (Fc) mezclado (1:1) con estiércol caprino (EcFc), pulpa de café (PcFc), bagazo de caña (BcFc), cachaza de caña (CcFc), lombricompost (LbFc), turba de río (TrFc), Promix® (PrFc) y Promix® (Pr) como testigo. Todos los tratamientos presentaron mayor porcentaje de porosidad total que Pr, excepto TrFc y todos superaron a Pr en cuanto a porosidad de aireación. Solamente en PcFc y EcFc, el porcentaje de retención de humedad fue menor a Pr. En todos los sustratos, el pH y la conductividad eléctrica fueron mayores a Pr. CcFc superó a Pr en el porcentaje de materia orgánica. N, P y K fueron muy variables. El porcentaje de emergencia en todos los sustratos fue menor que en Pr. Las plántulas del sustrato CcFc mostraron mayor altura y contenido de materia seca tanto de la parte aérea como radical, por lo que CcFc, puede ser una alternativa de sustrato para la producción de plántulas de pimentón.

Palabras clave: sustratos orgánicos, fibra de coco, plántulas de pimentón, vivero.

ABSTRACT

An experiment was carried with the objective to test coconut fiber in combination with six organic materials and a commercial growing medium as substrates for the production of seedlings of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was conducted in a completely random design, with eight treatments and three replications, being the sampling unit four plants and treatments: coconut fiber mixed (1:1) with goat manure (EcFc), coffee pulp (PcFc) sugarcane bagasse (BcFc), filter press mud of sugarcane (CcFc), vermicompost (LbFc), river peat (TrFc), Promix® (PrFc) and Promix® (Pr). Pr was used as a control. All treatments presented greater percentage of total porosity than Pr, excepting TrFc and all exceeded Pr on porosity of aeration. Only in PcFc and EcFc, percentage of water retention was lesser than in Pr. In all substrates, pH and electrical conductivity were higher than in Pr. CcFc surpassed Pr in percentage of organic matter. N, P and K were highly variable. The emergence percentage in all cases was lesser than in Pr. Seedlings of CcFc substrate showed greater height and dry matter content both in shoot and root, which is the reason why the CcFc may be an alternative substrate for the production of bell pepper seedlings.

Key words: organic substrates, fiber coconut, bell pepper seedlings, nursery.

INTRODUCCIÓN

El sustrato es el medio en el cual las raíces puedan crecer y también sirve como soporte a la planta, puede estar constituido de un solo material o mezclas. Un sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas debe presentar alta capacidad de retención

de agua, fácil drenaje y una apropiada aireación (Fernández y Corá, 2004).

La producción de plántulas de hortalizas es el paso más importante del cultivo (Silva Junior *et al.*, 1995) es el momento donde cualquier error puede ser grave y difícil de corregir posteriormente (Filgueira, 1981). La modernización de la producción de

plántulas de hortalizas tuvo su inicio en 1985 con la adopción de los sistemas de bandejas multicelulares que, sumadas a las técnicas introducidas por los viveristas de plantas ornamentales trajeron grandes avances a la horticultura, permitiendo la obtención de plantas más vigorosas y productivas (Minami, 1995).

La sustitución del suelo mineral, como un medio de cultivo, por sustratos artificiales ha proporcionado importantes aumentos en la producción y productividad. En los últimos años se ha incrementado el número de empresas productoras de plántulas de hortalizas con cepellón, para uso propio o para comercializarlos, sin embargo la mayoría de las empresas distan mucho de tener condiciones adecuadas para la producción de calidad (Mondino *et al.*, 2007). Debido a que estas plantas se producen en bandejas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que determina en gran parte la calidad de éstas. No obstante debido al alto costo de los sustratos importados, surge la necesidad de disponer de materiales producidos localmente, estables y de probada calidad e inocuidad, valiéndose para ello de subproductos de la agroindustria local. Esto además de ser un ahorro importante de divisas, evitaría los problemas de diseminación de plagas y enfermedades de una región a otra (Quesada y Méndez, 2005).

Estos materiales son formados con diferentes materias primas y clasificados de acuerdo al origen (Abreu *et al.*, 2002): vegetal (turba, fibra de coco, residuos del beneficio como tortas, bagazos y cáscaras); mineral (vermiculita, perlita, granito, arena); sintético (espuma fenólica e isopor) (Gonçalves, 1995). Los más usados son la turba y perlita, consagradas internacionalmente y utilizadas como patrón de comparación de nuevos materiales (Bellé y Kämpf, 1993; Schmitz *et al.*, 2002). No obstante, se pueden aprovechar los beneficios como fertilizante de materiales orgánicos ricos en nutrientes, cuando esta es usada como sustrato en la producción de plántulas. Además, por lo general es económicamente accesible.

La necesidad de caracterizar materiales disponibles en las diferentes regiones del País que puedan servir como sustratos agrícolas es fundamental, pues además de ser una alternativa para disminuir los costos de producción, se daría uso al residuo acumulado (Moreira *et al.*, 2010).

La elección de los sustratos depende de varios factores que afectan el crecimiento de la plántula,

como pH, CIC, porosidad, salinidad y a factores operativos como costo, disponibilidad, uniformidad, facilidad de manejo, etc. (Villanueva *et al.*, 1998).

Para garantizar sustratos con calidad adecuada al desarrollo de las plantas, es esencial la caracterización de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales (Abreu *et al.*, 2002). Verdonck *et al.* (1983) afirman que las características físicas son las más importantes, puesto que las relaciones aire-agua no podrán sufrir cambios durante el cultivo. Entre estas, Kämpf (2000) y Santos *et al.* (2002) citan la densidad del sustrato, la porosidad, la disponibilidad de agua y de aire y, dentro de las propiedades químicas, los valores de pH son de extrema importancia. Según Kämpf (2000) el pH y la capacidad de intercambio catiónico son las características químicas más importantes manejadas por los viveristas.

La producción de plantas en vivero se ha convertido en una necesidad de los productores, puesto que se garantiza plantas uniformes, bien desarrolladas lo cual asegura, con el manejo adecuado, una buena producción. En el estado Falcón los productores de hortalizas son los que demandan en mayor medida este tipo de tecnología, utilizando por lo general un sustrato comercial (Promix®), que contiene un 65-75% de turba de *Sphagnum*, además de perlita, vermiculita, macro y micronutrientes, cal dolomítica y calcítica; no obstante, a pesar que es un sustrato con excelentes propiedades físicas, es de elevado costo por ser importado. En tal sentido, es importante la caracterización de materiales locales que puedan servir como sustratos de costos razonables y ecológicamente sustentables. Ya se conoce que la fibra de coco es un excelente material orgánico para formulaciones de sustratos debido a sus propiedades de retención de humedad y aireación, además de ser un estimulador de enraizamiento (Silveira *et al.*, 2002).

Conociendo que la calidad del sustrato, dependerá del material usado, y de la especie a propagar, en este trabajo se propone evaluar sustratos formulados a partir de fibra de coco, en mezcla con seis materiales orgánicos para la producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

(INIA), estación experimental Falcón. Los sustratos se realizaron combinando fibra de coco en una proporción 1:1 (v/v) con materiales compostados. A continuación se señalan los tratamientos:

1. Promix® (Pr) (testigo)
2. Promix® + fibra de coco (PrFc)
3. Bagazo de caña + fibra de coco (BcFc)
4. Cachaza de caña + fibra de coco (CcFc)
5. Pulpa de café + fibra de coco (PcFc)
6. Turba de río + fibra de coco (TrFc)
7. Lombricompost + fibra de coco (LbFc)
8. Estiércol caprino + fibra de coco (EcFc)

Análisis físicos

Se usó la metodología propuesta por Dilger (1998), la cual se describe a continuación:

Se llenó con cada sustrato, un tubo plástico de 7,62 cm de diámetro (3 pulgadas) y de 15 cm de longitud en cuya tapa se perforaron cuatro orificios de 5 mm aproximadamente en forma equidistante a lo largo del borde perimetral.

Una vez lleno se asentó su contenido dejando caer el cilindro (tubo) por dos veces desde una altura aproximada de 8 cm, enrasándolo de ser necesario con más sustrato. Luego se colocó un anillo en el borde superior del cilindro.

Posteriormente los cilindros se colocaron en un recipiente con agua cuyo nivel alcanzaba justo debajo del borde superior, para forzar el humedecimiento de la muestra por capilaridad, dejándolos por 24 horas hasta alcanzar la uniformidad de saturación.

Transcurridas las 24 horas se procedió a remover cuidadosamente el anillo de la parte superior del tubo eliminando el exceso de muestra enrasándola, nuevamente, con la ayuda de una espátula. Posteriormente se fijó un liencillo con una banda de goma, para cubrir el extremo descubierto del cilindro.

Se sumergieron completamente los cilindros en agua por un par de veces para permitir la

saturación total de la muestra, luego se colocaron tapones en cada uno de los orificios del fondo y fueron sacados del agua.

Se dejaron drenar, eliminando los tapones y colocando cada cilindro sobre un recipiente por 10 minutos. Se midió el volumen de agua (V_a) en un cilindro graduado.

Finalmente se extrajo la muestra húmeda y se pesó en una balanza de precisión para obtener el peso húmedo (Ph), luego se secó en la estufa a 105 °C, hasta peso constante para obtener el peso seco (Ps).

Una vez obtenidos los valores de V_a , Ph y Ps , se determinaron las propiedades físicas mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \left[V_a + \frac{(Ph - Ps)}{P_a} \right] * V_c * 100$$

$$\text{Porosidad de aireación (\%)} = \frac{V_a}{V_c} * 100$$

$$\text{Capacidad de retención de humedad (\%)} = \left[\frac{(Ph - Ps)}{V_c} \right] * 100$$

$$\text{Densidad aparente (Mg m}^{-3}\text{)} = \frac{Ps}{V_c}$$

$$\text{Densidad de partícula (Mg m}^{-3}\text{)} = \left[\frac{D_a}{1 - (Pt/100)} \right]$$

Donde:

V_a = volumen drenado (cm^3)

Ph = Peso húmedo de la muestra (g)

Ps = Peso seco de la muestra (g)

P_a = Peso específico del agua ($1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

V_c = Volumen del tubo (cm^3)

Análisis químicos

Estos se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda", UNEFM.

pH: por potenciometría, combinado 10 g. de muestra en 50 ml de H₂O destilada. La lectura se realizó en un potenciómetro transcurrida una hora (FONAIAP, 1990).

Conductividad eléctrica: mezclando 10 g. de muestra en 50 ml de H₂O destilada. La lectura se realizó en un conductímetro pasada una hora (FONAIAP, 1990).

Macroelementos: se determinó el contenido de N (Kjeldahl) P (Olsen) y K (fotometría de llama).

Establecimiento del ensayo

Los sustratos se desinfectaron con agua a punto de ebullición, una vez que estuvieron a temperatura ambiente, se llenaron tres bandejas de 200 alvéolos, de 11 cm³ de capacidad, para cada sustrato (24 bandejas en total) y se sembraron dos semillas por alveolo de pimentón híbrido Enterprise.

Manejo del ensayo

Luego de sembradas las bandejas, se colocaron en un cuarto oscuro por dos días para garantizar la germinación, posteriormente se llevaron a plena exposición solar. Al emerger las plantas (aproximadamente, entre cinco y ocho días) se realizó un raleo dejando una sola por alveolo.

Se aplicó una fertilización básica de una solución compuesta por 48 ppm de N, 48 ppm de P₂O₅, 68 ppm de K₂O, 0,48 ppm MgO y 2,4 ppm de S. Durante los primeros ocho días, el riego se realizó a diario con atomizador manual tres veces al día. Una vez germinadas las plantas se regaron dos veces al día.

VARIABLES EVALUADAS

Porcentaje de emergencia de la plántula: se determinó por conteo simple a los ocho días después de la siembra, contando las dos semillas por alveolo.

Luego de la emergencia, se seleccionaron al azar 12 plantas por tratamiento (3 repeticiones * 4 plantas/unidad de muestreo) para la evaluación del crecimiento, determinándose a los 35 días las siguientes variables:

Altura de la plántula (cm): se midió con una regla graduada desde de la base del tallo hasta el ápice de la planta.

Número de hoja por plántula: por conteo simple.

Longitud radical (cm): se tomaron al azar otras 12 plantas por tratamiento, las cuales se lavaron con agua corriente para desprender todo el sustrato. Luego se seccionaron con un bisturí la parte aérea y la radical. La raíz se midió con una regla graduada desde la base hasta el ápice.

Materia fresca y seca de la parte aérea y de la raíz (g/planta): pesando en una balanza digital tanto la parte aérea como la radical. Luego cada muestra se colocó en una bolsa de papel, identificada y se llevó a la estufa a 50 °C por 48 horas (A.O.A.C, 1984) pesándola nuevamente en la balanza al final del ensayo.

Relación materia de la parte aérea/radical tanto fresca como seca: por cociente simple.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones siendo la unidad de muestreo 4 plantas, para un total de 12 plantas por tratamiento, para cada evaluación. Para el análisis de los resultados se utilizó el software InfoStat versión 1.1 (1998), realizándose el análisis de varianza, y a las variables que resultaron con diferencias estadísticas, se les aplicó una prueba de separación de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico de los sustratos

En el Cuadro 1 se puede observar para la variable porosidad total que todos los tratamientos tuvieron promedios superiores al 70%, excepto TrFc que tuvo 67,72%. Estos se encuentran entre los rangos considerados como ideales por Cabrera (2002) quien señala que un buen sustrato debe presentar una porosidad total de 70-85%.

Por su parte la porosidad de aireación en todos los casos se encontró entre 7,45 y 8,22%, excepto para PcFc que presentó un promedio de 20,09%, valores considerados como apropiados por Noguera *et al.* (2000).

Las propiedades físicas de un sustrato son consideradas importantes ya que si estas son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar una vez

que se ha establecido el cultivo por lo que su caracterización previa es imperativa. La porosidad total y en particular su distribución entre porosidad de aire y retención de humedad son consideradas las características físicas más importantes para el crecimiento y desarrollo de un cultivo en macetas (Cabrera, 1999).

Con relación a la variable retención de humedad, se obtuvo el menor valor en el tratamiento PcFc con 53,46 % mientras que el resto de los tratamientos estuvo por encima del 60%. Lo cual es adecuado según Cabrera (2002) quien señala que este parámetro deberá estar entre 55 a 70%.

Si se considera que la densidad aparente debe estar entre 0,15 y 0,45 g·cm⁻³, los tratamientos BcFc, CcFc, PcFc, LbFc y EcFc mostraron resultados apropiado (Jiménez y Caballero, 1990).

Para la densidad de partículas el tratamiento que obtuvo el valor más cercano al testigo fue PrFc

además del TrFc, los demás tratamientos registraron valores entre 0,473 y 0,877 Mg·m⁻³.

Análisis químico de los sustratos

A diferencia de las propiedades físicas de un sustrato, las propiedades químicas pueden ser y son modificadas a lo largo de un ciclo de producción, en particular cuando se recurre a programas intensivos de fertirriego y uso de fertilizantes de lenta liberación (Cabrera, 1999). Así pues la evaluación inicial de las propiedades químicas de un sustrato se concentra principalmente en aquellos parámetros que podrían afectar significativamente el cultivo en su fase de establecimiento, en especial pH y C.E.

El Cuadro 2 presenta la composición química de los sustratos. En cuanto al pH todos los tratamientos mostraron valores superiores a Pr (5,6) aunque los tratamientos CcFc y EcFc tuvieron los valores más altos con 7,2 y 7,1; respectivamente. Con respecto a la conductividad eléctrica, los tratamientos

Cuadro 1. Características físicas de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco.

Tratamientos †	Porosidad total (%)	Porosidad de aireación (%)	Retención de humedad (%)	Densidad aparente (Mg·m ⁻³)	Densidad de partículas (Mg·m ⁻³)
Pr	73,57	7,45	66,12	0,072	0,272
PrFc	75,23	8,31	66,91	0,070	0,282
BcFc	79,03	8,83	70,19	0,184	0,877
CcFc	74,80	8,66	66,14	0,177	0,702
PcFc	73,56	20,09	53,46	0,125	0,473
TrFc	67,72	7,62	60,15	0,077	0,238
LbFc	77,48	8,83	68,65	0,183	0,813
EcFc	72,10	8,49	63,56	0,183	0,655

† Promix® (Pr); Fibra de coco (Fc); Bagazo de caña (Bc); Cachaza de caña (Cc); Pulpa de café (Pc); Turba de río (Tr); Lombricompost (Lb) y Estiércol de caprino (Ec)

Cuadro 2. Características químicas de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco.

Tratamientos †	pH	CE (dS·m ⁻¹)	N (%)	P (ppm)	K (meq·l ⁻¹)
Pr	5,6	1,20	1,70	30	0,04
PrFc	6,3	0,52	1,58	74	0,06
BcFc	6,9	2,02	1,20	65	0,30
CcFc	7,2	18,20	1,79	0	4,80
PcFc	6,7	1,80	1,60	58	0,21
TrFc	6,1	4,40	1,36	15	0,16
LbFc	6,9	5,01	0,28	174	0,10
EcFc	7,1	2,50	1,26	139	0,36

† Promix® (Pr); Fibra de coco (Fc); Bagazo de caña (Bc); Cachaza de caña (Cc); Pulpa de café (Pc); Turba de río (Tr); Lombricompost (Lb) y Estiércol de caprino (Ec). CE: Conductividad eléctrica.

PrFc, PcFc, BcFc y EcFc presentaron valores menores a $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

En lo referente a la composición mineral, el LbFc mostró el menor valor de N. El contenido de P fue alto en LbFc y EcFc; medio en PrFc, BcFc, PcFc y TrFc; mientras que en CcFc no se encontró este elemento.

Cabe destacar que en este trabajo CcFc, mostró un valor elevado de K, lo cual pudiese explicar la alta CE de este sustrato (Cuadro 2). En este sentido, Zérega (1993) reportó valores de 8,74 de K, además de una CE de 12,7 destacando que la sal predominante es sulfato de calcio, por cuanto esa es la sal más abundante en los suelos cañeros de ese central azucarero y porque en la obtención de la cachaza, el jugo es tratado con hidróxido de calcio.

La variación en el contenido de P de los tratamientos, podría explicarse por el estado de mineralización y por la composición química del material, la cual está controlada en parte por varios factores como riqueza microbiana, humedad y temperatura, así como por la calidad de los materiales incorporados, cantidad agregada y forma de aplicación (Fassbender y Bornemisza 1987, Guerrero 1993, Soto 2003 citados por Castro *et al.*, 2009).

Porcentaje de emergencia

El rango del porcentaje de emergencia estuvo entre 75 y 97%, correspondiendo los mayores valores a los tratamientos Pr, CcFc, EcFc y PcFc con 97, 92, 92 y 90%, respectivamente, mientras que el menor

valor se registró en TrFc con 75% (Cuadro 3).

Crecimiento de las plántulas

Los sustratos influyeron en el crecimiento de la plántula de pimentón, se encontraron diferencias significativas en todas las variables. Las plántulas que presentaron la mayor altura, fueron las de CcFc, seguidas por las de Pr y EcFc. Con relación al número de hojas, los menores valores se presentaron con TrFc y PcFc con 4 y 5 hojas, respectivamente, con los demás tratamientos esta variable estuvo entre 7 y 8. La mayor longitud de la raíz se encontró con PcFc, seguida por las de BcFc, PrFc y Pr; los menores promedios se encontraron con CcFc, TrFc, LbFc y EcFc (Cuadro 3). Es preciso mencionar, que CcFc fue uno de los sustratos que excepto por el contenido de P, fue el más parecido a Pr en cuanto a porosidad total, retención de humedad y contenido de N.

De manera similar, otras investigaciones coinciden en señalar que la cachaza de caña se comporta como un buen sustrato, así Villanueva *et al.* (1998) utilizando mezclas de cachaza, peat-moss y tezontle como sustrato y tres reguladores, para la producción de *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln., señalaron que el mayor crecimiento se produjo cuando se usó cachaza tanto en la altura de la planta como en el número de raíces. La determinación de la calidad de un sustrato debería involucrar el crecimiento de la planta, pues según sea la especie tendrá requerimientos propios en cuanto a disponibilidad de agua y nutrientes así como de las características físicas para el buen desarrollo de la raíz. Por ejemplo, Fernández *et al.* (2006) al evaluar

Cuadro 3. Efecto de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco sobre el porcentaje de emergencia y variables de crecimiento de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Tratamientos †	Porcentaje de emergencia	Altura de la planta (cm)	DE	Número de hojas	DE	Longitud de la raíz (cm)	DE
Pr	97	8,39 cd ‡	3,51	7 c	2,78	3,73 ab	0,48
PrFc	89	7,93 bc	0,74	8 c	0,46	3,18 ab	1,08
BcFc	79	6,22 ab	0,41	7 c	0,77	4,01 ab	1,36
CcFc	92	10,13 d	1,05	8 c	0,94	2,89 a	0,62
PcFc	90	4,79 a	0,48	5 ab	0,59	4,43 b	2,12
TrFc	75	4,82 a	3,58	4 a	3,22	2,89 a	0,64
LbFc	78	7,04 bc	0,66	7 c	0,49	2,52 a	0,27
EcFc	92	8,27 bcd	0,89	7 c	0,41	2,81 a	0,45

† Promix® (Pr); Fibra de coco (Fc); Bagazo de caña (Bc); Cachaza de caña (Cc); Pulpa de café (Pc); Turba de río (Tr); Lombricompost (Lb) y Estiércol de caprino (Ec). DE: Desviación estándar

‡ Letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de separación de medias de Duncan ($P \leq 0,05$).

mezclas de compost de bagazo y cachaza de caña con fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de tomate cv. Río Grande, bajo condiciones de umbráculo, señalaron que el mejor sustrato para sustituir a la turba fue la mezcla de compost de cachaza de caña de azúcar y fibra de coco molida en relación 2:1.

Las plántulas de PcFc registraron menor altura, y materia seca, que las de Pr pero presentaron mayor longitud de la raíz al punto que la relación de la materia seca parte aérea/radical fue de 1,60 a pesar que el contenido de N y P fue similar en ambos sustratos. De manera similar en EcFc, el contenido de P y K fue mayor que en Pr, pero las plántulas tuvieron un crecimiento menor.

El lombricompost, se ha señalado como un material orgánico de utilidad como sustrato (Altamirano y Rentería, 2002; Quesada y Méndez, 2005; Acevedo y Pire, 2007), no obstante, en este trabajo aunque las propiedades físicas fueron mayores que en Pr y se usó una fertilización básica, el crecimiento de las plántulas fue menor que en CcFc y EcFc. Como se mencionó anteriormente, los sustratos con mayor CE fueron CcFc y LbFc, pero en el caso de CcFc, la alta CE pudo deberse al K, que favoreció la altura de la planta, no así en la mezcla de lombricompost.

El mayor contenido de materia fresca tanto de la parte aérea como de la parte radical, se encontró en las plantas producidas en Pr, seguido por las de CcFc, no obstante, en cuanto a la materia seca resultó mayor con CcFc y en segundo lugar con Pr. Con respecto a

los otros tratamientos, la cantidad de materia fresca y seca tanto para la parte aérea como radical fue de mayor a menor con PrFc, TrFc, EcFc, LbFc, BcFc y PcFc (Cuadro 4).

La materia seca de la parte aérea está relacionada con la calidad y cantidad de las hojas. Esta característica es muy importante porque las hojas constituyen una de las principales fuentes de fotoasimilados (azúcares, aminoácidos, hormonas, etc.) y nutrientes para la adaptación de la planta después del trasplante, donde necesitará de suficientes reservas de fotoasimilados, que servirán como fuente de reserva de agua y nutrientes para las raíces en el primer mes de plantación (Bellote y Silva, 2000).

En el Cuadro 5 se observa que hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la relación materia fresca y seca de la parte aérea/radical. Esta variable fue menor en PrFc, seguido de Pr y BcFc, lo cual significa que en estos sustratos, la materia fresca entre la parte aérea y la radical, fue más cercana que con los tratamientos donde el valor de esta relación fue mayor, por ejemplo con el sustrato LbFc, donde se infiere que la materia de la parte aérea fue mayor que la radical.

En la variable relación de la materia seca de la parte aérea/radical, el mayor valor se encontró con el sustrato CcFc, seguido de las plantas producidas en Pr y TrFc. El menor promedio se encontró con PcFc. Esta mayor proporción de crecimiento de la parte aérea pudiera reducir la capacidad de recuperación una vez trasplantada de no proporcionársele los nutrimentos y disponibilidad de agua adecuados.

Cuadro 4. Efecto de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco sobre el contenido de materia fresca y seca de la parte aérea y radical de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Tratamientos †	Materia de la parte aérea (g)				Materia de la parte radical (g)			
	Fresca	DE	Seca	DE	Fresca	DE	Seca	DE
Pr	0,74 e ‡	0,29	0,17 cde	0,09	0,32 d	0,14	0,10 bc	0,02
PrFc	0,58 cd	0,17	0,21 de	0,10	0,26 cd	0,08	0,10 bc	0,03
BcFc	0,34 b	0,12	0,09 ab	0,05	0,14 b	0,04	0,04 ab	0,02
CcFc	0,71 de	0,15	0,23 e	0,09	0,26 cd	0,11	0,13 c	0,02
PcFc	0,15 a	0,04	0,04 a	0,02	0,05 a	0,02	0,03 a	0,02
TrFc	0,54 c	0,14	0,16 cd	0,06	0,20 bc	0,12	0,09 bc	0,02
LbFc	0,47 bc	0,11	0,13 bc	0,06	0,12 ab	0,02	0,06 ab	0,01
EcFc	0,49 c	0,09	0,13 bc	0,05	0,16 b	0,05	0,07 abc	0,02

† Promix® (Pr); Fibra de coco (Fc); Bagazo de caña (Bc); Cachaza de caña (Cc); Pulpa de café (Pc); Turba de río (Tr); Lombricompost (Lb) y Estiércol de caprino (Ec). DE: Desviación estándar

‡ Letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de separación de medias de Duncan ($P \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Los sustratos formulados a partir de mezclas volumétricas 1:1 de fibra de coco con otros materiales de composición orgánica, presentaron propiedades físicas adecuadas para el cultivo en pequeños contenedores y la mayor parte de ellos fueron similares al sustrato importado más utilizado en la región para la producción de plántulas.

La pulpa de café fue el producto que proporcionó el espacio de poros con aire más alto en las mezclas basadas en fibra de coco. Mientras que el bagazo de caña y el lombricompost fueron los que aportaron los mayores valores de capacidad de retener agua de los sustratos. Estos comportamientos definen requerimientos de riego diferentes.

Las mezclas de fibra de coco con bagazo y cachaza de caña, lombricompost y estiércol de caprino manifestaron valores de pH superiores al rango adecuado, características que podrían afectar la nutrición de las plántulas de pimentón.

Los porcentajes de germinación más bajos (< 80%) se registraron en los sustratos que contenían turba de río ó lombricompost y ello podría ser explicado por el grado de salinidad de los medios.

De acuerdo al manejo realizado en el experimento: el sustrato regional basado en fibra de

Cuadro 5. Efecto de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco sobre la relación materia de la parte aérea/radical (PA/R) (%) de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en Coro, estado Falcón, Venezuela.

Tratamientos †	(PA/R) fresca	DE	(PA/R) seca	DE
Pr	2,39 ab‡	0,62	5,10 bc	1,91
PrFc	2,24 a	0,27	4,00 ab	2,40
BcFc	2,49 abc	0,67	2,90 ab	2,18
CcFc	3,08 abc	1,01	7,10 c	4,28
PcFc	3,65 bc	2,51	1,60 a	2,01
TrFc	3,64 bc	2,30	4,70 bc	2,26
LbFc	3,81 c	0,62	3,50 ab	3,14
EcFc	3,34 abc	0,70	3,60 ab	1,90

† Promix® (Pr); Fibra de coco (Fc); Bagazo de caña (Bc); Cachaza de caña (Cc); Pulpa de café (Pc); Turba de río (Tr); Lombricompost (Lb) y Estiércol de caprino (Ec). DE: Desviación estándar

‡ Letras iguales son estadísticamente iguales según la prueba de separación de medias de Duncan ($P \leq 0,05$).

coco en mezcla con estiércol caprino compostado permitió obtener un alto porcentaje de emergencia de plántulas de calidad por su relación parte aérea/raíz. Las plántulas de mayor desarrollo se lograron en el sustrato formulado con compost de cachaza de caña, resultado de su elevado contenido de potasio disponible.

Los resultados preliminares muestran que es posible sustituir un sustrato importado por sustratos regionales para producción de plántulas de pimentón cultivadas en bandejas multiceldas.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1984. Official methods of Analysis. Assoc. Offic. Agr. Chemist. Washintong. USA.
- Abreu, M. F.; C. A. Abreu e O. C. Bataglia. 2002. Uso da análise química na avaliação da qualidade de sustratos e componentes. *In: Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas, Anais Campinas: Instituto Agrônômico. (Documentos IAC, 70). p. 17-28.*
- Acevedo, I. y R. Pire. 2007. Caracterización de sustratos hortícolas enmendados con lombricompost. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 25: 1-9.
- Altamirano Q., M. T. y A. Aparicio Rentería. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alterno en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov y *Pinus rudis* Ende. *Foresta Veracruzana* 4 (1): 35-40.
- Bellé, S. e A. N. Kämpf. 1993. Produção de mudas de maracujá-amarelo em sustratos à base de turfa. *Pesq. Agropec. Bras.(Brasília)* 28 (3): 385-390.
- Bellote, A. F. J. e H. D. da Silva. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. *In: J. L. de M. Gonçalves e V. Benedetti. Nutrição e fertilização florestal. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). Piracicaba, Brasil. p. 105-133.*
- Cabrera, R. I. 2002. VI. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. 2º Simposio Nacional de Horticultura. Memorias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 9 p. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memh_ort02/Ponencia06.pdf. Citado 20/02/2012.

- Cabrera R., I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chaping. Serie Horticultura* 5: 5-11.
- Castro, A.; C. Henríquez y F. Bertsch. 2009. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 33 (1): 31-43.
- Dilger, D. 1998. Container substrate and irrigation. *The Woody Ornamentalist* 23(1): 1-2.
- Fernández Bravo, C.; N. Urdaneta, W. Silva, H. Poliszuk y M. Marín. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23 (2): 188-195.
- Fernández, C. and J. Cora. 2004. Bulk density and relationship air/water of horticultural substrate. *Sci. Agric.* 61 (4): 446-450.
- Filgueira, F. A. R. 1981. *Manual de Olericultura*, v.1. São Paulo: Ceres, v1. 338 p.
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). 1990. *Manual de métodos y procedimientos de Referencia. Serie D N° 26.* 27 p.
- Gonçalves, A. L. 1995. Sustratos para produção de mudas de plantas ornamentais. *In: K. Minami. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.* São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. cap. 14, p. 107-115.
- InfoStat/Profesional. versión 1.1. 1998. Universidad Nacional de Córdoba.
- Jiménez, R. y M. Caballero. 1990. El cultivo industrial de plantas en maceta. Ediciones de Horticultura. Reus, España. 664 p.
- Kämpf, A. N. 2000. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba. Agropecuária. Brasil. 254 p
- Minami, K. 1995. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf. 128 p.
- Mondino M. C.; J. A. Ferratto, A. Longo, R. Grasso, y M. Ortíz. 2007. Evaluación de la situación estructural, tecnológica y organizacional de los plantineros de la Región de Rosario. 30° Congreso Argentino de Horticultura y 1° Simposio Internacional de Cultivos Protegidos. Horticultura Argentina 26 (61): 106.
- Moreira, M. A.; F. Moraes Dantas, F., F. G. Bianchini e P. R. Almeida Viégas. 2010. Produção de mudas de berinjela com uso de pó de coco. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais (Campina Grande)* 12 (2): 163-170.
- Noguera, P.; M. Abad, V. Noguera, R. Purchades and A. Maquiera. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. *Acta Hort (ISHS)* 517: 279-286.
- Quesada Roldán, G. y C. Méndez Soto. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 16 (2):171-183.
- Santos, F. R. P.; R. M. M. Castilho e E. F. Duarte. 2002. Caracterização físico-química de sete componentes de sustratos recomendados para uso em floricultura. *Cult. Agron.* 11 (1): 81-92.
- Schmitz, J. A. K.; P.V.D. Souza e A. N. Kämpf. 2002. Propiedades químicas e físicas de sustratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural* 32 (6): 937-944.
- Silva Júnior, A. A.; S. G. Macedo e H. Stuker. 1995. Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro. *Boletim Técnico*, 73. Florianópolis: Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI). 28 p.
- Silveira, E. B.; J. L. B. Rodrigues, V., A. M. A. Gomes; L. R. Mariano R. e J. C. P. Mesquita. 2002. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Hortic. Bras.* 20 (2): 211-216.
- Verdonck, O.; R. Penninck and M. de Boodt. 1983. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Hort.* 150: 161-167.
- Villanueva, R.; E. P. Sanchez G., N. Rodríguez M., E. Villanueva N., E. Ortiz M. y J. A. Gutiérrez E. 1998. Efecto de reguladores de crecimiento y tipo de sustrato en el enraizamiento de kalanchoe. *Terra* 16 (1): 33-41.
- Zérega, L. 1993. Manejo y uso de la cachaza en suelos cañameleros. *Caña de Azúcar* 11 (1): 1-13.