

PRODUCCIÓN ORGANOPÓNICA DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) UTILIZANDO DIFERENTES SUSTRATOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL TRÓPICO HÚMEDO DE COSTA RICA

D.A. Taipe, Y.I. Pinto, J. Arce¹

*Universidad EARTH
Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica*

Recibido 27 de noviembre 2013. Aceptado 15 de agosto 2014.

RESUMEN

En la Finca Académica de Cultivos de la Universidad EARTH, localizada en Guácimo, Costa Rica, se realizó un experimento de producción organopónica de pepino (*Cucumis sativus* L.). Se probaron los sustratos compost, lombricompost, una mezcla de lombricompost + compost (1:3) y suelo como testigo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Para la evaluación, se elaboró una lista de descriptores cuantitativos y cualitativos. Los resultados obtenidos mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los descriptores medidos en los diferentes tratamientos, exceptuando el descriptor diámetro de la guía principal. Se alcanzaron rendimientos de 28 Mg/ha en el tratamiento de compost y 27 Mg/ha en el tratamiento de lombricompost + compost, observándose diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes cosechas, más no así en el total de la cosecha. El lombricompost no mostró resultados debido a se produjo toxicidad en las plantas. El análisis sensorial reveló que los descriptores sabor del fruto y textura del fruto no son útiles para discriminar entre los tratamientos.

Palabras clave: compost, *Cucumis sativus* L., descriptores, lombricompost, organoponía, pepino.

ABSTRACT

An experiment of organoponic production of cucumber (*Cucumis sativus* L.) was conducted at EARTH University's Academic Crop Farm, located in Guácimo, Costa Rica, testing four substrates: compost, vermicompost, vermicompost + compost mixture (1:3) and soil as a control. The design was a randomized complete block with five replications. A list of quantitative and qualitative descriptors was used to evaluate the experiment. The results showed no statistically significant differences between the descriptors measured in the different treatments, except for the diameter of the main vine. The compost treatment yielded 28 Mg/ha and vermicompost + compost yielded 27 Mg/ha. There were statistically significant differences between different harvests but not in the overall harvest. The results showed that the vermicompost treatment was inappropriate because of the toxicity that occurred in plants. A sensory analysis revealed that the descriptors, related to the flavor and the texture of the fruit, were not useful for discriminating between treatments.

Key words: compost, *Cucumis sativus* L., descriptors, vermicompost, organoponic, cucumber.

¹ Contacto: Jorge Arce (j-arce@earth.ac.cr)

INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo se está desarrollando con una marcada tendencia al crecimiento poblacional, especialmente en el área urbana con la migración del campo a la ciudad, disminuyendo las áreas rurales y aumentando la demanda de alimentos en las áreas urbanas. Es a partir de ello que surge la necesidad de implementar nuevos sistemas de producción que permitan aprovechar espacios reducidos, contribuir a la seguridad alimentaria y brindar acceso a alimentos para consumo familiar. De esa manera se mejora y diversifica la dieta por medio del aprovechamiento de residuos disponibles, permitiendo el ahorro en gastos de insumos para la producción de alimentos.

La organoponía es una técnica que consiste en utilizar sustratos sólidos para suplir los requerimientos nutricionales de las plantas, utilizando una combinación de abonos orgánicos con residuos vegetales. Con este método se puede cultivar hortalizas, plantas medicinales, ornamentales y algunas especies frutícolas. A diferencia de la hidroponía, puede ser más lenta en la obtención de los productos; sin embargo, es factible desarrollarla en pequeña escala, con bajos costos y sin la dependencia de agroquímicos sintéticos (MAG, 2009)

Para la producción organopónica el sustrato adquiere un concepto más generalizador, dado el objetivo de limitar o eliminar la aplicación de fertilizantes químicos y otras sustancias agresivas al medio, asignándosele al sustrato, además, la misión de alimentar a las plantas. El sustrato puede ser cualquier material mineral u orgánico, o mezcla de materiales de origen natural, capaz de sostener a las plantas en su desarrollo y satisfacer sus necesidades nutricionales, permitiéndoles expresar su potencial productivo (Rodríguez *et al.*, 2007). Las principales características que debe presentar el sustrato para la organoponía son: alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, baja densidad aparente, alta porosidad, estructura estable que evitará la contracción o hinchazón del medio, suficientes nutrientes asimilables, baja salinidad, baja velocidad de descomposición, libre de semillas de plantas indeseables, nemátodos y otros patógenos, bajo costo y que tenga facilidad para mezclarse (Ministerio de Agricultura de Cuba, 2000).

Como complemento a los sustratos se emplean los bioles. Éstos son abonos líquidos con mucha energía mineral equilibrada, preparados a base de estiércol animal fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza, ceniza, entre otros. El biol se deja fermentar por varios días en tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico, y muchas veces enriquecido con harina de rocas molidas o algunas sales minerales como sulfatos de magnesio, zinc y cobre (Restrepo, 2007).

Los organopónicos se deben producir en zonas marginales para la agricultura, y, preferentemente, llanas, lo más cercanas posibles a los destinatarios de la producción final, lo que evita el transporte desde lugares lejanos, con el consiguiente deterioro de los productos. No debe haber árboles intercalados para evitar la sombra y el efecto dañino de sus raíces. En zonas con mucho viento se debe buscar un lugar protegido por una cortina de árboles o construir alguna protección. Ubicarlos en áreas con buen drenaje superficial y protegidos contra corrientes de agua y posibles inundaciones (Ministerio de Agricultura de Cuba, 2000).

En el presente estudio se valoró la producción de pepino en un sistema organopónico, mediante la elaboración de un biol a base de residuos orgánicos para la complementación de la nutrición del cultivo. Posteriormente se evaluó el crecimiento de las plantas de pepino en diferentes sustratos para la elección del mejor tratamiento.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en una parcela adyacente al cultivo de cacao, localizada en el Centro de Cosechas de la Universidad EARTH, Guácimo, Limón, Costa Rica. La parcela está ubicada entre las coordenadas geográficas 10°10'41" N y 83°35'52" O, a una altura aproximada de 39 msnm. La temperatura media anual es de 28 °C y la precipitación promedio anual es de 3500 mm (Universidad EARTH, 2012).

Se evaluaron tres sustratos, compost (T1), una mezcla de lombricompost + compost (1:3) (T2), lombricompost (T3) y suelo como testigo (T4). Estos se seleccionaron de acuerdo a sus características químicas (Cuadros 1 y 2). El cultivo utilizado en el experimento fue pepino (*Cucumis sativus*). El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada repetición consistió de 24 bolsas por tratamiento, para un total de 96 bolsas por bloque y 480 bolsas en todo el experimento.

Cuadro 1. Características químicas de los sustratos utilizados.

Sustrato	Humedad	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	
		----- % -----						----- mg/kg -----				
Compost	58.40	29.03	1.86	0.45	-	1.14	0.45	26 800	65	311	708	
Lombri-compost	36.41	13.84	1.34	0.25	0.95	1.20	0.37	34 000	95	120	423	

Cuadro 2. Características químicas del suelo testigo.

Sustrato	pH/Agua	Ac. Ext.	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	
			----- cmol +/kg -----				----- mg/kg -----				
Suelo vivero	4.55	0.30	0.17	2.76	1.13	17.8	186	8	2	14	

Como parte del sistema organopónico se realizaron pruebas preliminares para seleccionar el biol como suplemento nutricional del cultivo de adecuado a sus características químicas. Se elaboró el biol por medio del proceso de fermentación anaeróbica por treinta días y tenía las siguientes características químicas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características químicas del biol utilizado.

Sustrato	Cond. Elec.	pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Zn	Mn	NO ₃
	dSm/m		----- mg/kg -----								
Biol	3.61	4.29	557	402	133	52	29	15	43	17	13.6

El sistema de siembra fue realizado en bolsas con una distancia de 0.5 m entre plantas y 0.5 m entre hileras, conteniendo aproximadamente 1 kg de sustrato, colocando cuatro semillas por punto se siembra. Posteriormente se realizó raleo de las plantas dejando dos plantas por puntos

de siembra. Las aplicaciones del biol se realizaron durante las semanas tres, cuatro y cinco del desarrollo del cultivo a una dilución de 10 % con una frecuencia de dos veces por semana y en forma de aspersión al follaje. Se realizaron deshierbas manuales y mecánicas, el tutoreo de las plantas fue en la semana dos después de la siembra, utilizando caña brava y mecate para el guiado de las mismas.

Los descriptores evaluados fueron número de hojas por planta, longitud y ancho de la hoja, longitud del peciolo, diámetro de la guía principal, rendimiento del cultivo, peso, longitud y diámetro del fruto y sabor del fruto. Los datos se analizaron por medio del análisis de la varianza con prueba DGC en los casos que se requerían (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las características del crecimiento de la planta, el número de hojas es de suma importancia para la producción; a mayor número de hojas mayor capacidad fotosintética y, consecuentemente, mayor rendimiento de frutos. Jennings *et al.* (2002) afirman que el ancho de la hoja es una característica también muy importante, debido a que está relacionada directamente con la capacidad fotosintética de la planta y con el rendimiento de la misma. Asimismo, Jennings *et al.* (2002) mencionan que la longitud de la hoja es muy variable y está relacionada directamente con la capacidad de fotosíntesis de la planta, lo que le confiere un mayor rendimiento en su producción. De acuerdo con Oñate (2009), el peciolo es un filamento delgado que parte del tallo y da lugar al limbo. Contiene los vasos conductores de agua y sales minerales, además de productos de la fotosíntesis. Esta estructura es importante en la descripción de los cultivares porque podría ser de utilidad para discriminar diferentes genotipos. Por último, el diámetro de la guía principal está relacionado directamente con el vigor de la planta.

En este estudio, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos referentes a las variables: número de hojas, longitud y ancho de la hoja y largo del peciolo ($p < 0.05$) (Figura 1) aunque los tratamientos T1 y T2 siempre estaban mayor que el testigo (T4) (Figura 1). En cuanto al diámetro de la guía de la planta, hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, siendo el testigo (T4) el que presentó el menor diámetro en comparación con los otros tratamientos (Figura 1). El sustrato puro de lombricompost (T3) no mostró resultados debido a que produjo toxicidad en las plantas.

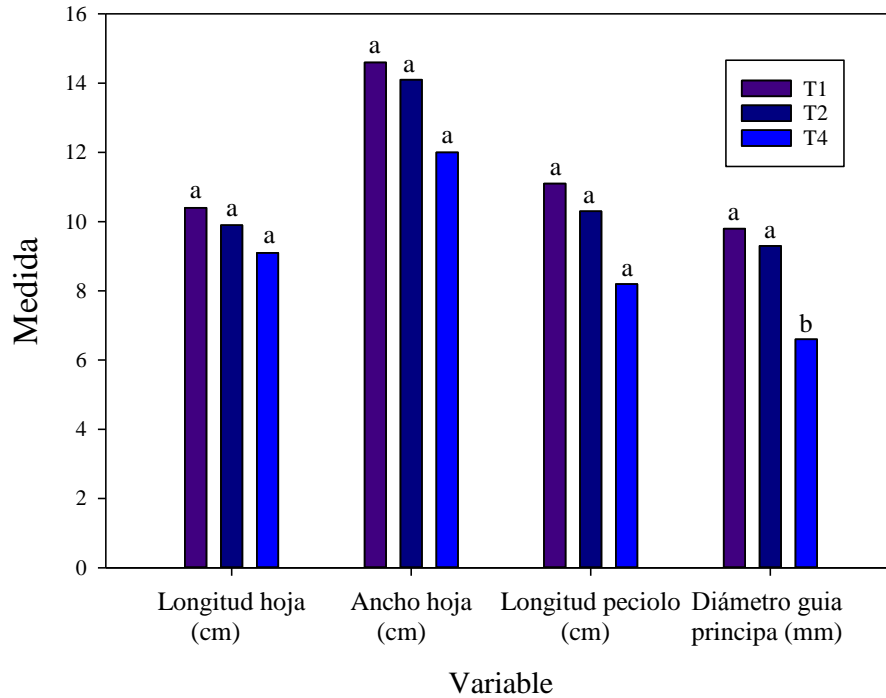


Figura 1. Características de la planta evaluadas en el periodo de crecimiento (letras distintas, por variable, indican una diferencia estadísticamente significativa, $p < 0.05$).

El T1 de compost fue el que produjo el mayor rendimiento, aproximadamente 28.7 Mg/ha, seguido por el T2, aproximadamente 27 Mg/ha. El tratamiento que menos produjo fue el T4 (testigo) con aproximadamente 21 Mg/ha. Sin embargo, el análisis de varianza mostró que no existían diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). Los rendimientos obtenidos en T1 y T2 se consideran aceptables, teniendo en cuenta que el sistema de producción es organopónico y que solamente recibieron dos aplicaciones foliares con el biol. Estos rendimientos son comparables con los rendimientos obtenidos en Tabasco, México (condiciones de trópico húmedo) en un sistema convencional, de 30.5 Mg/ha (SIAP, 2013).

El peso del fruto está directamente relacionado con el rendimiento y depende de los descriptores como el diámetro y la longitud del fruto. En cuanto a estas variables, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). Sin embargo sí hubo diferencias estadísticamente significativas según el número de cosecha, siendo siempre las cosechas 1 y 2 las que presentan mayores valores en estas tres variables de diámetro, longitud y peso del fruto (Figura 2).

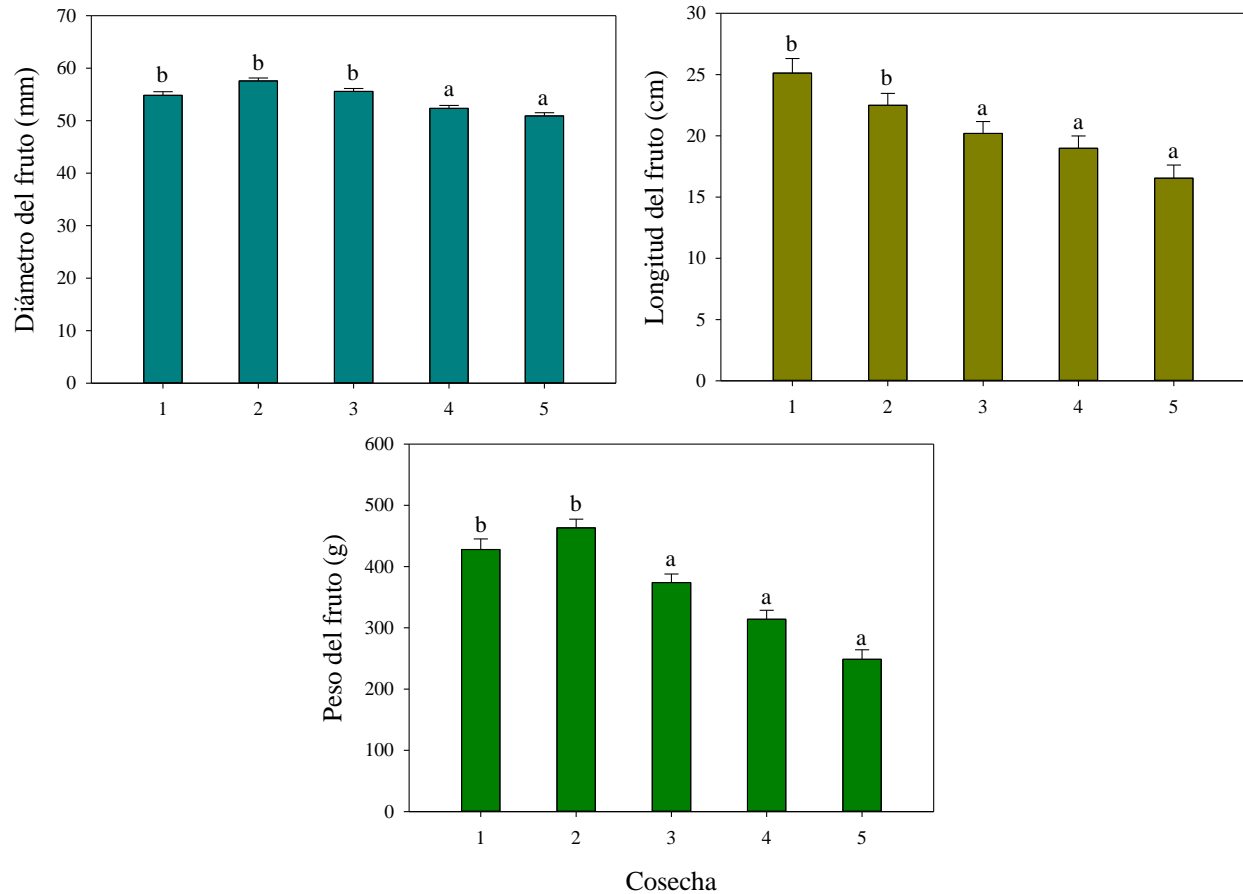


Figura 2. Variación del diámetro, longitud y el peso del fruto, según el número de cosecha

Se realizó una prueba sensorial utilizando una escala hedónica, para medir el grado de aceptación del producto evaluando las variables sabor y textura, siendo el puntaje 9 lo más agradable y el 1 lo más desagradable. En cuanto a sabor, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), categorizándolos con un grado de aceptación de gusto ligero (promedio=6). En relación con la textura, también no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), clasificando los tres tratamientos con un grado de aceptación de gusto moderado (promedio=7).

CONCLUSIONES

La producción de pepino es posible realizarla en un sistema organopónico, ya que se alcanzaron rendimientos de 28 Mg/ha en el tratamiento de compost y 27 Mg/ha en el tratamiento de lombricompost + compost (1:3), ambos resultados considerados como promisorios. El sustrato puro de lombricompost no mostró resultados debido a que produjo toxicidad en las plantas. Para la elección del cultivar es de suma importancia tomar en consideración los descriptores longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto, número de hojas por planta y diámetro de la guía principal, todos ellos relacionados con el rendimiento. En cuanto a la proyección de la cosecha total, se debe tomar en consideración que las cosechas 1 y 2 son las de mayor rendimiento. A través del análisis sensorial se reveló que los descriptores sabor del fruto y textura del fruto no son útiles para discriminar entre los tratamientos en cuanto a preferencia. Considerando la

información generada, se recomienda realizar un análisis económico y compararlo con un sistema convencional para determinar la rentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se pudo realizar gracias al financiamiento brindado por la Administración Académica y la Unidad de Investigación de la Universidad EARTH, Guácimo, Costa Rica.

LITERATURA CITADA

- Di Rienzo, JA.; Casanoves, F.; Balzarini, MG.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, CW. 2011. *InfoStat: software estadístico* [programa de cómputo]. Versión 2011. Córdoba (AR): Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat. Disponible para descarga en el *World Wide Web*: <<http://www.infostat.com.ar>>.
- Jennings, P.; Berrio, L.; Torres, E. y Corredor, E. 2002. Una estrategia de mejoramiento para incrementar el potencial de rendimiento en arroz. *Foro Arrocerero Latinoamericano*, vol. 8, no. 2, p. 10-13.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR) 2009. Decreto ejecutivo reglamenta desarrollo, promoción y fomento de la actividad agropecuaria orgánica: reglamento a la Ley N° 8591. *La Gaceta Digital* [en línea]. junio [consultado 8 marzo 2013], p. 2-9. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.agriculturaorganica.org/docs/ley/Reglamento_Ley_Fomento.pdf>.
- Ministerio de Agricultura de Cuba. 2000. *Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos*. Habana (CU): AGRINFOR. 145 p. ISBN 959-246-030-2.
- Oñate Ocaña, L. 2009. *Biología II*. 1° ed. Cataluña (MX): Cengage Learning. 368 p. ISBN 978-9706868978.
- Restrepo, J. 2007. *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca*. 1a ed. Cali (CO). 105 p. ISBN 978-958-44-1261-4.
- Rodríguez, A.; Companioni, N.; Peña, E.; Cañet, F.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Rey, R.; Fernández, E.; Vázquez, L.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; González, R.; Pozo, J.; Cun, R. y Martínez, F. 2007. *Manual técnico para organopónicos huertos intensivos y organoponía semiprotegida*. 6a ed. Ciudad de la Habana (CU): Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 184 p. ISBN 959-246-030-2.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, MX). 2013. *Agricultura protegida: productos todo el año. Comparativo de rendimientos para algunos productos*. México D.F. (MX): Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [consultado el 9 de junio 2013]. Disponible en el *World Wide Web*: <<http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html>>.
- Universidad EARTH. 2012. *Base de datos climáticos* (documento en Excel). Guácimo (CR). Actualizado mensualmente.