

# EVALUATION OF ORGANIC SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF SUGARCANE PLANTLETS

## EVALUACION DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCION DE PLÁNTULAS DE CAÑA DE AZUCAR

Domínguez-Gamas, M.I.<sup>1</sup>; Palma-López, D.J.<sup>1\*</sup>; Salgado-García, S.<sup>1</sup>; Obrador-Olán J.J.; Ruíz-Rosado, O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina Km 3.5, H. Cárdenas, Tabasco, México. C. P. 86500. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus-Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91700.

\*Autor por correspondencia: dapalma@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the capacity of different types of vermicompost, in order to establish their viability as part of a substrate for the planting of seedlings of two sugarcane varieties: CP 72-2086 and Mex 69-290.

**Methodology:** Nine treatments and a control under nursery conditions were analyzed. The agronomic variables of the plants evaluated were height (cm), number of leaves, diameter (cm) and dry matter (g) at 116 days. Foliar analyses (N, P and K) and chemical analyses of the organic substrates implemented were carried out.

**Results:** The treatments showed to be statistically different among them, in most of the variables studied. The treatments with complement of cocoa husk and biochar stand out as the ones that showed the best differences.

**Implications:** The experiment shows that commercial substrates can be substituted with substrates produced with vermicomposts of sugarcane agroindustry residues supplemented with other residues.

**Conclusions:** Treatments with: 50 % of sugarcane filter cake (Ca)+25 % of bagasse (B)+25 % of cocoa husk (CC); with 25 % of Ca+25 % of B+50 % of CC, and the one with 50 % of Ca+25 % of B+25 % of biochar are the ones recommended for a good development of the sugarcane seedlings in both varieties.

**Keywords:** Vermicompost, sugarcane nursery, sugarcane filter cake.

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la capacidad de diferentes tipos de vermicompostas, a fin de establecer su viabilidad como parte de un sustrato para la siembra de plántulas, de dos variedades de caña de azúcar: CP 72-2086 y Mex 69-290.

**Metodología:** Se analizaron nueve tratamientos y un testigo en condiciones de vivero. Las variables agronómicas evaluadas fueron la altura (cm), número de hojas, diámetro (cm) y materia seca (g) de las plantas a los 116 días. Se realizaron análisis foliares (N, P y K) y análisis químicos de los sustratos orgánicos implementados.

**Resultados:** Los tratamientos mostraron ser estadísticamente diferentes entre ellos, en la mayoría de las variables estudiadas. Destacan los tratamientos con complemento de cascarilla de cacao y biochar como los que mostraron las mejores diferencias.

**Implicaciones:** el experimento muestra que se pueden sustituir los sustratos comerciales con sustratos producidos con vermicompostas de residuos de la agroindustria de la caña complementados con otros residuos.

**Conclusiones:** Los tratamientos con: 50% de Cachaza (Ca)+25% de bagazo (B)+25% de Cascarilla de cacao (CC); con 25% de Ca+25% de B+50% de CC y el de 50% de Ca+25% de B+25% de biochar son los que se recomiendan para un buen desarrollo de las plántulas de caña de azúcar en ambas variedades.

**Palabras claves:** Vermicompostas, vivero de caña de azúcar, cachaza de caña de azúcar.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los cultivos más rentables en el estado de Tabasco, México. Sin embargo, su producción requiere de altos niveles de insumos químicos y mecanización, los que en consecuencia se han convertido en factores que inciden en la reducción de la materia orgánica del suelo, incremento de la erosión, reducción de la fertilidad y disminución de la densidad de poblaciones microbianas benéficas para el suelo y el cultivo (Valdez-Balero, 2009). Conjuntamente la agroindustria de la caña de azúcar genera una gran cantidad de materiales que son desechados en el ambiente, lo que es considerado un factor negativo en esta actividad tan importante económicamente en Tabasco y otros estados del México (Pérez-Méndez *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2008).

Actualmente se está dando mayor importancia al uso de alternativas que permitan recuperar los suelos, de tal forma que se logre una producción óptima sin deterioro del medio. Una de estas alternativas es la utilización de sustratos orgánicos (Pérez-Méndez *et al.*, 2011). El uso de sustratos orgánicos ha cobrado gran importancia por diversas razones, entre ellas el punto de vista económico; su uso se ha fomentado por la agricultura orgánica, ya que es una respuesta amigable al ambiente para la mejora en las prácticas agrícolas (Nieto-Garibay *et al.*, 2002). Dentro de los sustratos orgánicos, sobresale la vermicomposta o lombricomposta, debido a que su proceso de elaboración son métodos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable (Claassen y Carey, 2004); los beneficios de la vermicomposta derivan de su contenido de sustancias activas que actúan como re-

guladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Hashemimajd *et al.*, 2004; Rodríguez-Dimas *et al.*, 2008).

Los residuos de la agroindustria cañera pueden ser transformados mediante el vermicompostaje para obtener sustratos útiles tanto como mejoradores de suelos en el campo cañero, como para sustratos de plántulas de vivero de caña de azúcar que permitan obtener plantas saludables. Esta actividad puede permitir disminuir la contaminación generada por estos residuos, así como coadyuvar a resolver el grave problema de la despoblación de las plantaciones de caña de azúcar provocada tanto por las enfermedades y plagas, como por el daño mecánico por el paso de la maquinaria en las continuas cosechas (Pérez-Méndez *et al.*, 2011).

El objetivo del trabajo fue evaluar el uso de sustratos orgánicos producidos por medio del vermicompostaje de residuos de la agroindustria cañera combinados con otros subproductos regionales, como alternativa para la producción de plántulas de caña de azúcar en dos variedades comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODO

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, ubicadas en el municipio de H. Cárdenas, Tabasco, México. El experimento se desarrolló en dos etapas: establecimiento en vivero y evaluación fisicoquímica de los tratamientos en laboratorio. Para el establecimiento en vivero, se colectaron las yemas de caña de azúcar de las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290. Se colectaron 15 tallos de cada una de las variedades, las cuales tenían 8 meses de edad, de cada tallo se cortaron ocho yemas que fueron desinfectadas por tratamiento térmico. Para conformar los tratamientos se utilizaron nueve sustratos orgánicos, que fueron obtenidos por vermicompostaje de residuos de la agroindustria cañera (cachaza y bagazo) y residuos regionales de otros sistemas de producción de la zona (cascarilla de cacao, estiércol bovino y carbón vegetal o biochar) (Cuadro 1). Se agregó un tratamiento con un sustrato comercial Cosmopeat® (el cual sirvió como Testigo); los tratamientos fueron establecidos con cinco repeticiones, y se mantuvieron en vivero con un diseño experimental completamente al azar, las bolsas de vivero se llenaron con una mezcla

de 250 g del sustrato orgánico+100 g de suelo de la región de textura arcillo-arenosa. En cada una de las bolsas se sembró una yema, que fue cubierta con 2 cm del mismo sustrato. Por último, cada una de las bolsas conteniendo las mezclas de sustratos fue humedecida hasta capacidad de campo y se distribuyeron para conformar cada unidad experimental. Se realizaron verificaciones diarias para supervisar la presencia de plagas o enfermedades y mantener la humedad a capacidad de campo mediante riegos por unidad experimental.

Se determinaron los parámetros: a) Número de hojas, por conteo directo, a cada unidad experimental (planta), por tratamiento en las dos variedades; b) Altura de la planta en la cual, se midieron los tallos de cada unidad experimental por tratamiento, con una cinta métrica flexible; se determinó desde la base al nivel del suelo hasta la punta de la hoja apical y se obtuvo el promedio por tratamiento; y c) diámetro del tallo, en la parte media del tallo con un vernier. A los 116 días, se colectó la biomasa aérea y se determinó materia seca (MS) por lo que se seleccionaron para cada tratamiento tres unidades experimentales promedio (Salgado-García et al., 2006). El material vegetal fue molido para realizar el análisis foliar de N, P y K, a los sustratos orgánicos de cada tratamiento y sus tres repeticiones se les realizaron análisis químicos (pH, conductividad eléctrica (CE), nitrógeno total, Capacidad de Intercambio Catiónico y materia orgánica). Los datos de cada una de las variables de estudio se analizaron estadísticamente

**Cuadro 1.** Origen de los residuos con que se produjeron los sustratos orgánicos obtenidos por vermicompostaje y el testigo comercial.

Tratamiento	Sustratos
Testigo	Cosmopeat®
T1	75% de Cachaza (Ca)+25% de Bagazo (B)
T2	50% de Ca+25% de B+25% de Estiércol de ganado (EG)
T3	25% de Ca+25% de B+50% de EG
T4	50% de Ca+25% de B+25% Cascarilla de cacao (CC)
T5	25% de Ca+25% de B+50% de CC
T6	50% de Ca+25% de B+12.5% de EG+12.5% de CC
T7	25% de Ca+25% de B+25% de EG+25% de CC
T8	25% de Ca+25% de B+50% de Biochar (BC)
T9	50% de Ca+25% de B+25% de BC

por medio de un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ), con el programa SAS 9.3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables agronómicas

**Materia Seca:** Los resultados del análisis de varianza para la materia seca de planta (hojas y tallo) muestran diferencias altamente significativas en la variedad CP 72-2086, lo que indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes. El tratamiento T2 (25.93 g) presentó la mayor MS, siendo el menor una MS de 17.46 del T9. El coeficiente de variación fue de 13.85 lo que indica una baja variabilidad en esta variable. El análisis de varianza (Cuadro 2) para la variedad Mex 69-290 indica diferencias altamente significativas en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 13.80. Los tratamientos presentaron valores

**Cuadro 2.** Valores promedio de las características agronómicas determinadas en los tratamientos en la variedad CP 72-2086 y Mex 69-290.

Tratamiento	No de hojas		Altura		Diámetro		Materia seca	
	CP 72-2086	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 69-290
Testigo	6.00a	5.33a	53.17a	50.67a	2.70ab	2.20ab	14.09a	12.74a
T1	7.00abc	6.00ab	56.83ab	54.33ab	2.70ab	2.20ab	22.34bc	17.23ab
T2	7.00abc	6.00ab	61.33abc	58.83abc	3.01ab	2.51ab	25.93c	19.72b
T3	8.33bc	7.33ab	66.67abc	64.17abc	3.13b	2.63b	23.12bc	17.47ab
T4	7.00abc	6.33ab	61.76abc	59.26abc	2.66ab	2.16ab	21.34abc	16.75ab
T5	8.00abc	7.00ab	61.45abc	58.95abc	2.67ab	2.17ab	20.88abc	17.56ab
T6	7.67abc	6.67ab	67.37bc	64.87bc	2.66a	2.16ab	20.74abc	17.67ab
T7	6.67ab	5.33a	64.04abc	61.54abc	2.35a	1.85a	18.62abc	15.04ab
T8	9.00c	7.67b	73.33c	70.83c	3.14b	2.64b	21.54ab	17.01ab
T9	8.33bc	7.33ab	74.45c	71.95c	3.12b	2.62b	17.46ab	14.29ab
Media	7.5	6.5	64.04	61.54	2.81	2.31	20.61	16.55
Prob. de F	0.0047**	0.0125*	0.0004**	0.0004**	0.0132*	0.0132*	0.0052**	0.0166*
CV	10.61	12.24	7.39	7.69	9.17	11.15	13.8	11.85

Medias con la misma literal son iguales estadísticamente  $p \leq 0.05$ ; \* = significativo; \*\* = altamente significativo.



de MS menores a los de la variedad CP 72-2086, presentándose el mayor contenido de MS (19.72 g) en el T2 y el T9 presentó la menor MS (17.46 g). Sin embargo, el testigo comercial presentó en ambas variedades los menores contenidos de MS: para Mex 69-290 de 12.74 g y para CP 72-2086 de 14.09 g.

**Número de hojas:** Los resultados del análisis de varianza indican que los tratamientos son estadísticamente diferentes. El tratamiento T8 (25% de cachaza+25% de bagazo+50% de biochar), presentó el mayor número de hojas en ambas variedades.

**Altura (cm):** El análisis de varianza hace referencia que los tratamientos con respecto a la altura son estadísticamente diferentes, sin embargo, en la variedad CP 72-2086 (Cuadro 3) el tratamiento T9 presentó mayor altura (74.45 cm), y el de menor altura fue el testigo, con una altura de 53.17 cm, así mismo, el T9 de la variedad Mex 69-290, alcanzó mayor altura (74.45 cm) y el tratamiento testigo la menor.

**Análisis nutrimental de las plantas y suelos**

Con referencia a los rangos críticos de los nutrientes N, P y K en caña de azúcar, descritos por (Salgado-García *et al.*, 2010). La variedad CP 72-2086 presentó un porcentaje de N de 3.39-5.79% de N, mientras que para la variedad Mex 69-290 (Cuadro 3), se encontraron rangos mayores de N, que oscilaron de 4.89-9.69%, lo que se considera un exceso de N, para el desarrollo de la planta.

Por lo que los tratamientos, en ambas variedades tuvieron valores altos en N, lo que puede ser consecuencia de la riqueza de los sustratos orgánicos. En la variedad Mex 69-290, los tratamientos presentaron problemas de sequía en las hojas, lo que pudo deberse a que la abundancia de N alarga el periodo de crecimiento y provoca la utilización rápida de otros elementos, que, si no se encuentran en cantidades asimilables, pueden ocasionar deficiencias como la de cobre, magnesio, pero también pueden ser susceptible a enfermedades y a las condiciones climatológicas como sequías (Ginés y Navarro, 2003).

En el Cuadro 3 se puede apreciar que los tratamientos son estadísticamente iguales para el contenido K, mientras que para el N y P los resultados del análisis de varianza indican que hay diferencias entre tratamientos. Las medias del contenido de N en las plantas para la variedad CP 72-2086 es de 4.45% mientras que para la Mex 69-290 es de 6.68%, lo que nos indica que los tratamientos en ambas variedades mostraron un exceso de contenidos de N, con respecto a los rangos señalados por Salgado-García *et al.* (2010). Para la variedad Mex 69-290 se observaron niveles altos de N en los tratamientos, los cuales obtuvieron valores de 4.14-4.70% al final del experimento; el tratamiento testigo en ambas variedades, presentó altos contenidos de N en comparación con los otros tratamientos. Es sabido que a menores contenidos de MO en los suelos en donde se desarrolla el cultivo, menores son los contenidos de N. Sin embargo, los sus-

**Cuadro 3.** Contenidos nutrimentales (%) en la biomasa seca de los tratamientos con diferente sustrato en la variedad CP 72-2086 y Mex 69-290.

Tratamiento	N		P		K	
	CP 72-2086	Mex 69-290	CP 72-2086	Mex 69-290	CP 72-2086	Mex 69-290
Testigo	5.01ab	9.67d	5.12d	2.23a	4.65a	4.14a
T1	5.69b	8.53bcd	3.98bcd	2.66ab	4.22a	4.23a
T2	4.32ab	8.87cd	4.32cd	3.03abc	4.03a	4.21a
T3	4.10ab	6.48abcd	1.93abcd	3.80bc	4.34a	4.40a
T4	3.39 <sup>a</sup>	5.91abc	1.37abc	3.45abc	4.11a	4.48a
T5	4.44ab	4.89 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	3.64abc	4.74a	4.63a
T6	4.32ab	5.23ab	0.68ab	4.26c	4.35a	4.70a
T7	3.98ab	6.37abcd	1.82abcd	3.71bc	4.37a	4.55a
T8	4.55ab	5.35ab	0.80ab	4.29c	4.03a	4.54a
T9	4.67ab	5.46ab	0.91ab	3.84bc	3.83a	4.40a
Media	4.45	6.68	2.13	3.49	4.47	4.43
Prob. de F	0.0163*	0.0002**	0.0002**	0.0009**	0.3245NS	0.2602NS
CV	13.54	17.4	54.63	14.31	10.33	6.2

Medias con la misma literal son iguales estadísticamente  $P \leq 0.05$ ; \* = significativo; \*\* = altamente significativo; NS = no significativo.

tratos orgánicos que fueron utilizados para la siembra de las yemas, presentaron altos contenidos de MO (Cuadro 2) por lo que esa es una de las causas a las que se atribuye los contenidos altos de N. Aguilar-Rivera (2011) y Majeke et al. (2008) señalan que el N es uno de los principales macronutrientes en la etapa de crecimiento vegetativo de la caña de azúcar (50 a 70 días).

Por otro lado, los niveles de P, encontrados en los tratamientos de la variedad CP 72-2086, son excesivos, se obtuvieron valores de 4.26 a 2.23%, siendo el de mayor contenido el T8, y para la variedad de Mex 69-290, se observaron valores 2.23-4.23%. El testigo presentó el mayor contenido de P (4.23%), así mismo en ambas variedades se observan rangos altos de K, para CP 72-2086 se encontraron rangos que oscilan entre 3.83 y 4.64% de K en los tratamientos.

El análisis de varianza de los análisis químicos de los suelos de la variedades (CP 72-2086 y Mex 69-290) indica que existe diferencias estadísticas entre tratamientos, tan solo para el pH, se observaron intervalos de 5.30 a 6.40, por lo que se encuentra dentro de los valores permisibles descritos por Aguilar-Rivera (2011) (cercano a 6.5). Para la variedad Mex 69-290 el pH se encontró en intervalos de 6-7.55, este rango es aceptable, la caña azúcar puede tolerar un rango considerable de acidez y alcalinidad del suelo. Por esta razón se cultiva caña de azúcar en suelos con pH entre 5.0 y 8.5. Sin embargo, los tratamientos de la variedad Mex 69-290 presentaron valores de densidad aparente (DAP) de 1.03 g mL<sup>-1</sup>, mientras que la variedad CP 72-2086 el análisis de varianza indica que son

estadísticamente diferentes y hay diferencias significativas, los tratamientos obtuvieron valores que oscilaron de 0.75 a 0.88 g mL<sup>-1</sup>. En cuanto a la CE los sustratos de la variedad CP 72-2086 presentaron valores 1.10-5.12 dS m<sup>-1</sup>, siendo el de menor CE el sustrato T9 compuesto por biochar. Para la variedad Mex 69-290 los sustratos presentaron valores de 0.74-5.08 dS m<sup>-1</sup> siendo el de menor CE el T9.

Por otro lado los contenidos porcentuales de MO para la variedad CP 72-2086 mostraron diferencias significativas, los valores porcentuales oscilaron en un intervalo de 11.31-47.33%, estos valores fueron bajos en comparación con los contenidos porcentuales de MO de la variedad Mex 69-290 que oscilaron en un intervalo de 48.83-80%, los valores altos (80%) lo presentaron los tratamientos T9 y el testigo. Sin embargo, los rangos para ambas variedades son aceptables para el cultivo de la caña de azúcar, lo que concuerda con Aguilar-Rivera (2011), Quintero-Durán (2008) y Osorio (2007), quienes manifiestan que los suelos que tienen contenidos <10% son adecuados para su uso en la siembra de caña de azúcar, ya que son ricos en N y P.

En el Cuadro 4, se presentan los valores de nitrógeno total (NT) y los sustratos orgánicos, de la variedad CP 72-2086, el análisis indica que los tratamientos son iguales, los valores oscilaron en un intervalos de 0.84-10.32%, el mayor contenido de NT lo presento el tratamiento T5 en comparación del testigo que presento 0.80% de NT, no obstante, el análisis de varianza de la variedad Mex 69-290 indica que los tratamientos son estadísticamente

**Cuadro 4.** Resultados estadísticos, de los análisis químicos de suelo de los tratamientos de la variedades CP 72-2086 y Mex 69-290.

Tratamiento	pH		DAP		CE		%NT		C/N		CIC cmol kg	
	CP 72-2086	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 69-290								
Testigo	6.37 d	6.1 5a b	0.84abcd	0.97a	1.20a	1.10ab	0.80a	0.89ab	3.10a	14.91a	13.50a	14.30ab
T1	5.55a b	6.43abc	0.84abcd	1.03a	2.17abc	1.71ab	9.05a	1.16bc	8.87a	5.20a	13.16a	15.93b
T2	5.84 bc	6.00a	0.77abc	1.00a	3.74cd	3.34bc	0.84a	1.07abc	11.10a	12.28a	13.80a	15.76ab
T3	6.19cd	6.37abc	0.80abc	1.03a	3.30bcd	3.24bc	6.92a	1.02abc	7.07a	7.86a	13.33a	14.95ab
T4	5.52ab	6.17ab	0.96d	1.00a	3.98cd	3.39bc	1.02a	1.03abc	4.16a	11.04a	13.67a	14.14ab
T5	6.15cd	6.77c	0.89cd	1.07a	5.12d	5.08c	10.32a	1.07abc	12.67a	4.44a	13.65a	14.62ab
T6	5.88bcd	6.68bc	0.75ab	1.03a	2.80abc	2.57ab	1.07a	1.21c	4.28a	6.75a	14.43a	15.27ab
T7	5.30 a	6.60bc	0.88bcd	1.03a	1.88a b	3.12a bc	8.86a	1.00abc	8.97a	14.06a	14.30a	16.09 b
T8	6.40c	6.90c	0.80abc	1.03a	2.23abc	2.46ab	0.87a	0.84a	11.54a	8.72a	12.20a	13.32a
T9	6.23cd	7.55d	0.75a	1.03a	1.10a	0.74a	8.74a	0.82a	10.27a	6.19a	12.03a	14.46ab
Prob.deF	0.0001**	0.0001**	0.0001*	0.5836NS	0.0001**	0.0002**	0.0156*	0.0039**	0.03817*	0.3217NS	0.2097NS	0.0156*
CV	3.06	3.04	5.47	5.05	23.09	31.89	84.95	10.83	67.19	63.14	8.26	5.8
DMS	0.52	0.57	0.13	0.14	1.83	2.46	11.9	0.31	15.93	16.69	3.2	2.49

Valores con diferente letra en cada columna son diferentes a una P=0.05; \*=significativo; \*\*=altamente significativo; NS=no significativo.

diferentes, se presentaron valores en un rango de 0.82-1.21, siendo el menor el tratamiento T9, sin embargo los tratamientos de ambas variedades están dentro de los valores aceptables por Aguilar-Rivera (2011), Quintero-Durán (2008) y Osorio (2007), quienes reportan valores para suelos utilizados en la siembra de caña de azúcar de  $>0.04$  de NT como adecuados para el desarrollo de plántulas de caña de azúcar. Por otro lado la relación C/N de los sustratos, para la variedad CP 72-2086 presenta valores bajos, los valores oscilaron entre 4.16-11.54 siendo el menor el tratamiento T4, el análisis de varianza indica que los tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo, los sustratos utilizados para la siembra de la variedad Mex 69-290, obtuvo valores de 4.44-14.06. Por otro lado, los tratamientos testigo, T4 y T6 de la variedad CP 72-2086 y tratamiento T3 de la variedad Mex 69-290 presentaron valores bajos de C/N, que no son adecuados para el cultivo de la caña de azúcar, pues esta soporta valores de 8-30 (Aguilar-Rivera (2011); Quintero-Durán (2008); y Osorio (2007). La CIC para ambas variedades mostró elevados contenidos en todos los tratamientos para todas las variedades.

## CONCLUSIONES

Los siete mejores tratamientos para el desarrollo de plántulas para la variedad CP 72-2086 son T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T9. Los tratamientos T8 y T7 no son los adecuados para el desarrollo de plántulas de esta variedad.

De acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación, se recomiendan solo tres sustratos orgánicos para la siembra en bolsas de yemas de caña de azúcar para las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290, los cuáles están compuesto de 50% de cachaza+25% de bagazo+25% de biochar, así como el sustrato compuesto de 50% de cachaza+25% de bagazo+25% de cascarilla de cacao y por último el sustrato 25% de cachaza+25% de bagazo+50% de cascarilla de cacao para el desarrollo de plántulas.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rivera, N. (2011). Competitividad de la agroindustria azucarera de La Huasteca México. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- Claassen, V.P., and J.L., Carey. (2004). Regeneration of nitrogen fertility in disturbed soils using composts. *Compost Science and Utilization*, 12, 145-152.
- Ginés, N.G., y G.G., Navarro. (2003). Química agrícola, el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Madrid España: Mundi Prensa.
- Hashemimajid, K., M., Kalbas, A., Golchin, and H., Shariatmadari. (2004). Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1107-1123.
- Hernández-Melchor, G.I., S., Salgado-García, D.J., Palma-López, L.C., Lagunes-Espinosa, M., Castelán-Estrada, y O., Ruiz-Rosado. (2008). Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un Gleysol mólico de Chiapas, México. *Interciencia*, 33, 855-860.
- Majeke, B., J., Aardt, and M., Cho. (2008). Imaging spectroscopy of foliar biochemistry in forestry environments. *Southern Forests*, 70, 275-285.
- Nieto-Garibay, A., B., Murillo-Amador, E., Troyo-Diéguez, J.A., Larrinaga-Mayoral y J.L., García-Hernández. (2002). El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*, 27, 417-421.
- Osorio, C.G. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- en la Producción de Caña y Panela. Bogotá, Colombia: CORPOICA.
- Pérez-Méndez, M.A., R., Sánchez-Hernández, D.J., Palma-López, y S., Salgado-García. (2011). Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. *Interciencia*, 36, 45-52.
- Quintero-Durán, R. (2008). Efectos de la aplicación de elementos menores en caña de azúcar en suelos del valle del río Cauca. *Tecnicaña*, 20, 18-26.
- Rodríguez-Dimas, N., P., Cano-Ríos, U., Figueroa-Viramontes, A., Palomo-Gil, E., Favela-Chávez, V.P., Álvarez Márquez-Reyna, C., Márquez-Hernández, y A., Moreno-Reséndez. (2008). Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31, 265-272.
- Salgado-García, S., D.J., Palma-López, R., Núñez-Escobar, L.C., Lagunes-Espinoza, H. Deberdardi de la Vequia, y R.H., Mendoza-Hernández. (2010). Manejo de fertilizantes y abonos orgánicos. Colegio de Postgraduados-Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción en el Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México: Colegio de Postgraduados.
- Salgado-García, S., D.J., Palma-López, L.C., Lagunes-Espinosa, y M. Castelán-Estrada. (2006). Manual para muestreos de suelos, plantas y aguas e interpretación de análisis. H. Cárdenas, Tabasco, México: Colegio de Postgraduados.
- Valdez-Balero, A. (2009). Manual para el cultivo y producción de la caña de azúcar. H. Cárdenas, Tabasco, México: Colegio de Postgraduados.