



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



**RESPUESTA DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*, L.) A LA
APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN**

Por

Ing. Idrissa Diédhiou

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en
Producción Agropecuaria**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P

Octubre de 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



**RESPUESTA DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*, L.) A LA
APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN**

Por

Ing. Idrissa Diédhiou

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en
Producción Agropecuaria**

ASESORES:

Dr. José Luis Lara Mireles

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez

Dr. José Butrón Rodríguez

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P

Octubre 2017

La presente tesis titulada “**Respuesta del cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.) a la aplicación de abonos orgánicos en diferentes sistemas de producción**” fue realizada por el Ing. Idrissa Diédhiou como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Producción Agropecuaria la cual fue revisada y aprobada por el suscrito comité de tesis:

Dr. José Luis Lara Mireles

Asesor principal

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez

Asesor

Dr. José Butrón Rodríguez

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 19 días del mes de octubre de 2017.

DEDICATORIA

A la memoria de mi querido Padre Ansoumana Diédhiou.

A la mémoire de mon cher Papa Ansoumana Diédhiou.

In memory of my dear Father Ansoumana Diédhiou.

Idrissa Diédhiou.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer es un sentimiento sencillo y profundo, es honrar a todos aquellos que con esfuerzo y dedicación hacen posible nuestros logros para llegar a la meta, no basta solo nuestro empeño sino es necesario que se conjuguen el sacrificio y las ideas de muchos para obtener el triunfo.

Y para mi esta es una de la parte más difícil del trabajo, ya que casi nunca se puede expresar con palabras todo lo que sentimos o queremos decir.

Es por ello que solo me limitaré a mencionar algunos nombres, porque la lista de personas sería interminable.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en particular al Centro de Investigación y Estudios de Posgrado perteneciente a la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria por la oportunidad dada para realizar mis estudios de Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencias Y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante mis estudios con el numero CVU 711689.

A mi honorable Director de Tesis Dr. José Luis Lara Míreles, que a pesar de estar muy ocupado siempre ha sabido darme la oportunidad de revisar mis avances y sus aportes para la culminación de este proyecto de mi vida, por ser un amigo, profesor, asesor y todo mis admiraciones para él (Muchas gracias Dr.).

A mis dos asesores, Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez por sus consejos, aportaciones y por ser un profesor amigo y más durante mi formación como maestro en la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la UASLP y al Dr. José Butrón Rodríguez.

Al Dr. José Luis Pablo Lara Ávila, coordinador de la Maestría en Producción que ha sido pionero en mis pasos para ingresar a la maestría.

Al Dr. Rabindranat Manuel Thompson Farfán y su familia por darme en mis primeros días hospedaje en su casa y ser amigos y compañeros de vida en mi estancia en San Luis Potosí.

A mis compañeros de generación 2015-2017 de la maestría, con menciones al Ing. Pedro Pérez Martínez, Ing. Emmanuel Martínez Castro, Ing. Daniel Osbaldo Ascensio Contreras, MVZ. Israel Méndez Cardona, MVZ. María Guadalupe Guerrero González, MVZ. Sinhue Guillen Rivas, MVZ. Leonardo Mata Abrego, MVZ. Gustavo Campos Ramírez, IAZ Daniel Andrés Faz Colunga y LPA Carolina Tovilla Espinoza.

A los profesores que han compartido clases conmigo durante mi formación.

Al Ing. Jesús Martínez y su equipo de trabajo del Centro de Capacitación en Agricultura Protegida de la facultad.

A mis familiares y amigos de Senegal y del mundo, que de lejos hemos estado en comunicación y siempre mantenido las noticias buenas y malas juntas (la lista sería interminable al mencionar).

A mi tío Amadou Djiba que es más que un tío a la distancia y mi primo Dr. Fanding Badjie. Mis hermanos Samboudiang y Mariama.

A mis amigos y compañeros que he llegado a tener aquí en San Luis Potosí (la lista sería interminable al mencionar) y me han enseñado mucho del modismo mexicano, comida y muchos más, aquí entran los que llamo cotidianamente mis “profesores de educación cultural mexicana” como los choferes de la facultad.

A Diak Sangaré, Boubacar Yarnangoré amigos desde nuestros primeros días en Cuba y el destino nos llegó a reunificar aquí en México, Pa Tamba Sheriff, Banzi Nicholauz, Oscar Monthiel, Lucy Sotomayor y Nadia Yael Martínez Galicia (a ti gracias).

A todos los que han de una manera a otra tenido el gusto de conocernos.

Y por último: a mi madre *Salie Badjie*: la mujer que más estimo en esta vida, pues en ti desde que Papa falleció he visto las inspiraciones de ser cada día mejor persona. Gracias Ina.

A todos, mis más sinceras gratitudes.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICES DE CUADROS	vii
ÍNDICES DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY	xi
INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis.....	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen del Pepino	5
Importancia del Cultivo.....	5
Producción de Pepino a Nivel Mundial.....	6
Producción de Pepino en los Estados Unidos Mexicanos y San Luis Potosí.....	9
Exigencias Climáticas del Cultivo	10
Temperatura.....	10
Vientos.....	11
Luminosidad	11
Humedad.....	11
Fechas de siembra.....	12
Exigencias del Suelo	12
Manejo del Cultivo.....	13
Preparación del terreno	13
Labores de cultivo y control de malezas.....	14
Riego.....	14
Cosecha.....	15

Fertilización	15
Respuestas Fisiológicas y Agronómicas del Cultivo	15
Agricultura Sostenible	17
Antecedentes y conceptos de agricultura sostenible	17
Recursos naturales	18
Fertilización Orgánica	19
Abonos orgánicos	20
Respuestas de los cultivos al uso de abonos orgánicos	21
Sistemas de Producción de Hortalizas	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Sitio Experimental	23
Especie Vegetal Establecido	23
Desarrollo Experimental	23
Aporte Nutricional de las Fuentes de Fertilización Orgánica	24
Aporte Nutricional de la Fertilización Química Utilizada en la Investigación	24
Tratamientos	25
Índices y Caracteres Evaluados	26
Caracteres morfológicos	26
Índices de Crecimiento	26
Rendimiento y sus Componentes	27
Valoración Económica	28
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	29
RESULTADOS	30
Caracteres Morfológicos	30
Índices de Crecimiento	35
Rendimiento y sus Componentes	43
Calidad de los Frutos	48
Valoración Económica	48
DISCUSIÓN	51
Variables Morfológicas	51
Índices de Crecimiento	53

Rendimiento y sus Componentes	56
Calidad de los Frutos	58
Valoración Económica	58
CONCLUSIONES	61
LITERRATURA CITADA.....	63
ANEXOS	74

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición nutritiva del pepino (100g de producto).....	6
2	Producción mundial de pepino por países.....	7
3	Municipios de producción a nivel de estado (San Luis Potosí).....	9
4	Dosis de fertilizantes utilizados en los tres sistemas de producción.....	25
5	Fórmulas utilizadas para determinar los índices de crecimiento.....	26
6	Clasificación de los frutos de pepino según United States Departement of Agriculture (USDA), 2016.....	27
7	Clasificación de los frutos de pepino según la NMX-FF-023 norma mexicana PC-021 2005 de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Pepino.....	28
8	Cuadrados medios y niveles de significancia para variables morfológicas (altura (cm) y diámetro (mm)) tallo medidas a los 20, 28, 36 y 44 días después del trasplante días después del transplante (ddt), de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.....	30
9	Comparación de medias del variable diámetro tallo de las plantas (mm) de las diferentes fuentes de fertilización a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante.....	32
10	Comparación de medias de la variable altura tallo de las plantas (cm) de las diferentes fuentes de fertilización a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante.....	33
11	Comparación de medias del variable diámetro de tallo (mm) en los tres Sistemas de Producción a los 20, 28,36 y 44 días después del transplante.....	34
12	Comparación de medias del variables altura (cm) en los tres Sistemas de Producción a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante	34
13	Cuadrados medios y niveles de significancia para variables Tasas Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasas Relativo de Crecimiento medidas a los 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 días después del transplante, de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.....	36
14	Comparación de medias de Tukey (P=0.05) de las Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC) en los tres sistemas de producción entre 0-15 días después de transplante.....	37
15	Comparaciones de medias de Tukey (P=0.05) de las Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC) de pepino entre los 0-15 días después de transplante de los diferentes fuentes fertilización.....	37
16	Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) en g.día-1 de pepino entre los 15-30 días después de transplante.....	39
17	Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización	

	dentro de Sistema de producción para Tasa de Crecimiento del Cultivo (g.m ² .dia ⁻¹) (TCC) de pepino entre los 15-30 días después de trasplante.....	40
18	Comparación de medias de Tukey de la interacción sistema de producción dentro de fuente de fertilización para Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) (g.m ² .dia ⁻¹) de pepino entre los 30-45 días después de trasplante.....	41
19	Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para Tasa de Crecimiento del Cultivo (g.m ² .dia ⁻¹) (TCC) de pepino entre los 45-60 días después de trasplante.....	42
20	Cuadrados medios y niveles de significancia para los variables rendimiento, peso fresco de frutos e índices de cosecha de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.....	43
21	Comparación de medias de Tukey (P=0.05) del variable peso fresco (g) de los frutos en los tres sistemas de producción.....	46
22	Comparación de medias de Tukey (P=0.05) del variable peso fresco (g) de los frutos de los diferentes fuentes de fertilización.....	46
23	Comparaciones de medias de la interacción Fuentes de Fertilización dentro de Sistema de Producción para el variable Índice de Cosecha.....	48
24	Resultados de la Valoración económica estimado en la producción total de pepino en un ciclo con diferentes fuentes de fertilización en tres sistemas de producción en una superficie de 1 ha.....	49

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura		Página
1	Interacción fuentes de fertilización dentro de sistema de producción para el variable rendimiento (kg m^{-2}).....	57

RESUMEN

El pepino es uno de los cultivos que muestra mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en distintos sistemas de producción. En este sentido, el siguiente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el cultivo del pepino en diferentes sistemas de producción: campo abierto, macro-túnel y malla sombra. En cada uno de estos sistemas se probaron diferentes fuentes de fertilización, y las dosis dependieron de los requerimientos nutricionales del cultivo. Las diferentes fuentes de fertilización fueron: lombricomposta, composta, estiércoles bovino y ovino y un tratamiento testigo (fertilización química). La aplicación de las mismas se hizo siete días previos a la siembra. Para lo mismo se evaluaron variables agronómicas: crecimiento y desarrollo del cultivo, largo y ancho de frutos (cm) y el rendimiento de fruto en kg m^{-2} , y variables fisiológicas: Análisis de Crecimiento, Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) y Tasa Relativo de Crecimiento. Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3x5) con cinco repeticiones por sistema de producción y la prueba de comparación de medias de Tukey para las variables que mostraron diferencias significativas; además se realizó un análisis Beneficio/Costo de cada sistema de producción bajo la fertilización utilizada. La mejor dinámica de crecimiento (altura y diámetro de tallo) se observó con la utilización de los abonos orgánicos. Los índices de crecimiento tuvieron comportamientos similares en dependencia del sistema y de la fuente de fertilización. Los mejores rendimientos se registraron en la interacción fertilización química con 23.434, 18.795 y 19.59 kg m^{-2} dentro de los sistemas de producción macro-túnel, malla sombra y campo abierto respectivamente. Todos los frutos presentaron la calidad *México Número 1* con la letra D (mayor de 6.5 y 16.5 cm en diámetro y longitud). Los mejores valores de relación beneficio-costo se obtuvieron con la utilización de los abonos orgánicos; el estiércol ovino presentó valores de \$30.69 y \$14.67 en macro-túnel y malla sombra respectivamente mientras que en cielo abierto el estiércol bovino resultó de \$9.16.

Palabras claves: Malla sombra, Campo abierto, Macro-túnel, fertilización orgánica.

SUMMARY

The cucumber is one of the vegetable crops that shows bigger flexibility to adapt to the changes in different production systems. In this sense, the following work was carried out with the objective of evaluating the cucumber crop in different production systems: open field, macro-tunnel and mesh shade. Different fertilization sources were tested in each one of these systems, and the doses depended on the nutritional requirements of the crop. The different fertilization sources were: vermicompost, compost, bovine and ovine manures and a witness treatment (chemical fertilization). The application of the same was made seven days prior to the sowing. In the same vein the following agronomic variables were evaluated: growth and development of the crop, long and wide of fruits (cm) and the fruit yield in kg m^{-2} , and physiologic variables: Analysis of Growth, Appraises Absolute of Growth (TAC), Rate of growth of the Cultivation (TCC) and Rate Relative of Growth. A design was used at random in blocks with factorial arrangement (3x5) with five repetitions for production system and the test of comparison of stockings of Tukey for the variables that showed significant differences; besides, a Cost/Benefit analysis was also carried out for each production system under the selected fertilization scheme. The best dynamics of growth (height and shaft diameter) was observed with the use of the organic payments. The indexes of growth had similar behaviors in dependence of the system and of the fertilization source. The best yields registered in the interaction chemical fertilization with 23.434, 18.795 and 19.59 kg m^{-2} inside the systems of production macro-tunnel, mesh shade and open field respectively. All the fruits presented the quality *Mexico Number 1* with the letter D (bigger than 6.5 and 16.5 cm in diameter and longitude). The best securities of relationship cost-benefit were obtained with the use of the organic payments; the ovine manure presented securities of \$30.69 and \$14.67 respectively in macro-tunnel and mesh shade while in open sky the bovine manure was of \$9.16.

Keywords: Mesh shade, open Field, Macro-tunnel, organic fertilization.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es de importancia económica pues tiene gran demanda en el mercado local e internacional, ya sea fresco o procesado (Arias, 2007) y es considerada una de las hortalizas que se desarrolla tanto a cielo abierto como en agricultura protegida (INFOAGRO, 2014).

De la misma manera, el pepino 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 (INTAGRI, 2012).

La demanda de pepino en los Estados Unidos de América ha tenido un crecimiento sin precedentes en los últimos años. La importación registró un incremento de 16.5 % de 2002 a 2007, por lo cual se cataloga a México 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⁻¹ (SIAP, 2015).

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 (Pérez, 2012); el incremento del precio de los fertilizantes sintéticos y su uso excesivo hacen necesario utilizar los de fuentes orgánicas como alternativas de nutrición a las plantas (Adesemoye *et al.*, 2010).

Además, los fertilizantes químicos, en la actualidad, son energéticamente costosos y su producción requiere el uso de combustibles fósiles que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero (Mia *et al.*, 2010).

Según Kang *et al.* (2009), el uso excesivo de éstos contribuye al deterioro de la calidad del suelo, siendo claramente una práctica agrícola insostenible, por lo que se tienen que buscar alternativas para tener una agricultura más sustentable, que incrementen el aprovechamiento de los fertilizantes 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 *et al.*, 2008). Algunos de ellos, como la agricultura protegida (invernaderos, malla sombra, macro-túnel etc.), ofrecen beneficios

de altos rendimientos y calidad de los frutos, seguridad en la producción con cierta independencia del clima, etc. En 2013, en México estaban bajo cubierta 20,000 ha, de las cuales 12,000 son de invernaderos y 8,000 de estructuras denominadas casa-sombra (AMHPAC, 2013; Ponce, 2013).

Por otro lado, el sistema de producción a campo abierto se hace en muchas más extensiones y, por lo tanto, los costos totales de capital y operación en ambos sistemas podrían ser muy 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. También 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).

Según Kader (1996, citado por López-Elías *et al.*, 2011), la calidad del fruto depende del genotipo, manejo agronómico del cultivo (densidad de plantación, fertilización, irrigación), condiciones climáticas, estado de madurez en la cosecha y el método de la misma.

El pepino es uno de los cultivos que muestra mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en distintos sistemas de producción, entre los que cabe destacar la respuesta del rendimiento ante el suministro diferencial de nutrimentos (Randolph, 1999), lo que sirve de punto de partida para direccionar investigaciones sobre el comportamiento fisiológico del cultivo a través del análisis de crecimiento en diferentes condiciones nutrimentales.

El crecimiento vegetal y la consecuente acumulación de materia seca están relacionados directamente con la absorción continua de nutrimentos minerales, la cual se produce solamente si aumenta el tamaño de la planta. En caso contrario, especialmente para las hortalizas, como el pepino, caracterizadas por su periodo vegetativo relativamente corto, se deja de aprovechar el potencial productivo de los genotipos de alto rendimiento; disponibles y accesibles en la actualidad y, por lo tanto, se obtienen

rendimientos por debajo de una buena rentabilidad económica, con la consiguiente pérdida de competitividad y sostenibilidad (Güenkov, 1974; Valadez, 1998).

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 la solución como problema científico del uso indiscriminado de fertilizantes químicos y su elevado costo, mediante la siguiente **pregunta de investigación:**

¿Influye la utilización de diferentes fuentes de fertilización orgánica en el comportamiento fisiológico y agronómico (rendimiento y calidad) del pepino en campo abierto, macro-túnel y malla sombra?

Hipótesis

Los sistemas de producción de hortalizas generan un cambio sustancial de los diferentes factores que intervienen en la producción repercutiendo en el comportamiento fisiológico y en el rendimiento y calidad de los cultivos; por lo tanto, cultivos como el pepino, que muestra mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en distintos sistemas de producción, presentará diferencia en el comportamiento fisiológico y agronómico en campo abierto, macro-túnel y malla sombra con diferentes fuentes de fertilización orgánica.

Objetivo General

Evaluar la respuesta fisiológica y agronómica, ante diferentes fuentes de fertilización orgánica, en el cultivo de pepino sembrado en campo abierto, macro-túnel y malla sombra.

Objetivos Específicos

Determinar la dinámica de crecimiento (respuesta fisiológica) del cultivo de pepino en campo abierto, macro-túnel y malla sombra con diferentes fuentes de fertilización.

Determinar la calidad y rendimiento del fruto (respuesta agronómica) en campo abierto, macro-túnel y malla sombra con diferentes fuentes de fertilización.

Evaluar la rentabilidad del pepino en campo abierto, macro-túnel y malla sombra con diferentes fuentes de fertilización.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Pepino

Reyes-González, (2012) menciona que se cree que el pepino es originario de India o del sureste de Asia, y aparentemente ha sido cultivado ahí desde hace 3000 años. Su cultivo se dio posteriormente en Grecia, Italia y luego en China. El mismo fue introducido en Inglaterra en los años 1300 y en América en 1539 (Lower y Edwards, 1986; Decoteau, 2000).

De la misma manera, Muñoz-Macías, (2015) dice que es originario del sudeste de Asia y su cultivo se extendió hacia el cercano Oriente; fue conocido por los griegos y los romanos antiguos, incluso su cultivo era forzado y lo introdujeron hacia el este de China y después a Europa (Maroto *et al.*, 2010).

Gálvez, (2004) dice que fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros del pepino en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó las semillas a América. El primer híbrido apareció en 1872.

Importancia del Cultivo

Según Ross-López, (2013) el pepino es un cultivo altamente rentable en México, pues en la última década se ha incrementado su importancia debido principalmente a las exportaciones hacia Estados Unidos de América, ocupando un segundo lugar en importancia entre las hortalizas exportadas, superado por el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (SIAP, 2010).

El mismo ha alcanzado gran importancia debido a la gran diversidad de climas y la adaptabilidad que presenta, ya que esta hortaliza se cultiva en 29 estados de México (SAGARPA, 2010).

El cultivo se encuentra dentro de las hortalizas de mayor importancia dado su consumo *per cápita* como hortaliza de mesa (FAO, 2012). Se utiliza para consumo en

fresco, para obtención de aceite de las semillas y actualmente, para su uso en productos de belleza como jabones y cremas corporales gracias a su riqueza en agua, vitamina E y aceites naturales, constituye uno de los mejores remedios para el cuidado externo de la piel (SIAP, 2012). En el Cuadro 1 se puede observar la composición nutritiva del pepino.

Cuadro 1. Composición nutritiva del pepino (100g de producto).

Compuesto	Cantidad
Calorías	12
Agua	96.01 g
Carbohidratos	2.50 g
Grasas	0.16 g
Proteínas	0.57 g
Fibra	0.7 g
Cenizas	0.28 g
Calcio	14 mg
Fósforo	21 mg
Hierro	0.16 mg
Potasio	148 mg
Tiamina	0.021 mg
Riboflavina	0.011 mg
Niacina	0.104 mg
Ácido ascórbico	2.8 mg

Fuente: United States Departement of Agriculture (USDA) 2012.

Producción de Pepino a Nivel Mundial

La producción mundial de pepino ha superado los 65.000 millones de kilos, obteniéndose concretamente en todo el mundo 65.134'08 millones de kilos de pepino, según los datos que ha elaborado por el Diario Digital de Actualidad Hortofrutícola (HORTOINFO) procedentes de FAOSTAT, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO),

correspondientes al año 2012, último del que la citada oficina de estadística dispone de datos a nivel mundial.

China lidera el ranking con una producción de 48.000 millones de kilos, el 73 por ciento del total. El segundo lugar lo ocupa Turquía con 1.742 millones de kilos (2,68%), apareciendo Irán en tercera posición con una producción de 1.600 millones de kilos, el 2'46 por ciento del total. La cuarta posición está ocupada por Rusia, que produce 1.281'79 millones de kilos, el 1'97 por ciento del total. Le sigue en quinto lugar Ucrania con 1.020'6 millones de kilos (1'57%), Estados Unidos en sexta posición con 901'06 millones de kilos (1'38%), España en séptimo lugar con 713'20 millones de kilos (1'09%), México en el número ocho con 640'51 millones (0'98%), Egipto en el noveno lugar con 613'88 millones de kilos (0,94%) y Japón en décima posición, con 586'50 millones de kilos, lo que le supone el 0'91 por ciento de la producción mundial de pepino (FAO, 2012).

Su producción en el mundo durante los últimos cinco años ha experimentado un crecimiento continuo, ya que en el año 2008 la producción fue de 58.522 millones de kilos, en 2009 fue de 60.882 millones de kilos, en 2010 se produjeron 62.571 millones de kilos, en 2011 la producción mundial fue de 64.327 millones, siendo la producción de 2012 de 65.134 millones de kilos de pepino (FAO, 2012). En el Cuadro 2 se puede observar la producción mundial de pepino por país.

Cuadro 1. Producción mundial de pepino por país.

País	Toneladas
Alemania	244.347
China	48.000.000
Egipto	613.880
España	713.200

USA	901.060
Rusia	1.281.788
Indonesia	511.525
Irán	1.600.000
Iraq	505.000
Japón	586.500
Kazajstán	356.000
México	640.508
Países Bajos	410.000
Polonia	520.868
Corea	288.071
Tailandia	265.000
Palestina	260.000
Turquía	1.741.878
Ucrania	1.020.600
Uzbekistán	435.000

Fuente: FAO. (2012).

Producción de Pepino en los Estados Unidos Mexicanos y San Luis Potosí

El cultivo de pepino en México es de bastante importancia, en tanto que es el segundo productor del continente Americano (detrás de EEUU) de esta hortaliza. La comercialización de pepino mexicano es muy dependiente de las necesidades del mercado estadounidense, en tanto que el país exporta en torno al 80% de su producción a esta potencia (SIAP, 2016).

A nivel nacional, Sinaloa es el estado con mayor producción y con diferencia, ya que su producción (305 326,75 t) representa el 43,18% de la producción total de pepino, de la cual se cultiva en agricultura protegida aproximadamente el 60%. Por otro lado, los estados sucesores son Michoacán (95 101,72 t) y Sonora (74 777,30 t), representando el 13,44 y 10,57% respectivamente de la producción mexicana (SIAP, 2016).

De la misma manera en 2015, la producción de pepino en el estado de San Luis Potosí ha sido de 15,755.5 ton para un rendimiento de 301,046.82 ton/ha (SIAP, 2016).

Cuadro 2. Municipios de producción a nivel de estado (San Luis Potosí).

Ubicación	Sembrada	Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	VP
	(ha)	(ha)	(t)	(t ha ⁻¹)	(\$ t ⁻¹)	Miles \$
Ahualulco	1	1	26	26	7,000	182
Cedral	44	44	3,852	87.54	6,050.23	23,305.49
Fernández	8	8	248	31	2,000	496
Carmona	8	8	200	25	6,562.50	1,312.50
Moctezuma	48	48	5,280	110	7,096.37	37,468.83
SL Potosí	12	12	312	26	6,211.54	1,938
Tamuín	2	2	16	8	5,800	92.8
Venado	17	17	1,425.50	83.85	5,863.17	8,357.95
Villa Arista	39	39	4,368.00	112	7,303.57	31,901.99
Total	179	179	15,736.5	301,046.82	53,887.4	

PMR: Precio Medio Rural. VP: Valor de la Producción. ha: Hectárea. t: tonelada. Miles \$: Miles de Pesos. \$: Pesos.

Fuente: SIAP (2016)

Exigencias Climáticas del Cultivo

El pepino es una hortaliza de verano, aunque en la actualidad se puede comprar durante todo el año gracias a los cultivos de invernadero que han proliferado de modo extraordinario (SIAP, 2016).

Su manejo racional de forma conjunta de los factores climáticos es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide también sobre el resto (Tamaro, 2005).

Temperatura

La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de las plantas oscila entre 18 y 30 °C. A menores de 14 °C cesa el crecimiento, helándose a -1 °C. Las semillas requieren de una temperatura óptima de 20 a 25 °C durante el día y de 18 a 22 °C durante la noche, para su germinación (Guenkov, 1974; Serrano, 1979; Reyez-González, 2012).

Ross-López, (2013) menciona las temperaturas que durante el día oscilan entre 20 y 30 °C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25 °C, mayor es precoz la producción. Por encima de los 30 °C se observan desequilibrios en los procesos de fotosíntesis, respiración y las temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17 °C ocasionan mal formaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12 °C. La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1 °C comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (INFOAGRO; 2014).

Por lo tanto los Celsius ideales para el cultivo del pepino oscilan entre los 20 y 30 grados centígrados (Arias; 2007).

Vientos

Se clasifica como un factor determinante en la producción de pepino. El viento de varias horas de duración y con velocidades arriba de 30 Km/hora acelera la pérdida de agua de la planta, bajan la humedad relativa del aire, y aumenta las exigencias hídricas de la planta. Esto reduce la fecundación de los estilos florales. En resumen, el viento disminuye el crecimiento, reduce la producción, acelera la senilidad de la planta, y daña hojas, flores y frutos. Por este motivo debe cultivarse en lugares resguardados o poner barreras rompevientos (CENTA, 2003; Arias, 2007; Maroto *et al.*, 2010).

Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y se fructifica con normalidad, incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas; a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Tiene exigencias elevadas por lo que es aconsejable establecer el cultivo en terrenos muy soleados, ya que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz la reduce (Carrasco, 2008).

Humedad

Según Muñoz-Macías (2015) el pepino es una planta con elevados requerimientos de humedad debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60 – 70 % y durante la noche del 70 – 90 %. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación es infrecuente. Respecto a la humedad relativa del aire el cultivo es muy exigente, a excepción del período de recolección, en el cual las plantas se hacen más susceptibles a algunas enfermedades fungosas (López, 2008).

De la misma manera Reyes-González (2012) señaló que planta muy exigente con respecto al balance de humedad del suelo y del aire, debido al débil sistema radicular y al poseer una alta densidad estomática. Para el desarrollo y fructificación del cultivo, la

humedad del suelo debe ser de 70 a 80 % de la capacidad de campo y la humedad relativa de 80 a 90 %. La falta de humedad en el suelo puede producir frutos poco desarrollados y deformaciones (Guenkov, 1974; Mortensen, 1986).

Fechas de siembra

El pepino es un cultivo que se adapta a los climas templado-cálidos y se puede establecer durante todo el año en la región si se dispone de humedad adecuada. Aunque los mejores rendimientos se pueden obtener de Mayo a Julio (INIFAP, 1996).

Es una hortaliza de verano, aunque en la actualidad se puede comprar durante todo el año gracias a los cultivos de invernadero que han proliferado de modo extraordinario (SIAP, 2016).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA) junto al SIAP (2015) señalaron que la producción de pepino es mayor en el ciclo otoño-invierno con 68%, mientras que el 32 por ciento restante se genera en el primavera-verano. En promedio en los últimos tres años agrícolas (2012-2014) seis estados generan 80% en el ámbito nacional, entre los que destacan: Sinaloa con 40% y Michoacán 14 por ciento. El pepino se recolecta todo el año, pero en los meses de febrero, marzo y abril, se obtiene 44 por ciento.

Exigencias del Suelo

El cultivo del pepino se puede cultivar en muchos tipos de suelos fértiles y bien drenados, desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor a 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular, para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos (García, 2008).

En cuanto al pH, el cultivo se adapta a un rango de 6,5 – 7,8 (neutro), soportando incluso un pH hasta de 7,5 (se debe evitar los suelos ácidos con pH menores a 5,5) (Schnitman, 2007).

Por lo mismo el pepino es una planta medianamente tolerante a la salinidad, de forma que, si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, lo cual vuelve el crecimiento más lento, el tallo se debilita, las hojas se tornan más pequeñas y de color oscuro, y se obtienen frutos torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas y con mayor sensibilidad a diversas enfermedades (Villa y Aguirre, 2009 y Salas, 2011).

Manejo del Cultivo

Según Arias (2007) el manejo del cultivo incluye la preparación del suelo, siembra o transplante, control de malezas, fertilización, riego, manejo de plagas y enfermedades etc.

Preparación del terreno

La preparación de suelo debe hacerse por lo menos a una profundidad de 30 a 40 cm. Primero arando y luego rastreando hasta dejarlo bien mullido, dependiendo del tipo de suelo y como ha sido laboreado (Arias, 2007).

De la misma manera INIFAP (1996) señaló que la misma depende de la fecha de siembra, del cultivo anterior y de las características del suelo. El suelo debe estar libre de encharcamiento sobretodo en periodos de lluvias. También señaló la eliminación de malezas o restos del cultivo anterior, dando un barbecho de 20-30 cm de profundidad para roturar el suelo, incorporar los residuos y eliminar algunos insectos. Luego se debe hacer dos o tres pasos de rastra incluyendo una nivelación de las camas.

Es indispensable un muestreo de suelos al menos una vez al año. El suelo debe estar listo por lo menos 45 días antes del transplante. Esto ayudara a evitar atrasos al momento de sembrar y poder hacer control de malezas y el transplante oportunamente (Arias, 2007; Reyes-González, 2012).

Labores de cultivo y control de malezas

Efectuado la nivelación y el aplicado el fertilizante, se debe realizar la borra y posteriormente un aporque para mantener las camas libres de malezas mediante deshierbe manual mientras lo permita el desarrollo de las guías de las plantas. El control de maleza se puede hacer mediante el uso de herbicidas, sobre todo cuando la población es abundante, principalmente en condiciones de temporal donde el problema de malezas es mayor y resulta ser económico el control químico comparado con el mecánico y/o manual. También debe existir entre las camas un surco bien marcado que servirá para la conducción de agua de riego o eliminar el exceso de agua (INIFAP, 1996).

El control de malezas es una labor esencial en el cultivo de pepino como en cualquier cultivo, ya que evita la competencia de agua, fertilizante, luz, y espacio de crecimiento. Además es sumamente importante recordar que las malezas son fuentes de enfermedades y plagas. Si un cultivo está con malezas no se está haciendo un manejo integrado del cultivo. Por lo tanto otras actividades realizadas para atender el cultivo no dan los resultados esperados por la presencia de malezas. Por ejemplo, se debe utilizar mayor cantidad de insecticidas y fungicidas, en muchos casos sin obtener el buen control esperado, y en ocasiones con un efecto negativo de intoxicación del cultivo. Lo ideal es controlar las malezas antes del transplante, dejando que las malezas crezcan para luego aplicar un herbicida adecuado dependiendo del tipo de maleza. El uso de acolchado es una buena alternativa y hoy día la mayoría de las compañías así como productores pequeños utilizan esta tecnología en la producción de pepino (Arias, 2007).

Riego

INIFAP (1996) mencionó que el mismo depende de la fecha de siembra, de las condiciones del suelo y del medio ambiente, el pepino se puede manejar de humedad residual, de riego, de punta de riego y bajo condiciones temporal. Según sea la humedad del suelo, una vez transplantadas las plantas.

El riego es un punto crítico dentro del sistema de producción pues más que proveer agua, es el método de alimentación para el cultivo. Las plantas, al igual que los

animales, deben alimentarse todos los días. La diferencia es que las plantas no pueden hablar ni moverse por lo que es necesario facilitar esta actividad dándoles la comida en forma racional diariamente, y no regar ni en forma excesiva o insuficiente (Reyes-González, 2012).

Cosecha

La cosecha se realiza manualmente con una frecuencia variable. El fruto para cosechar debe estar en estado óptimo de desarrollo: de acuerdo con las exigencias del mercado, el fruto debe estar tierno y el mejor índice de ello es la semilla tierna. Puede almacenarse durante diez a catorce días a temperaturas entre 7 a 10°C, con una humedad relativa de 90 a 95% (SIAP, 2015).

Fertilización

En la fertilización debe haber un balance nutricional con todos los elementos necesarios para el buen desarrollo del pepino. Aún más importante que la fertilización es manejar correctamente el agua de riego, el cual es un factor crítico para obtener una óptima nutrición ya que toda la nutrición que logra el cultivo es a través del agua en el suelo. Es preciso enfatizar que el riego es el nutriente más importante que tiene la planta. Si se riega mucho se lixivia y se diluyen mucho los nutrientes. Si se riega poco la planta no tiene disponibilidad de los mismos. El balance de los nutrientes es tan importante como las relaciones que deben existir entre el N:K, el K:Ca y el Ca:Mg, con el propósito de evitar tener antagonismo y poder controlar el desarrollo de las plantas y su resistencia a los factores ambientales o enfermedades. Una nutrición bien balanceada permite tener el desarrollo adecuado de la planta para optimizar el rendimiento (Arias, 2007).

Respuestas Fisiológicas y Agronómicas del Cultivo

Según Sedgley (1991) las plantas idóneas para incrementar el rendimiento por unidad de superficie son las que poseen características morfológicas que minimizan la competencia y sufren menor interferencia de sus vecinas con alta eficiencia fisiológica

que les permite explotar al máximo el ambiente favorable que les rodea y optimizar la distribución de asimilados hacia el grano o fruto.

De la misma manera Sedgley (1991) y Acquaah *et al.* (1991) indican que una vía potencial para incrementar el rendimiento de un cultivo en ambientes poco restrictivos, es el aumento de la población para el rápido establecimiento de un índice de área foliar óptimo para la intercepción de energía radiante; y consideran posible concebir una alta productividad, semejante para varias especies cultivadas. Lo mismo incluiría características como: a) Tallo grueso, que generalmente implica mayor área de floema y en consecuencia un transporte más eficiente, y mayor capacidad de reserva de asimilados para su uso posterior en el llenado de frutos; b) Menor altura de planta, con menor gasto de asimilados en elongación, mayor índice de cosecha y menor competencia por radiación; c) Hojas pequeñas pero fotosintéticamente eficientes, que permiten el uso de altas densidades de población sin efectos adversos de competencia y propician una mayor tasa de producción de fotoasimilados por unidad de superficie de suelo cubierto por el dosel; d) Hábito determinado, con un tallo sin ramas que reduce la competencia por asimilados entre órganos reproductivos y vegetativos, lo que favorece así a los primeros y acorta el ciclo para posibilitar más cosechas por año; y e) Alto número de estructuras reproductivas con una actividad de demanda fisiológica que se traduzca en alto peso unitario, para transformar los fotoasimilados disponibles en rendimiento económico.

La aproximación más precisa que hacen los investigadores al análisis y cuantificación de los factores que influyen en el rendimiento y desarrollo vegetal mediante operaciones y modelos matemáticos para ambientes particulares, es el estudio de la acumulación neta de fotosintatos a través del tiempo, denominada análisis de crecimiento (Gardner *et al.* 1990). Para llevarlo a cabo, generalmente se hacen mediciones de materia seca a intervalos frecuentes. Otra información en el análisis de crecimiento, como por ejemplo los índices de eficiencia fisiológica del cultivo, es obtenida mediante cálculos matemáticos. En la actualidad la utilización de ordenadores rápidos y programas de cómputo que permiten el manejo de grandes cantidades de datos han facilitado considerablemente estos procesos (Gardner *et al.* 1990).

Para hacer un mejor uso de los materiales y tiempo del investigador, está más

extendido el uso del análisis de crecimiento funcional, que además facilita la elaboración de modelos del crecimiento con alta confiabilidad (Gardner et al. 1990) y la realización de curvas que caracterizen el comportamiento de las variables del crecimiento con datos ajustados, obtenidos mediante variedad de modelos matemáticos no lineales entre los que sobresalen el logístico, Gompertz, Weibull y Richards, exponencial, MichaelisMenten y monomolecular (Rojas et al. 2008) y procedimientos como la regresión lineal, cuadrática y logarítmica, derivada y desarrollo de modelos polinomiales, que han sido trabajados ampliamente en cultivos (Hunt 1978, 1982, 1990; Gardner et al. 1990; Alonso et al. 2008).

Agricultura Sostenible

Antecedentes y conceptos de agricultura sostenible

Para entender a qué nos referimos cuando se habla de agricultura sostenible, se hace necesario revisar el concepto de desarrollo sostenible, que, si bien tiene diversas interpretaciones, en su definición original de 1987 (Brundtland, 1987) se define como "aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades."

Posteriormente, esta definición ha sido revisada y complementada. En 2002, en el marco de la Cumbre de Johannesburgo, se refuerza el concepto de que la sostenibilidad incluye aspectos económicos, sociales y ambientales, y que la erradicación de la pobreza, la producción y el consumo sostenibles, y la protección y manejo de los recursos naturales, son la base del desarrollo económico y social y requisitos esenciales para alcanzar un desarrollo sostenible según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2010).

En este contexto, y considerando las particularidades de la agricultura como sector proveedor de alimentos, pero además altamente dependiente de los recursos naturales en sus operaciones, se define agricultura sostenible como "aquella que

garantiza la satisfacción de las necesidades nutricionales básicas de las generaciones actuales y futuras, y aporta diversos beneficios económicos, sociales y ambientales. Proporciona empleo duradero, ingresos suficientes y condiciones de vida y trabajo dignos para todos los involucrados en la producción agrícola. Mantiene – y, siempre que es posible, mejora – la capacidad productiva de la base de los recursos renovables, sin perturbar el funcionamiento de los ciclos ecológicos y los equilibrios naturales esenciales, ni destruir las características socioculturales de las comunidades rurales, ni contaminar el medio ambiente” (FAO; 1995).

La sustentabilidad de los sistemas agrícola-ganaderos implica preservar y/o mejorar la capacidad productiva del sistema desde el punto de vista agronómico, económico y ambiental y la calidad de los recursos renovables y no renovables involucrados. Entre estos recursos, se destaca el suelo como recurso finito no renovable (García Hidalgo; 2016).

Por otra parte, Lal (1989) definió agricultura sostenible como una estrategia de manejo de recursos que apunta a reducir la dependencia de insumos basados en energía, que implica el uso de técnicas innovadoras de manejo de suelos y cultivos, el uso de insumos renovables y preserva un balance saludable de suelo, alimentos, gente y ambiente.

Claramente, el concepto incluye tres elementos básicos: la preservación de los recursos naturales; mantenimiento o mejora de la calidad del ambiente; y mantenimiento o mejora de la productividad de los factores de producción y calidad de los productos.

Recursos naturales

La agricultura utiliza recursos naturales renovables (suelo, agua, energía solar, algunos nutrientes) y no renovables (petróleo, minerales, metales). Por definición, los recursos no renovables serán agotados, y la sostenibilidad de la agricultura dependerá de la disponibilidad de sustitutos. Los recursos que parecen menos sustituibles, especialmente suelo y agua, son renovables. La sostenibilidad podrá lograrse entonces,

si estos recursos son consumidos a un ritmo menor o igual que el de su renovación (Martino; 1994).

Fertilización Orgánica

En los últimos años el incremento de los costos de los fertilizantes inorgánicos y las presiones sociales encaminadas a prevenir los desequilibrios ecológicos han exigido un cambio en el manejo tradicional de los cultivos (Burbano, 1989).

Algunas propuestas han conducido a una agricultura orgánica y/o ecológica, la cual incluye los sistemas agrícolas que optimizan la calidad de la agricultura y el medio ambiente en todos sus componentes. Aunque el concepto de nutrición casi siempre se ha asociado con fertilizantes, en el contexto orgánico se refiere a todos los componentes que permiten el buen desarrollo de la planta (Usman; 2003).

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos industriales; su aplicación en forma de dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma más natural de fertilizar el suelo (Ruiz, 1998).

Los fertilizantes orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la cosecha de los cultivos agrícolas (Rodríguez, 2007).

Una manera de incrementar la disponibilidad de nitrógeno son los abonos orgánicos que se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2007). Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos *et al.*, 2000). King (1990) indica que una estrategia de la agricultura sostenible es el control de la fertilidad del suelo a través del ciclo de nutrimentos, minimizando pérdidas de éstos o suministrando sólo los necesarios, así

como utilizar los mecanismos por los cuales los nutrientes puedan conservarse, dentro de los cuales destaca el uso de abonos orgánicos, y el control de erosión, lixiviación y desnitrificación.

Abonos orgánicos

Ramírez (2005) menciona que en las últimas décadas se ha retomado la importancia en el uso de las fuentes orgánicas, esto debido al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan en los suelos, así como también a la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas que es un aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de dichos sistemas.

De acuerdo a la definición de Trinidad (2006), los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal, de los cuales las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes, mientras que el suelo con la descomposición de estos abonos, se va enriqueciendo con carbono orgánico y mejora sus características, físicas, químicas y biológicas.

En la actualidad las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo han sido deterioradas por el uso excesivo de fertilizantes químicos y la poca utilización de abonos orgánicos (Salazar *et al.*, 2002); el estiércol, los residuos de cosecha, microorganismos y animales en descomposición son fuentes importantes de nitrógeno que regresan al suelo, sin embargo debe de pasar por un proceso de mineralización, y de esta manera pueda estar disponible para las plantas y los microorganismos del suelo (Salazar *et al.*, 2003).

Los microorganismos presentes en el suelo son los responsables de la descomposición de materia orgánica, siendo los compuestos orgánicos resultantes de dicho proceso la fuente de alimento de los organismos (Salazar, 1998).

Respuestas de los cultivos al uso de abonos orgánicos

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera más evidente bajo condiciones temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos (Trinidad-Santos; 1987).

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con éstos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; éste es, en resumen, el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo directamente y de manera indirecta a los cultivos (Romero-Lima; 1997).

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud (Trinidad-Santos; 1987).

Sistemas de Producción de Hortalizas

El medio ambiente es el conjunto de condiciones exteriores que afectan la vida y desarrollo de un organismo e indica lo dinámico del medio natural de una planta, ya que constantemente se está combinando la intensidad de sus factores. Ahora bien, el ambiente para la producción y desarrollo de cultivos protegidos está constituido por

todos los factores climáticos modificados por el tipo de estructura y su cubierta; el medio de crecimiento de las raíces, formado por suelos naturales o sustratos artificiales; las interacciones del cultivo con otros organismos con los que las plantas se relacionan, como insectos, hongos, bacterias y virus; así como todas las modificaciones y prácticas culturales realizadas para acondicionar y manejar de la mejor manera ese ambiente, con la finalidad de crearle a la planta las mejores condiciones y pueda expresar todo su potencial productivo. Por lo que siempre se debe buscar la mejor adaptación del cultivo al ambiente específico o bien observar su respuesta a diferentes condiciones ambientales para realizar la mejor selección (Bastida y Ramírez, 1999; Randolph, 2000).

Randolph (2000), menciona que México es uno de los pocos países en donde la tecnología permite ahora producir en tres diferentes ambientes, campo abierto, casa sombra e invernadero, se revela un gran potencial para las diferentes regiones, y muestran un panorama cada vez más amplio y competitivo, en donde están en juego tanto los adelantos de maquinaria, insumos y equipos, como el factor humano en la administración de los recursos. Por lo que para enfrentar los incrementos en los costos de producción debido a la inflación y la reducción en los precios de las hortalizas en el mercado, los horticultores han tenido que buscar incrementar los rendimientos en los cultivos, como la mejor herramienta para poder mantener la competitividad.

Actualmente existen varios paquetes de tecnología que pueden ser adoptados para cada cultivo y a veces resulta difícil hacer una buena selección, por lo que se recomienda el establecimiento de pruebas de manera continua para poder observar las diferencias y hacer una correcta selección, tanto de la tecnología de producción, donde intervienen muchas variables, así como de las variedades adecuadas, por su ciclo productivo y potencial de rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

El experimento se desarrolló en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí U.A.S.L.P., municipio de Soledad de Graciano Sánchez ejido Palma de la Cruz.

Las coordenadas geográficas de la localidad son de longitud 100°01'22'' oeste y 22°12'27'' de latitud norte, a 1,883 msnm.

El mismo se experimentó en tres ambientes (campo abierto, malla sombra y macro-túnel).

Mediante un análisis completo de suelo en una profundidad de 0-30 cm se determinaron las características físicas, reacción del suelo, fertilidad, extracto de saturación (salinidad-sodicidad), relación de bases de cambio, porcentaje actual y sugerido de las bases de cambio en cada sistema de producción (ver anexos).

Especie Vegetal Establecido

Se estableció el cultivo del pepino la variedad turbo del 24 de Abril 2016 fecha de transplante al 31 de Agosto 2016 fecha de último cosecha de frutos.

La variedad turbo es un pepino híbrido ginoico tipo slicer americano que produce frutos color verde oscuro uniforme, sin espinas, con cavidad seminal pequeña, de tamaños selectos y súper selectos. Mantiene una calidad excepcional durante toda la temporada de cosecha y ofrece una planta vigorosa, productiva y adaptable a las principales zonas productoras de pepino en México. Su resistencia a las enfermedades más comunes brinda un ahorro en los costos de cultivo.

Desarrollo Experimental

Se seleccionó una parcela de 74.5 m² donde se establecieron cinco surcos de 20 metros de largos y 0.7 metros de ancho en los tres sistemas de producción determinados por cultivo a campo abierto, cultivo en macro-túnel y cultivo en malla sombra.

La aplicación de las fuentes de fertilización de los abonos orgánicos se hizo siete días previos al trasplante.

Se realizó un trasplante a doble hileras separadas las hileras a 10 cm del borde del surco y con una distancia de 30 cm entre plántulas, por un promedio de 6-7 plántulas por metro cuadrado.

Se le realizaron antes y durante el crecimiento de las plantas varias atenciones culturales tales como la nivelación del cantero, la eliminación de los restos de cosechas y malezas, un riego inmediatamente después del trasplante, la eliminación de plantas indeseables teniendo el cantero limpio todo el tiempo para evitar competencia todo en dependencia del requisito de cada sistema de producción.

A las plantas se le midieron el crecimiento y desarrollo del cultivo en los diferentes sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización, de la misma forma se evaluaron el largo (cm), ancho (mm), masa fresca (g) de los frutos y rendimiento de los mismos, y se realizó una valoración económica de cada sistema de producción y se tuvieron en cuenta las variables de los factores climáticos.

De la misma manera se determinó la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasa de Relativo de Crecimiento (TRC), Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) y el Índice de Cosecha (IC) para cada tratamiento.

Aporte Nutricional de las Fuentes de Fertilización Orgánica

Se tomaron muestras de cada abono orgánico a los cuales se les determinaron el análisis de concentración de nutrimentos. Los mismos correspondieron a los anexos 1, 2, 3, y 4.

Aporte Nutricional de la Fertilización Química Utilizada en la Investigación

La fertilización química se realizó mediante la utilización del fosfato de amonio dibásico (DAP) con la fórmula 18-46-00, del sulfato de potasio (K_2SO_4) con 42.74% de Potasio, del Sulfato de Magnesio (Mg_2SO_4) a 16.3% de Magnesio y 12.9% de Azufre, Nitrato de Calcio ($Ca(NO_3)_2$) a 23% de Calcio se aplicaron de forma directa en las

unidades experimentales correspondientes a la fertilización química en dos partes aportando el 50% de los nutrientes después del trasplante y el resto antes del inicio de la floración correspondiendo a los 24 días después del trasplante.

Las dosis de aplicación se calcularon en base al requerimiento nutricional del cultivo y a los resultados del análisis de suelo de cada sistema.

Tratamientos

Se evaluó el cultivo del pepino en diferentes sistemas de producción, los cuales estuvieron determinados por cultivo a campo abierto, cultivo en macro-túnel y cultivo en malla sombra. En cada uno de estos se probaron diferentes fuentes de fertilización, y las dosis dependieron de los requerimientos nutricionales del cultivo y del aporte nutricional de las fuentes utilizados y del suelo de cada sistema:

Cuadro 3. Dosis de fertilizantes utilizados en los tres sistemas de producción.

Sistema	Fuente de fertilización	Dosis kg m ⁻²
Producción		
Malla	Lombricomposta	1.86
Sombra	Composta	2.25
	Estiércol de Bovino	1.04
	Estiércol de Ovino	0.82
	Fosfato de amonio dibásico (DAP) + sulfato de potasio (K ₂ SO ₄) a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio (Mg ₂ SO ₄) + Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂)	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 ₂ SO ₄) a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio	0.08 + 0.014 +

	Mg ₂ SO ₄ + Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂)	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 ₂ SO ₄) a 42.75% de Potasio + Sulfato de Magnesio + Mg ₂ SO ₄ + Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂)	0.07 + 0.02 + 0.89 + 1.47

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de análisis de suelo, abonos orgánicos y requerimientos nutritivos del cultivo.

Índices y Caracteres Evaluados

Caracteres morfológicos

Para medir el crecimiento en las diferentes etapas fenológicas se seleccionaron dos plantas por unidad experimental. Fueron cuatro fechas: 20, 28, 36 y 44 días después del transplante (ddt) y los caracteres a medir fueron los siguientes:

- ✓ Diámetro del tallo (mm): se midió con un vernier digital y fue el promedio de 10 plantas por fuente de fertilización en cada sistema de producción.
- ✓ Altura de la planta (cm): se realizó con una cinta métrica graduada y se midió de la base del tallo hasta el ápice de crecimiento del tallo principal en dos plantas por unidad experimental correspondiendo a 10 plantas por fuente de fertilización en cada sistema de producción.

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 Relativo de Crecimiento (TRC) se usaron las siguientes fórmulas:

Cuadro 4. Fórmulas utilizadas para determinar los índices de crecimiento.

Índice de crecimiento	Formula	Unidades
Tasa Absoluta de Crecimiento	$PS_2-PS_1/ T_2 - T_1$	g día ⁻¹
Tasa de Crecimiento del Cultivo	$1/As (PS_2-PS_1)/T_2-T_1$	g m ⁻² día ⁻¹
Tasa Relativo de Crecimiento	$\ln PS_2-\ln PS_1/ T_2-T_1$	Biomasa peso en gramos

PS: Pesos de la biomasa total de la planta al final y al inicio de un periodo determinado, T₂-T₁: tiempo transcurrido entre los dos muestreos en días, As: Área en m² de suelo que le corresponde a una planta, ln: logaritmo natural.

El peso seco por planta, tallo, hojas y frutos; se tomaron dos plantas por unidad experimental y se secaron en una estufa a 80 °C hasta peso constante.

Rendimiento y sus Componentes

Se hicieron tres cortes durante todo el ciclo del cultivo correspondiendo el 31 de agosto del 2016 la última fecha de corte. Las variables medidas fueron: rendimiento por unidad de superficie muestreada (kg/m²); masa fresca de los frutos (g), longitud y ancho de los mismos en (cm) los cuales se utilizaron para determinar la calidad de los mismos según las normas: *United States Standards for Grades of Cucumbers* (USDA, 2016) y NMX-FF-023 modificado PC-021 2005 de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Pepino (SAGARPA, ASERCA y SE; 2005) y el índice de cosecha mediante la formula siguiente:

$IC = PS_{total} / \text{rendimiento de cada sistema de producción por fuente de fertilización.}$

$PS_{total} =$ Pesos de la biomasa total de la planta al final y al inicio de un periodo determinado.

Cuadro 5. Clasificación de los frutos de pepino según United States Department of Agriculture (USDA), 2016.

Calidad	Diámetro (mm)	Longitud (cm)
U.S Fancy	9.52-50.8 mm máx.	15.24 cm min.
U.S. Extra No. 1	9.52-50.8 mm máx.	15.24 cm min.
U.S. No. 1	9.52-50.8 mm máx. UOS*	15.24 cm min. UOS*
U.S. No. 1 Small	12.7-25.4 mm min.50.8 mm máx.	No requerido
U.S. No. 1 Large	6.35-50.8 mm min.	15.24 cm min. UOS*
U.S. No. 2	9.52-50.8 mm máx. UOS*	12.7 cm min. UOS*

Unless otherwise specified

Cuadro 6. Clasificación de los frutos de pepino según la NMX-FF-023 norma mexicana PC-021 2005 de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Pepino.

Letra de Referencia	Tamaño	
	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
A	Menor de 3.5	Menor de 14.0
B	3.5-5.0	14.0 - 16.5
C	5.1-6.5	14.0-16.5
D	Mayor de 6.5	Mayor de 16.5

Valoración Económica

Se realizó por sistema y para cada fuente de fertilización, para luego estimarlo en una superficie de 1 ha. Se utilizó el rendimiento de los mismos para determinar la producción por sistema y fuente de fertilización.

Indicadores analizados

Costo de Producción (CP): Para ello se utilizaron los valores de costo registrados en los balances económicos correspondientes al periodo experimental, obtenidos del departamento contable del módulo de Producción de la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria.

Valor de la Producción (VP): Producción total x Precio de venta

Beneficio (B): VP-CP

Relación Beneficio Costo (RBC): B/C

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (3x5) con cinco repeticiones por tratamiento correspondiendo tres sistemas de producción (malla sombra, macro-túnel y campo abierto) con cinco fuentes de fertilización (estiércol bovino y ovino, lombricomposta, composta y la fuente química). La unidad experimental tenía un tamaño de 2.8 m² (0.7 x 4), donde se establecieron 24 plantas distribuidas en dos hileras, separadas a una distancia de 30 cm. Se usó una densidad de 6 plantas/m². A los datos recolectados se les realizó análisis de varianza y pruebas de medias. La información de los caracteres morfológicos y variables de rendimiento y sus componentes, se sometieron a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con ayuda del paquete “Diseños Experimentales (Universidad Autónoma de Nuevo León; Facultad de Agronomía) FAUANL versión 1.6 (2015)”.

RESULTADOS

Caracteres Morfológicos

En el Cuadro 8 se muestran los análisis de varianza para los variables altura y diámetro del tallo de la planta medidas a los 20, 28, 36 y 44 días después de transplante (ddt).

Para altura del tallo, a los 20, 28, 36 y 44 ddt se encontraron diferencias significativas para los factores fuentes de fertilización y sistema de producción y no significativa en cuanto a la interacción sistema de producción por fuentes de fertilización. Respecto al diámetro del tallo se encontraron diferencia significativa en los factores sistema de producción y fuentes de fertilización a los 20, 36 y 44 ddt y no hubo interacción entre sistema de producción y fuentes de fertilización en los cuatros fechas de muestro. En adición tampoco hubo diferencias significativas en cuanto al factor fuentes de fertilización para el variable diámetro del tallo a los 28 ddt.

Cuadro 7. Cuadrados medios y niveles de significancia para variables morfológicas (altura (cm) y diámetro (mm)) tallo medidas a los 20, 28, 36 y 44 días después del trasplante días después del transplante (ddt), de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización

Muestreo (ddt)	Fuentes de Variación	GL	Altura	Diámetro
20	Bloques	4	0.076NS	1.648NS
	Sistema de Producción (A)	2	5.001*	29.644*
	Fuentes de Fertilización (B)	4	6.695*	4.226*
	A x B	8	1.169NS	0.519NS
	Error	56		
	Total	74		
28	Bloques	4	0.436NS	1.4NS
	Sistema de Producción (A)	2	11.223*	17.718*
	Fuentes de Fertilización (B)	4	10.066*	2.415 NS
	A x B	8	1.477NS	0.488NS
	Error	56		

36	Total	74		
	Bloques	4	0.474 NS	1.663 NS
	Sistema de Producción (A)	2	3.820 *	26.482*
	Fuentes de Fertilización (B)	4	12.485*	3.237 *
	A x B	8	0.997 NS	0.855 NS
	Error	56		
44	Total	74		
	Bloques	4	0.549 NS	0.976 NS
	Sistema de Producción (A)	2	6.281 *	55.014*
	Fuentes de Fertilización (B)	4	14.62*	4.614 *
	A x B	8	1.617 NS	1.488 NS
	Error	56		
	Total	74		

*: *Significativo NS: No Significativo. GL: Grados de libertad. $\alpha = 0.05$.*

En la prueba de comparación de medias Tukey ($P= 0.05$) (Cuadro 9) se pudo notar la formación de dos grupos en cuanto al variable diámetro del tallo a los 20 ddt siendo de mayor el estiércol ovino con 8.911 mm superando al último (la fertilización química) con 1.432 mm. A los 28 ddt se observó la formación de un solo grupo estadísticamente iguales en todas las fuentes de fertilización utilizadas. Sin embargo a los 36 ddt se volvieron a formar los dos grupos donde el estiércol bovino fue mayor, estadísticamente igual al estiércol ovino y superó a la fertilización química con 1.464 mm. En los 44 ddt se observó también la formación de dos grupos siendo mayor el estiércol ovino que a su vez fue estadísticamente igual a las fuentes de fertilización bovino y lombricomposta.

Cuadro 8. Comparación de medias del variable diámetro tallo de las plantas (mm) de las diferentes fuentes de fertilización a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante (ddt).

Fuente Fertilización	Diámetro 20 ddt (mm)	Diámetro 28 ddt (mm)	Diámetro 36 ddt (mm)	Diámetro 44 ddt (mm)
Bovino	8.433 ab	10.848 a	12.619 a	15.105 a
Ovino	8.911 a	10.859 a	12.326 ab	14.435 ab
Lombricomposta	8.25 ab	10.352 a	11.954 ab	14.327 ab
Composta	7.978 ab	9.759 a	11.247 ab	13.285 b
Química	7.439 b	9.929 a	11.155 b	13.273 b
<i>Tukey</i>	<i>1.059</i>		<i>1.434</i>	<i>1.474</i>

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

Respecto a la variable altura del tallo (cuadro 10), a los 20 ddt se observó la formación de dos grupos siendo de mayor altura el estiércol ovino con 49.7 cm estadísticamente igual al estiércol bovino y la vez superando al último (fertilización química) con 8.333 cm, el cual fue estadísticamente igual a las fuentes de fertilización; composta y lombricomposta. A los 28 ddt se volvió a observar el mismo fenómeno con la formación de dos grupos donde las mayores alturas son dados por los estiércoles ovino y bovino con 88.7 y 85.167 cm respectivamente.

De la misma forma la fertilización química resultó ser la de menor crecimiento con solo 72.067 cm estadísticamente igual a la composta y lombricomposta con valores de 73.333 y 73.467 respectivamente. A los 36 ddt, se observó la formación de tres grupos donde el mayor valor de altura fue la del estiércol ovino el cual fue estadísticamente igual a estiércol bovino. El segundo grupo es formado por el estiércol bovino y lombricomposta. De la misma manera el tercer grupo está constituido por la lombricomposta, la composta y la fertilización química siendo de menores crecimientos con valores de 92.167, 85.833 y 88.767 respectivamente. A los 44 ddt, se volvió a observar el mismo fenómeno con la formación de tres grupos donde el primer grupo está representado por los estiércoles bovino y ovino con 117 y 110.5 cm respectivamente; los

cuales son estadísticamente iguales. El segundo grupo está formado por el estiércol ovino y composta y el en último grupo se encuentran las fuentes lombricomposta, composta y química con crecimiento de 102.36, 101.27 y 97.7 cm respectivamente.

Cuadro 9. Comparación de medias de la variable altura tallo de las plantas (cm) de las diferentes fuentes de fertilización a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante (ddt).

Fuente Fertilización	Altura 20 ddt (cm)	Altura 28 ddt (cm)	Altura 36 ddt (cm)	Altura 44 ddt (cm)
Bovino	49.63 a	85.167 a	100.267 ab	117 a
Ovino	49.7 a	88.7 a	105.1 a	110.5 ab
Lombricomposta	42.6 b	73.467 b	92.167 bc	102.36 bc
Composta	41.767 b	73.333 b	85.833 c	101.27 c
Química	41.367 b	72.067 b	88.767 c	95.7 c
<i>Tukey</i>	6.584	9.775	9.083	8.742

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

Respecto al variable diámetro del tallo (cuadro 11) a los 20, 36 y 44 ddt se observaron la formación de tres grupos donde el mayor diámetro del tallo correspondió a las plantas en el sistema macro-túnel, el segundo grupo por las plantas establecidas en malla sombra y por último las plantas del campo abierto siendo los tres grupos estadísticamente diferentes. A los 20, 28, 36 y 44 ddt el diámetro del tallo de las plantas del macro-túnel superaron a las últimas del campo abierto de 2.23, 2.12, 2.84 y 4.12 mm respectivamente. Se puede observar también que dentro de los sistemas de producción protegida; las plantas de pepino establecidas en macro-túnel superaron estadísticamente a las de malla sombra respecto al variable diámetro del tallo a los 20, 28, 36 y 44 ddt.

Cuadro 10. Comparación de medias del variable diámetro de tallo (mm) en los tres Sistemas de Producción a los 20, 28,36 y 44 días después del transplante (ddt).

Sistema	Diámetro	20	Diámetro	28	Diámetro	36	Diámetro	44
Producción	ddt (mm)		ddt (mm)		ddt (mm)		ddt (mm)	
Malla sombra	7.11 c		9.31 c		10.55 c		12.32 c	
Macro-túnel	8.13 b		10.29 b		11.63 b		13.49 b	
Campo abierto	9.35 a		11.44a		13.39a		16.44a	
Tukey	0.7		0.8		0.9		0.9	

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

En cuanto a la variable altura de las plantas (cuadro 12) se observaron la formación de dos grupos a los 20, 28, 36 y 44 ddt. A los 20 ddt, el primer grupo de mayor altura correspondió a las plantas de pepino de la malla sombra con 48.18 estadísticamente igual a la altura de las del campo abierto que constituyeron el último grupo juntas con las de macro-túnel con 42.62 cm. De la misma forma se vuelve a generar la misma tendencia de crecimiento a los 28 ddt donde las plantas de pepino en malla sombra obtuvieron mayores valores y estadísticamente iguales a las de campo abierto con valores de 84.94 y 78.48 cm respectivamente. El último grupo está formado por las plantas establecidas en campo abierto y macro-túnel estadísticamente iguales siendo las últimas de menores crecimiento con 42.62 cm. A los 36 ddt, el mayor crecimiento de plantas fue en el sistema malla sombra que supera al de menos crecimiento (campo abierto) de 6.78 cm. Respecto a los 44 ddt, se vuelve a observar la formación de dos grupos con mayor crecimiento en el sistema malla sombra que supera estadísticamente a los sistemas campo abierto y macro-túnel de 7.92 y 8.08 cm respectivamente.

Cuadro 11. Comparación de medias de la variable altura (cm) en los tres Sistemas de Producción a los 20, 28, 36 y 44 días después del transplante (ddt).

Sistema	Altura 20 ddt	Altura 28 ddt	Altura 36 ddt	Altura 44 ddt
Producción	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Campo abierto	44.24 ab	78.48 ab	91.4 ab	102.98 b
Malla sombra	48.18 a	84.94 a	98.18a	110.28a
Macro-túnel	42.62 b	72.22 b	93.7 b	102.9 b
<i>Tukey</i>	4.35	6.46	6	5.78

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

Índices de Crecimiento

En el Cuadro 13 se muestran los análisis de varianza para las Tasas Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasas Relativo de Crecimiento medidas a los 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 días después del transplante (ddt), de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.

En las primeras fechas de muestreo (0-15 ddt) solo existió diferencia significativa en la variable TCC en cuanto al factor sistema de producción y fuentes de fertilización y no hubo diferencias significativas para el resto de las variables evaluadas.

De la misma manera a los 15-30 ddt hubieron interacciones sistema de producción con fuentes de fertilización para las variables TAC y TCC y no se registró diferencia significativa cuanto al variable TRC.

En adición entre los días 30-45 y 45-60 después de transplante, la interacción se registró solamente en la variable TCC y no hubo diferencias significativas para las variables TAC y TRC en estas fechas de muestreo.

Cuadro 12. Cuadrados medios y niveles de significancia para variables Tasas Absoluta de Crecimiento (TAC), Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasas Relativo de Crecimiento medidas a los 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 días después del transplante (ddt), de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.

Muestreo (ddt)	Fuentes de Variación	GL	TAC	TCC	TRC
0-15	Bloques	4	1.458NS	4.305	0.660NS
	Sistema de Producción (A)	2	2.192NS	11.633*	2.436NS
	Fuentes de Fertilización (B)	4	1.854NS	7.401*	1.815NS
	A x B	8	0.182NS	1.282NS	0.462NS
	Error	56			
	Total	74			
15-30	Bloques	4	0.047	0.129	1.021NS
	Sistema de Producción (A)	2	18.13	21.056	0.951NS
	Fuentes de Fertilización (B)	4	5.477	7.906	0.846NS
	A x B	8	4.242*	3.166*	0.892NS
	Error	56			
	Total	74			
30-45	Bloques	4	1.636NS	0.457	0.651NS
	Sistema de Producción (A)	2	2.147NS	9.654	1.364NS
	Fuentes de Fertilización (B)	4	1.334NS	1.037	0.892NS
	A x B	8	1.416NS	2.576*	0.922NS
	Error	56			
	Total	74			
45-60	Bloques	4	0.345NS	1.211	1.778NS
	Sistema de Producción (A)	2	2.81NS	4.393	0.671NS
	Fuentes de Fertilización (B)	4	2.127NS	2.574	0.830NS
	A x B	8	1.635NS	2.822*	0.884NS
	Error	56			
	Total	74			

*: Significativo $\alpha = 0.05$. NS: No Significativo. GL: Grados de libertad. TAC: Tasa Absoluta de Crecimiento. TCC: Tasa de Crecimiento del Cultivo. TRC: Tasa Relativo de Crecimiento.

En la prueba de comparación de medias Tukey (P= 0.05) (cuadro 14) del factor sistema de producción para la variable TCC ($\text{g.m}^2.\text{dia}^{-1}$) entre los 0-15 ddt; se puede observar la formación de dos grupos. En el primer grupo se encontró el sistema malla-sombra con mayor valor de TCC con $11.958 \text{ g.m}^2.\text{dia}^{-1}$ superando estadísticamente a los componentes del segundo grupo formado por los sistemas campo abierto y macro-túnel los cuales fueron estadísticamente iguales con valores de 8.987 y $8.614 \text{ g.m}^2.\text{dia}^{-1}$ respectivamente.

Cuadro 13. Comparación de medias de Tukey (P=0.05) de las Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC) en los tres sistemas de producción entre 0-15 días después de transplante.

Sistema de Producción	TCC (g m ⁻² día ⁻¹)
Malla Sombra	11.958 a
Macro-túnel	8.614 b
Campo abierto	8.987 b
<i>Tukey</i>	5.783

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

En el cuadro 15, se muestra la prueba de comparación de medias Tukey (P=0.05) del factor fuentes de fertilización para la variable TCC (g m⁻² día⁻¹) entre los 0-15 ddt; en el mismo se observó la formación de tres grupos. En el primer grupo estuvieron las fuentes de fertilización lombricomposta y química con valores 12.195 y 11.572 g m⁻² día⁻¹ respectivamente y estadísticamente iguales. En el segundo grupo las fuentes de fertilización química y ovina los cuales fueron estadísticamente iguales con valores de 8.928 y 11.572 g m⁻² día⁻¹. El tercer grupo está formado por las fuentes con menos TCC: ovino, composta y bovino con 8.928, 8.412 y 8.158 g m⁻² día⁻¹ respectivamente los cuales fueron estadísticamente iguales. Se puede notar que el TCC con mayor valor perteneció a las plantas de pepino de lombricomposta superando con 0.623 g m⁻² día⁻¹ a las plantas fertilizadas químicamente. De la misma manera las plantas fertilizadas con lombricomposta superaron con 4.037 g m⁻² día⁻¹ a las plantas de pepino fertilizados con estiércol de bovino con menos TCC.

Cuadro 14. Comparaciones de medias de Tukey (P=0.05) de las Tasas de Crecimiento del Cultivo (TCC) de pepino entre los 0-15 días después de transplante (ddt) de los diferentes fuentes fertilización.

Fuentes de Fertilización	TCC (g m ⁻² día ⁻¹)
Lombricomposta	12.195 a
Química	11.572 ab
Ovino	8.928 bc
Composta	8.412 c
Bovino	8.158 c
Tukey	2.767

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

En el cuadro 16 se muestra la comparación de medias de Tukey (P=0.05) de la interacción fuentes de fertilización dentro de cada sistema de producción para la variable Tasa absoluta de crecimiento del pepino entre los 15-30 ddt. En el mismo se observó la formación de dos grupos solamente en el sistema campo abierto; y el igual el primer grupo está formado por las fuentes de fertilización composta, química, ovino y lombricomposta los cuales fueron estadísticamente iguales con valores de 1.982, 1.978, 1.556, 1.290 g día⁻¹ respectivamente. El segundo grupo formado por las fuentes ovino, lombricomposta y bovino siendo de menores tasas absolutos de crecimiento y estadísticamente iguales. De la misma manera se observó que el abono orgánico la composta superó con 0.004 g de crecimiento por día a la fertilización química aunque esa diferencia no es significativa estadísticamente.

En adición en los dos otros sistemas de producción se registraron la formación de un solo grupo por lo cual se interpretó que los abonos orgánicos tuvieron un crecimiento similar en estos dos sistemas en esas fechas de muestreos. Pero cabe destacar que tuvieron mayores valores de tasas absolutas de crecimiento que en campo abierto registrando como valor máximo de 2.772 g día⁻¹ contra 1.982 g día⁻¹.

Cuadro 15. Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) en g día⁻¹ de pepino entre los 15-30 días después de transplante (ddt).

Factores	Campo abierto	Malla sombra	Macro-túnel
Composta	1.982 a	2.280 a	2.110 a
Química	1.978 a	2.772 a	1.650 a
Ovino	1.556 ab	1.980 a	1.840 a
Lombricomposta	1.290 ab	2.430 a	2.434 a
Bovino	0.578 b	1.918 a	1.650 a
<i>Tukey</i>	<i>1.053</i>		

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

En el cuadro 17 se muestra la comparación de medias de Tukey (P=0.05) de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para la variable Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de pepino entre los 15-30 ddt.

En el mismo se puede notar la existencia de dos grupos en cuanto al sistema campo abierto donde el primer grupo está formado por los fertilizantes composta, química, ovino y lombricomposta con valores de 14.151, 14.123, 11.110 y 9.211 g m⁻² día⁻¹ respectivamente los cuales fueron estadísticamente iguales. En el segundo grupo se encontraron los fertilizantes orgánicos ovinos, lombricomposta y bovino con plantas de pepino de menos tasas de crecimiento a esas fechas. Cabe señalar que en ese sistema la fuente de fertilización orgánica: la composta ha mostrado mayor crecimiento que las plantas fertilizadas químicamente aunque no existió diferencia significativa entre los mismos.

Cuadro 16. Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para Tasa de Crecimiento del Cultivo ($\text{g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$) (TCC) de pepino entre los 15-30 días después de transplante (ddt).

Factores	Campo abierto	Malla sombra	Macro-túnel
Composta	14.15a	16.27 a	15.06 a
Química	14.12a	19.79 a	13.18 a
Ovino	11.11ab	13.69 a	11.78 a
Lombricomposta	9.211ab	17.35 a	17.38 a
Bovino	4.727 b	14.13 a	12.52 a
<i>Tukey</i>	6.869		

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

En los dos otros sistemas no existió diferencia significativa; en cuanto al sistema malla sombra; las plantas de pepino fertilizadas químicamente registraron los mayores valores con $19.792 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ pero estadísticamente iguales a las plantas de pepino fertilizadas con abonos orgánicos. Pero en el sistema macro-túnel el mayor valor de TCC se registró con las plantas fertilizadas con lombricomposta con un TCC igual a $17.379 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y de la misma manera estadísticamente iguales a las TCC del resto de las plantas.

La comparación de medias de Tukey ($P=0.05$) de sistema de producción dentro de fuente de fertilización para Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de pepino entre los 30-45 días después del transplante muestra el comportamiento del factor fuente de fertilización en cada sistema de producción. En el mismo se observó la formación de dos grupos en cuanto al TCC de las plantas fertilizadas con los abonos orgánicos bovino y lombricomposta. En cuanto al resto de los fertilizantes solo se presentó la formación de un solo grupo estadísticamente iguales entre ellos dentro del factor sistema de producción.

En cuanto al estiércol bovino se registraron mayores valores en campo abierto y malla sombra con 14.380 y 9.697 g m⁻² día⁻¹ y menores tasas para las plantas establecidas en malla sombra y macro-túnel. Cabe señalar que las plantas del sistema campo abierto superaron de 6.769 g m⁻² día⁻¹ a las plantas cultivadas en macro-túnel siendo de mínimo TCC en estas fechas de muestro.

De la misma manera, a la fuente de fertilización lombricomposta; las plantas establecidas en campo abierto y malla sombra presentaron los mejores TCC y formaron el primer grupo mientras que las establecidas en macro-túnel y malla sombra formaron el segundo grupo. Cabe señalar que no existió diferencia significativa entre las plantas establecidas en campo abierto y malla sombra fertilizados con el abono orgánico antes mencionado.

En cuanto al resto de las fuentes de fertilización todas presentaron el mismo dinámico de crecimiento en los tres sistemas formando un solo grupo estadísticamente iguales entre los mismos dentro de cada sistema de producción donde fueron establecidas las plantas.

Cuadro 17. Comparación de medias de Tukey de la interacción sistema de producción dentro de fuente de fertilización para Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) (g m⁻² día⁻¹) de pepino entre los 30-45 días después de transplante.

Factores	Bovino	Ovino	Lombricomposta	Composta	Química
Campo abierto	14.38a	11.08a	14.36a	10.39 a	10.38 a
Malla sombra	9.69 ab	8.21 a	7.99 ab	10.26 a	9.18 a
Macro-túnel	7.61 b	7.36 a	6.89 b	9.75 a	6.66 a
Tukey	6.71		6.71		

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

En el cuadro 19 se muestra la comparación de medias de Tukey (P=0.05) de fuente de fertilización dentro de sistema de producción para la variable Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) a los 45-60 días después de transplante (ddt) muestra el comportamiento del factor fuente de fertilización dentro de cada sistema de producción.

Para el mismo, se observó la formación de dos grupos en cuanto al sistema campo abierto donde las plantas fertilizadas con estiércol bovino tuvieron mayores TCC con $4.05 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ y el segundo grupo está formado por las plantas fertilizadas con estiércol ovino, lombricomposta, química y composta con los siguientes valores 2.071, 1.699, 1.685 y $1.685 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ respectivamente y estadísticamente iguales. De la misma manera se observó que las plantas fertilizadas con estiércol bovino en campo abierto superaron con $2.364 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ de TCC a las plantas fertilizadas químicamente.

En los dos otros sistemas de producción (malla sombra y macro-túnel), se observaron la formación de un solo grupo donde no hubo diferencia significativa entre los TCC de los pepinos en cuanto al factor fuente de fertilización. Cabe señalar que en el sistema macro-túnel y malla sombra, el abono orgánico; la composta tuvo mayor valor de TCC con $1.971 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ en macro-túnel y $2.171 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ en malla sombra aunque fue estadísticamente igual al resto de los fertilizantes utilizados.

Cuadro 18. Comparación de medias de Tukey de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para Tasa de Crecimiento del Cultivo ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) (TCC) de pepino entre los 45-60 días después de transplante (ddt).

Factores	Campo abierto	Malla sombra	Macro-túnel
Bovino	4.05a	1.55 a	1.48 a
Ovino	2.07 b	1.37 a	1.87 a
Lombricomposta	1.69 b	1.37 a	1.24 a
Química	1.68 b	1.44 a	1.57 a
Composta	1.68 b	2.17 a	1.97 a
Tukey	1.96		

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

Rendimiento y sus Componentes

En el Cuadro 20 se muestran los análisis de varianza para las variables de rendimiento por unidad de superficie (kg m^{-2}) y sus componentes peso fresco de fruto (g) e índices de cosecha.

Para los variables rendimiento e índices de cosecha se encontraron interacción entre los factores sistema de producción y fuente de fertilización mientras que para la variable masa fresca de los frutos no hubo interacción entre los dos factores pero si existe diferencia significativa en cuanto a sistema de producción y fuente de fertilización.

Cuadro 19. Cuadrados medios y niveles de significancia para los variables rendimiento, peso fresco de frutos e índices de cosecha de pepino bajo tres sistemas de producción con diferentes fuentes de fertilización.

Fuentes de Variación	Rendimiento	Peso fresco frutos	Índice Cosecha
Bloques	2.893	1.450	1.368NS
Sistema de Producción (A)	100.641NS	76.874*	18.394*
Fuentes de Fertilización (B)	127.624NS	4.708*	23.993*
A x B	14.985 *	1.786NS	7.110*

*Significativo $\alpha = 0.05$. NS: No Significativo. GL: Grados de libertad.

En la figura 1, se observa la comparación de medias de Tukey ($P=0.05$) de la interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para el variable rendimiento.

En cuanto al sistema macro-túnel se observó la formación de tres grupos; el primer grupo conformado por el rendimiento de las plantas fertilizadas con la fuente química con un valor de 23.434 kg m^{-2} superó estadísticamente al resto de las fuentes siendo de mayor rendimiento en ese sistema. En el segundo grupo, se presentaron los rendimientos de los abonos orgánicos ovino y bovino los cuales fueron estadísticamente iguales con valores de 18.511 y 17.986 kg m^{-2} respectivamente. En el último grupo con menores rendimientos se registraron los rendimientos de las plantas fertilizadas con

lombricomposta y composta con valores de 13.850 y 13.094 kg m⁻² siendo iguales entre ellos estadísticamente.

En el sistema malla sombra, por la interacción fuentes de fertilización dentro del sistema malla sombra se observó la formación también de tres grupos. En el primer grupo se registró un rendimiento de 18.795 kg m⁻² correspondiente a la fertilización química siendo de mayor rendimiento superando con 15.75% al rendimiento del segundo grupo formado por las plantas fertilizadas con el abono orgánico la lombricomposta. En el último grupo se registraron los menores rendimientos formados por las plantas fertilizadas con ovino, bovino y composta los cuales fueron estadísticamente iguales con valores de 12.371, 11.860 y 11.671 kg m⁻² respectivamente. Por último, en el sistema campo abierto, en cuanto al variable rendimiento, se observó la formación de tres grupos también. El primer grupo fue formado por el rendimiento de las plantas fertilizadas químicamente con mayor rendimiento de 19.595 kg.m². En el segundo grupo se registraron los rendimientos de las pantas fertilizadas con los abonos orgánicos bovino, ovino y composta con valores 12.889, 11.889 y 11.221 kg m⁻² respectivamente y siendo estadísticamente iguales. De la misma manera, en el último grupo se contaron los rendimientos obtenidos de las plantas fertilizadas con los abonos orgánicos ovino, lombricomposta y composta siendo de menores rendimientos y estadísticamente iguales con valores 11.221, 10.459 y 10.283 kg m⁻² respectivamente. Cabe señalar que en todos los tres sistemas, la fertilización química ha superado estadísticamente el resto de las fuentes de fertilización y resultando siempre de mayor rendimiento.

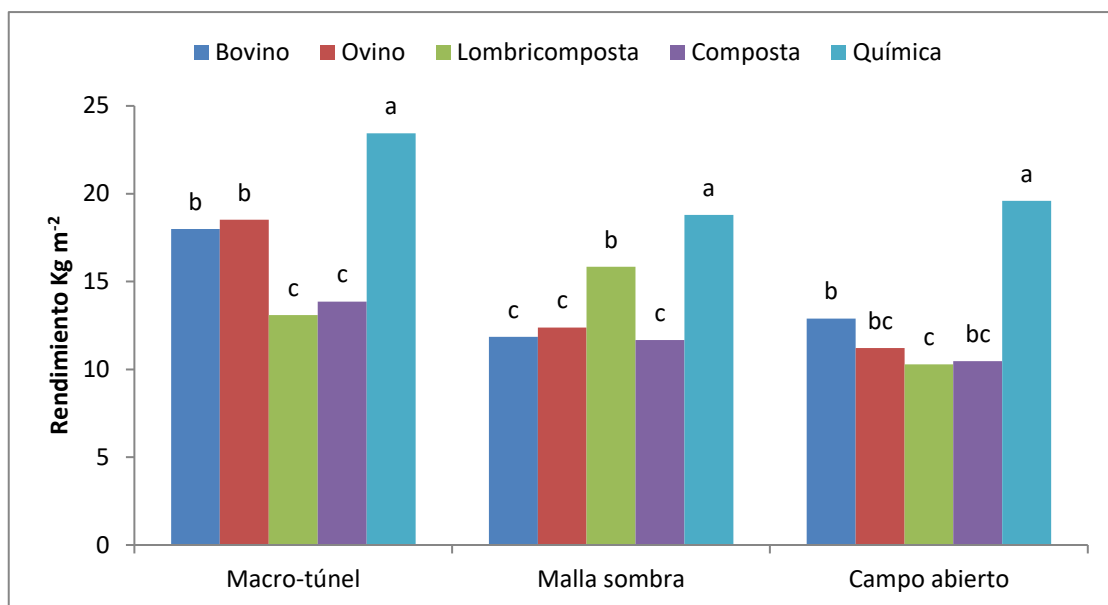


Figura 1. Interacción fuentes de fertilización dentro de sistema de producción para el variable rendimiento (kg m^{-2}).

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

La comparación de medias del variable peso fresco de los frutos en los diferentes sistemas de producción (cuadro 21) indica la formación de tres grupos donde en el primer grupo se encontraba en el sistema malla sombra que superó con 20.44% a campo abierto que a su vez supera a 22.82% a macro-túnel siendo el componente del último grupo.

Cabe señalar que los frutos establecidos en campo abierto alcanzaron mayores valores de peso fresco superando estadísticamente a los del sistema protegido macro-túnel donde los frutos tuvieron menores valores con un promedio de 331.976 g.

Cuadro 20. Comparación de medias de Tukey (P=0.05) del variable peso fresco (g) de los frutos en los tres sistemas de producción.

Sistema de Producción	Peso fresco frutos(g)
Malla sombra	540.726 a
Campo abierto	430.176 b
Macro-túnel	331.976 c
<i>Tukey</i>	40.575

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

La comparación de medias de Tukey (P=0.05) del variable peso fresco de los frutos en cuanto a fuente de fertilización (cuadro 22); indica la formación de dos grupos en donde los abonos orgánicos bovino, ovino y lombricomposta formaron el primer grupo con 481.089, 453.675 y 425.283 g respectivamente y el segundo grupo está formado por la composta y la fertilización química siendo de menor masa fresca de los frutos con 396.283 g.

En adición la masa fresca de los frutos donde se utilizó el abono orgánico bovino resultó de mayor valor y superó de 17.63% a la masa fresca de los frutos fertilizados químicamente.

Cuadro 21. Comparación de medias de Tukey (P=0.05) del variable peso fresco (g) de los frutos de los diferentes fuentes de fertilización.

Fuente de fertilización	Peso fresco fruto (g)
Bovino	481.08 a
Ovino	453.67 ab
Lombricomposta	425.28 ab
Composta	415.17 b
Química	396.28 b
<i>Tukey</i>	60.330

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

En el cuadro 23 se observan la comparación de medias de Tukey ($P=0.05$) para el variable índice de cosecha en la interacción fuentes de fertilización dentro del factor sistema de producción. Para el mismo se observó la formación de tres grupos en los tres sistemas de producción.

En el sistema campo abierto; el primer grupo está compuesto por las plantas fertilizadas por lombricomposta, ovino y composta con índices de 0.27, 0.25 y 0.24 respectivamente y estadísticamente iguales, el segundo grupo fue representado por el índice de los pepinos fertilizados por el estiércol ovino, la composta y estiércol bovino, lombricomposta con índices 0.25, 0.24, 0.19 respectivamente. En el último grupo, se registraron los índices de cosecha de la interacción campo abierto bovino y química 0.19 y 0.14 respectivamente.

Cabe señalar que las plantas fertilizadas orgánicamente presentaron mayores valores de índice de cosecha en este sistema de producción superando hasta con más de 0.02 la utilización de lombricomposta a las fertilizadas químicamente.

En el sistema malla sombra; el primer grupo está compuesto por las plantas fertilizadas con abonos orgánicos (lombricomposta, estiércoles bovino y ovino) con valores de 0.25 para la lombricomposta, 0.24 y 0.21 para las fertilizadas por los estiércoles bovino y ovino respectivamente los cuales fueron estadísticamente iguales, en el segundo grupo se encontraron los índices de las plantas fertilizadas por los estiércoles bovino y ovino, la composta con índices de 0.18 para este último. En el último grupo se encontraron las fertilizadas química con índice de 0.16.

En cuanto al sistema macro-túnel; la interacción reveló la formación de tres grupos. En el primer grupo se registraron los índices de cosecha de las fuentes lombricomposta y composta con valores de 0.23 y 0.19 respectivamente y estadísticamente iguales entre los mismos. En el segundo grupo se encontraron los índices dados por la interacción macro-túnel con las fuentes de fertilización composta, ovino y bovino con valores de 0.19, 0.17 y 0.16 respectivamente y estadísticamente iguales entre ellos. De la misma forma en el último grupo se registró el índice de la interacción macro-túnel con composta siendo de menor valor con 0.12.

Se puede añadir que de todas las partes de las plantas de pepino, los frutos representaron entre 12 y 27% en dependencia de la fertilización utilizada y del sistema de producción.

Cuadro 22. Comparaciones de medias de la interacción Fuentes de Fertilización dentro de Sistema de Producción para el variable Índice de Cosecha.

Factores	Campo abierto	Malla sombra	Macro-túnel
Lombricomposta	0.27 a	0.25 a	0.23 a
Ovino	0.25 ab	0.21 abc	0.17 bc
Composta	0.24 ab	0.18 bc	0.19 ab
Bovino	0.19 bc	0.24 ab	0.16 bc
Química	0.14 c	0.16 c	0.12 c
Tukey	0.06	0.06	0.06

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

Calidad de los Frutos

En cuanto a la calidad de los frutos clasificados por el parámetro de tamaño y tomando en cuanto los factores de color, homogeneidad y daños mencionados en los estándares de calidad para este cultivo; todos los frutos según la norma mexicana FF-021 NMX modificado en 2005 por lo cual correspondieron a la calidad *México Número 1* con la letra D.

Sin embargo en cuanto a estos parámetros de clasificación de la USDA (2016), los mismos estuvieron No Clasificados ya que los mismos superaron en cuanto a diámetro y longitud de los parámetros establecidos.

Los frutos presentaron de acuerdo a sus características establecidas un promedio de (24 x 6) cm de acuerdo a los detalles del producto.

Valoración Económica

En los tres sistemas evaluados, los mayores valores de la producción se contabilizaron con la utilización de la fertilización química con \$ 10, 397,686.9, \$ 8,

339,183.04 y \$ 2, 057,437.5 en macro-túnel, malla sombra y campo abierto respectivamente. De la misma manera en cuanto a beneficio económico en los dos sistemas protegidos, los mejores beneficios se registraron que la fuente química con \$ 693,498.42 en macro-túnel y \$737,988.42 en malla sombra siendo de mayor beneficio, sin embargo en la relación beneficio-costo en macro-túnel la mayor rentabilidad se registraron con los abonos orgánicos estiércoles bovino y ovino con \$29.18 y \$30.69 superando a la fertilización química.

En el sistema campo abierto, el mejor beneficio económico se contabilizó con la aplicación de fertilizantes sintéticos con \$583,985.49 y una rentabilidad económica de \$ 2.65 sin embargo la misma fue superada por la utilización de estiércoles bovino y ovino que dieron rentabilidad de \$9.16 y \$8.19 respectivamente.

Los resultados demostraron la influencia de la diferencia que existe en cuanto a costo de producción de los sistemas protegidos a campo abierto donde las inversiones son inferiores pero requiere de más cuidado a los factores climáticos y amenazas de los mismos.

Cuadro 23. Resultados de la Valoración económica estimado en la producción total de pepino en un ciclo con diferentes fuentes de fertilización en tres sistemas de producción en una superficie de 1 ha

Sistema de Producción		VP (\$)	CP(\$)	B(\$)	RBC(\$)
Macro-túnel	Bovino	7,980,261.43	264,348.42	7,715,913.01	29.18
	Ovino	8,213,203.93	259,148.42	7,954,055.51	30.69
	Composta	5,809,934.57	428,748.42	5,381,186.15	12.55
	Lombricomposta	6,145,245	463,748.42	5,681,496.58	12.25
	Química	10,397,686.9	693,498.42	9,704,188.51	13.99
Malla sombra	Bovino	5,262,070.71	354,548.42	4,907,522.29	13.84
	Ovino	5,489,202.86	350,148.42	5,139,054.43	14.67
	Composta	7,025,778.21	519,748.42	6,506,029.79	12.51
	Lombricomposta	5,178,612.86	558,748.42	4,619,864.43	8.26
	Química	8,339,183.04	737,988.42	7,601,194.61	10.29
Campo Abierto	Bovino	1,353,375	150,845.49	1,202,529.51	9.16
	Ovino	1,178,187.5	145,845.49	1,032,342.01	8.19
	Composta	1,079,718.75	303,645.49	776,073.26	2.77
	Lombricomposta	1,098,150	339,645.49	758,504.51	2.41
	Química	2,057,437.5	583,985.49	1,473,452.01	2.65

VP: Valor de la Producción, CP: Costo de la Producción, B: Beneficio, RBC: Relación Beneficio Costo.

Fuente: Elaborado por el autor con base en los datos recopilados en la unidad y precios del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) en fecha del 19 de Junio del 2017.

DISCUSIÓN

Variables Morfológicas

De acuerdo a los resultados de esta investigación, se puede ver los beneficios de la aplicación de abonos orgánicos en cuanto a desarrollo morfológicos de las plantas establecidas en los tres sistemas de producción, ya que después de la no existencia de interacción sistema de producción fuentes de fertilización para las variables altura y diámetro de tallo, los dos factores se analizaron de forma independiente para cada factor. La altura y diámetro de tallo del cultivo del pepino a los 20, 28, 36 y 44 días después del trasplante tuvieron mayores promedios con las fertilizaciones alternativas de abonos orgánicos esto permite analizar que la aplicación de abonos orgánicos en el suelo induce mayor absorción de nutrientes, por lo tanto favorece el desarrollo vegetativo del cultivo, lo que no ocurre al aplicar fertilizantes sintéticos.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Zamora y Rodríguez (2008) quienes obtuvieron valores superiores con la aplicación de la fertilización orgánica, el desarrollo vegetativo en la mayoría de los casos, fue muy superior a la fertilización química en el cultivo de la papa. Por otra parte Luna-Murillo *et al.*, 2015 al obtener obtuvieron 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 del uso de los abonos orgánicos como alternativa para la fertilización del pepino.

Por otro lado, Pardo *et al.* (2014) encontraron resultados diferentes donde al caracterizar sustratos orgánicos para producción de pepino bajo sistema protegido evaluando la altura de las plantas encontraron que la fertilización sintética resultó mayor crecimiento que las fertilizadas con estiércol solarizado y vermicompost indicados como abonos orgánicos solo que en esta investigación los abonos orgánicos fueron aplicados en rangos diferentes lo que puede influir en la dinámica de crecimiento del cultivo de pepino al compararlo con una fertilización de la solución de Steiner.

En cuanto al diámetro del tallo, nuestros resultados tienen estrecha relación con lo encontrado por López Arcos *et al.* (2012) quienes encontraron mejores resultados con el uso de los abonos orgánicos en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) con

mayores diámetros con el uso de lombricomposta como fuente de fertilización. De esta forma se confirma lo expuesto por Sánchez y Ramírez (2009) quienes sugieren que con la incorporación de lombricomposta en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) se tiene un incremento en el engrosamiento del tallo.

La utilización de abonos orgánicos en cultivos de pepino tiene un efecto positivo y significativo, pues la disponibilidad de los nutrientes se encuentran en el suelo cuando las plantas lo requieren ya que su liberación es de forma lenta y paulatina, mientras que los fertilizantes sintéticos, cada vez se requieren en mayores cantidades de fertilizantes químicos para la producción, lo que conlleva a la mal manejo de los sistemas de producción (Félix-Herrán *et al.*, 2008)

En cuanto al factor sistema de producción, las plantas establecidas en campo abierto estuvieron 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); las mayores crecimiento se registran en invernadero seguido de 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 establecido que fue de Abril a Julio 2016, donde las condiciones climáticas y más bien las temperaturas fueron las óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de pepino permitieron un crecimiento mayor en cuanto a altura y diámetro tallo de las plantas en campo abierto por parte también de las radiaciones solares que reciben en este tipo de sistema de producción sabiendo que la utilización de los sistemas protegidos permite controlar los factores climáticos del medio ambiente presente (Randolph, 2000).

De los variables morfológicos evaluados, existieron correlaciones donde en todas las fechas de muestreo; la altura de la planta estuvo relacionada con el diámetro del tallo, es decir, al incrementar la altura, aumentó el grosor del tallo. Según Brazante (1985) citado por Escamilla *et al.*, 2003, este fenómeno se debe al efecto del Nitrógeno, el cual favorece el crecimiento vegetativo, en tanto que el fosforo regula el metabolismo de los carbohidratos proporcionando un mayor aporte de fotosintatos al parénquima que funciona como reservorio; por otro lado, el Potasio interviene en la formación de

glúcidos y ejerce una influencia sobre el aumento de diámetro del tallo. Por otro lado solamente se registró una correlación negativa entre altura del tallo a los 36 ddt con fuentes de fertilización con un coeficiente de -0.53 para un 99% de confianza.

Índices de Crecimiento

En cuanto a los parámetros de crecimiento evaluados en esta investigación; en dependencia del variable y de las fechas de muestreo existieron respuestas diferentes. En las primeras fechas de muestreo solo la TCC presentó diferencias de comportamiento para los dos factores. En cuanto al factor sistema de producción, las mayores tasas de crecimiento se registraron en las plantas establecidas en el sistema malla sombra superando estadísticamente la velocidad de crecimiento de las establecidas en campo abierto y macro-túnel. Estos resultados se explican por las condiciones en los cuales las plantas estuvieron desarrolladas donde están expuestas a estrés abiótico y biótico que compromete la productividad y la calidad. El sistema de cultivo protegido tiene el potencial de reducir el estrés abiótico y biótico (Nangare *et al.*, 2015).

En este mismo sentido, Ramírez *et al.* (2012), en su investigación titulada efecto del manejo cultural y sombreo sobre la productividad del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) concluyeron que al utilizar malla sombra al inicio del ciclo ayuda a reducir la temperatura diurna, lo cual es muy importante cuando la planta tiene un tamaño pequeño y no logra modificar favorablemente el microclima que la rodea como lo presentado en nuestra primera etapa de muestreo donde las plantas solo tenían unos 15 días después del transplante.

En cuanto al factor fuentes de fertilización, las mayores ganancias en peso de materia seca por unidad de superficie de suelo y de tiempo se obtuvieron por la lombricomposta y fertilización química los cuales fueron estadísticamente iguales. Resultados similares fueron encontrados por Torres-Moya *et al.* 2016 en su investigación efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*) al combinar diferentes porcentajes de fertilización orgánica (composta) y formula completa en donde encontraron para la variable TCC a los 18-32 días después de la siembra hubo mismo comportamiento en cuanto a ganancia en peso seco por unidad de superficie de suelo para el cultivo de la avena.

En otra investigación realizada por Galindo Pardo *et al.* (2014), encontraron que en cuanto a ganancia de materia en el cultivo de pepino fertilizado con vermicompost y solución Steiner no existió diferencia estadística entre las mismas. Los mayores resultados en cuanto a TCC fueron predecibles ya que las plantas fertilizadas químicamente tuvieron suministros adecuados de nutrientes, además, de un balance entre iones y cationes. Fawzy *et al.* (2012), señalan que suministrar adecuados nutrientes se asocia con un crecimiento vegetativo vigoroso y alta calidad fotosintética.

A los 15-30 ddt existió interacción entre los dos factores para la variable TAC donde las interacciones campo abierto composta y fertilización química dieron los mayores valores de ganancia de biomasa diaria mientras en los dos otros sistemas no existieron diferencias significativas entre los dos factores. Cabe señalar que los valores de TAC fueron mayores en malla sombra y macro-túnel. 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 otra investigación donde se evaluaron la influencia de diferentes dosis de restos de cosecha en los índices de crecimiento del frijol cv. “Bat-304” en 2008 encontraron valores superiores a los nuestros con un promedio de 5-4 g.dia⁻¹ en campo abierto recordando que la utilización de los restos de cosechas sirvieron como cobertura vegetal que ayudaron en disminuir la evapotranspiración y disminución de la temperatura del suelo (Hernández del Valle *et al.*, 2008).

El mismo fenómeno se registró en la misma fecha de muestro 15-30 ddt en cuanto a la variable TCC por la existencia interacción entre los factores sistema de producción fuente de fertilización. En el sistema convencional, las interacciones con las fuentes composta, química, ovino y lombricomposta tuvieron crecimientos estadísticamente iguales sin embargo en los sistemas protegidas aunque existieron interacciones las mismas fueron estadísticamente iguales, por lo tanto las plantas de pepino tuvieron el mismo mecanismo de crecimiento en dependencia de la fertilización utilizada.

Estos resultados se explican por el hecho que La máxima TCC ocurre cuando las plantas son suficientemente grandes o densas para explotar todos los factores ambientales en mayor grado como lo indicó Brown (1984), y en ambientes favorables, la máxima TCC ocurre cuando la cobertura de las hojas es completa, y puede representar el máximo potencial de producción de masa seca y de tasas de conversión en un momento dado (Barrientos Llanos, 2014).

Nuestros resultados concuerdan a los encontrados por Fischer *et al.* (2005) al evaluar el crecimiento, desarrollo y producción de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de invernadero y campo abierto donde encontraron la misma tendencia de TCC sin embargo concordamos que existieron valores mayores en agricultura protegida que en sistema convencional.

A los 30-45 ddt, la interacción sistema de producción fuente de fertilización se manifiesta por el comportamiento de cada fuente de fertilización dentro de los tres sistemas de producción. En este caso resaltamos los mayores valores de TCC en dependencia de la fertilización utilizada y sobresale el sistema campo abierto con mayores valores para los cinco fuentes de fertilización. Nuestros resultados se explican por una adaptación de las plantas al ambiente presente y su exposición a la radiación solar que implica un desarrollo vegetativo, fotosintético entre otros como lo mencionaron Sedano-Castro, *et al.* (2005) en su trabajo intitulado: dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita.

A los 45-60 ddt, la interacción de los dos factores reveló una diferencia significativa en cuanto al sistema campo abierto para la variable TCC; donde los mayores valores en este sistema se registraron por los abonos orgánicos (composta, ovino y lombricomposta) y la fuente química siendo estadísticamente iguales superando los de último grupo correspondiente a las fertilizaciones con estiércoles y lombricomposta. La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) mide la ganancia de materia seca de una planta con respecto al área de terreno que ocupa durante un tiempo. La TCC presenta un crecimiento lineal con respecto al tiempo; resultados que concuerdan con lo encontrado por Fisher *et al.* 2005.

De la misma manera existió concordancia con la dinámica de crecimiento, la TCC entre 45-65 ddt correspondieron a la fase de desaceleración al termino de los 65 ddt

para las diferentes fuentes de fertilización. Como lo mencionó (Ho *et al.*, 1989), correspondiendo igualmente por lo expuesto por Sedano-Castro *et al.* (2005).

Rendimiento y sus Componentes

En cuanto al variable rendimiento, existió interacción fuente de fertilización dentro de sistema de producción para esta investigación. En dependencia del sistema de producción los mayores rendimientos se registraron con la utilización de la fertilización química la cual superó estadísticamente los abonos orgánicos.

Resultados similares encontraron Galindo-Pardo *et al.* (2014), al caracterizar físico-químicamente sustratos orgánicos para la producción de pepino bajo sistema protegido al obtener mayor rendimiento con la utilización de la solución Steiner 9.87 kg.m⁻²); y la mezcla de arena más vermicomposta (80:20) obtuvo el mayor rendimiento de los sustratos orgánicos con un rendimiento de 8.45 kg.m⁻².

De la misma manera, Cruz-Lázaro *et al.* (2009) en su investigación “Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato” encontraron mayor rendimiento con la fertilización química siendo de testigo con 51.49 t.ha⁻¹ con fertirriego, sin embargo señalaron que los abonos orgánicos obtuvieron resultados favorables y pudieran utilizarse como alternativa de fertilización en invernadero para el cultivo de tomate.

En adición, otra trabajo hecho por Usman *et al.* (2003) que encontraron mayor rendimiento con la fertilización química (urea) al estudiar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Variedad Unapal Precoso.

De igual manera nuestro resultado fueron superiores por lo expuesto por López-Elías *et al.* (2011) al obtener rendimiento de 10.6 kg.m⁻² y Morales (2009) 8.6 kg.m² con composta en sistema protegido.

Cabe señalar en nuestra investigación, en dependencia del sistema de producción existieron abonos orgánicos que resultaron favorables como alternativa de fertilización en cuanto al variable rendimiento.

En cuanto a peso fresco de los frutos, por falta de interacción entre los dos factores; se realizaron las comparaciones entre factores. Para el factor sistema de

producción, nuestra investigación reveló que los frutos obtenidos en malla sombra fueron de mayor peso con 540.726 g sin embargo los cosechados en campo abierto superaron estadísticamente los establecidos en macro-túnel siendo este último donde los frutos estuvieron los peores pesos fresco.

Los resultados de esta investigación superaron a los encontrados por Ortiz-Cereceres *et al.* (2009) que 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.

De igual manera, lo encontrado por López-Elías *et al.* (2011) en su trabajo intitulado: “Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda” encontraron menores pesos frescos de frutos de pepino, los cuales variaron entre 318-145 g sin embargo cabe señalar que el mismo varia en dependencia de la variedad evaluada.

En cuanto al factor fuente de fertilización, los frutos fertilizados con abonos orgánicos (bovino, ovino y lombricomposta) superaron estadísticamente a los frutos fertilizados inorgánicamente siendo de menor peso fresco de frutos con 396.28 g igualado por los frutos fertilizados por la composta.

Nuestros resultados tienen estrecha relación con lo encontrado por Luna Murillo *et al.* (2015) al evaluar algunos abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) donde encontró mejores pesos frescos con el uso de abonos orgánicos (vermicompost, jacinto de agua y la combinación 50% vermicompost + 50% Jacinto de agua) con valores de 195.56, 156.92, 175.2 y 115.68 g respectivamente para la primera cosecha. El mismo tendencia se observó hasta la cuarta cosecha evaluada donde no se encontraron diferencias estadística entre los tratamientos.

Vega-Ronquillo *et al.* (2006) encontraron mayores pesos fresco de frutos de pepino fertilizados con abonos orgánicos (humus de lombriz y composta) en comparación de los mismos pero fertilizados convencionalmente con valores de 135 y 139 g contra 91 g siendo el promedio del peso de los frutos de pepino fertilizados químicamente en su trabajo abonos orgánicos procesados como alternativa de sustrato de cultivos organopónicos de invernadero.

En adición García-Hidalgo y Romero-Gutiérrez (2016) en su trabajo: “Evaluación de la fertilización órgano-mineral del cultivo de pepino en la finca los Ramírez, municipio Manatí” en Cuba encontraron mayor pesos frescos de frutos con la utilización de humus de lombriz como abono orgánico de 340 g contra frutos de 300 g con la fertilización convencional de NPK.

Al evaluar el índice de cosecha, se encontraron interacciones fuente de fertilización dentro de los tres sistemas de producción. Contrario al variable rendimiento, los peores índices de cosecha se registraron con la utilización de la fuente química.

Nuestros resultados estuvieron debajo de lo encontrado por Álvaro y Moreira (2004) que encontraron índices de 0.56 a los 124 y 138 días después de la siembra en su trabajo “Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. hot), en Alajuela, Costa Rica. Sin embargo al comparar sus índices a los 82 días después de la siembra encontraron una correspondencia de 20% de los frutos en comparación a todas las partes de la planta, valor que entra dentro de nuestros valores encontrado en las condiciones de nuestro trabajo.

Alemán *et al.* (2016) encontraron índices superiores a los nuestros al determinar los indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana donde encontraron que los frutos de tomate correspondieron al 52% del peso total de la planta.

Calidad de los Frutos

La calidad de los frutos con respecto a la Norma mexicana FF-021 NMX modificado en 2005 por lo cual correspondieron a la calidad *México Número 1* con la letra D en dependencia de la fuente de fertilización utilizada sin embargo cabe señalar que la variedad “Turbo” de la empresa “Semini” tiene características en cuanto a longitud y diámetro de fruto superiores a lo establecido por la norma USDA (2016).

Valoración Económica

En el caso de nuestro estudio, la valoración económica reveló mejores resultados económicos en la agricultura protegida en comparación de los encontrados en cielo

abierto, resultados que se esperaban ya que los rendimientos obtenidos en los sistemas de agricultura protegida van de 2 a 9 veces encima de lo obtenido en campo abierto según la Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal (FUMIAF) en 2005.

En este estudio, la agricultura protegida siendo de tecnología baja no ha superado mucho los promedios de rendimientos por sistema que fueron de 17.37, 14.1 y 12.88 kg.m⁻² en macro-túnel, malla sombra y campo abierto respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Randolph en (2000) al obtener rendimiento entre 4-6 kg.m⁻² en campo abierto contra 9-18 kg.m⁻² en malla sombra con tecnología intermedia en el cultivo del pepino ya que los mismos influyen directamente en los indicadores económicos de cada sistema. Con los cultivos de tomate y pimiento, el mismo autor resaltó la misma tendencia del aumento del rendimiento siendo en tomate de 8-10 kg.m⁻² en campo abierto contra 12-16 kg.m⁻² en malla sombra, en pimiento de 6-8 kg.m⁻² en cielo abierto contra 9-12 kg.m⁻² en malla sombra.

La utilización de los abonos orgánicos ha influido directamente en la rentabilidad del cultivo donde en los tres sistemas de producción ha superado la utilización de la fertilización química a pesar de presentar mayores valores de producción y ganancia económica. Resultados que se esperaban por los elevados costos de los fertilizantes químicos que han sido uno de las desventajas de los mismos como la han mencionado Ramos Agüero y Terry Alfonso (2014) en su trabajo “Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas”. En cuanto a los sistemas protegidos, la mayor relación beneficio-costos se registró con la utilización de los abonos orgánicos (estiércol bovino y ovino) seguido de la fertilización química siendo la lombricomposta y composta de menores rentabilidades en los sistemas protegidos evaluados. En macro-túnel, las rentabilidades de los estiércoles bovino y ovino fueron de 29.18 y \$30.69 respectivamente contra \$13.99 con la fertilización química. En malla sombra, los mismos fueron de 13.84 y \$14.67 contra \$10.29.

En nuestro caso, estos resultados se explican por el bajo costo de los estiércoles que fueron de \$2 por kilogramo utilizado para fertilizar los pepinos.

El trabajo realizado por Mohammadi y Omid en (2010) al evaluar tanto ambiental como económicamente la producción de pepino bajo invernadero en Irán

demostraron que bajo las condiciones locales de producción fue posible obtener una relación beneficio-costo igual a 2,58 a partir de una productividad de 11,9 kg m⁻². Aunque su investigación no hace mayor referencia al manejo agronómico empleado, pero si hace referencia a la utilización de sistemas de calefacción dentro de los invernaderos para optimizar las condiciones de producción.

En Turquía, la producción hidropónica de pepino bajo invernadero logró una relación beneficio-costo de 1,53 con base en una productividad de 32,3 kg m⁻² (Engindeniz y Gül, 2009). En este caso el invernadero consistió en una estructura metálica empleando polietileno como material de cubierta.

Singh y Sirohi (2006) reconociendo el potencial que tenía el establecimiento de invernaderos semi-climatizados en India evaluaron diferentes variedades de pimentones de colores obteniendo producciones entre las 40 y 50 t ha⁻¹. Sin embargo los mismos autores reconocen que la viabilidad económica de estos sistemas depende directamente del tipo de mercado disponible para el productor. El análisis económico realizado por Gunadi *et al.* (2007) sobre la producción de pimentón en invernaderos plásticos en Indonesia reveló la rentabilidad positiva de este sistema donde se alcanzó una relación beneficio-costo de 2,12 cuando el riego se realizaba por goteo o de 2,03 cuando era manual.

Resultados que estuvieron muy debajo de lo obtenido por lo nuestro ya que en dependencia de la tecnología utilizada, los cálculos revelaron relaciones beneficio-costo en los sistemas protegidos.

Lo mismo pasa en comparar nuestros resultados con lo obtenido por Monsalve *et al.* (2011) en su evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero donde encontraron relaciones beneficio costo de 1 y 1.1 en pepino cochohombro y partenocárpico respectivamente.

Sin embargo, para nuestras condiciones locales en producción de pepino no se dispone de información validada experimentalmente que permita realizar un proceso adecuado de toma de decisiones. Reportes sobre valoración económica de los cultivos de pepino bajo las condiciones de agricultura protegida aplicadas en San Luis Potosí son casi inexistentes.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo se concluye:

Las plantas fertilizadas con abonos orgánicos (estiércoles bovino y ovino y lombricomposta) estuvieron mayor diámetro del tallo con 15.1, 14.4 y 14.3 mm que las plantas fertilizadas químicamente con 13.2 mm a los 44 días después del transplante.

En cuanto a la variable altura del tallo, las fuentes orgánicas (estiércoles bovino y ovino) presentaron mayor dinámica de crecimiento con 117 y 110.5 cm respectivamente que las plantas fertilizadas por la fuente química con 95.7 cm de altura a los 44 días después del transplante.

Para el factor sistema de producción, la mejor dinámica de crecimiento (diámetro del tallo) se registró en las plantas establecidas en campo abierto (16.44 mm) seguido de macro-túnel (13.49 mm) y por último de malla sombra (12.32 mm) a los 44 días después del transplante.

Para la variable altura del tallo, en el sistema malla sombra se registraron las plantas con mayor crecimiento (110.28 cm) mientras que en los sistemas cielo abierto y macro-túnel presentaron resultados similares (102.98 y 102.9 cm) a los 44 días después del transplante respectivamente.

En cuanto a la variable Tasa de Crecimiento del Cultivo, las interacciones campo abierto bovino, malla sombra composta y macro-túnel composta tuvieron los mayores valores con 4.05, 2.17 y 1.97 $\text{g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ respectivamente entre los 45-60 días después del transplante.

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^{-2} respectivamente sin embargo todos los frutos cosechados presentaron la misma calidad *México Número 1* Letra D (mayor de 6.5 cm en diámetro y mayor de 16.5 cm en longitud) .

La utilización de estiércol ovino generó mayor relación Costo/Beneficio con \$30.69 y \$14.67 en macro-túnel y malla sombra respectivamente, y el estiércol bovino resultó de mayor rentabilidad en campo abierto con \$9.16. La fertilización química presentó una relación de \$13.99, \$10.29 y \$2.65 en macro-túnel, malla sombra y cielo abierto respectivamente.

LITERATURA CITADA

Acquaah, G. M.; Adams, W.; Kelly, J. D .1991. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry Bean. *Crop Sci.* 31:261-265.

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.

Alemán P. R. D, Domínguez B. J., Rodríguez G. Y y Soria R. S. 2016. Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 43 (1): 71-76. ISSN papel: 0253-5785 ISSN online: 2072-2001 CE: 3415 CF: cag101162066 <http://cagricola.uclv.edu.cu>.

Alonso, E. M; Tornet; Q.Y; Ramos, R.R; Farrés, A.E; Aranguren, G.M; Rodríguez, M.D. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica México*. Vol.34, Num.3. 333-339 p.

Álvaro A., Moreira M. A. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, vol. 28, núm. 1, pp. 57-67.

Anónimo. <http://www.economiasniim.gob.mx/2010prueba/PreciosHoy.asp?prodC=9061>
Consultado el 19/06/2017.

Arias, S. 2007. Producción de pepino. Manual USAID. Programa de Diversificación Económica Rural (USAID_RED).U.S.A.31 pp.

Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A. C. AMHPAC (2013). México boasts nearly 21 thousand hectares under protected agriculture. <http://www.houseofproduce.com/news/production/?storyid=141> (Octubre 2013).

Avendaño, R. y B. Schwentesius. 2004. Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del valle de Mexicali, B.C., México. *Revista Latinoamericana de Economía* 36: 165-192.

Barraza A.F.V., 2012. Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *TEMAS AGRARIOS (Venezuela)* 17 (2): 18-29.

- Barrientos Llanos, H.** 2014. Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. Tesis de Grado (Maestría). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía.
- Bastida, T. A. y A. J. A. Ramírez.** 1999. Invernaderos en México. Diseño, construcción y manejo. Universidad Autónoma Chapingo. México. 139 pp.
- Brazante, B.** 1985. Influence of phosphate fertilization on the growth and nutrient status of micropropagation apple infected with endomycorrhizal fungi during the wearing stage. *Agronomie* 12: 841-845.
- Brown, R.H.,** 1984. Growth of the green plant. pp. 153-174. En: *Physiological basis of crop growth and development*. American Society of Agronomy, Madison.
- Brundtland, H.** 1987. *Our common future*. Oxford University Press, Oxford (for the World Commission on Environment and Development).
- Burbano, O. H.**1989. El suelo: Una visión sobre sus componentes biorgánicos. Universidad de Nariño, 447 p.
- Carrasco, O.** 2008. Guía completa para el cultivo y cuidado de hortalizas. Barcelona, ES. pp. 71-73. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/56665949/Manual-de-Horticultura-Guia-completa-para-el-cultivo-y-cuidado-de-hortalizas#scribd>.
- Castellanos, J.Z., B.J.X. Uvalle y S.A. Aguilar.** 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. Guanajuato, México. 150p.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).** 2003. Datos generales para la producción de los principales cultivos de importancia económica en El Salvador. San Andrés, La Libertad, El Salvador. p.19
- Cussaianovich, P.** (2001). Una aproximación a la agricultura orgánica.
- De la Cruz-Lázaro, E. Estrada-Botello, M.A. 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 en México. Sagarpa, México. p. 37.
- Decoteau, D.R.,** 2000. *Vegetable Crops*. Upper Rever Company. New Jersey, U.S.A p.464.

Encalada Córdova, M. Soto Carreño, F. Morales Guevara, D. 2016. Crecimiento de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) con cuatro niveles de sombra en dos condiciones edafoclimáticas de Ecuador. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba Cultivos Tropicales, vol. 37, núm. 2, pp. 72-78.

Engindeniz, S. y A. Gül. 2009. Economic analysis of soilless and soil-based greenhouse cucumber production in Turkey. Scientia Agricola 66(5), 606–614.

Escamilla García, J. L. Saucedo Veloz, C. Martínez Damián, M.T. Martínez Garza, A. Sánchez García, P. y Soto Hernández, R. M. 2003. Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 2. pp. 157-166.

Fawzy, Z. F.; El-Bassiony, A. M.; Li, Y.; Ouyang, Z. and Ghoname, A. A. Effect of mineral, organic and bio-n fertilizers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. J. App. Sci. Res. 8:3921-3933.

Félix Herrán, J. A. Sañudo Torres, R. R. RojoMartínez, 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.

Fischer, G. Piedrahita, W. Miranda, D. Romero, J. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia / eds. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO 1995. Manual del Instructor de la FAO, vol. 1. Sustainability issues in agricultural and rural development policies.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 2012. El cultivo de pepino.. <http://faostat.fao.org> . Consultado marzo, 2012.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 2012. El cultivo de pepino <http://faostat.fao.org> . Consultado marzo, 2012.

Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. (FUMIAF). 2005. Cultivo de pepino europeo en invernaderos de alta tecnología.

Gálvez, H. F. 2004. El cultivo del pepino en invernadero. En: J. Z. Castellanos (Ed.). Manual de Producción Hortícola en invernadero, 2ª Ed. INTAGRI. México. pp. 282-293.

García Hidalgo, Y. Romero Gutiérrez, F. 2016. Evaluación de la fertilización órgano-mineral del cultivo de pepino en la finca los Ramírez, municipio Manatí. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794, N°43: 6-16.

García, T. 2008. La conversión hacia una agricultura ecológica. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Mimeografiado. 13 p.

Gardner, F., P.; Brent P., R.; Mitchell R., L. 1990. Physiology of crop plants. Second Edition. Iowa state University. AMES. USA. 208 p.

Güenkov, G. 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba, p355.

Gunadi, N., W. Adiyoda, T. Moekasan y A.P. Everaarts. 2007. Constraints and potential of sweet pepper cultivation in plastic houses in Indonesia. Acta Hort. 761, 305–312.

Hernández del Valle, G. León Noguera, P. Cruz la Paz, O. e Indrani Ramnarain, Y. 2008. Influencia del mulch en los índices de crecimiento del frijol variedad «Bat-304». Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez La Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 17, núm. 4, pp. 46-49.

HO, L. C.; **GRANGE**, R. I.; **SHAW**, A. F. **BAKER**, D.; **MILLBURN**, J. A. 1989. Source/sink regulation, *In*: Transport of Photoassimilates. (eds.). Longman Scientific and Technical. Essex, U K. pp. 306-343.

<http://www.seminis.mx/product/turbo/299> consultado el 17/03/2017.

Hunt, R. 1978. Plant Growth analysis. Studies in biology. No. 96. Edward Arnold (Plubliser). London. 67 p.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold (Publisher). Ltd. London. 67 p.

Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis For Beginners. Hyman L.T.D., London, UK. 112 p.

- Información** Técnica Agrícola (INFOAGRO). 2014. El cultivo del pepino (En línea). Consultado el 27 de mayo de 2014. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>
- Instituto** Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). 1996. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo experimental Santiago Ixcuintla. Folleto para productores Número 2. p. 4.
- Instituto** para la innovación tecnológica en agricultura. INTAGRI. 2012. Tercer diplomado internacional en horticultura protegida. www.intagri.com.mx. [18 Marzo 2012].
- Kang**, S., G. Joo, M. Hamayun, C. Na, D. Shin, H. Y. Kim, J. Hong and I. Lee. 2009. Gibberlin production and phosphate solubilization by newly isolated strain of *Acinetobacter calcoaceticus* and its effect on plant growth. *Biotechnology Letters* 31: 277-281.
- King**, L.D. 1990. Sustainable Soil Fertility Practices. In: Sustainable Agriculture in Temperate Zones Francis, C., C.B. Flora. And L.D. King (eds). John Wiley, USA. pp: 147-173.
- Lal**, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropic versus temperate environments. *Advances in Agronomy* 42:85-197.
- López Arcos**, M. Edith Poot Matu J., y Adolfo Mijangos Cortez M. 2012. Response of habanero pepper (*Capsicum chinense* L. Jacq) organic fertilizer supply in Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola* 12 (2): 307-312.
- López**, C. 2008. Guía técnica del cultivo de pepino. (En línea). Fecha de consulta: 5 de junio de 2014. <http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/guía-pepino.pdf>.
- López**, R. y F. Contreras., 2007. Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica. *AVANCES EN QUÍMICA*. 2(3) : 23-33
- López-Elías**, J. J. C. Rodríguez., A. Marco., L. Huez, S. O. Garza, J. L. Jiménez., E. I. E. Leyva. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA (Chile)* 29: 21-27.

- López-Elías**, J. Rodríguez J. C., Huez M. A. Garza O. L. S. Jiménez L. J. Leyva E. I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. IDESIA (Chile) Volumen 29, N° 2.22-26.
- Lower**, R. L.; Edwards, M. D. (1986) Cucumber breeding. *On: Breeding Vegetable Crops*. Bassett M. J (Ed). AVI Publishing Company INC. Westport, Conneticut, Estados Unidos de América. p.584.
- Luna Murillo**, R. A. Reyes Pérez, J. J. López Bustamante, R. J. Reyes Bermeo, M. Murillo Campuzano, G. Samaniego Armijos, C. Espinoza Coronel, A. Ulloa Méndez, C. y Travéz 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.
- Luna Murillo**, R., Espinosa Cunuhay, K., Trávez Trávez, R., Ulloa Méndez, C., Espinoza Coronel, A., Bejarano Albornoz, A. 2015. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*. 2016. 9(1):11-16.
- Maroto**, J.; Miguel, A. y Pomares, F. 2010. El cultivo de pepino. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. ES. 322 p.
- Martino**, D.L. 1994. Avances experimentales en siembra directa. In INIA La Estanzuela, Jornada de Cultivos de Invierno 1994, pp.11-27.
- Mia**, B.M.A., Z.H. Shamsuddin, Z. Wahab and M. Marziah. 2010. Rhizobacteria as bioenhancer and biofertilizer for growth and yield of banana (*Musa* spp. cv. “Berangan”). *Scientia Horticulturae* 126: 80-87.
- Mohammadi**, A. y M. Omid. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Appl. Energy* 87, 191–196.
- Monsalve**, O. I. Albeiro Casilimas, H. Bojacá, C. R. 2011. Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* - Vol. 5 - No. 1 - pp. 69-82.
- Morales**, J.; Fernández, M.; Montiel, A. y Peralta, B. 2009. Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y en el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*). *Biocencia*. II: 19-26.

Mortensen, E. 1986. Horticultura tropical. Centro regional de ayuda técnica para el desarrollo internacional. México. 182 p.

Muñoz Macías, N. M. 2015. Respuesta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a la nutrición química y orgánica bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Ecuador.

Nangare, D.D. Meena, V. Bhushan, B. 2015. Effect of green shade nets on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in semi-arid region of Punjab. Asian Journal of Advances in Basic and Applied Science. Vol-1: No-1: 1-8.

Ortiz-Cereceres, J. Sánchez-del Castillo, F. Mendoza-Castillo, Ma. del C. y Torres-García, A. 2009. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicano. Volumen 32(4). 290-294.

Pardo, F.V., Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., Trejo Valencia, R., Segura Castruita M. A., y Orozco Vidal, J. A. 2014 Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas Volumen 5 Número 7.

Pérez, R. E. 2012. Inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis presentada en opción al grado de maestra en ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillo, Postgrado de Edafología. Producción de tomate orgánico 25(1):59-67, 2009.

Ponce C. P. (2013). Panorama de la Agricultura Protegida en México. <http://www.hortalizas.com/articulo/35512/panorama-de-la-agricultura-protegida-en-mexico> (Julio 2013).

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA 2010. El ABC del CPS. Aclarando conceptos sobre el consumo y la producción sostenibles. París, Francia.

Ramírez Medina, G. Rico García, E. Mercado Luna, A. Ocampo Velázquez, R. Guevara González, y Soto Zarazúa, G.M. 2012. Efecto del manejo cultural y sombreado sobre la productividad del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). CIENCIA@UAQ.

Ramírez, A. J. M. 2005. Producción de hortalizas con sustratos orgánicos a través del sistema organopónico. III Encuentro mesoamericano y del Caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. 3 – 5 de octubre. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. p.29-30

Ramos Agüero, D. y Terry Alfonso, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas”. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 35, núm. 4, pp. 52-59.

Randolph A. 2000. El potencial de las nuevas tecnologías. Análisis integral de los nuevos sistemas de producción que se obtienen en campo abierto, malla sombra e invernaderos. Productores de Hortalizas 9 (1): 42-48.

Randolph, A. 1999. Tips de producción intensiva. Análisis de los diferentes sistemas de producción. Revista Productores de Hortalizas. Año 8, No.4. Abril 1999. Meister Publishing Co. D.F., México, p16-18.

Revista de Agricultura orgánica. Vol. 1, No17.

Reyes González, C. E. 2012. Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino en sistemas hidropónicos con recirculación de la solución nutritiva. Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura.

Rodríguez, K., Ortuño, N. 2007. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. Revista Boliviana (en línea). Consultado el 4 de Abril de 2016. Disponible en <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php>.

Romero, E.; Plaza, C.; Senesi, N.; Nogales, R. y Polo, A. 2007. Humic acid-like fractions in raw and vermicomposted winery and distillery wastes. Geoderma. 139:397-406.

Romero-Lima, M. R. L. 1997. Abonos orgánicos y químicos en producción sanidad y absorción nutrimental y efecto en el suelo. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias. Colegio de Posgrado, México.

Ross-López, E., G. 2013. Microorganismos benéficos como biofertilizantes y antagonistas de fitopatógenos en la producción sustentable de pepino. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Departamento de Horticultura. Saltillo. México.

Ruiz, F., J., F. 1998. La agricultura convencional fuente de contaminación del suelo y agua. *In: Memorias del III Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica.* Guadalajara, Jal. Méx. 5 al 7 de noviembre. Consejo Estatal de Promoción Económica del Gobierno del Estado de Jalisco, Universidad de Guadalajara y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica. pp :29-30.

Salas, H. 2011. El suelo un organismo viviente. *IN: Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina.* Editorial Planeta. AR. p. 333.

Salazar, S. E., 1998. Mineralización y distribución del nitrógeno a través de la zona radicular en dos sistemas de labranza bajo condiciones de campo. *Terra.* 16:2: 163-172.

Salazar, S. E., López J. D., Martínez, R. Z. T., Vázquez C. V., Hernández, M. F., Silva, J. V., 2002. Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero. www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/uso_estiercol.pdf - Consultado el día 3 de julio de 2015.

Salazar, S. E., Vázquez V. C. y Rivera O. O. 2002. Manejo y biodegradación del estiércol bovino en la Comarca Lagunera. XV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo.

Schnitman, G. 2007. Principales vertientes de la agricultura orgánica. *IN: Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina.* Editorial Planeta. AR. p. 333.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA) y Secretaría de Economía (SE). 2005. PC-021-2005 pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pepino.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA), y Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaria (SIAP). 2015. Márgenes de comercialización de Hortalizas, Pepino.

Sedano-Castro, G.; González-Hernández, V. A.; Engleman, E. M.; Villanueva-Verduzco, C. 2005. Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de

calabacita. Universidad Autónoma Chapingo, México. Revista Chapingo serie horticultura, vol. 11, núm. 2, pp. 291-297.

Sedgley, R. H. 1991. An appraisal of the Donald ideotype after 21 years. *Field Crops Res.* 26:93-112.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaria. SIAP. 2012. El cultivo del pepino. www.siap.gob.mx. Fecha de consulta: 24/01/2012.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2010. SAGARPA. México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2015. Sagarpa, México. http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Consultado en octubre 10 de 2016.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2016. Sagarpa, México. http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Consultado en Noviembre 8 de 2016.

Singh, B. y N.P.S. Sirohi. 2006. Protected cultivation of vegetables in India: problems and future prospects. *Acta Hort.* 710, 339–342.

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.

Tamaro, D. 2005. Guía para el cultivo de hortalizas. Editorial Limusa. Mx. p. 34.

Torres-Moya, E. Ariza-Suárez, D. Baena-Aristizabal, C. D. Cortés-Gómez, S. Becerra-Mutis L. y Riaño-Hernández, C. A. 2016. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes*, Vol. 39, No. 2, 102-110.

Trinidad Santos, A, 2006. Abonos Orgánicos *in* Sistema de Agronegocios Agrícolas. Ed. Colegio de Posgraduados, SAGARPA. Pp 1:2.

Trinidad Santos, A. 1987. El uso de abonos orgánicos y químicos en la producción agrícola. Cuadernos de Edafología 10. Colegio de Posgrado, México.

United States Department of Agriculture (USDA). 2012. <https://www.ars.usda.gov/>.

United States Department of Agriculture (USDA). 2016. United States Standards for Grades of Cucumbers, pp 1-6.

Usman, D. C. Usman, P. C. Bonilla, C. R. y Sánchez, M. S. 2003. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Variedad Unapal Precoso. ACTA AGRONÓMICA VOL. 52 (1-4). PÁG. 59-63.

Valadez, A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial UTEHA, D.F., México, p298.

Vega-Ronquillo, E. Rodríguez-Guzmán, R. Cárdenas-López, M. de. Almaguer San-Miguel, A. y Serrano-González, N. 2006. Abonos orgánicos procesados como alternativa de sustrato de cultivos organopónicos de invernadero. Naturaleza y Desarrollo. vol. 4 núm. 1, pp. 24-35.

Villa García, S. y Aguirre, G. 2009. Manual del uso de fertilizantes.

Zamora, F., Tua, D., Rodríguez, D.T. 2008. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa. Agronomía Tropical 58(3):233-2.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de nutrimentos del estiércol ovino con el número de registro FE-602.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal**
(Campo Experimental Bajío)

ANALISIS DE FERTILIZANTES			
INFORMACION GENERAL			
No de registro:	FE-602	Cliente:	Universidad Autonoma de SLP
Fecha de recepción:	23/08/2016	Propietario:	Dr. José Luis Lara Mirales
Fecha de entrega:	30/08/2016	Municipio:	Soledad de Graciano Sanchez
Nombre del Producto:	Ovino	Estado:	San Luis Potosí
Tipo:	Composta	Lote:	
Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap			
ANALISIS DE CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS			
Macronutrimentos	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Nitrógeno Total	%	1.876	Micro Kjeldahl
Fosforo Total (como P ₂ O ₅)	%	1.060	Espectrofotometria
Potasio (como K ₂ O)	%	3.472	Absorción Atómica
Relación C/N		19.85	Calculado
Nitrógeno Nitrico (N-NO ₃)	ppm	N.D	Nitración del Ácido Salicílico
Nitrógeno (como N-NH ₄)	ppm	N.D	Formaldehído. Volumétrico
Elementos secundarios			
Calcio	%	1.276	Absorción Atómica
Magnesio	%	0.386	Absorción Atómica
Azufre	%	0.220	Turbidimetría
Sodio	%	N.D	Absorción Atómica
Micronutrimentos			
Hierro	ppm	1481.564	Absorción Atómica
Cobre	ppm	12.055	Absorción Atómica
Manganeso	ppm	198.082	Absorción Atómica
Zinc	ppm	120.708	Absorción Atómica
Boro	ppm	N.D	Colorimétrico con Azometina
Otros			
N Ureico	%	N.D	Calculado
Materia Orgánica	%	67.769	Calculado
Humedad	%	13.062	Gravimetría 105° C
Cenizas	%	19.169	Calcificación a 600° C
pH		9.23	Potenciometro
Conductividad Eléctrica	dSm	3.43	Conductivometro
Calcio Soluble	meq/L	N.D	Volumetría con EDTA
Sulfato Solubles	meq/L	N.D	Turbidimetría con BaCl ₂
Materia Seca	%	86.938	Gravimetría 105° C
COMENTARIOS		DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ	
RESPONSABLE DEL LABORATORIO			

Anexo 2. Análisis de nutrimentos del abono orgánico lombricomposta con el número de registro FE-603.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal
(Campo Experimental Bajío)**

ANÁLISIS DE FERTILIZANTES			
INFORMACION GENERAL			
No de registro:	FE-603	Cliente:	Universidad Autónoma de SLP
Fecha de recepción:	23/08/2016	Propietario:	Dr. José Luis Lara Mirales
Fecha de entrega:	30/08/2016	Municipio:	Soledad de Graciano Sánchez
Nombre del Producto:	Lombricomposta	Estado:	San Luis Potosí
Tipo:	Composta	Lote:	
Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap			
ANÁLISIS DE CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS			
Macronutrimentos	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Nitrógeno Total	%	0.780	Micro Kjeldahl
Fósforo Total (como P ₂ O ₅)	%	1.370	Espectrofotometría
Potasio (como K ₂ O)	%	0.636	Absorción Atómica
Relación C/N		16.64	Calculado
Nitrógeno Nitrico (N-NO ₃)	ppm	N.D	Nitración del Acido Salicílico
Nitrógeno (como N-NH ₄)	ppm	N.D	Formaldehído. Volumétrico
Elementos secundarios			
Calcio	%	6.156	Absorción Atómica
Magnesio	%	0.589	Absorción Atómica
Azufre	%	0.320	Turbidimetría
Sodio	%	N.D	Absorción Atómica
Micronutrimentos			
Hierro	ppm	7309.478	Absorción Atómica
Cobre	ppm	25.550	Absorción Atómica
Manganeso	ppm	348.247	Absorción Atómica
Zinc	ppm	207.663	Absorción Atómica
Boro	ppm	N.D	Colorimétrico con Azometina
Otros			
N Ureico	%	N.D	Calculado
Materia Orgánica	%	23.624	Calculado
Humedad	%	4.600	Gravimetría 105° C
Cenizas	%	71.775	Calcificación a 600° C
pH		7.85	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	dSm	2.03	Conductivímetro
Calcio Soluble	meqL	N.D	Volumetría con EDTA
Sulfatos Solubles	meqL	N.D	Turbidimetría con BaCl ₂
Materia Seca	%	95.400	Gravimetría 105° C
COMENTARIOS		DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ	
		RESPONSABLE DEL LABORATORIO	

Anexo 3. Análisis de nutrimentos del estiércol bovino con el número de registro FE-604.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal
(Campo Experimental Bajío)**

ANALISIS DE FERTILIZANTES			
INFORMACION GENERAL			
No de registro:	FE-604	Cliente:	Universidad Autonoma de SLP
Fecha de recepción:	23/08/2016	Propietario:	Dr. José Luis Lara Mireles
Fecha de entrega:	30/08/2016	Municipio:	Soledad de Graciano Sánchez
Nombre del Producto:	Bovino	Estado:	San Luis Potosí
Tipo:	Composta	Lote:	
Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap			
ANALISIS DE CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS			
Macronutrimentos	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Nitrogeno Total	%	1.396	Micro Kjeldahl
Fosforo Total (como P ₂ O ₅)	%	1.030	Espectrofotometria
Potasio (como K ₂ O)	%	3.563	Absorción Atomica
Relación C/N		19.91	Calculado
Nitrogeno Nitrico (N-NO ₃)	ppm	ND	Nitracion del Acido Salicilico
Nitrogeno (como N-NH ₄)	ppm	ND	Formaldehido. Volumetrico
Elementos secundarios			
Calcio	%	3.774	Absorción Atomica
Magnesio	%	0.503	Absorción Atomica
Azufre	%	0.440	Turbidimetria
Sodio	%	ND	Absorción Atomica
Micronutrimentos			
Hierro	ppm	2911.512	Absorción Atomica
Cobre	ppm	23.071	Absorción Atomica
Manganeso	ppm	130.963	Absorción Atomica
Zinc	ppm	133.953	Absorción Atomica
Boro	ppm	ND	Colorimétrico con Azometina
Otros			
N Urtico	%	ND	Calculado
Materia Orgánica	%	50.592	Calculado
Humedad	%	10.849	Gravimetria 105° C
Cenizas:	%	38.559	Calcinacion a 600° C
pH		9.69	Potenciometro
Conductividad Eléctrica	dSm	2.84	Conductivometro
Calcio Soluble	meqL	ND	Volumetria con EDTA
Sulfatos Solubles	meqL	ND	Turbidimetria con BaCl ₂
Materia Seca	%	89.152	Gravimetria 105° C
COMENTARIOS		DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ	
		RESPONSABLE DEL LABORATORIO	

Anexo 4. Análisis de nutrimentos del abono orgánico composta con el número de registro FE-605.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal
(Campo Experimental Bajío)**

ANÁLISIS DE FERTILIZANTES			
INFORMACION GENERAL			
No de registro:	FE-605	Cliente:	Universidad Autónoma de SLP
Fecha de recepción:	23/08/2016	Propietario:	Dr. José Luis Lara Mireles
Fecha de entrega:	30/08/2016	Municipio:	Soledad de Graciano Sánchez
Nombre del Producto:	Composta	Estado:	San Luis Potosí
Tipo:	Composta	Lote:	
Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap Inifap			
ANÁLISIS DE CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS			
Macronutrimentos	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Nitrogeno Total	%	0.645	Micro Kjeldahl
Fosforo Total (como P ₂ O ₅)	%	0.740	Espectrofotometria
Potasio (como K ₂ O)	%	1.733	Absorción Atómica
Relación C/N		9.68	Calculado
Nitrogeno Nitrico (N-NO ₃)	ppm	N.D	Nitración del Acido Salicídico
Nitrogeno (como N-NH ₄)	ppm	N.D	Formaldehído. Volumétrico
Elementos secundarios			
Calcio	%	1.598	Absorción Atómica
Magnesio	%	0.279	Absorción Atómica
Azufre	%	0.254	Turbidimetría
Sodio	%	N.D	Absorción Atómica
Micronutrimentos			
Hierro	ppm	8273.753	Absorción Atómica
Cobre	ppm	16.933	Absorción Atómica
Manganeso	ppm	178.592	Absorción Atómica
Zinc	ppm	102.768	Absorción Atómica
Boro	ppm	N.D	Colorimétrico con Arometina
Otros			
N Uréico	%	N.D	Calculado
Materia Orgánica	%	11.364	Calculado
Humedad	%	4.208	Gravimetría 105° C
Cenizas	%	84.429	Calcinación a 600° C
pH		9.12	Potenciometro
Conductividad Eléctrica	dS/m	6.88	Conductivometro
Calcio Soluble	meq/L	N.D	Volumetría con EDTA
Sulfatos Solubles	meq/L	N.D	Turbidimetría con BaCl ₂
Materia Seca	%	95.792	Gravimetría 105° C
COMENTARIOS		DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ	
		RESPONSABLE DEL LABORATORIO	

Anexo 5. Análisis completo de suelo del sistema malla sombra (Invernadero) con el número de registro SU-7999.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal
(Campo Experimental Bajo)
ANÁLISIS COMPLETO DE SUELO**

INFORMACION GENERAL													
No. Registro : SU- 7999	Municipio : Soledad de Graciano Sanchez	Cultivo Ant. : Lechuga											
Fecha de Recepción: 23/08/2016	Estado : San Luis Potosí	Cultivo a Sem. : Pepino											
Fecha de Entrega : 30/08/2016	Lote : Suelo Invernadero	Tipo de análisis: Completo											
Propietario: Dr. José Luis Lara Mireles	Prof. de Muestra: 0-30 cm	Coordenadas											
Rancho : Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la UASLP	Cliente: Universidad Autónoma de San Luis Potosí												
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO						REACCIÓN DEL SUELO							
Arena: 41.48 %	Arcilla: 42.56 %	Limo: 15.96 %	pH (1:2 agua)	7.81	Mod. Alcalino								
Tipo de Suelo : Arcilla			pH (1:2 CaCl2)	N.D									
Punto de Saturación: 41.20 %	Mod. Alto			Carbonatos Totales(%)	1.98	Bajo							
Capacidad de Campo: 30.90 %			Requerimientos de Cal	No Raq	Ton ha ⁻¹								
Punto March. Perm. : 16.20			Requerimientos de Yeso	2.73	Ton ha ⁻¹								
Cond. Hidráulica : N.D	cm/hr												
Densidad Aparente : 0.95	g/cm ³												
FERTILIDAD													
Muy Alto													
Alto													
Mod. Alto													
Mediano													
Mod. Bajo													
Bajo													
Muy Bajo													
Determinación	MO	N-Inorg.	P-Bray	K	Ca	Mg	Na ⁺	Fe	Zn	Mn	Cu	B	P-Olsen
Unidades	%	ppm	N.D	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	N.D	ppm
Resultados	1.13	8.67		363.53	2,629.33	137.05	232.09	2.28	1.44	4.32	0.21		11.57
EXTRACTO DE SATURACION (SALINIDAD - SODICIDAD)						RELACION DE BASES DE CAMBIO							
CEc	2.48	dSm	RAS	3.14	Muy Alto								
pHe	8.26		PSI	6.23	Alto								
Cationes (meq/l)			Aniones (meq/l)			Mod. Alto							
Ca ⁺⁺	10.86		CO3	0.12	Mediano								
Mg ⁺⁺	4.44		HCO3	0.42	Mod. Bajo								
Na ⁺	8.69		Cl ⁻	6.68	Bajo								
K ⁺	0.79		SO4	17.56	Muy Bajo								
PO4	N.D		N - NO3	N.D	Grado de	Sales	RAS						
Relacion						Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K				
Resultado						11.70	1.21	15.35	14.14				
Rango Medio						2 - 6	2 - 3	20 - 30	10 - 15				
PORCENTAJE ACTUAL Y SUGERIDO DE LAS BASES DE CAMBIO													
		H ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CIC					
Resultado	meq/100 gr			13.15	1.12	0.93	1.01	16.21					
	% Actual			81.11	6.93	5.74	6.23						
Sugerido	% Sugerido	N.D	N.D	65 - 75	10 - 20	3 - 7	0 - 5						
COMENTARIOS						ATENAMENTE							
						DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ ENCARGADO (A) DE LABORATORIO							

Anexo 6. Análisis completo de suelo del sistema campo abierto con el número de registro SU-8000.

inifap Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
 Y Nutrición Vegetal
 (Campo Experimental Bajo)
 ANALISIS COMPLETO DE SUELO

INFORMACION GENERAL													
No. Registro : SU-8000	Municipio : Soledad de Graciano Sanchez	Cultivo Ant. : Lechuga											
Fecha de Recepcion: 23/08/2016	Estado : San Luis Potosi	Cultivo a Sem. : Pepino											
Fecha de Entrega : 30/08/2016	Lote : Suelo Campo Abierto	Tipo de analisis: Completo											
Propietario: Dr. José Luis Lara Mirales	Prof. De Muestra: 0-30 cm	Coordenadas: 0.00											
Rancho : Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la UASLP	Cliente: Universidad Autónoma de San Luis Potosi												
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO							REACCIÓN DEL SUELO						
Arena: 43.48 %	Arcilla: 42.56 %	Limo: 13.96 %	pH (1:2 agua)	7.69	Mod. Alcalino								
Tipo de Suelo : Arcilla	pH (1:2 CaCl2)	N.D											
Punto de Saturación : 42.00 % Mod. Alto	Carbonatos Totales(%)	2.06	Mod. Bajo										
Capacidad de Campo: 31.50 %	Requerimientos de Cal	No Raq	Tom ha ⁻¹										
Punto March. Perm. : 16.50	Requerimientos de Yeso	1.42	Tom ha ⁻¹										
Cond. Hidráulica : N.D cm/hr													
Densidad Aparente : 0.96 g/cm ³													
FERTILIDAD													
Muy Alto													
Alto													
Mod. Alto													
Mediano													
Mod. Bajo													
Bajo													
Muy Bajo													
Determinación	MO	N-Inorg.	P-Bray	K	Ca	Mg	Na ⁺	Fe	Zn	Mn	Cu	B	P-Olsen
Unidades	%	ppm	N.D	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	N.D	ppm
Resultados	1.71	12.28		619.27	2,410.91	155.34	119.19	3.65	2.19	5.92	0.25		14.21
EXTRACTO DE SATURACION (SALINIDAD - SODICIDAD)							RELACION DE BASES DE CAMBIO						
CEc	1.15	dS/m	RAS	1.97			Muy Alto						
pHs	8.57		PSI	3.36			Alto						
Cationes (meq/l)				Aniones (meq/l)				Mod. Alto					
Ca ⁺⁺	5.06		CO3	0.24			Mediano						
Mg ⁺⁺	1.44		HCO3	0.92			Mod. Bajo						
Na ⁺	3.55		Cl-	2.15			Bajo						
K ⁺	1.43		SO4	8.17			Muy Bajo						
PO4	N.D		N - NO3	N.D			Grado de	Salas	RAS				
							Relación	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K		
							Resultado	9.47	0.80	8.42	7.61		
							Rango Medio	2 - 6	2 - 3	20 - 30	10 - 15		
PORCENTAJE ACTUAL Y SUGERIDO DE LAS BASES DE CAMBIO													
		H ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CIC					
Resultado	meq/100 gr			12.05	1.27	1.38	0.32	15.42					
	% Actual			78.12	8.25	10.26	3.36						
Sugerido	% Sugerido	N.D	N.D	65 - 75	10 - 20	3 - 7	0 - 5						
COMENTARIOS							ATENTAMENTE						
							DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ ENCARGADO (A) DE LABORATORIO						

Anexo 7. Análisis completo de suelo del sistema macro-túnel con el número de registro SU-8001.



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos
Y Nutrición Vegetal
(Campo Experimental Bajío)
ANÁLISIS COMPLETO DE SUELO**

INFORMACION GENERAL													
No. Registro : SU- 8001	Municipio : Soledad de Graciano Sánchez	Cultivo Ant : Lechuga											
Fecha de Recepción: 23/08/2016	Estado : San Luis Potosí	Cultivo a Sem : Pepino											
Fecha de Entrega : 30/08/2016	Lote : Suelo Macrotúnel	Tipo de análisis: Completo											
Propietario: Dr. José Luis Lara Mirales	Prof. de Muestra: 0- 30 cm	Coordenadas:											
Rancho : Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria de la UASLP	Cliente : Universidad Autónoma de San Luis Potosí												
CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO							REACCIÓN DEL SUELO						
Arena: 39.48 %	Arcilla: 48.56 %	Limo: 11.96 %	pH (1:2 agua)	8.47	Fuert. Alcalino								
Tipo de Suelo : Arcilla			pH (1:2 CaCl2)	N.D									
Punto de Saturación: 41.00 %	Mod. Alto			Carbonatos Totales(%)	1.99	Bajo							
Capacidad de Campo: 30.80 %			Requerimientos de Cal	No Req	Ton ha ⁻¹								
Punto March. Perm. : 16.10			Requerimientos de Yeso	1.88	Ton ha ⁻¹								
Cond. Hidráulica : N.D cm/hr													
Densidad Aparante : 0.97 g/cm ³													
FERTILIDAD													
Muy Alto													
Alto													
Mod. Alto													
Mediano													
Mod. Bajo													
Bajo													
Muy Bajo													
Determinación	MO	N-Inorg.	P-Bray	K	Ca	Mg	Na ⁺	Fe	Zn	Mn	Cu	B	P-Olsen
Unidades	%	ppm	N.D	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	N.D	ppm
Resultados	1.62	8.67		517.96	2,760.97	155.66	156.75	2.99	1.77	5.15	0.46		19.78
EXTRACTO DE SATURACION (SALINIDAD - SODICIDAD)							RELACION DE BASES DE CAMBIO						
CEc 0.98 dS/m	RAS 2.45						Muy Alto						
pHe 8.64	PSI 3.99						Alto						
Cationes (meq/l)		Aniones (meq/l)				Mod. Alto							
Ca ⁺⁺ 3.68	CO3 0.12					Mediano							
Mg ⁺⁺ 1.52	HCO3 0.84					Mod. Bajo							
Na ⁺ 3.95	Cl- 1.85					Bajo							
K ⁺ 0.68	SO4 7.03					Muy Bajo							
PO4 N.D	N - NO3 N.D					Grado de	Sales	RAS					
RELACION DE BASES DE CAMBIO							Muy Alto						
							Alto						
							Mediano						
							Bajo						
							Muy Bajo						
							Relación	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K		
							Resultado	10.82	0.96	11.38	10.42		
							Rango Medio	2 - 6	2 - 3	20 - 30	10 - 15		
PORCENTAJE ACTUAL Y SUGERIDO DE LAS BASES DE CAMBIO													
		H ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CIC					
Resultado	meq/100 gr			13.80	1.28	1.32	0.68	17.08					
	% Actual			80.79	7.47	7.75	3.99						
Sugerido	% Sugerido	N.D	N.D	65 - 75	10 - 20	3 - 7	0 - 5						
COMENTARIOS							ATENCIÓN						
							<p align="center">DR. AURELIO BÁEZ PÉREZ ENCARGADO (A) DE LABORATORIO</p>						

Anexo 8. Gastos realizados y estimados por 1 hectárea en malla sombra.

Insumos	Cantidad en 1ha	Unidad	Precio unitario (\$)	Precio en 1 ha (\$)
Cintillas	26845.6	m		8,948.53
Costo Producción Sistema	110	\$ m ⁻²		220,000.00
Barbecho				1,400.00
Rastra doble				1,400.00
Nivelación				700.00
Acame				700.00
Luz riego	125	horas	2.01	251.25
semillas				15,028.00
Extracto de ajo	1 (aplicado 4 veces)	l ha ⁻¹	200.00	800.00
Caldo bordelés	3 (aplicado una sola vez)	l ha ⁻¹		200.00
Jornada laboral	5 trabajadores (13 semanas)		150.00	78,000.00
Análisis suelo y sustratos				6,720.64
DAP	11200	kg	13.00	145,600.00
K ₂ SO ₄	2000	kg	24.75	49,500.00
MgSO ₄	8900	kg	5.00	44,500.00
Ca(NO ₃) ₂	14700	kg	11.20	164,640.00
lombricomposta	18600	kg	10.00	186,000.00
compost	22500	kg	10.00	225,000.00
bovino	10400	kg	2.00	20,800.00
ovino	8200	kg	2.00	16,400.00

m: metro, l ha⁻¹: litro por hectárea, kg: kilogramo

Anexo 9. Valor de la producción estimada en 1 hectárea en malla sombra.

Fuente fertilización	Rendimiento acumulado (kg m ⁻²)	Rendimiento total (kg ha ⁻¹)	precio unitario kg ⁻¹	VP (\$)
Bovino	11.85952381	118595.23	44.37	5,262,07
Ovino	12.37142857	123714.28	44.37	5,489,20
Lombricomposta	15.83452381	158345.23	44.37	7,025,77
Composta	11.67142857	116714.28	44.37	5,178,61
Química	18.79464286	187946.42	44.37	8,339,18

Anexo 10. Gastos realizados y estimados por 1 hectárea en macro-túnel.

Insumos	Cantidad en 1ha	Unidad	Precio unitario	Precio en 1 ha
Cintillas	26845.6	m		8,948.53
Costo Producción Sistema	65	\$ m ⁻²		130,000.00
Barbecho				1,400.00
Rastra doble				1,400.00
Nivelación				700.00
Acame				700.00
Luz riego	125	horas	2.01	251.25
semillas				15,028.00
Extracto de ajo	1 (aplicado 4 veces)	1 ha ⁻¹	200.00	800.00
Caldo bordelés	3 (aplicado una sola vez)	1 ha ⁻¹		200.00
Jornada laboral	5 trabajadores (13 semanas)		150.00	78,000.00
análisis suelo y sustratos				6,720.64
DAP	11200	kg	13.00	145,600.00
K ₂ SO ₄	1960	kg	24.75	48,510.00
MgSO ₄	8900	kg	5.00	44,500.00
Ca(NO ₃) ₂	14700	kg	11.20	164,640.00
Lombricomposta	18500	kg	10.00	185,000.00
Composta	22000	kg	10.00	220,000.00
Bovino	10300	kg	2.00	20,600.00
Ovino	7700	kg	2.00	15,400.00

m: metro, l ha⁻¹: litro por hectárea, kg: kilogramo

Anexo 11. Valor de la producción estimada en 1 hectárea en macro-túnel.

Fuente fertilización	Rendimiento acumulado (kg m ⁻²)	Rend. total (kg ha ⁻¹)	Precio Unitario por kg	VP(\$)
Bovino	17.98571429	179857.14	44.37	7,980,26
Ovino	18.51071429	185107.14	44.37	8,213,20
Lombricomposta	13.09428571	130942.85	44.37	5,809,93
Composta	13.85	138500	44.37	6,145,24
Química	23.43404762	234340.47	44.37	10,397,6

Rend: Rendimiento

Anexo 12. Gastos realizados y estimados por 1 hectárea en campo abierto.

Insumos	Cantidad en 1ha	Unidad	Precio unitario	Precio en 1 ha
Cintillas	26845.6	m		8,948.53
Barbecho				1,400.00
Rastra doble				1,400.00
Nivelación				700.00
Acame				700.00
Luz riego	125	horas	2.01	251.25
semillas				15,028.00
Extracto de ajo	1 (aplicado 4 veces)	l/ha	200.00	800.00
Caldo bordelés	3 (aplicado una sola vez)	l/ha		200.00
Jornada laboral	5 trabajadores (13 semanas)		150.00	78,000.00
Análisis suelo y sustratos				6,720.64
DAP	9800	kg	13.00	127,400.00
K ₂ SO ₄	2800	kg	24.75	69,300.00
MgSO ₄	8900	kg	5.00	44,500.00
Ca(NO ₃) ₂	14700	kg	11.20	164,640.00
Lombricomposta	17200	kg	10.00	172,000.00
Composta	20800	kg	10.00	208,000.00
Bovino	9600	kg	2.00	19,200.00
Ovino	7100	kg	2.00	14,200.00

m: metro, l ha⁻¹: litro por hectárea, kg: kilogramo

Anexo 13. Valor de la producción estimada en 1 hectárea en campo abierto.

Fuente fertilización	Rend acumulado (kg m ⁻²)	Rend total (kg ha ⁻¹)	Precio Unitario kg ⁻¹	VP(\$)
Bovino	12.88928571	128892.8571	10.50	1,353,37
Ovino	11.22083333	112208.3333	10.50	1,178,18
Lombricomposta	10.28303571	102830.3571	10.50	1,079,71
Composta	10.45857143	104585.7143	10.50	1,098,15
Química	19.59464286	195946.4286	10.50	2,057,43

Rend: Rendimiento