

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**Fertilización Química Suplementada con Nutrición Orgánica en
la Producción de Pepino Bajo Condiciones de Invernadero**

POR:

Guadalupe Sánchez Arrieta

TESIS

Presentada Como Requisito

Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Fertilización Química Suplementada con Nutrición Orgánica en la
Producción de Pepino Bajo Condiciones de Invernadero

Por:

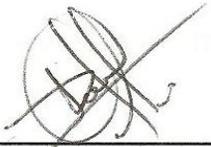
GUADALUPE SANCHEZ ARRIETA

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

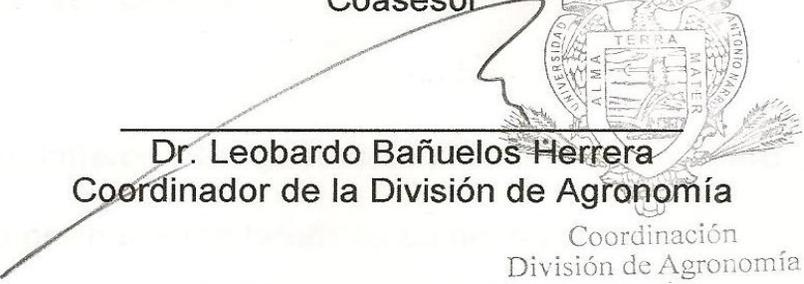
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada


Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor


Dra. Rosalinda Mendoza Villareal
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2011

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por los momentos vividos en esta institución, cuatro años de trayectoria estudiantil adquiriendo conocimientos y experiencias formándome como persona profesional.

Al Dr. Valentín Torres Robledo por darme la oportunidad, confianza y asesoría de este trabajo de investigación, apoyándome en mis últimos pasos en esta universidad, mil gracias.

Al Departamento de Horticultura y a la academia de maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

A todos los maestros que fueron partícipes de mi formación académica, y que además en ellos encontraba un amigo mas, M.C. Cesar Estrada, M.C. Silvia Pérez Cuellar.

A mis compañeros de generación CXII de Ingeniero Agrónomo en Horticultura por haberme brindado su amistad.

DEDICATORIAS

Con mucho amor.

A mi madre Heriberta Arrieta Zamora, que como mujer y madre soltera supo lograr sacar adelante a sus hijos, dándoles estudio hasta ser profesionistas, con mucho amor para ti mamá.

A mi hermano mayor el Ing. Administrador Ricardo Sánchez Arrieta quien me puso el ejemplo del querer es poder.

A mis demás Hermanos el Ing. Agroindustrial Alfonso Sánchez Arrieta, María Isabel Sánchez Arrieta y Hugo Sánchez Arrieta que de una otra forma me apoyaron moral y económicamente.

Con mucho cariño a mi novia Martha Elena Ramos Sánchez, quien a estado con migo en las buenas y en las malas

A mi gran amigo José Luis Granillo Hernández y a su familia les dedico este éxito.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	I
DEDICATORIAS.....	II
RESUMEN.....	X
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE DE LITERATURA.....	3
Antecedentes.....	3
Importancia del Cultivo de Pepino.....	4
Mercado Mundial del Pepino.....	4
Producción de Pepino en México.....	6
Clasificación Botánica del Pepino.....	7
Descripción Morfológica del Pepino.....	8
Sistema Radicular.....	8
Tallo Principal.....	8
Flor.....	8
Hojas.....	9
Frutos.....	9
Semilla.....	9
Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Pepino.....	10
Clima.....	10
Temperatura.....	10

Suelo.....	11
Riego.....	11
Fotoperiodo.....	11
Producción de Pepino Bajo Invernadero.....	12
Agricultura Orgánica.....	12
Definición Y Retos.....	12
Antecedentes de la Agricultura Orgánica.....	14
Agricultura Orgánica en México.....	15
Fertilización Orgánica.....	17
El Uso de la Algas en la Agricultura.....	17
Importancia.....	17
Clasificación.....	18
Composición de las Algas.....	18
Contenido Mineral de las Algas.....	18
Compuestos Orgánicos.....	19
Que son las Enzimas.....	19
Que son las Algaenzimas.....	20
Aplicación al Suelo.....	21
Aplicación Vía Foliar.....	22
Toxicidad.....	22
Compatibilidad.....	22
Uso de extractos de algas en las Cucurbitáceas.....	22
Humus Líquido de Lombriz.....	23

Humus de Lombriz. Su Aplicación y Efecto en el Suelo.....	23
Ventajas del Humus Liquido de Lombriz.....	24
El Humus de Lombriz y el Contenido de Nitrógeno en el Suelo.....	24
El Humus de Lombriz y el Contenido de Metería Orgánica en el Suelo.....	25
El Humus de Lombriz Sobre el Rendimiento de Cultivos Hortícolas.....	25
Vermicomposta.....	26
Características Físicas de la Vermicomposta.....	27
Organodel.....	28
Que Contiene Organodel.....	28
Trabajos Realizados Orgánicamente con Pepino.....	29
MATERIALES Y METODOS.....	30
Localización Geográfica del Área Experimental.....	30
Descripción del Invernadero.....	30
Diseño Experimental y Descripción de Tratamientos.....	30
Vermicomposta.....	31
Organodel.....	32
El Humus Liquido de Lombriz.....	32
Algaenzimas.....	32
Materiales Utilizados en Esta Investigación.....	32
Descripción de Actividades Para el Establecimiento del Cultivo.....	33
Acolchado.....	33
Siembra.....	34
Riegos.....	34

Fertilización.....	34
Labores Culturales.....	35
Entutorado.....	35
Poda.....	35
Control Fitosanitario.....	36
Deshierbes.....	36
Cosecha.....	36
Variables Evaluadas.....	37
Numero de Frutos por Planta (NFP).....	37
Peso Total de Frutos por Planta (PTP).....	37
Rendimiento de Fruto (RF).....	37
Peso Promedio de Fruto (PMF).....	37
Longitud de Fruto (LF).....	37
Diámetro Ecuatorial de Fruto (DmEc).....	38
Altura de Planta (AP).....	38
Numero de Hojas (NmH).....	38
RESULTADOS Y DISCUCCIÓN.....	39
Numero de Frutos por Planta.....	39
Peso Total de Frutos Por Planta.....	40
Rendimiento de Fruto.....	40
Peso Promedio de Fruto.....	43
Longitud de Fruto.....	43
Diámetro Ecuatorial de Fruto.....	44

Altura de Planta.....	46
Numero de Hojas.....	46
CONCLUSIONES.....	48
LITERATURA CITADA.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países productores de pepino (Toneladas).....	5
Cuadro 2. Principales países exportadores de pepino (Toneladas).....	6
Cuadro 3. Estados productores de pepino.....	7
Cuadro 4. Taxonomía del pepino según Muñoz (1972).....	7
Cuadro 5. Temperaturas críticas para el desarrollo del cultivo de pepino.....	10
Cuadro 6. Crecimiento económico del Sector Orgánico Mexicano, 1996- 2008.....	16
Cuadro 7. Contenido de producto Algaenzimas (Paulau Bioquim, 1997).....	21
Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes a diluir en 1000 L. de agua para tener una solución al 100 %.....	35
Cuadro 9. Cuadrados medios del ANVA aplicado para tres variables estudiadas en el cultivo de pepino con fertilización química suplementada con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	41
Cuadro 10. Comparación de medias de fruto, entre tratamientos de fertilización química suplementada o nutrición orgánica, aplicada a pepino bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	42

Cuadro 11. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de pepino desarrollado bajo tratamientos de fertilización química, suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	45
Cuadro 12. Comparación de medias variables con aplicación de tratamientos de fertilización química suplementada o nutrición orgánica, aplicada en pepino bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	45
Cuadro 13. Cuadrados medios del ANOVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de pepino utilizando fertilización química suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	47
Cuadro 14. Comparación de medias de AP y NmH del cultivo de pepino con aplicación de tratamientos de fertilización química, suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.....	47

RESUMEN

Fertilización Química Suplementada con Nutrición Orgánica en la Producción de Pepino Bajo Condiciones de Invernadero

El presente trabajo se realizó en el ciclo otoño-invierno 2010-2011 en los invernaderos del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo fue; estudiar la aplicación de diferentes fertilizantes químicos, complementados con extractos orgánicos para la producción de pepino (*Cucumis sativus L.*), bajo condiciones de invernadero. Se evaluaron ocho tratamientos 1). Nutrición química (testigo); 2). Nutrición química + vermicomposta; 3). Nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz; 4). Nutrición química + vermicompsta + liquido de lombriz + organodel; 5). Nutrición química + vermicompsta + liquido de lombriz + organodel + algaenzimas; 6). Nutrición química + organodel; 7). Nutrición química + algaenzimas; 8). Vermicomposta + organodel +algaenzimas.

Se utilizo F1 paraíso y los tratamientos fueron establecidos bajo un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron: Numero de frutos por planta, Peso total de frutos por planta, Rendimiento por Hectárea, Peso promedio del fruto, Longitud de fruto, Diámetro ecuatorial de fruto, Altura de planta, Número de Hojas.

Los resultados muestran que: la aplicación de fertilizantes orgánicos afecta significativamente el rendimiento del fruto y sus componentes, así como el desarrollo de la planta. Los valores más altos para número de frutos, peso total de frutos y rendimiento por ha, se encontraron al aplicar Nutrición química + vermicomposta + líquido de lombriz + organodel + algaenzimas (T5), superando en 24, 39 y 39 % al testigo. En cuanto a calidad se refiere, peso medio del fruto y diámetro ecuatorial no hubo diferencia significativa con respecto al testigo y en otras fue mínima registrada en el T5, longitud de fruto en un 10 % en comparación con el testigo.

Palabras clave: vermicomposta, líquido de lombriz, organodel, algaenzimas, rendimiento de fruto, cultivo protegido.

INTRODUCCION

El cultivo de pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, se consume tanto fresco como industrializado. Este cultivo tiene importancia en varias regiones, siendo una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo invernadero (Pérez, 2010). El pepino juega un papel importante en la economía de México, debido a la gran demanda que tiene en el mercado doméstico y de exportación, tanto por la superficie cultivada como por la producción obtenida, dando lugar a la captación de divisas y generación empleos. Actualmente México es el segundo exportador mundial de esta hortaliza, ocupa el cuarto lugar en importancia dentro de las cucurbitáceas debido a la superficie sembrada (Claridades Agropecuarias, 1999).

Gómez *et al.*, (1999) comentan que en México la producción orgánica representa ya un rubro importante, gracias a que cubre más de 102,802.38 hectáreas, certificadas bajo un sistema de producción sustentable y genera más de 47 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos (3.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos principalmente para los pequeños productores. En el país existen 127 zonas de producción orgánica distribuidas en 25 estados, destacándose Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Guerrero.

Sin embargo, ante el incremento del precio de los fertilizantes, su uso excesivo y el efecto de éstos sobre la contaminación del ambiente, hace necesario hacer un uso de fuentes orgánicas de nutrición que son más amigables con el ambiente. Ante ésta situación la agricultura orgánica es una alternativa a la producción intensiva de alimentos, basada en la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007).

En base a lo anterior y considerando el cuidado que se debe de tener, para la conservación del ambiente en sistemas agrícolas altamente intensivos, es importante hacer un uso más racional de los fertilizantes químicos, una alternativa es la combinación de fertilizantes químicos y derivados orgánicos que permitan potencializar el efecto de los primeros sin reducir rendimientos, calidad del fruto o incrementos significativos en los costos de producción.

Por lo tanto con el presente trabajo se tiene el OBJETICO de estudiar la aplicación de diferentes fertilizantes químicos, complementados con extractos orgánicos para la producción de pepino (*Cucumis sativus L.*), bajo condiciones de invernadero.

Bajo la HIPOTESIS de que los rendimientos con fertilización química complementada con extractos orgánicos son superiores, a los obtenidos con el uso de solo fertilización química.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes

El pepino es un cultivo originario de Asia y África y ha formado parte de la alimentación humana desde hace por lo menos 3,000 años; es una planta con características adecuadas para ser cultivada tanto en sistema de producción protegida como en campo abierto, pues posee características que le permiten adaptarse a diversas regiones, manteniendo un alto nivel de producción (Rodríguez, 1986).

El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo 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 y el primer híbrido apareció en 1872 (Gálvez, 2004).

En México es un cultivo altamente rentable, pues en la última década se ha incrementado su importancia debido principalmente a las exportaciones hacia EEUU, ocupando en segundo lugar en importancia entre las hortalizas exportadas, es superado por el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (SIAP, 2007).

Importancia del Cultivo de Pepino

Esta hortaliza 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 pepino es una hortaliza que se consume en estado fresco o industrializado y éste como la mayoría de las hortalizas es rico en vitaminas y es de fácil digestión, en su mayoría las hortalizas son cultivos anuales y en algunos casos especialmente de temporada (Araiza, 1999).

Mercado Mundial del Pepino

De acuerdo con estadísticas de la FAO (2008), la producción de pepino está encabezada por la Republica Popular China con 75 % de la producción total Mundial, seguida por Irán con 5 %, Turquía con 5 %, Federación Rusa con un 3 %. Los tres primeros países cubren por si solos más del 85 % de la producción de este cultivo en el mundo. México se ubica en el decimo lugar con el 1% de la producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales países productores de pepino (Toneladas).

PAÍSES	2004	2005	2006	2007	2008
China	25,559,515	26,553,363	27,354,946	28,049,900	28,247,373
Irán	1,715,024	1,720,690	1,938,491	1,720,000	1,800,000
Turquía	1,725,000	1745,000	1,799,613	1,674,580	1,678,770
Federación Rusa	1,321,870	1,414,010	1,423,210	1,386,810	1,000,000
Estados Unidos	994,660	929,520	908,170	930,970	963,000
Ucrania	712,500	687,900	890,400	599,200	751,500
Japón	672,900	674,700	628,500	639,800	639,800
Egipto	583,114	600,000	907,280	671,468	595,732
Polonia	463,829	468,467	491,909	511,357	501,571
México	518,385	475,443	496,029	490,215	475,376

Fuente_ <http://apps.fao.org/faostatP>

Con respecto al desempeño de los principales exportadores, se puede apreciar que España exporta el 27 %, México 26% siendo estos dos países los principales en exportar (Cuadro 2). Los niveles comerciados para cada uno han ido en constante aumento, en contraste con lo ocurrido en los países bajos donde existen fluctuaciones en sus volúmenes exportados (FAO, 2008).

Cuadro 2. Principales países exportadores de pepino (Toneladas).

PAÍSES	2003	2004	2005	2006	2007
España	372,564	399,256	381,399	390,286	419,104
México	423,323	398,971	397,586	434,193	428,379
Países Bajos	351,064	360,054	359,389	343,536	366,680
Jordania	51,618	64,308	69,646	79,419	111,980
Irán	12,826	36,948	48,006	60,611	72,856
Turquía	22,717	27,219	31,352	51,688	58,492
Canadá	43,021	54,967	49,960	50,625	55,531
Estados Unidos	43,539	48,460	48,774	21,040	43,765
Bélgica	27,871	21,577	26,880	32,099	36,800
China	29,222	16,587	18,575	18,575	33,124

Fuente: <http://apps.fao.org/faostatP>

El principal mercado para las exportaciones Mexicanas es EUA, mientras el destino más importante para España es la Unión Europea. La producción de los Países Bajos se repartía entre ambos destinos, pero a partir de la entrada de vigor del TLCAN fue perdiendo participación en el mercado Norteamericano a manos de México y Canadá.

Producción de Pepino en México

Datos obtenidos de SAGARPA (2008), indican Sinaloa es el principal productor de esta hortaliza, más alejado aparece Michoacán. Estos dos Estados cubren por si solos más del 70 % de la producción total del país (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estados productores de pepino.

ESTADOS	SUPERFICIE (Ha)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)
Sinaloa	3,687	195,277.5
Michoacán	6,005.5	114,925.78
Yucatán	559.3	36,948.65
Baja California	728.35	31,073.5
Sonora	672	17,998.84
TOTAL	17,123.2	502,173.25

Fuente: www.siacon.sagarpa.gob.mx

Clasificación Botánica del Pepino

Cuadro 4. Taxonomía del pepino según Muñoz (1972) es:

Reino	Vegetal
División	Embriophita Shiponogama
Subdivisión	Angiospemae
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Cucurbitales
Genero	Cucumis
Epíteto específico	<i>Sativus</i>
Especie	<i>Cucumis sativus</i> L.
Nombre común	Pepino

Descripción Morfológica del Pepino

1. Sistema Radicular

Es un sistema radicular muy potente, dado la gran productividad de esta planta y consta de una raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias muy finas, alargadas y de color blanco (Gálvez, 2004).

La raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad y mide 65 cm lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 cm superficiales. De acuerdo a lo anterior puede deducirse que esta hortaliza posee un sistema radicular muy compacto con la cual aumenta sus requerimientos de humedad en comparación con las demás cucurbitáceas (Valdez, 1998).

2. Tallo Principal

Menciona que el tallo es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo; en la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores (Bolaños, 1998).

3. Flor

Las flores son de pedúnculo corto y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas.

En la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, solo posee flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (Gálvez, 2004).

4. Hojas

Las hojas son acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, de color verde oscuro y recubierto con un bello muy fino (Tamaro, 1921).

Las hojas tienen el pecíolo largo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados, el centro más acentuado y generalmente acabando en punta (Bolaños, 1998).

5. Frutos

El fruto del pepino es pepónide áspera o liso, dependiendo de la variedad, que varía desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (Infoagro, 2011).

6. Semilla

La semilla es plana de color blanca y mide de 8 a 10 mm, de largo con un grosor de 3.5 mm, dependiendo de la variedad con la que se esté trabajando (Valdez, 1998 y SEP, 1997).

Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Pepino

Clima

El pepino es una planta de clima templado a frío. Requiere menos calor que el melón, pero le perjudica el calor excesivo y la humedad (Tiscornia, 1983).

Temperatura

Se menciona que el pepino requiere de una temperatura del suelo de al menos 12° C para la germinación. La tasa de crecimiento en el cultivo se incrementa si la temperatura aumenta a 25° C (Pacas, 2002).

Los requerimientos de temperatura del pepino se muestran en el Cuadro (Serrano, 2004).

Cuadro 5. Temperaturas críticas para el desarrollo del cultivo de pepino.

Minina letal	-1° C
Detiene su desarrollo	10 a 12°C
Germinación mínima	12° C
Germinación óptima	30° C
Germinación máxima	35° C
Desarrollo óptimo durante el día	20 a 25°C
Desarrollo óptimo durante la noche	18 a 22°C
Suelo (mínima)	12° C
Suelo (óptima)	18 a 22° C

Suelo

El pepino puede cultivarse en suelos de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad, de forma que si la concentración de sales es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego. El pH óptimo oscila entre 5.5 y 7. Se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm).

Riego

Comienza inmediatamente después de la siembra, con el fin de asegurar la germinación normal de las semillas, después de que empieza la floración y la fructificación, los riegos deben efectuarse cada 3 a 4 días, pero con poco agua.

Fotoperiodo

En varios trabajos se reporta que el fotoperiodo largo (mayor de 12 hrs luz) y altas temperaturas, producen flores masculinas y bajo condiciones de fotoperiodo corto resultan más flores femeninas (Valadez, 1998).

Producción de Pepino Bajo Invernadero

La infraestructura de invernaderos en México ha tenido un crecimiento acelerado y en su implementación participan agricultores y empresarios convencidos de las ventajas de este tipo de alternativa para producir. En los años 70 los agricultores todavía eran reacios a la introducción de los invernaderos, ya que creaban un clima distinto y esto a su vez nuevas plagas. En 1990 en México había aproximadamente 50 hectáreas con algún tipo de producción de vegetales bajo invernadero, para 1999 la cifra era de 600 Has, en 2001 se elevó a 950, en el 2004 suma alrededor de 2,200 hectáreas, con una gran diversidad de cultivos (2000 Agro, 2008).

Agricultura Orgánica

Definición y Retos

La agricultura orgánica, biológica o ecológica, es un sistema de producción basado en la utilización óptima de los recursos naturales sin emplear productos de síntesis química. Los alimentos orgánicos se producen bajo un conjunto de procedimientos que tienen tres objetivos principales: la obtención de alimentos más saludables, un ingreso mayor para los agricultores y la protección del ambiente a través del uso de técnicas no contaminantes, y que además disminuyan el empleo de energía y de sustancias inorgánicas (Schawentesius y Gómez, 2007).

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et. al.*, 2007). El incremento demográfico en México ha ocasionado entre otros resultados, que se disponga de menos tierra cultivable. Tal circunstancia ha estimulado a aprovechar mejor los productos orgánicos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario. Lo que antes se consideraba desechos ahora debe valorarse como materia prima para su utilización alimentaria o industrial (Té, 2008). El incremento que viene experimentando el consumo de los abonos orgánicos en todo el mundo en los últimos tiempos y en particular en el último decenio, constituye una prueba evidente del valor que se les reconoce internacionalmente como factor básico de la producción agrícola. Sin embargo aun conscientes de su importancia, no podemos considerar los abonos orgánicos más que como, uno de los factores entre muchos de los que intervienen en la producción agrícola. Por lo tanto, no será posible obtener el máximo rendimiento de ellos si descuidamos los demás factores (Domínguez, 1978).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recursos no renovables, reduciendo o eliminando el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el ambiente y la salud humana (FAO, 2009; SAGARPA, 2009).

Actualmente, los consumidores prefieren alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con un alto valor nutricional; una opción es la producción orgánica; sin embargo, debe transcurrir de tres a cinco años sin aplicación de agroquímicos, incluyendo fertilizantes, tiempo que la mayoría de los productores no están dispuestos a arriesgar su capital (Márquez y Cano, 2005).

Antecedentes de la Agricultura Orgánica

En el caso de la fertilización en agricultura orgánica, los productos a utilizar deben emplearse con cautela ya que todo desecho de origen animal, como estiércol, gallinaza, orines y subproductos deben venir de animales criados orgánicamente, de lo contrario, es obligatorio su compostaje completo (Lamas, *et. al.*, 2003).

La agricultura orgánica como un sistema de producción que promueve y mejora la salud del agro ecosistema, promoviendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, prefiriendo el uso de prácticas de manejo dentro de la finca, al uso de insumos externos a la finca. Esto se logra utilizando en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Soto, 2003).

Un sistema de producción orgánico debe:

- 1) Mejorar la diversidad biológica del sistema
- 2) Aumentar la actividad biológica del suelo

- 3) Mantener la fertilidad del suelo a largo plazo
- 4) Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables
- 5) Contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados.
- 6) Promover el uso sustentable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las fuentes de contaminación que puedan resultar de la producción agrícola
- 7) Manejar los productos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso
- 8) Establecerse en fincas después de un periodo de conversión, cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial de terreno y el tipo de cultivos y ganado producido (Soto, 2003).

Agricultura Orgánica en México.

En México, el desarrollo de la agricultura orgánica inicio en los años 60, por agentes extranjeros que se relacionaron con operadores mexicanos, solicitando la producción de determinados productos orgánicos. Así comenzó su cultivo, principalmente en áreas donde los insumos de síntesis química no eran empleados. Este fue el caso de las regiones indígenas y áreas de agricultura tradicional en los estados de Chiapas y Oaxaca donde se empezó con la producción orgánica.

A principios del siglo XXI, la agricultura orgánica se ha convertido en uno de los subsectores más exitosos del sector agrícola mexicano. De hecho, a diferencia de los otros sectores agropecuarios del país, el sector orgánico ha crecido dinámicamente, a pesar de la crisis económica. Por ejemplo, la superficie orgánica alcanza entre 1996 y 2008 un crecimiento anual superior al 3% y el empleo en el sector aumenta 26% por año, mientras que las divisas generadas suben 28%. Como resultado de este desarrollo tan rápido, hasta 2007/08 más de 129,000 productores mexicanos estaban cultivando alrededor de 400,000 hectáreas de manera orgánica (Cuadro 6). Alrededor de la mitad de esta producción es café, seguido en términos de importancia por hierbas, hortalizas, cacao y otras frutas (Gómez, 2009).

Cuadro 6. Crecimiento económico del Sector Orgánico Mexicano, 1996-2008.

<i>Indicador</i>	<i>1996</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2004/2005</i>	<i>2007/2008</i>	<i>TCMA</i>
Superficie (ha)	21,265	54,457	102,802	307,692	378,693	32.17
Número de productores	13,176	27,914	33,587	83,174	128,862	25.61
Empleos directos (No.)	13,785	32,270	60,918	150,914	172,293	28.73
Divisas (US\$1,000)	34,293	72,000	139,404	270,503	394,149	27.66

Fuente: Gómez Cruz, et al., 2009.

Fertilización Orgánica

Los abonos o fertilizantes se emplean en la agricultura para incorporar al terreno los elementos nutritivos que necesitan las plantas y que el suelo no es capaz de suministrar. Adicionalmente, se emplean para mejorar la estructura, textura y demás propiedades físicas del sustrato (Gostincar y Yuste, 1998). Entre los abonos, existen dos clasificaciones principales: orgánicos e inorgánicos, en función del origen de sus componentes principales. La fertilización en la agricultura orgánica se lleva a cabo con abonos orgánicos los cuales pueden obtenerse a través de: compostas, abonos microbiales, abonos vegetales, humus de lombriz, los cuales se describen a continuación:

El Uso de Algas en la Agricultura

Las algas son plantas acuáticas tanto continentales como marinas, así es que, hay de agua dulce y agua salada. Su tamaño es desde microscópicas hasta de 500 metros de longitud; entre todas las plantas, las algas marinas son las que más crecen, flotan en la superficie del agua, se hallan en suspensión en ella o se apoyan en el fondo de los mares, estanques, lagos y lagunas para salir a la superficie.

Importancia

Las algas son utilizadas por el hombre de muchas maneras, para la obtención de agar, como alimento para el hombre y se han aplicado también como fertilizantes en suelos agrícolas (Marshall, 1987).

Clasificación

Pelzar (1984) menciona que para obtener una clasificación de algas los científicos se basan en las siguientes características:

- I. Pigmentos: su composición química
- II. Flagelos (si presenta): su número y morfología
- III. Productos alimenticios de reserva: su química
- IV. Organización celular
- V. Paredes celulares: su química y características físicas
- VI. Historia biológica: la serie completa de cambios en un organismo y reproducción.

Composición de las Algas

La composición de la algas frescas es de aproximadamente de 70 a 80% de agua, 13 a 25% de materia orgánica, 0.3 a 1.0% de nitrógeno, 0.8 a 1.8% de potasio y 0.02 a 0.17% de fósforo, señalando que el producto contiene tanto nitrógeno como el estiércol y algunas veces el doble, su contenido de potasio es relativamente alto y el fósforo muy bajo.

Contenido Mineral de las Algas

Las algas marinas contienen todos los elementos mayores y menores que se presentan en las plantas.

Compuestos Orgánicos

Contienen aminoácidos, ácido aspartico, ácido glutámico, alamina, laminaria, ácido alginico, manitol, vitaminas C, B (tiamina), B₂ (riboflavina), B₁₂, D₃, E, K, niacina, B (caroteno), ácido pantoténico, fólico y folínico, sustancias antibióticas, sustancias con actividad antibacteriana, antiviral y antifúngosa.

Que son las enzimas

White *et al.*, (1978) reportan que las enzimas son los catalizadores específicos de la materia viva ya que aceleran una reacción química sin consumirse durante el proceso.

Las enzimas son catalizadores muy activos, hecho que se comprueba porque un mol de una enzima pura, puede catalizar las transformaciones de cantidades tan altas como 10,000 a 1,000,000 moles por minuto de sustrato.

Bonner y Galston (1967) mencionan que muchas enzimas al ser extraídas de las células, continúan poseyendo la propiedad de catalizar su correspondiente reacción específica, aun estando independizadas de la materia viva organizada. Senn (1987) reporta que en las plantas cultivadas se llevan al mismo tiempo miles de reacciones químicas y que las enzimas consisten en proteínas con o sin algún otro compuesto y son necesarias para que estas reacciones tengan lugar. Las enzimas son efectivas en mínimas concentraciones y su acción es específica.

Boyer (2000) menciona que las enzimas son catalizadores excelentes, más eficaces y específicos que muchos otros compuestos químicos; dirigen y regulan miles de reacciones celulares al mantener la transformación de energía, de síntesis y la degradación metabólica.

Que son las algaenzimas

Es un producto biológico obtenido a base de extractos de algas marinas, por un proceso que les extrae el máximo de sus componentes sin perder sus atributos.

La algaenzima es un producto orgánico elaborado por Palau Bioquim. S.A de C.V según formula del Ing. Benito Canales López; en su composición entra extracto líquido de algas marinas (macroalgas) cuyo nombre científico es *Sargassum acinarium* (Linnaeus) C. agardh (conforme a la clasificación hecha por el Dr. Leonard Senn de la Universidad de Clemson Edo. de Carolina del sur, E.U.A).

Son un producto vivo con sustancias naturales con efectos similares a los reguladores de crecimiento de las plantas tales como: citoquinina, giberelinas, complejos enzimáticos, agentes quelatantes, ácidos alginicos, carbohidratos, proteínas, vitaminas y sustancias biocidas que inciden en el control de algunas plagas y enfermedades (Cuadro 7).

Aplicación al Suelo

Propician que el suelo libere adecuadamente los nutrientes para que las plantas se vigoricen y rindan mayores y mejores cosechas.

Acelera un proceso natural que se da en la génesis de los suelos, procesos que en condiciones normales tardaría mucho tiempo.

En el caso de los suelos arcillosos, libera los nutrientes, y cuando se trata de suelos arenosos, los retiene, evitando la lixiviación.

Cuadro 7. Contenido de producto Algaenzimas (Paulau Bioquim, 1997).

Elemento (ppm)	Elemento (ppm)	Elemento ppm	Compuesto %
Potasio 14800	Cobre 172	Estaño <0.10	Humedad 93.84
Nitrógeno 14500	Manganeso 72	Plata <0.10	Materia Org. 4.15
Sodio 13660	Aluminio 72	Talio <0.10	Proteína 1.14
Magnesio 1320	Estroncio 22.70	Plomo <0.05	Fibra Cruda 0.43
Fosforo 750	Silicio 4	Níquel <0.05	Cenizas 0.28
Calcio 620	Cobalto 2.75	Molibdeno <0.10	Azucares 0.13
Zinc 505	Bario 0.20		Grasas 0.03
Fierro 440	Antimonio <0.10		

Debido a que las Algaenzimas en un producto 100% natural, este análisis puede variar debido a las variaciones de las algas. Las algaenzimas actúan de diferentes formas, de acuerdo a la vía de aplicación.

Aplicación Vía Foliar

Como los compuestos que constituyen las algas son solubles y balanceadas por la naturaleza, son fácilmente absorbidos por las plantas jóvenes. Los ácidos alginicos, el manitol y las enzimas ayudan a movilizar los nutrientes en el interior de la planta. Los reguladores de crecimiento propician el crecimiento de las células, además inducen la división de las mismas. En general la aplicación de algaenzimas aplicadas al suelo y foliar o por separado, vigorizan la planta haciéndola resistente a las enfermedades, ataques de insectos, y sequias.

Toxicidad

No es toxico, aunque no es recomendable ingerirlo, es recomendable practicar las medidas de higiene indispensables.

Compatibilidad

Es compatible con agroquímicos, siempre y cuando, se agregue al final del tanque cuando esta casi lleno (Palau Bioquim, 1997).

Uso de Extractos de Algas en Cucurbitáceas

Nelson y Van Staden citados por Canales (1997) mencionan que con la aplicación de harinas de estas algas en pepino cv. Pepinova, se incrementa la vida de anaquel de 14 a 21 días.

Méndez (2002) menciona que aplicaciones de algaenzimas al 1% acompañada con nutrición química aplicada al suelo, se tiene un 17% de incremento en la producción de pepino.

Humus Líquido de Lombriz

Humus de lombriz. Su aplicación y el efecto en el suelo

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos en todas las civilizaciones del mundo, siempre con buenos resultados, permitiendo la producción de alimentos en cantidades suficientes (Guerrero, 1993). Peña (1998) asegura que esto ocurre debido a que los residuos orgánicos al ser aplicados al suelo mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas, resolviendo los problemas de la fertilidad de los suelos, además de aumentar la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos.

Por otra parte Carrión *et. al.*, (1998) plantean que la aplicación de estos abonos va a depender de varios aspectos, tales como la fuente orgánica de cada territorio, su calidad nutrimental y el costo de transportación fundamentalmente. Al ser usados, los materiales orgánicos se van a comportar como fertilizantes completos, ya que van a aportar tanto macroelementos como microelementos y a su vez servirán como enmiendas orgánicas, por el alto contenido de materia orgánica que por regla general contienen, por lo que van a afectar las características químicas, físicas y biológicas de los suelos donde se utilicen y por lo tanto los rendimientos de los cultivos (Gandarilla, 1998).

Por su parte Jeavons (1991), plantea que el abono orgánico es una de las prácticas más importantes para mantener un suelo productivo. Alvares *et al.*, (1995) comenta que estos abonos pueden ser transformados por la acción de los microorganismos en biofertilizantes de alta calidad nutritiva.

Ventajas del humus liquido de lombriz

- Incrementa la biomasa de microorganismos presentes en el suelo.
 - Estimula un mayor crecimiento radicular.
 - Incrementa la clorofila en las plántulas.
 - Reduce la conductividad eléctrica, característica de los suelos salinos.
 - Mejora el pH de los suelos ácidos.
 - Aumenta la producción en los cultivos.
 - Disminuye la actividad de los chupadores como áfidos.
- (Agroforestalsanremo.com/humus_liq).

El Humus de Lombriz y el Contenido de Nitrógeno del Suelo

El efecto que los abonos orgánicos ejercen sobre el contenido de nitrógeno en el suelo va a ser variable y esto pudiera deberse a que la disponibilidad de este elemento desde los residuos es compleja y está influenciada por diversas transformaciones químicas, físicas, biológicas. Estos procesos y transformaciones van a estar afectados principalmente por factores tales como: la relación carbono/nitrógeno y el contenido de nitrógeno del residuo, la humedad, la temperatura y las características del suelo, así como por la forma de aplicación y la cantidad de abono empleada (Gandarilla, 1997).

El Humus de Lombriz y el Contenido de Materia Orgánica en el Suelo

La materia orgánica es el factor principal que determina la fertilidad del suelo, es precisamente su presencia quien diferencia al suelo de su roca formadora (Alonso *et al.*, 1996). La materia orgánica viva del suelo se compone de un variado grupo de organismos. Estos organismos incluyen virus, bacterias, hongos y protozoos, artrópodos de tamaño pequeños y medianos, lombrices, etc. Por lo general a medida que aumenta el tamaño de los organismos, disminuye la densidad de la población (Smil, 1991).

Altieri (1997) plantea que la materia orgánica es solo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente del 1 al 6%), porque la cantidad y tipo de materia orgánica influye en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, cuando la estructura y la disponibilidad de los nutrientes mejora y existe más diversidad biológica en suelos con un buen manejo de la materia orgánica.

El Humus de Lombriz sobre el Rendimiento de Cultivos Hortícolas

Los efectos positivos que los abonos orgánicos ejercen sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, influyen significativamente sobre el incremento de los rendimientos de los cultivos. Companioni *et al.*, (1997) al brindar la tecnología de la producción intensiva de hortalizas sobre bases orgánicas, reporta rendimientos superiores a 20 Kg/m²/año de hortalizas frescas; lo que ha permitido la oferta de más de 10 hortalizas durante 1996.

Vermicomposta

Recibe este nombre el producto obtenido mediante el procesamiento biológico de descomposición de elementos orgánicos, a través de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), (www.ofertasagricolas.cl/articulos).

La Vermicomposta es el mejor abono orgánico, existente, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la agricultura en general (Pimienta, 2004).

El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero estos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz, si no por la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indo-acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. Los excrementos de la lombriz contienen: cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, cinco veces más potasio y dos veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

La vermicomposta protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del mismo. Ayuda a regenerar al suelo por compactación natural o artificial, su color oscuro ayuda a la absorción de energía calorífica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas) debido a su capacidad de absorción. El humus de lombriz evita y combate a la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas.

La actividad residual de la vermicomposta puede mantenerse en el suelo hasta por cinco años, debido a que tiene un pH neutro, no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad. No debe de enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte hace más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego (www.ofertasagricolas.cl/articulos).

Características Físicas de la Vermicomposta

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos.
- Mejora la porosidad y por tanto la permeabilidad y compactación.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Incrementa la disponibilidad de los nutrientes requeridos por la planta, la capacidad de almacenarlos y liberarlos de forma equilibrada: nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, azufre, y boro.

Entre las mejoras químicas del suelo, es posible destacar:

- Neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas) debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias perjudiciales para las plantas.
- Su pH es neutro, no presenta problemas de absorción ni de fitotoxicidad, aun en los casos en los que se usa puro (www.compostadores.com).

Se ha señalado que la vermicomposta afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas (Pimienta, 2004).

Organodel

Es un fertilizante y mejorador orgánico de suelos, resultado de la inoculación del estiércol con bacterias aeróbicas termofilicas, las cuales inician un proceso de descomposición generando temperaturas de hasta 75°C, eliminando de esta manera las semillas de malas hierbas y patógenos, convirtiéndolo en humus y en nutrientes asimilables para los cultivos.

El Organodel provee materia orgánica inoculada con bacterias, es rico en energía (humus) que contiene Nitrógeno, Fósforo y Potasio en forma disponible y que hace accesibles el Calcio, Magnesio y Azufre necesarios para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Que contiene el organodel

Contiene 85% de materia orgánica, 60% Humus, 10% Ácidos húmicos, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, elementos secundarios y microelementos.

- Provee materia orgánica, humus y microorganismos benéficos.
- Provee y aumenta la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y hace accesibles y solubles los elementos menores y micronutrientes.
- Aumenta la calidad del suelo vitalizándolo y haciéndolo fértil y productivo.
- Modifica su estructura.
- Aumenta los niveles de aireación.
- Aumenta la porosidad.
- Aumenta la capacidad de retención del agua.

- Actúa como agente buferizador contrarrestando los cambios abruptos de pH del suelo cuando se aplican materiales ácidos o alcalinos (Agrodelta, 2011).

Trabajos Realizados Orgánicamente con Pepino

Samuel (2007), menciona que la aplicación de composta en combinación con arena y la aplicación de te de composta como fuente de fertilización en combinación de sustratos otros orgánicos, el tratamiento testigo tuvo el mayor rendimiento con $141.4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, el segundo mejor tratamiento tuvo una relación 50:50 % de arena:composta, con $108.7 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$. Con estos rendimientos, se puede triplicar el rendimiento regional obtenido en campo. Ya que en campo el rendimiento es $11 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, con sistema orgánico y $14 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ en el sistema convencional.

Té (2008), trabajó en la producción orgánica de tres variedades de pepino cultivadas bajo invernadero, las cuales fueron: Primavera, Saber (variedades americanas) y kalunga (variedad europea), aplicando composta y fertilizante foliar (plus organic). El mejor rendimiento se obtuvo en la variedad europea Kalunga, por encima de la americanas, Primavera y Saber, recomendando la variedad Kalunga para su producción bajo invernadero, es una planta de crecimiento semi-lento, planta robusta, con buen desarrollo foliar, floración y amarre de frutos aceptable.

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Área experimental

El trabajo se realizó en el periodo de septiembre del 2010 a febrero del 2011 en un invernadero ubicado en el Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, saltillo, Coahuila, México; cuyas coordenadas geográficas son: 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,743 msnm.

Descripción del invernadero

El invernadero es de tecnología media modelo "baticenital 740", estructura metálica, cuenta con cuatro extractores, pared húmeda, 4 calentadores con capacidad de 1000,000 de Btu's por hora, este invernadero es de 4 túneles de 39.3 m de longitud por 8.40m de ancho 33.20 cada uno, con una superficie de 1, 320.48 m².

Diseño Experimental y descripción de tratamientos

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones cada uno. La parcela útil estuvo constituida por 5 plantas con competencia completa.

El estudio se estableció en cuatro camas de 1.60 metros de ancho por 13 metros de largo, en cada cama se colocaron dos líneas de cultivo con una separación de 30 cm entre líneas y 30 cm entre plantas, la distribución de los tratamientos en las camas de siembra fue al azar.

Los tratamientos bajo estudio fueron los siguientes: 1). (Nutrición química, testigo); 2). (Nutrición química + vermicomposta); 3). (Nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz); 4). (Nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz + organodel); 5). (Nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz + organodel + algaenzimas); 6). (Nutrición química + organodel); 7). (Nutrición química +algaenzimas); 8). (Vermicomposta + organodel + algaenzimas).

Se tuvieron un total de 144 unidades experimentales. Las camas estaban cubiertas con acolchado de polietileno de color plateado y para el fertirriego del cultivo se utilizó cintilla con goteros cada 20 cm de separación. La siembra se realizó el día 3 de septiembre del 2010, la nutrición base se realizo por fertirriego mientras que la aplicación de fertilizantes orgánicos se realizó manualmente dos veces por semana de la siguiente manera:

Vermicomposta

Solo se aplico de fondo en cantidad de 1 kg por metro cuadrado por tratamiento y repetición. El momento de su aplicación fue antes de cubrir la cama con el acolchado la cual se disperso en forma homogénea.

El Organodel

Se aplico de fondo en cantidad de 1 kg por metro cuadrado por tratamiento y repetición. La aplicación fue después de la aplicación de la vermicomposta y antes de cubrir la cama con el acolchado el cual se disperso en forma homogénea.

El Humus Líquido de Lombriz

La aplicación fue en dosis de 10 ml / L. con frecuencia de dos veces por semana (Martes y Viernes), aplicándose de forma manual y preparando en un recipiente de 20 L. para así diluir la dosis y aplicar de 1.5 litros por planta antes de la floración y 2 litros por planta en la etapa reproductiva.

Algaenzimas

La aplicación de las algaenzimas fue en dosis de 10 ml /L. con frecuencia de dos veces por semana (Martes y Viernes) de forma manual, para la cual se preparaba en un recipiente de 20 L, para así diluir la dosis y aplicar de 1.5 L por planta antes de la floración y 2 L por planta en la etapa reproductiva.

Materiales Utilizados en esta Investigación

A continuación se mencionan los materiales utilizados para realizar el experimento:

- 1) Vermicomposta
- 2) Organodel
- 3) Humus líquido de lombriz

- 4) Algaenzimas
- 5) Semilla de pepino Variedad Paraíso
- 6) Acolchado plástico de color plateado
- 7) Cintilla de riego
- 8) Rafia
- 9) Alambre galvanizado calibre 12
- 10) Azadón
- 11) Cinta métrica
- 12) Probeta de 10 ml
- 13) Bomba tipo mochila de 20 L.
- 14) Recipiente de 20 L.
- 15) Un bote de 1 L
- 16) Bascula de 5 kg

Descripción de Actividades para el Establecimiento del Cultivo

Acolchado

Una vez preparado el suelo, se levantaron las camas, se colocaron las cintillas para el riego por goteo y finalmente se colocó manualmente el acolchado de color plateado, se cubrieron los bordes con tierra, usando azadón.

Siembra

La siembra se realizó de forma directa el día 3 de septiembre del 2010 de forma manual, depositando una semilla en cada orificio con una siembra a doble hilera, con distancia de 30 cm entra planta y planta y 30 cm entre hileras.

Riegos

El sistema de riego utilizado fue por goteo, cintilla T- Tape®, colocándose una cinta de riego por cama para todos los tratamientos. Se llenaba un depósito rotoplas® de 1100 L. instalado al sistema de riego el cual se llenaba dos veces por semana durante la etapa vegetativa; y tres veces por semana durante la etapa reproductiva del cultivo.

Fertilización

La fertilización utilizada para los tratamientos fue la que se presenta a continuación (Cuadro 8), fue aplicada vía riego dos veces por semana. La aplicación de los productos se realizó los días martes y viernes. Solo el T8 vermicomposta + organodel + algaenzimas no se utilizó la fertilización química, el resto de los tratamientos si se les aplico como base. Se utilizó ácido fosfórico para destapar la cintilla de riego.

Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes a diluir en 1000 L. de agua para tener una solución al 100 %.

Fertilizante	Cantidad
Nitrato da Calcio	1040 gr.
Nitrato de Potasio	300 gr.
Sulfato de Magnesio	492 gr.
Sulfato de Potasio	400 gr
Acido Fosfórico	12.4 ml

Manejando una concentración de sales baja, con un pH de la solución de 5.5 a 6.

Labores Culturales

Entutorado

Las planas fueron conducidas verticalmente usando el tutorado mediante una rafia soportada de un alambre galvanizado calibre 12 a una altura de 3.5 m sobre el nivel del suelo. Lo anterior permitió mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos estén en contacto con el suelo.

Poda

Las plantas fueron guiadas a un tallo principal, eliminando de forma manual los brotes laterales y sarmientos que salían en los tallos principales. También se eliminaban hojas viejas y dañadas, por abajo del fruto.

Control Fitosanitario

Se realizó de forma manual eliminando todo tipo de hospedero que pudiera albergar a plagas y enfermedades, se mantuvo una temperatura y humedad relativa constante dentro del invernadero. Se eliminaron hojas viejas y dañadas que pudieran ser una amenaza para la planta.

Deshierbes

Se realizó en forma manual y de manera periódica, para evitar la competencia con el cultivo y como hospederos alternantes de plagas y enfermedades.

Cosecha

Se inició a partir del día 9 de noviembre del 2010, se hicieron 10 cortes de forma manual, la frecuencia de los cortes fue una vez por semana y se terminó de cosechar el 18 de enero del 2011. Los frutos se colocaron en bolsas de papel etiquetadas para posteriormente llevarlas al laboratorio y así cuantificar las variables previamente consideradas.

Variables Evaluadas

Numero de frutos por planta (NFP)

Para esta variable se contabilizó el número de frutos cosechados por planta en cada corte, obteniendo una sumatoria del total de los frutos, al término de las diez cosechas.

Peso total de frutos por planta (PTP)

Se pesaron con una balanza analítica los frutos cosechados por planta en cada corte y al finalizar las cosechas se sumaron los pesos para obtener el peso total de frutos por planta registrando los datos en kg.

Rendimiento de Fruto (RF)

Esta variable se obtuvo multiplicando el peso total de fruto por planta por densidad de plantación, registrando los datos en ton/ha.

Peso Promedio de Fruto (PMF)

Esta variable se obtuvo, dividiendo el peso total (PT) por planta por corte entre el número de frutos por planta por corte (NFP).

Longitud de Fruto (LF)

Se midió de la base al ápice del fruto, con una cinta métrica obteniendo un promedio por tratamiento por repetición. Los datos se reportaron cm.

Diámetro Ecuatorial de fruto (DmEc)

Para esta variable se midió el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier, obteniendo un promedio por tratamiento por repetición, reportando los datos en milímetros (mm).

Altura de Planta (AP)

Para estimar esta variable se seleccionaron cuatro plantas representativas por tratamiento y repetición, a las cuales se les tomó la altura dos veces por semana con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, posteriormente se obtuvo un promedio de las alturas para realizar el análisis de los datos, los datos se representan en cm.

Numero de Hojas (NmH)

Se seleccionaron cuatro plantas representativas por tratamiento y repetición, se conto el numero de hojas dos veces por semana, posteriormente se obtuvo un promedio de las hojas para realizar el análisis de los datos

RESULTADOS Y DISCUSION

Numero de frutos por planta

El análisis de varianza (ANVA) realizado a la variable NFP (Cuadro 9), muestra que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos ($p \leq 0.01$) mostrando un coeficiente de variación de 7.14%, esto indica que hay respuesta a las fuentes de complementación de la fertilización química con fertilizantes orgánicos. Al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) el tratamiento que tuvo el mayor numero de frutos fue el que recibió Nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz + organodel + algaenzimas (T5) con 21 frutos (Cuadro 10), este tratamiento superó en 31% al tratamiento testigo que fue estadísticamente a los tratamientos 6 y 8.

El tratamiento 7 supero en 12 al tratamiento testigo, éste tratamiento además de recibir la fertilización química recibió algaenzimas lo cual permitió lograr 18 frutos por planta, superando los resultados obtenidos por otros investigadores donde se reportan rendimientos máximos de 12 frutos por planta utilizando fertilización inorgánica (Roblero, 2007). Los resultados presentados en el Cuadro 10 indican las bondades del uso de la nutrición orgánica como complemento de la fertilización química.

Peso Total de Frutos por Planta

El análisis de varianza para ésta variable (Cuadro 9) mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \leq 0.01$), indicando que por lo menos un tratamiento tuvo un efecto diferente sobre la variable PTP. Además se encontró un coeficiente de variación de 11.16 %, el cual puede ser considerado aceptable. Al realizar la comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el mismo tratamiento 5 fue el que tuvo el mayor rendimiento de fruto con 11.021 kg, fue estadísticamente superior al rendimiento mostrado por el testigo que fue superado en 61 %; el tratamiento 5 fue estadísticamente igual a los tratamientos 2 y 3, pero diferente estadísticamente del resto de los tratamientos.

Rendimiento de Fruto

El análisis de varianza (ANVA) aplicado a la variable RF (Cuadro 9), muestra que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P \leq 0.01$) indicando que al menos un tratamiento resulto estadísticamente diferente del resto, así mismo el coeficiente de variación fue de 11.62%, el cual se considera bajo. Como se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) la cual muestra que el tratamiento 5 tuvo el mayor rendimiento, que estadísticamente igual al obtenido por los tratamientos 2 y 3. Pero estadísticamente diferente del resto de tratamientos.

El tratamiento 5 supero en 61.64% al tratamiento testigo que solo recibió fertilización química, en cambio el tratamiento cinco tuvo además de la nutrición química, vermicomposta + liquido de lombriz + organodel + algaenzimas, mientras que el tratamiento que ocupó el segundo lugar tuvo nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz, lo antes indicado demuestra que la nutrición química suplementada con fertilización orgánica es una opción adecuada para incrementar los rendimientos de fruto en pepino bajo condiciones de invernadero.

Cuadro 9. Cuadrados medios del ANVA aplicado a tres variables estudiadas en el cultivo de pepino con fertilización química suplementada con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		NFP	PTP	RF
Tratamientos	7	7.88**	4485317.66 **	1408.79 **
Bloques	2	1.29*	2320064.67*	728.93 *
Error	14	1.57	922110.29	289.62
CV (%)		7.14	11.62	11.62

*Significativo al 0.05; **Significativo al 0.01; NS No significativo; CV= Coeficiente de variación; NFP= Numero de frutos por planta; PTP= Peso total de frutos por planta; RF= Rendimiento de fruto.

Cuadro 10. Comparación de medias de variables de fruto, entre tratamientos de fertilización química suplementada o nutrición orgánica, aplicada a pepino bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.

Tratamientos	NFP	PTP (g)	RF Ton / ha
T1	16 B	6817.7 B	120.83 B
T2	17.66 AB	8331.7 AB	147.66 AB
T3	17.66 AB	8402.7 AB	148.92 AB
T4	17.66 AB	8213.3 B	145.56 B
T5	21 A	11020.7 A	195.32 A
T6	15.66 B	7668.3 B	135.91 B
T7	18 AB	7761.7 B	137.56 B
T8	17 B	7888.3 B	139.81 B

NFP= Numero de frutos por planta; PTP= Peso Total de frutos por Planta; RF= Rendimiento de fruto.

Peso Promedio de Fruto

El análisis de varianza (Cuadro 11.) aplicado a la variable PMF no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que ningún tratamiento tuvo un efecto significativamente diferente del resto de los tratamientos, además se tuvo un coeficiente de variación de 10.05 %, el cual es considerado bajo. Al realizar la comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se encontró que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, aunque se observa que los frutos del tratamiento 5 superaron en un 25% al peso promedio de los frutos de tratamiento 1, los frutos del tratamiento 5 pesaron 105 g, por arriba de los frutos del tratamiento testigo, y aunque el ANVA no detectó diferencias entre tratamientos, el tener más de 100 g extras en cada fruto del tratamiento 5, sobre el testigo, se puede afirmar que dicho valor es importante, ya que esto indica una mayor acumulación de agua y/o de biomasa, como consecuencia la aplicación de la nutrición orgánica aplicada en el tratamiento 5, mostrando que dicho tratamiento si influyó positivamente sobre el PMF.

Longitud de Fruto

El análisis de varianza aplicado a ésta variable mostró diferencias altamente significativas ($p\leq 0.01$) entre tratamientos, indicando que por lo menos un tratamiento indujo efectos estadísticamente diferentes del resto, promoviendo mayor longitud de fruto, además como se tuvo un coeficiente de variación muy bajo (3.16 %), se puede indicar que la dispersión de los datos con respecto a su media es muy reducida, concluyendo que los datos obtenidos son representativos del efecto de los tratamientos con respecto a ésta variable.

Al realizar la comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se encontró que la longitud de fruto de los tratamientos 3, 5 y 8 fueron estadísticamente iguales (Cuadro 12.), sin embargo el tratamiento 5 fue el que presentó la mayor longitud media (25.96 cm), superando en 11% la longitud observada en el tratamiento testigo (23.4cm), en otro trabajo realizado con pepino y sustratos orgánicos no se ha encontrado diferencias estadísticas significativas observando longitudes medias de 21.4 cm (Roblero, 2007), aunque la longitud de fruto puede cambiar de acuerdo al híbrido o genotipo utilizado, sin embargo en el presente caso el mejor comportamiento del tratamiento 5 es, atribuible mas al tratamiento ya que diferentes características respondieron mejor a dicho tratamiento.

Diámetro Ecuatorial de Fruto

El análisis de varianza (ANVA) aplicado para ésta variable (Cuadro 11) no exhibió diferencia significativa entre tratamientos, indicando que el diámetro ecuatorial no se ve afectado por la aplicación de los diferentes tratamientos con fertilizantes orgánicos. Se encontró un coeficiente de variación de 6.53 %. Dado que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, no se realizó comparación de medias, sin embargo el tratamiento 5 fue el que presentó el mayor diámetro de fruto (60.06 mm), superando en un 8% a tratamiento testigo. Este comportamiento coincide con lo reportado por Terreno (2007) donde evaluando la aplicación de fertilizantes orgánicos y Biostimulantes en el cultivo de pepino tuvo diámetros ecuatoriales de fruto con un rango entre 60.2 y 52.2 mm.

Cuadro 11. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de pepino desarrollado bajo tratamientos de fertilización química, suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		PMF	LF (cm)	DmEc (mm)
Tratamientos	7	3017.33 NS	3.34**	17.31 NS
Bloques	2	4373.04 NS	1.49	7.27 NS
Error	14	2214.99	0.56	13.38
C.V. (%)		10.05	3.16	6.53

*Significativo al 0.05; **Significativo al 0.01; NS No significativo; CV= Coeficiente de variación; PMF= Peso promedio del fruto; LF= Longitud de fruto; DmEc= Diámetro ecuatorial.

Cuadro 12. Comparación de medias variables con aplicación de tratamientos de fertilización química suplementada o nutrición orgánica, aplicada en pepino bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.

Tratamientos	PMF (g)	LF (cm)	DmEc (mm)
T1	417.67 A	23.40 B	55.66 A
T2	470.33 A	23.73 B	52.73 A
T3	476.33 A	24.16 AB	56.06 A
T4	461.67 A	23.66 B	57.43 A
T5	523.33 A	25.96 A	60.06 A
T6	491.00 A	22.33 B	52.83 A
T7	440.33 A	23.06 B	55.96 A
T8	462.00 A	24.13 AB	57.00 A

PMF= Peso promedio del fruto; LF= Longitud de fruto; DmEc= Diámetro ecuatorial.

Altura de Planta

El análisis de varianza para la variable AP (Cuadro 13) mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, indicando que la variable altura de planta si se ve afectada significativamente en su desarrollo al aplicar los diferentes tratamientos de nutrición química y orgánica. Al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el tratamiento cinco fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos, las plantas desarrolladas con el tratamiento cinco tuvieron en 23% mas altura que las plantas desarrolladas con el tratamiento testigo.

Numero de Hojas

Dado que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \leq 0.01$), se realizó una comparación de medias (Cuadro 14), en relación al numero de hojas por planta en el cultivo de pepino, encontrando que los tratamientos 3, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$), aunque el tratamiento 5 fue el que tuvo el mayor número promedio de hojas, teniendo en promedio 38% mas hojas que el tratamiento testigo, lo anterior demuestra que con una nutrición adecuada es posible modificar la morfogénesis en el cultivo de pepino, donde podría pensarse que es más probable la modificación del área foliar, más que el numero de hojas por planta.

Cuadro 13. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de pepino utilizando fertilización química suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	
		AP (cm)	NmH
Tratamientos	7	255.27**	13.08**
Bloques	2	23.09	0.125
Error	14	3.69	1.12
C.V. (%)		1.21	5.77

*Significativo al 0.05; **Significativo al 0.01; NS No significativo; Cv= Coeficiente de Variación; AP= Altura de planta; NmH= Numero de hojas.

Cuadro 14. Comparación de medias de AP y NmH del cultivo de pepino con aplicación de tratamientos de fertilización química, suplementada con nutrición orgánica bajo condiciones de invernadero. UAAAN 2011.

Tratamientos	AP (cm)	NmH
T1	141.41 C	15.66 C
T2	154.75 C	17.66 BC
T3	159.58 BC	19.33 AB
T4	164 B	21 A
T5	174.41 A	21.66 A
T6	157 C	17.33 BC
T7	157.41 C	17 BC
T8	159.75 BC	17.33 BC

AP= altura de planta; NmH= número de hojas; Da= días a floración

CONCLUSIONES

El uso de fertilización química permite el logro de rendimientos altos en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero, sin embargo cuando es suplementada con nutrición orgánica los rendimientos se incrementan de manera significativa.

El uso de la nutrición química mas vermicomposta, líquido de lombriz, organodel y algaenzimas, induce el mayor numero de frutos, peso total de frutos y rendimiento por hectárea, superando hasta un 24, 39 y 39 % respectivamente al tratamiento testigo.

La fertilización química suplementada con vermicomposta más líquido de lombriz, organodel y algaenzimas, permitió un comportamiento sobresaliente en cuanto a la altura y numero de hojas por planta, lo cual propicio probablemente un mayor rendimiento y calidad de fruto.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, M., M. García y E. Treto. 1995. Los abonos verdes una alternativa natural y económica para la agricultura. Revisión bibliográfica. Cultivos Tropicales. INCA. 16 (3): pp. 9-24.
- Alonso, R. M., N. Companioni, M. Carrión y E. Peña. 1996. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Seminario – Taller Regional. La Agricultura Urbana y el desarrollo Rural Sostenible. P. 49-56.
- Araiza, R. S. 1999. Horticultura Domestica. Editorial Trillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Bonner, J. y A. W. Galston. 1967. Principios de Fisiología Vegetal. Sed. Editorial Aguilar, Madrid. p. 180-183.
- Boyer, R. 2000. Conceptos de Bioquímica. Internacional Thomson Editores, S. A de C. V. p. 142.
- Bolaños, H. A. 1998. Introducción a la Olericultura, Editorial, Universal Estatal a Distancia, San José, C. R.
- Canales, B. 1997. Folletos del producto Algaenzimas. Palau Bioquim., S.A. de C.V. Saltillo, Coahuila, México.
- Claridades Agropecuarias. 1998. El pepino mexicano un nicho en el mercado Estadounidense. Revista de Publicaciones Mensual. Arsenal. México. 60 (8): 25.

- Claridades Agropecuarias. 1999. Un horizonte en el mercado agropecuario. Revista de publicación mensual. ASERCA. 60:38. Claridades agropecuarias. 2005. La agricultura orgánica en el mundo. p. 4-5.
- Carpio, N. J. L. 2008. Uso de Vermicomposta y humus líquido de lombriz en producción de plántula de pepino (*cucumis sativus* L.) variedad Poinsett 76. Bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Carrión, M., E. Peña y R. González. 1998. Preparación de los sustratos. Diferentes materiales para mezclar. Compendio sobre Agricultura Urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA.
- Gálvez, F. 2004. El cultivo de pepino en invernadero, Editor Manual de Producción hortícola en invernadero, 2º Edición. p. 282-293.
- Gómez Cruz, M. A. 2009. Agricultura, apicultura y ganadería orgánicas de México. Estado actual – Retos - Tendencias. Ed. UACH y CONACYT, 110 p.
- Gostincar Turon, J., y M. de la P. Yuste Pérez, 1998. Biblioteca de la Agricultura, 2ª Edición. Idea Books, Barcelona, España.
- Guerrero, B. 1993. Abonos Orgánicos; Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima. RRAA. p. 20.
- Infoagro. 2011. El cultivo de Pepino. Consultado el 6 de abril del 2011 Disponible En: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>.

- Lamas, N. M. A., N. Flores O., G. Sánchez R y R. Galavis R. 2003. Agricultura orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano.
- Márquez, H. C., Cano, R. P. 2005. Producción orgánica de tomate Cherry bajo invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.
- Marshall, D. W. 1987. Biología de las Algas “Enfoque Fisiológico”. Editorial Limusa; México, D. F.
- Méndez A., V. H. 2005. Uso de algaenzimas en la producción de pepino. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la UAAAN.
- Muñoz V. 1972. El cultivo de pepino. INIA. Chapingo, México. Novedades hortícolas.
- Organodel. 2011. Fertilizante orgánico natural. Consultado el 9 de mayo del 2011. Disponible *En*: [http:// www.agrodelta.com.mx](http://www.agrodelta.com.mx).
- Pacas H., C. R. 2002. Efecto de la composta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. Tesis de licenciatura de Producción. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Peña, E.1998. Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. pp. 27.
- Pérez, W. F. 2010. Efecto de los ácidos húmicos y fulvicos en la germinación de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo En Producción. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- Pimienta, A. R. 2000. Ácidos húmicos y fulvicos de origen orgánico en el crecimiento de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Roblero R. S. 2007. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en sustrato orgánico bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Rodríguez C., E. 1986. El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) en hidroponía bajo el sistema de grava con subirrigación. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 92 p.
- Rodríguez D. N., P. Cano R. y E. Favela Ch. 2007. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Memorias del Simposio Internacional de Agricultura Sustentable. Saltillo, Coahuila, México 24 al 26 de octubre del 2007.
- Samuel R. S. 2007. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en sustrato orgánico bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Torreón, Coahuila, México.
- Schwentesius, R. R., Gómez C. M. 2007 México Orgánico. Experiencias, Reflexiones, Propuestas. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Senn, T. L. 1987. Algas marinas y crecimiento de las plantas (Seaweed and plant growth). Faith Printing Co., Taylor, South Carolina, Pp 166.
- SEP. 1997. Cucurbitáceas. 3º Edición. Editorial Trillas. México, D.F.

- Soto, G. 2003. Agricultura Orgánica. Una herramienta para el desarrollo Rural sostenible y la reducción de la pobreza, Turrialba, Costa Rica.
- Tamaro, D. 1921. Manual de Horticultura. Editorial CATALANA S.A. Barcelona.
- Té, E. G. 2008. Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de Invernadero. Tesis para especialidad en Ingeniería de Invernaderos. Centro Universitario. Querétaro, Qro. México
- Terreno, S., J. C. 2007. Evaluación de tres sustancias Biostimulantes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de Organopónico.
- Tiscornia Julio R. 1983. Hortalizas de fruto. Editorial ALBAROS. Buenos aires, Argentina.
- Valadez L. A. 1998. Producción de hortalizas. Noriega editores. México. D.F.
- White, A., P. Handler y E. L. Smith. 1978. Principios de Bioquímica. 2 ed. MacGraw – Hill. México. Pp. 203.

PAGINAS. WEB

Agroforestalsanremo.com/humus_liq.

<http://apps.fao.org/faostat>. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Pepino

www.siacon.sagarpa.gob.mx

www.FAO.SAGARPA.gob.mx

www.expoforestal.com de Ciencia y Tecnología. 2000 Agro, Revista Técnico Ambiental, Teorema Ambiental,

www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm

www.compostadores.com

www.ofertasagricolas.cl/articulos