

## **Respuesta agronómica del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en diferentes sistemas de producción**

**Agronomic response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to the application of organic fertilizers in different systems of production**

M. P. A. Idrissa Diédhiou, Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, [idrissboy01@gmail.com](mailto:idrissboy01@gmail.com)

Dr. C. José Luis Lara Mireles, Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, [joseluislara@gmail.com](mailto:joseluislara@gmail.com)

Dr. C. Ángel Natanael Rojas Velázquez, Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, [angelnatanael@gmail.com](mailto:angelnatanael@gmail.com)

### **Resumen**

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el cultivo del pepino en diferentes sistemas: campo abierto, macro-túnel y malla sombra del 24 de abril al 31 de agosto de 2016. En cada sistema se probaron diferentes fuentes de fertilización y las dosis dependieron del requerimiento nutricional del cultivo. Las fuentes de fertilización fueron: lombricomposta, composta, estiércoles bovino y ovino, así como un tratamiento testigo (fertilización química). Se evaluaron variables morfológicas: altura (cm) y diámetro (mm) del tallo; índices de crecimiento: Tasa Absoluta de Crecimiento (g día) y Tasa de Crecimiento del Cultivo (m<sup>2</sup> g día); rendimiento (kg m<sup>2</sup>) y masas frescas de los frutos (g). Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3 x 5) con cinco repeticiones y se corrió la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ) para las variables que mostraron diferencias significativas. La mejor dinámica de crecimiento morfológica se observó con la utilización de los abonos orgánicos. Los índices de crecimiento tuvieron comportamientos similares en dependencia del sistema y de la fertilización. Los mejores rendimientos 23.434, 18.795 y 19.59 kg m<sup>2</sup> se registraron en la interacción fertilización química dentro de los sistemas macro-túnel, malla sombra y campo abierto respectivamente. Los estiércoles bovinos, ovino y la lombricomposta registraron masas frescas de frutos (481.08, 453.67 y 425.28 g respectivamente) superiores a lo registrado con la fertilización química (396.28 g). Por lo tanto, los abonos orgánicos utilizados se presentan como alternativa de fertilización para el cultivo del pepino.

Palabras clave: malla sombra; campo abierto; macro-túnel; fertilización orgánica

## **Abstract**

The following work was developed with the objective to evaluate the cucumber crop in different systems: open field, macro-tunnel and shade mesh from April 24<sup>th</sup> to August 31<sup>st</sup> of 2016. In each system, different sources of fertilization were tested and the doses were according to the need of nutritional crop. The fertilization sources were: vermicompost, compost, cattle and sheep manure and a control treatment (chemical fertilization). Morphological variables were evaluated: height (cm) and stem diameter (mm); growth indices: Absolute Growth Rate (g day) and Crop Growth Rate (m<sup>2</sup> g day); yield (kg m<sup>2</sup>) and fresh fruit masses (g). A randomized block design with a factorial arrangement (3 x 5) with five replications was used and the Tukey mean comparison test ( $\alpha \leq 0.05$ ) was run for the variables that showed significant. The best morphological growth dynamics was observed with the use of organic fertilizers. Growth rates had similar behaviors depending on the system and fertilization. The best yields 23,434, 18,795 and 19.59 kg m<sup>2</sup> were registered in the chemical fertilization interaction within the macro-tunnel, shade mesh and open field systems, respectively. The bovine and ovine manures and vermicompost recorded fresh fruit masses (481.08, 453.67 and 425.28 g respectively) higher than that registered with chemical fertilization (396.28 g). Therefore, the organic fertilizers used are presented as a fertilization alternative for cucumber cultivation.

**Keywords:** mesh shade; macro tunnel; open field; organic fertilization

## **Introducción**

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) tiene un papel importante en la economía de México debido a la cantidad de superficie cultivada, así como a la producción obtenida, la entrada de divisas y fuentes de empleos. La demanda de pepino en los Estados Unidos de América ha tenido un crecimiento sin precedentes en los últimos años. La exportación registró un incremento de 16.5 % de 2002 a 2007, por lo cual se cataloga a México como el principal país exportador de pepino hacia los Estados Unidos de América (INTAGRI, 2012).

En el 2015, en México se sembraron alrededor de 17,961.47 ha de esta hortaliza con rendimiento promedio de 45.82 t/ha. Sin embargo, la producción de pepino ha enfrentado varias crisis en los últimos años, entre las que se incluyen la contaminación del agua, del suelo, catástrofes meteorológicas y carteras vencidas y el incremento del precio de los fertilizantes sintéticos y su uso excesivo hacen necesario utilizar las fuentes orgánicas como alternativas de nutrición a las plantas (Adesemoye, 2010).

El uso excesivo de fertilizantes químicos contribuye al deterioro de la calidad del suelo, volviendo,

claramente, insostenibles las prácticas agrícolas, por lo que es necesario buscar alternativas para tener una agricultura más sustentable, que incrementen el aprovechamiento de los fertilizantes sintéticos ya que la mayor parte se lixivia, situación que constituye un problema agronómico, económico y ambiental no resuelto en los sistemas de producción agrícola (Suniaga, 2008). Algunos de ellos, como la agricultura protegida (invernaderos, malla sombra, macro-túnel, entre otros), ofrecen beneficios como altos rendimientos y calidad de los frutos, seguridad en la producción con cierta independencia del clima.

Por otro lado, el sistema de producción a campo abierto se hace en mayor extensión y, por lo tanto, los costos totales de capital y operación en ambos sistemas podrían ser similares. Además, dichos costos a campo abierto derivan de la producción de frutos en una única temporada de cultivo, mientras que en invernadero es posible producir durante todo el año. Cabe señalar que los costos unitarios por fruto producido son mucho más altos en el invernadero, de manera que el fracaso de un cultivo en una operación protegida puede ocasionar un riesgo financiero mayor Ponce. (2013).

La agricultura sostenible se presenta como proveedora de soluciones prácticas que combinan la producción de alimentos, la protección del medio ambiente y de la salud humana. La obtención de excelentes precios en el mercado internacional, así como la fácil conversión de sistemas agrícolas con bajos insumos, la disminución del uso excesivo de fertilizantes sintéticos y aprovechamiento de los desechos animales, como el estiércol ovino, bovino y las compostas, etc. presentes en cada ambiente de producción agrícola, muy característicos de los pequeños productores de los países en desarrollo (López y Contreras. 2007).

Por lo anterior, se propone contribuir a disminuir el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, mediante la evaluación de diferentes fuentes de fertilización orgánica en el comportamiento fisiológico y agronómico del pepino en diferentes sistemas de producción. Por lo cual, se plantea evaluar la respuesta fisiológica y agronómica del pepino, ante diferentes fuentes de fertilización orgánica, sembrado en campo abierto, macro-túnel y malla sombra.

### **Población y muestra**

El experimento se desarrolló en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en el ejido Palma de la Cruz del municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Las coordenadas geográficas de la localidad son de longitud 100°01'22'' oeste y 22°12'27'' de latitud norte, a 1,883 msnm. Se utilizaron tres sistemas de producción (campo abierto, malla sombra y macro-túnel). El experimento se realizó entre abril y agosto del 2016. El cultivo a evaluar fue el pepino variedad "Turbo" de la empresa "Seminis".

## Materiales y métodos

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3 x 5) con cinco repeticiones por tratamiento. Estos correspondieron a tres sistemas de producción (campo abierto, malla sombra y macro-túnel) y cinco fuentes de fertilización (estiércol bovino, estiércol ovino, lombricomposta, composta) las cuales son elaboradas en la facultad de Agronomía Veterinaria de la UASLP y la fuente química (testigo). La aplicación de las fuentes orgánicas se hizo siete días previos al trasplante. La fuente química se aplicó de forma directa en las unidades experimentales correspondientes en dos partes, aportando el 50% de los nutrimentos después del trasplante y el resto antes del inicio de la floración, a los 24 días después del trasplante. Las dosis de aplicación se calcularon con base en el requerimiento nutricional del cultivo y con los resultados del análisis de suelo de cada sistema (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Dosis de fertilizantes utilizados en los tres sistemas de producción utilizados.**

Sistema	Fuente de fertilización	Dosis kg m <sup>2</sup>
Producción Malla Sombra	Lombricomposta	1.86
	Composta	2.25
	Estiércol de bovino	1.04
	Estiércol de ovino	0.82
	Fosfato de amonio dibásico (DAP) + sulfato de potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio (Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) + Nitrato de Calcio (Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0.08 + 0.02 + 0.89 + 1.47
Macro-túnel	Lombricomposta	1.85
	Composta	2.2
	Estiércol de bovino	1.03
	Estiércol de ovino	0.77
	Fosfato de amonio dibásico (DAP) + sulfato de potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Nitrato de Calcio (Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0.08 + 0.014 + 0.89 + 1.47
Campo abierto	Lombricomposta	1.72
	Composta	2.08
	Estiércol de bovino	0.96

Estiércol de ovino	0.71
Fosfato de amonio dibásico (DAP) + sulfato de potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.07 + 0.02 +
a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Nitrato de Calcio (Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	0.89 + 1.47

---

## VARIABLES EVALUADAS

### Caracteres morfológicos

Para medir el crecimiento en las diferentes etapas fenológicas; se seleccionaron dos plantas por unidad experimental correspondiendo a 10 plantas por fuente de fertilización en cada sistema de producción en cuatro fechas: 20, 28, 36 y 44 días después del transplante (ddt) y los caracteres fueron:

Diámetro del tallo (mm). Se midió con un pie de rey digital.

Altura de la planta (cm). Se realizó con una cinta métrica graduada y se midió desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento del tallo principal.

### Índices de crecimiento

Se realizaron cuatro muestreos destructivos a los 15, 30, 45 y 60 ddt, para conocer las Tasas Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasas Relativas de Crecimiento (TRC); se usaron las siguientes fórmulas (Cuadro 2):

Índice de crecimiento	Fórmula	Unidades
Tasa Absoluta de Crecimiento	$PS_2 - PS_1 / T_2 - T_1$	g día <sup>-1</sup>
Tasa de Crecimiento del Cultivo	$1/As (PS_2 - PS_1) / T_2 - T_1$	g m <sup>2</sup> día <sup>-1</sup>

PS: Pesos de la biomasa total de la planta al final y al inicio de un periodo determinado, T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>: tiempo transcurrido entre los dos muestreos en días, As: Área en m<sup>2</sup> de suelo que le corresponde a una planta.

### Rendimientos y sus componentes

Se hicieron tres cortes durante todo el ciclo del cultivo. Las variables medidas fueron:

Rendimiento por unidad de superficie muestreada (kg m<sup>2</sup>). Se determinó con el pesaje del total de frutos cosechados por m<sup>2</sup> para cada tratamiento.

Masa fresca de los frutos (g). Se determinó en 10 frutos por tratamiento y sus masas fueron determinados mediante pesaje.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Análisis estadístico

A los datos recolectados se les realizó análisis de varianza y pruebas de medias. La información

de los caracteres morfológicos, índices de crecimiento y variables de rendimiento y sus componentes se sometieron a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) mediante el paquete Statistical Analysis Software (SAS por sus siglas en inglés; versión 9).

#### Caracteres morfológicos

No existió interacción entre los factores (sistema de producción x fuentes de fertilización), por lo tanto, las variables morfológicas se analizaron de forma independiente para cada factor.

En el cuadro 2, se muestra las variables altura y diámetro del tallo de las plantas de pepino fertilizadas con diferentes fuentes. En cuanto a la variable altura de las plantas; la fertilización química resultó de menor crecimiento en todas las fechas evaluadas. A los 44 ddt, las mayores alturas se registraron en las fuentes estiércoles ovino y bovino con 117 y 110.5 cm respectivamente y estadísticamente iguales, seguidos de las plantas fertilizadas con la lombricomposta y composta con promedio de 102.4 y 101.3 cm y superaron estadísticamente la altura de las plantas fertilizadas con la fuente química que obtuvieron un promedio de 95.7 cm.

En cuanto al variable diámetro del tallo; los mejores resultados se obtuvieron con la fertilización orgánica. Las plantas fertilizadas con estiércoles bovino, ovino y lombricomposta resultaron de mayor diámetro con 15.1, 14.43 y 14.32 mm respectivamente. Los mismos superaron estadísticamente el promedio de diámetro registrado con las plantas fertilizadas con la fuente química. Esas últimas registraron el menor diámetro de tallo con 13.27 mm (Cuadro 2).

Luna-Murillo. (2015) obtuvieron la misma dinámica de crecimiento en cuanto a altura de tallo del cultivo de papa usando abonos orgánicos (gallinaza, humus de lombriz y estiércol de bovino), lo que evidencia los beneficios de su uso como alternativa para la fertilización química del pepino.

En cuanto al diámetro del tallo, nuestros resultados tienen estrecha relación con lo encontrado por López. (2012) quienes obtuvieron mejores resultados con el uso de los abonos orgánicos en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*); los mayores diámetros de tallo fueron con el uso de lombricomposta como fuente de fertilización. La utilización de abonos orgánicos en cultivos de pepino tiene un efecto positivo y significativo, pues la disponibilidad de los nutrientes se encuentra en el suelo cuando las plantas lo requieren ya que su liberación es de forma lenta y paulatina, mientras que con los fertilizantes sintéticos cada vez se requieren en mayores cantidades para la producción, lo que conlleva al mal manejo de los sistemas de producción (Félix-Herrán., 2008).

**Cuadro 2. Comparación de medias de las diferentes fuentes de fertilización para las variables altura y diámetro del tallo de las plantas de pepino.**

Fuente	Altura (cm)				Diámetro (mm)			
	20ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt	20 ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt
fertilización	20ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt	20 ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt
Estiércol bovino	49.6a	85.17a	100.3ab	117a	8.43ab	10.84a	12.6a	15.1a
Estiércol ovino	49.7a	88.7a	105.1a	110.5ab	8.91a	10.85a	12.32ab	14.43ab
Lombricomposta	42.6b	73.47b	92.2bc	102.4bc	8.25ab	10.35a	11.95ab	14.32ab
Composta	41.8b	73.3b	85.8c	101.3c	7.97ab	9.75a	11.24ab	13.28b
Química	41.4b	72.07b	88.8c	95.7c	7.44b	9.93a	11.15b	13.27b
DMS	6.58	9.77	9.08	8.74	1.05	1.11	1.43	1.47

ddt: días después de trasplante; DMS: diferencia mínima significativa. Medias con letras desiguales en la misma columna, difieren significativamente para la Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ). En el cuadro 3, se muestra la variable altura y diámetro de tallo de las plantas de pepino en los tres sistemas de producción. En cuanto a la altura del tallo, en las tres primeras fechas (20, 28 y 36 ddt), los mejores resultados se obtuvieron a campo abierto y macro-túnel. Los mismos superaron estadísticamente a las plantas establecidas en malla sombra. Sin embargo, en la última fecha (44 ddt); las plantas establecidas en macro-túnel registraron las mejores alturas con 110.28 cm y superaron estadísticamente a las establecidas en campo abierto y malla sombra. El diámetro de las plantas, establecidas en campo abierto superaron estadísticamente, en todas las fechas a las establecidas en agricultura protegida (macro-túnel y malla sombra). A los 44 ddt, en campo abierto se registraron un promedio de 16.44 mm mientras que en macro-túnel y malla sombra se obtuvieron 13.49 y 12.32 mm respectivamente. Cabe señalar que las plantas establecidas en malla sombra registraron los peores resultados de diámetro del tallo. Las plantas establecidas en campo abierto obtuvieron mayor crecimiento (altura y diámetro de tallo) que las desarrolladas en agricultura protegida (malla sombra y macro-túnel). Sin embargo, según Alvarado et al. (2016), los mayores crecimientos se registran en invernadero, en segundo lugar, en malla sombra y por último en campo abierto, al comparar diferentes sistemas de producción sobre crecimiento, rendimiento y calidad postcosecha de fresa. Este último resultado dependió más bien de las condiciones climáticas del sitio y del tiempo de establecimiento del cultivo. En nuestra investigación debido al periodo de abril a julio de 2016, en el que las condiciones de temperatura fueron las óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de pepino, permitieron mayores alturas y diámetros de tallos de las plantas en campo abierto.

**Cuadro 3. Comparación de medias de los tres sistemas de producción para las variables altura y diámetro de tallo de las plantas de pepino.**

Sistema	Altura (cm)				Diámetro (mm)			
	20ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt	20 ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt
Producción	20ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt	20 ddt	28 ddt	36 ddt	44 ddt
Campo abierto	44.24ab	78.48ab	91.4ab	102.98b	9.35a	11.44a	13.39a	16.44a
Macro-túnel	48.18a	84.94a	98.18a	110.28a	8.13b	10.29b	11.63b	13.49b
Malla sombra	42.62b	72.22b	93.7b	102.9b	7.11c	9.31c	10.55c	12.32c
DMS	4.35	6.46	6	5.78	0.7	0.8	0.9	0.9

ddt: días después de trasplante; DMS: diferencia mínima significativa. Medias con letras desiguales en la misma columna, difieren significativamente para la Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

#### Índices de crecimiento

Se presentaron los resultados de las interacciones de los factores entre los 15-30 ddt. En el cuadro 4 se muestra la interacción sistema de producción x fuente de fertilización de las TAC. Las plantas fertilizadas con la composta, el estiércol ovino y la lombricomposta tuvieron resultados estadísticamente iguales (1.982, 1.556, 1.290 g día) a lo encontrado en las plantas fertilizadas con la fuente química (1.978 g día) en campo abierto.

En este mismo sentido, las plantas fertilizadas con la composta, el estiércol ovino y lombricomposta resultaron estadísticamente iguales (14.15, 11.11 y 9.21 g m<sup>2</sup> día) a lo encontrado en las fertilizadas químicamente (14.12 g m<sup>2</sup> día) en cuanto a la variable TCC en la interacción campo abierto x fuentes de fertilización.

En las interacciones agricultura protegida x fuentes de fertilización; todas las TAC y TCC fueron estadísticamente iguales (Cuadro 4).

Resultados similares concuerdan con lo expuesto por Encalada-Córdova et al. (2016) al evaluar las posturas de cafeto con cuatro niveles de sombra encontraron que las posturas de cafeto crecidas a plena exposición solar tuvieron menor crecimiento que las crecidas a 80 y 50% de sombra. En condiciones de invernadero y campo abierto, se encontró la misma tendencia de TCC; y concordamos que existieron valores mayores en agricultura protegida que en sistema convencional. Estos resultados se explican por una adaptación de las plantas al ambiente presente y su exposición a la radiación solar que implica el desarrollo vegetativo, fotosintético, entre otros (Sedano-Castro., 2005).

**Cuadro 4. Comparación de medias de la interacción sistema de producción y fuentes de fertilización para las variables Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) y Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de pepino entre los 15-30 días después de trasplante.**

Variables	TAC (g día)	TCC (g m <sup>2</sup> día)
-----------	-------------	----------------------------



Factores	Campo	Malla	Macro-	Campo	Malla	Macro-
	abierto	sombra	túnel	abierto	sombra	túnel
Composta	1.982 a	2.280 a	2.110 a	14.15 a	16.27 a	15.06 a
Química	1.978 a	2.772 a	1.650 a	14.12 a	19.79 a	13.18 a
Estiércol ovino	1.556 ab	1.980 a	1.840 a	11.11 ab	13.69 a	11.78 a
Lombricomposta	1.290 ab	2.430 a	2.434 a	9.211 ab	17.35 a	17.38 a
Estiércol bovino	0.578 b	1.918 a	1.650 a	4.727 b	14.13 a	12.52 a
DMS	1.053	1.025	1.014	6.869	6.254	5.864

DMS: Diferencia Mínima Significativa. Medias con letras desiguales en la misma columna, difieren significativamente para la Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

#### Rendimientos y sus componentes

La Figura 1 muestra el rendimiento obtenido en los tres sistemas de producción con las diferentes fuentes de fertilización. Se registraron mejores rendimientos con la fertilización química que superó estadísticamente a los obtenidos con las fuentes orgánicas en los tres sistemas de producción. El rendimiento obtenido en campo abierto (19.6 Kg m<sup>2</sup>) fue superior al obtenido en malla sombra (18.7 Kg m<sup>2</sup>), sin embargo, el máximo de rendimiento se registró en macro-túnel (23.4 Kg m<sup>2</sup>). Las fuentes orgánicas dieron respuestas diferentes independientemente de la interacción de los factores. En campo abierto, el estiércol bovino registró un rendimiento de 12.8 Kg m<sup>2</sup> y superó estadísticamente el resto de las fuentes orgánicas. En malla sombra, la lombricomposta obtuvo 15.8 Kg m<sup>2</sup> superando estadísticamente las demás fuentes orgánicas mientras que en macro-túnel los estiércoles bovino y ovino registraron 17.9 y 18.5 Kg m<sup>2</sup> respectivamente superando el resto de las fuentes orgánicas.

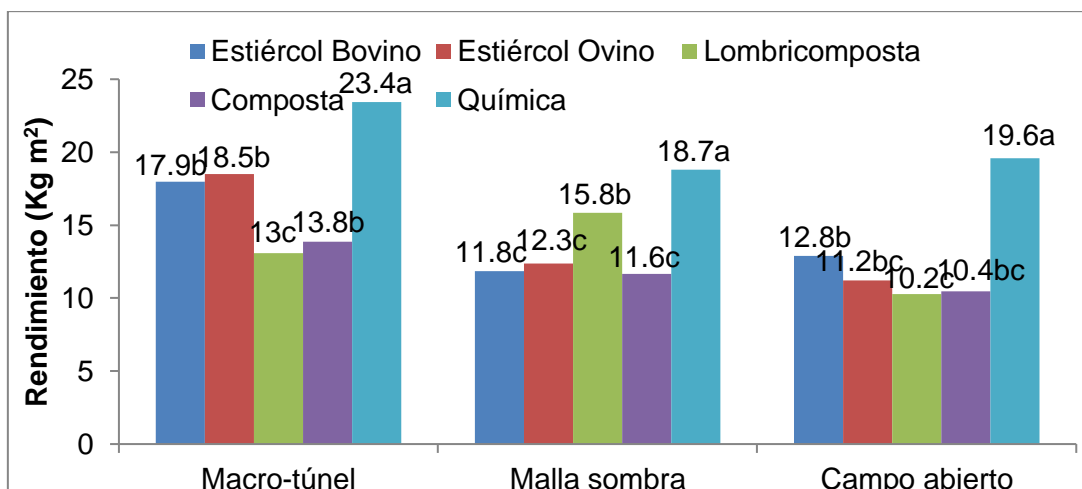


Figura 1. Rendimiento del cultivo de pepino en la interacción sistema de producción y fuentes de fertilización.

**Medias con letras desiguales, difieren significativamente para la Prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) en un mismo sistema de producción.**

En la variable masa fresca de los frutos, no existió interacción de los factores; por lo tanto la comparación de medias de Tukey se realizó de forma independiente para cada factor.

En cuanto al factor fuente de fertilización, los abonos orgánicos bovino, ovino y lombricomposta resultaron mejores masas frescas: 481.089, 453.675 y 425.283 g respectivamente. En adición, la masa fresca de los frutos donde se utilizó el abono orgánico estiércol bovino resultó ser el de mayor valor y superó de 17.63% a la masa fresca de los frutos fertilizados químicamente (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Comparación de medias de las diferentes fuentes de fertilización para la masa fresca de los frutos de pepino.**

Fuente de fertilización	Masa fresca fruto (g)
Estiércol Bovino	481.08 a
Estiércol Ovino	453.67 ab
Lombricomposta	425.28 ab
Composta	415.17 b
Química	396.28 b
DMS	60.33

DMS: Diferencia Mínima Significativa. Medias con letras desiguales, difieren significativamente para la Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

En cuanto al sistema de producción, en malla sombra se registró la máxima masa fresca de los frutos con 540.73 g y superó estadísticamente a lo encontrado en campo abierto y macro-túnel. Cabe señalar que las frutas cosechadas en campo abierto registraron 430.18 g y superaron estadísticamente lo obtenido en macro-túnel donde se registró la mínima masa fresca (331.98 g) (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Comparación de medias de los tres sistemas de producción para la masa fresca de los frutos de pepino.**

Sistema de Producción	Masa fresca frutos(g)
Malla sombra	540.73 a
Campo abierto	430.18 b
Macro-túnel	331.98 c
DMS	40.57

DMS: Diferencia Mínima Significativa. Medias con letras desiguales, difieren significativamente

para la Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Otros investigadores encontraron resultados similares a los nuestros, al encontrar mayor rendimiento con la fertilización química, sin embargo, señalaron que los abonos orgánicos (composta y vermicomposta) obtuvieron resultados favorables y consideran que pudieran utilizarse como alternativa de fertilización en invernadero para el cultivo de tomate (De la Cruz-Lázaro, 2009). En ese mismo sentido, Ramírez-Rubio, (2018) reportaron altos rendimientos con la aplicación del compost en la producción de pepino. Por otro lado, los rendimientos obtenidos en nuestra investigación fueron superiores a lo registrado por Jiménez. (2019) quienes registraron 12.11 kg m<sup>2</sup> como máximo rendimiento en el cultivo del pepino (Hibrido YA-2005) en condiciones de casas de cultivo.

Los resultados obtenidos en masas frescas de los frutos obtenidos superaron a los encontrados por Ortiz-Cereceres. (2009) quienes encontraron un promedio de 269 g al evaluar el cultivo de pepino en invernadero e hidroponía con la misma variedad "Turbo" en altas densidades de población de plantas.

### **Conclusiones**

1. Los abonos orgánicos utilizados se presentan como alternativa de fertilización para el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.), ya que exhibieron un mayor crecimiento morfológico e índices de crecimiento con respecto a la fertilización química.
2. Los mejores rendimientos acumulados se obtuvieron en las interacciones fertilización química dentro de macro-túnel, malla sombra y campo abierto, con 23.434, 18.795 y 19.59 kg m<sup>2</sup> respectivamente.
3. Los estiércoles bovino, ovino y la lombricomposta registraron masas frescas de frutos (481.08, 453.67 y 425.28 g respectivamente) superiores a lo registrado con la fertilización química (396.28 g).

### **Referencias bibliográficas**

- Adesemoye A.O., Torbert H.A. and Kloepper J.W. 2010. Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology* 46: 54-58. nt Pathology. 560. <http://digitalcommons.unl.edu/plantpathpapers/560>
- De la Cruz-Lázaro, E, Estrada-Botello, MA, Robledo-Torres, V, Osorio-Osorio, R, Márquez-Hernández, C, & Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y ciencia*, 25(1), 59-67. Recuperado en 12 de abril de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018629792009000100004&lng](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018629792009000100004&lng)

[=es&lng=es](#)

- Félix-Herrán, J. A. Sañudo Torres, R. R. Rojo Martínez, G.E. Martínez Ruiz R. y Olalde Portugal V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, enero-abril, año/Vol.4, Número 1. Universidad Autónoma Indígena de México. Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp.57 -67. [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej10articulosPDF/Art\[1\]20420Abonos.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej10articulosPDF/Art[1]20420Abonos.pdf)
- Instituto para la innovación tecnológica en agricultura. INTAGRI. (2012). *Tercer diplomado internacional en horticultura protegida*. [www.intagri.com.mx](http://www.intagri.com.mx) [18 Marzo 2012].
- Jiménez, M., González, L. G., Paz, I., Oliva, A., & Alarcón, A. (2019). *Respuesta agronómica del cultivo del pepino (cucumis sativus, l) en condiciones de casas de cultivo* (Original). Redel. Revista Granmense De Desarrollo Local, 3(4), 253-261. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1142>
- López, R. & Contreras, F. (2007). *Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica*. *Avances en Química*, 2(3),23-33.[fecha de Consulta 12 de Abril de 2020]. ISSN: 1856-5301. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=933/93320305>
- López, A. M. Matu J., y Mijangos, A. (2012). *Response of habanero pepper (Capsicum chinense L. Jacq) organic fertilizer supply in Tabasco, México*. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (2): 307-312. <file:///C:/Users/hp1/Downloads/DialnetRespuestaDelChileHabaneroCapsicumChinenseLJacqAISu-4688425.pdf>
- Luna, R. A. Reyes, J. J. López, R. J. Reyes, M. Murillo, G. Samaniego, C. Espinoza, A. Ulloa, C. y Travéz, R. 2015. *Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (Solanum lycopersicum L.)*. *Centro Agrícola* 42 (4): 67-74.
- Ortiz, J, Sánchez, F., Mendoza.M. C.,y Torres. A. (2009). *Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población*. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(4), 289-294. Recuperado en 12 de abril de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018773802009000400007&lng=es&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802009000400007&lng=es&lng=es)
- Ponce C. P. (2013) *Panorama de la agricultura protegida en México*. Consultado el 20 de junio de 2016, página web especializada en Hortalizas: <http://www.hortalizas.com/horticulturaprotegida/panorama-mexicano-revision-de-datos-de-la-industria-de-invernadero-en-mexico/>
- Ramírez, A., Rosell, R., y Romero, I. (2018). *Producción de abonos orgánicos en la comunidad*

“Gerardo Marcial Jiménez” de Campechuela (Original). Redel. Revista Granmense De Desarrollo Local, 1(3), 272-283. Recuperado a partir de <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/432>

Suniaga, Q. J., A. Rodríguez., L. Ramírez, R., E. Romero y E. Montilla. (2008). *Fertilización mediante fertirriego durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (Cucumis sativus L.) en condiciones de bosque seco premontano*. Agricultura Andina 15: 56-66.

Sedano, G., y González, V. A., y Engleman, E. M., y Villanueva, C. (2005). *Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita*. REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 11(2) ,291-297.[fecha de Consulta 12 de Abril de 2020]. ISSN: 1027-152X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=609/609112>