

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Respuesta del tomate saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill)

al uso de algas marinas y fertilizantes orgánicos bajo

condiciones protegidas

Por:

MOISÉS GUILLÉN MOLINA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón Coahuila, México.

Diciembre de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DEL TOMATE SALADETTE (*Lycopersicon esculentum* Mill) AL USO DE
ALGAS MARINAS Y FERTILIZANTES ORGÁNICOS BAJO CONDICIONES
PROTEGIDAS

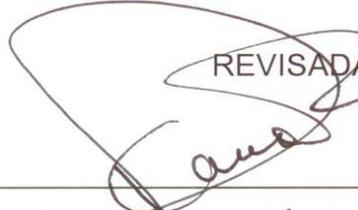
POR:

MOISÉS GUILLÉN MOLINA

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

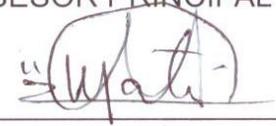
REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:



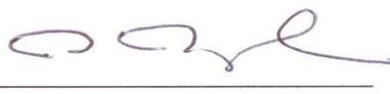
DR. PEDRO CANO RÍOS
ASESOR PRINCIPAL



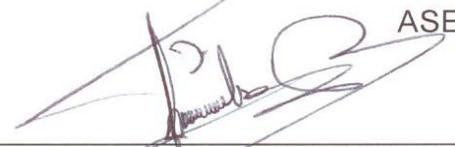
M.C. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
ASESOR EXTERNO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO
ASESOR



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de la División de
CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. MOISÉS GUILLÉN MOLINA QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:



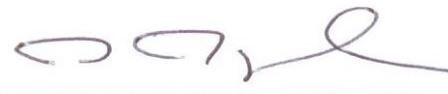
DR. PEDRO CAÑO RÍOS
PRESIDENTE



M.C. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
VOCAL



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO
VOCAL SUPLENTE



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo le doy gracias a **Dios y a la Virgencita de Guadalupe**.
Por darme la oportunidad de estar aquí, logrando un escalón mas.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi querida” **Alma Terra Mater**”por darme la oportunidad de culminar mis estudios.

Agradezco profundamente al **Dr. Pedro Cano Ríos** por su apoyo en este trabajo, así también al **M.E Víctor Martínez cueto** y el **Dr. José Luis Reyes Carillo**, por dedicar un poco de su tiempo.

A la empresa **PalauBioquim** por haber proporcionado el producto AlgaEnzims.

Finalmente no encuentro palabras para Agradecer al **MC. César Márquez Quiroz**, por haberme ayudado en todo lo que necesitaba, por darme su amistad y brindarme un espacio en su hogar, al igual que a la **Ing. Sayani T. López Espinosa**, por los grandes consejos, de todo corazón Gracias.

A mis amigos **Cristian V. M.R, y a Virginia G.G.**, Gracias por su gran amistad por estar cuando los necesitaba, Dios los Bendiga.

DEDICATORIAS

A mis Padres

SRA. ORALIA MOLINA HERNÁNDEZ

SR. ROGELIO GUILLÉN HERNÁNDEZ

Por haberme dado la vida, por apoyarme en todo, en especial a ti Mama, gracias por esforzarte por mí, por siempre velar por nosotros este triunfo te lo dedico

A mis hermanos

Marín, Kikín, Estela, Calín, Silvy, Mingui y Gellín. No solo por haberme ayudado en lo económico, si no por sus consejos y por animarme siempre a seguir adelante, a mantenerme firme y a no decaer ante todo, este logro fue gracias a Uds. Gracias Familia, son lo mejor del Mundo.

En especial a mi hermana **Silvy**, Gracias por todo el apoyo que me has brindado y por ser como una segunda madre para mostros, TKM, espero muy pronto devolver lo que me has dado.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIAS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE APÉNDICE	xii
RESUMEN	xiii
I.- INTRODUCCION	1
1.2 Objetivo	3
1.2 Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Cultivo de Tomate	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Importancia del Cultivo de Tomate	4
2.1.3 Importancia a Nivel Nacional	5
2.2 El Consumo de Tomate en México	5
2.2.1 Consumo <i>per capita</i>	6
2.3 Agricultura Protegida.....	6
2.3.1 Importancia de la Agricultura Protegida.....	8
2.3.2 Agricultura Protegida en México	8

2.4 Uso de los Invernaderos	10
2.4.1 Ventajas.....	10
2.4.2 Desventajas.....	12
2.5 Agricultura Sustentable	14
2.5.1 Agricultura Orgánica en el Mundo	15
2.5.2 Agricultura Orgánica en México.....	16
2.5.3 Importancia en México	17
2.5.4 Productos y Principales Estados Productores de Orgánicos.....	17
2.5.5 Normatividad Para Producción Orgánica	18
2.5.6 Beneficios.....	18
2.5.6.1 Suelo.....	18
2.5.6.2 Agua.....	19
2.5.6.3 Biodiversidad	19
2.5.7 Productos Permitidos en la Producción Orgánica	20
2.5.7.1 Insumos	20
2.5.7.2 Control	20
2.5.8 Norma Mexicana (NOM-032-FITO-1995), para la Producción Orgánica	21
2.5.9 Sustratos.....	22
2.5.10 Sustratos orgánicos	23
2.5.10.1 Ventajas.....	23
2.5.10.1.1 Físicas	23
2.5.10.1.2 Químicas.....	24
2.5.10.1.3 Físicas	24
2.5.10.2 Desventajas.....	25
2.6 El Compost	25

2.6.1 Características del Compost de Calidad	26
2.6.1.1 Características Químicas.....	26
2.6.1.2 Características Físicas.....	26
2.6.1.3 Características Biológicas.....	27
2.6.2 Función.....	27
2.6.3 Te de Compost	28
2.7 El Vermicompost	28
2.7.1 Efectos	29
2.7.1.1 Efectos en el Suelo	29
2.7.2 Té de Vermicompost.....	30
2.8 Algas Marinas en la Agricultura.....	31
2.8.1 Propiedades	32
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera.....	33
3.2 Localización del Experimento.....	33
3.3 Tipo y Condiciones de Invernadero	33
3.4 Material Genético	34
3.4.1 Cuauhtémoc	34
3.4.2 Kickapoo	34
3.5 Sustratos	35
3.6 Diseño Experimental	35
3.7 Fertilización	36
3.7.1 Té de Vermicompost	36
3.7.2 Aplicación de Algas Marinas.....	36
3.8 Riego	37
3.9 Control de Plagas y Enfermedades.....	37
3.10 Manejo del Cultivo.....	38

3.10.1 Siembra y Trasplante	38
3.10.2 Tutorado.....	38
3.10.3 Podas.....	38
3.10.4 Bajado de Plantas.....	39
3.10.5 Polinización.....	39
3.10.6 Cosecha.....	39
3.12 Variables evaluadas.....	40
3.12.1 Numero de Frutos (NF).....	40
3.12.2 Peso Promedio	40
3.12.3 Diámetro Polar (DP).....	41
3.12.4 Diámetro Ecuatorial (DE)	41
3.12.5 Sólidos Solubles (°Brix)	41
3.12.6 Espesor de Pulpa (EP)	41
3.12.7 Numero de Lóculos (NL).....	41
3.12.8 Rendimiento.....	42
3.13 Análisis de los Resultados	42
4.1 Altura de la Planta	43
4.2 Número de Fruto	44
4.3 Diámetro Ecuatorial	45
4.4 Contenido de Solidos Solubles.....	46
4.5 Rendimiento	47
V.- CONCLUSIONES	49
VI.- LITERATURA CITADA.....	50
VII.- APENDICE	56

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Caracterización química de los sustratos provenientes de la mezcla de vermicompost y un Ultisol (suelo rojo), utilizado en invernadero, luego de la cuarta siembra y extracción de sorgo a los 45 DDT.....	29
Cuadro 2. Características de resistencia del híbrido Cuauhtémoc.....	34
Cuadro 3. Características de resistencia del híbrido Kickapoo.....	35
Cuadro 4. Ecuación de regresión para las fuentes de fertilización en relación con la Altura de planta en tomate orgánico. Torreón Coah. UAAAN-UL.2011.....	44
Cuadro 5. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Número de Fruto. Torreón Coah. UAAAN-UL.2011.....	45
Cuadro 6. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Diámetro Ecuatorial. Torreón, Coah. UAAAN-UL.2011.....	46
Cuadro 7. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Sólidos Solubles (°Brix). Torreón, Coah. UAAAN-UL.2011.....	47
Cuadro 8. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Rendimiento. Torreón, Coah. UAAAN-UL.2011.....	48

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Consumo Nacional de Tomate en México.....	06
Figura 2. Distribución y porcentaje de los principales productos Hortícolas en México.....	09

ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pág.
Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Número de fruto en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	56
Cuadro 2A. Análisis de Varianza para la variable Peso Promedio en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	56
Cuadro 3A. Análisis de Varianza para la variable Diámetro polar en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	57
Cuadro 4A. Análisis de Varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	57
Cuadro 5A. Análisis de Varianza para la variable Solido soluble (°Brix) en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	58
Cuadro 6A. Análisis de Varianza para variable Espesor de Pulpa en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	58
Cuadro 7A. Análisis de Varianza para la variable Número de Lóculos en la fertilización y los Genotipos Evaluados. UAAAN-UL 2011.....	59
Cuadro 8A. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento en la Fertilización y los genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.....	59

RESUMEN

El término orgánico se aplica a los productos que se han obtenido en base a una norma orgánica a lo largo de la fase de producción, manipulación, elaboración y comercialización, y que se han certificado por un órgano o autoridad de certificación debidamente constituida. En la actualidad, el creciente aumento de enfermedades cancerígenas producidas por consumir productos producidos o elaborados con productos químicos ha conllevado a la sociedad a consumir productos orgánicos (libres de residuos químicos). Es por eso que la agricultura sustentable ha tomado mayor efecto a nivel nacional y se busca nuevas formas de producir orgánicamente, aumentando el rendimiento así como la calidad del mismo. La producción orgánica tiene múltiples desventajas, de las principales, las plagas y enfermedades y por eso producir en invernadero, que se optimiza y se garantiza una mejor calidad. Existen pocas investigaciones realizadas en la agricultura orgánica con la aplicación de algas marinas, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de algas marinas (AlgaEnzims) en el crecimiento y producción de tomate saladette bajo condiciones protegidas. Las variables evaluadas fueron: altura final de planta, número de frutos por planta y rendimiento. La aplicación de AlgaEnzims vía foliar en las plantas desarrolladas en la mezcla de arena: compost: vermicompost + té de vermicompost incremento el rendimiento en 29.36 % en comparación con el rendimiento obtenido bajo las plantas desarrolladas en la mezcla arena: compost: vermicompost + té de

vermicompost. Por otra parte, el contenido de sólidos solubles en el cv. Kickapoo se incrementó 1.36 % con respecto al cv. Cuauhtémoc.

Palabras clave: Compost, vermicompost, rendimiento, calidad de fruto, AlgaEnzims

I.- INTRODUCCION

De los principales productores, México ocupa el décimo lugar con una producción de 2, 997,640t (FAO, 2010), de las cuales el 0.617 % es de producción orgánica (18,522.50 t) (SIAP, 2011). En las últimas décadas, el uso de abonos orgánicos ha cobrado cada vez más importancia por diversas razones, desde el punto de vista ecológico, se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del ambiente. El uso de abonos orgánicos mejoran las condiciones de suelo que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre- explotación. Las consecuencias directas de estos dos últimos eventos son la pérdida de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos (Nieto-Garibay *et al.*, 2002). Las consecuencias indirectas se reflejan en la afectación de la flora y fauna del ambiente aledaño al suelo dañado (EPA, 1999). El uso excesivo de productos químicos en la agricultura preocupa a los consumidores por el nivel de contaminantes que los frutos pudieran contener, los problemas ambientales y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas. Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y la calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos, se recomienda sistema de producción orgánica, que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes químicos, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos (Ruiz, 1998)

Hoy en día es ampliamente reconocido que el compost (C) y el vermicompost (VC) constituyen una fuente de elementos nutritivos de liberación lenta. Por otro lado,

al mezclar el C y el VC con medios inertes como la arena se mejoran sus características físicas y químicas evitando la hipoxia. También se ha establecido que tanto el C como el VC pueden satisfacer la demanda nutritiva de diversos cultivos hortícolas en invernadero durante los primeros dos meses posteriores al trasplante (Márquez-Hernández *et al.*, 2005). No obstante, después de este tiempo los cultivos han manifestado deficiencias nutrimentales, principalmente de N (Rodríguez-Dimas *et al.*, 2007); lo anterior puede deberse a la baja tasa de mineralización del N tanto en el C, como en el VC. Debido a lo anterior se ha sugerido que, en los sistemas de producción bajo condiciones protegidas, el estrés nutrimental de los cultivos puede evitarse adicionando otras fuentes de nutrición, entre los cuales se encuentre el té de vermicompost (TVC).

El TVC, solución resultante del VC en agua de la llave que contiene niveles altos de microorganismos benéficos y nutrimentos (Edwards *et al.*, 2010), ha llamado la atención de productores e investigadores en años recientes. La razón más importante para aplicar el TVC es para suministrar biomasa microbiana, partículas finas de materia orgánica y componentes químicos de VC solubles en agua que son aplicados a la capa superficial del suelo y que no podrían ser posible mediante el uso de VC sólido. Por otra parte, el uso de algaenzimas en el contexto de la agricultura orgánica y sustentable favorece la conservación y el mejoramiento de la fertilidad del suelo e incrementan y eficientizan las funciones y metabolismo general de la planta, manifestándose en una mayor productividad de

los cultivos, todo ello, por medio de tecnología aplicada fundamentada en extractos de algas marinas (Canales, 2006). Sin embargo, a la fecha existen pocas referencias acerca del efecto de la aplicación foliar de algas marinas bajo en combinación con sustratos orgánicos y fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento de cultivos hortícolas.

1.2 Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación de algas (AlgaEnzim) en el crecimiento y producción de tomate saladette bajo condiciones protegidas.

1.2 Hipótesis

La aplicación de algas como fertilizante foliar no tendrá un efecto en el crecimiento y la producción en tomate saladette bajo condiciones protegidas.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo de Tomate

2.1.1 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos y para entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos Y Canadá (Escalona, 2009).

2.1.2 Importancia del Cultivo de Tomate

Es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, además que contiene propiedades anticancerígenas. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años

se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (Berenguer, 2003; Escalona, 2009).

2.1.3 Importancia a Nivel Nacional

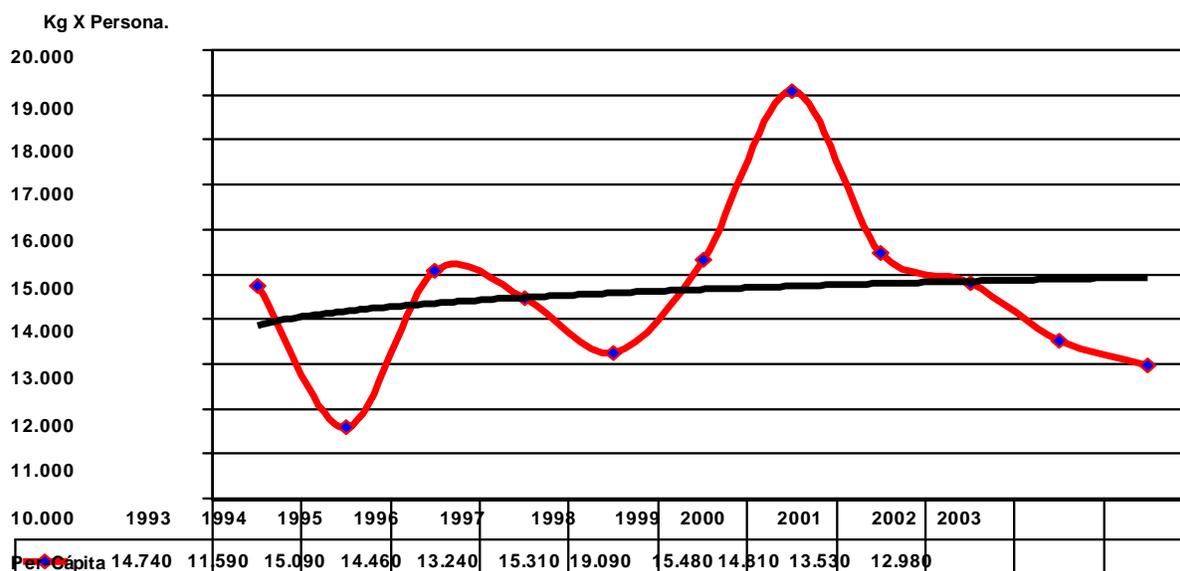
El cultivo de hortalizas en México es uno de los principales generadores de divisas, ya que significan el 41% del total de las exportaciones agrícolas, de las cuales, el 22% son exclusivamente tomates (Nuez, 2001).

2.2 El Consumo de Tomate en México

En nuestro país, como en otras partes del mundo, la preferencia por el consumo del jitomate en fresco, es predominante; además es utilizado como producto industrializado para la elaboración de pastas, salsas, purés, jugos, etc. renglones que han cobrado importancia en los últimos años, gracias a los avances tecnológicos logrados para su procesamiento, así como los gustos y costumbres de las nuevas generaciones. Esta situación conlleva a mayores exigencias en la calidad para su distribución y venta en fresco, que a su vez determina renovados nichos y condiciones de mercado (ASERCA, 2011).

2.2.1 Consumo *per capita*

Según el sistema agropecuario de consulta (SIACON, 2005), el consumo de tomate en fresco es continuamente variado, ya que hay altas y bajas durante el periodo de 1993-2004.



Fuente: SAGARPA. Sistema Agropecuario de Consulta. (SIACON)

Figura 1: Consumo Nacional de Tomate Fresco en México.

2.3 Agricultura Protegida

Rodríguez y Jiménez (2002) señalan que un invernadero es una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente favorable durante todo el año para el desarrollo de las plantas.

Un invernadero es un recinto favorable en el que se consigue un medio favorable para las plantas, cuando las condiciones climáticas exteriores no son las favorables para el cultivo al aire libre. La estructura del invernadero puede ser de madera o metal y el recubrimiento de fibra de vidrio o plástico flexible (Gostincari, 1998).

La agricultura protegida(AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, minimiza las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos. La agricultura se encuentra asociada al riesgo, de ahí que este sistema tenga como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a esta actividad. Los riesgos pueden ser: climatológicos, económicos (rentabilidad, mercado) o de limitaciones de recursos productivos (agua o de superficie). Adicionalmente, se establece que la AP ha modificado las formas de producir alimentos y genera múltiples ventajas para los productores(Reséndez et al, 2011).

Las primeras instalaciones comerciales se iniciaron en 1990, sin embargo, la mayor tasa de crecimiento (20 %) se dio durante 2004 y 2005. En los últimos dos años se presentó un pequeño descenso en la velocidad del incremento de esta industria. Sin embargo el crecimiento de la horticultura protegida en México continúa incrementándose (Castellanos, 2009).

2.3.1 Importancia de la Agricultura Protegida

El principal objetivo de la horticultura protegida debe ser contribuir al desarrollo productivo y económico de las regiones y del país, mediante la producción tecnificada de productos agrícolas con calidad, sanidad vegetal e inocuidad, siendo responsables ambiental y socialmente (Castellanos, 2009).

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente. Permitiendo con ello minimizar las restricciones que las malas condiciones climáticas ocasionan en los cultivos. La agricultura protegida es una tendencia que ha modificado las formas de producir alimentos y que genera múltiples ventajas para los productores del campo (SAGARPA, 2012).

2.3.2 Agricultura Protegida en México

La agricultura protegida en México se ha venido desarrollando bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, con muy elevadas inversiones que superan los 100 US\$m⁻², hasta económicas instalaciones como las denominadas “casas sombras” con costos de 4 a 7 US\$m⁻². Las superficies de invernaderos incluidas las casas sombras, ascienden a 8,934 ha superficie estimada a junio de 2008, sin contemplar la superficie de invernaderos de flores, ni los macrotuneles, cuya superficie puede ascender a 550 y 2,000 ha respectivamente (Castellanos, 2009).

El 50% de la superficie con agricultura protegida se concentra en cuatro estados: Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California Sur (12%) y Jalisco (10%). Los principales cultivos que se producen bajo agricultura protegida son el jitomate (70%), pimiento (16%) y pepino (10%). En los últimos años se ha intensificado la diversificación de cultivos como la papaya, fresa, chile habanero, flores, plantas aromáticas (SAGARPA, 2012)

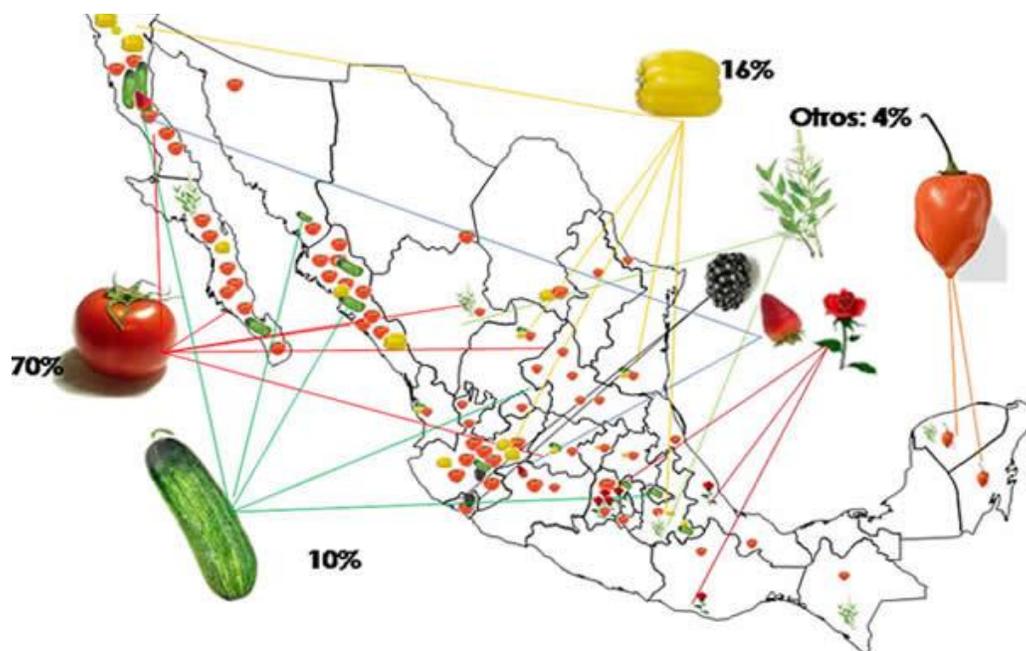


Figura 2. Distribución y porcentaje de los principales productos Hortícolas en México. Fuente: (SAGARPA, 2012)

2.4 Uso de los Invernaderos

Se entiende por invernadero a la construcción de estructura cubierta, cuyo ambiente interior puede ser controlado debido a que los materiales utilizados son transparentes y permiten el paso de la luz solar. El invernadero es un factor de protección para los cultivos establecidos. El papel principal de los invernaderos varía con el clima; consiste en mejorar las condiciones de temperaturas necesarias para producir fuera de estación (se pretende intensificar la producción alargando el período de cultivo intensivo), o bien, en permitir un uso mejor del agua disponible. Siendo este efecto nada despreciable y capaz de mejorar considerablemente la producción (Linares, 2004).

Las técnicas y estructuras empleadas para proteger los cultivos se dirigen contra los efectos del viento, las bajas o altas temperaturas, las heladas, el granizo, el exceso de radiación luminosa y la evaporación, al mismo tiempo que se puede procurar la protección del suelo y el uso eficiente del agua (PESA, 2007).

2.4.1 Ventajas

- Generación de 8 empleos directos por ha.
- Producción de cultivos inocuos.
- Incremento de hasta 5 veces la producción con relación a campo abierto (tomate: 70 t ha⁻¹ a campo abierto vs 350 tonha⁻¹ con agricultura protegida).

- Producción todo el año, es posible aprovechar las ventanas de mercado para obtener precios competitivos.
- Ahorro de agua promedio de 50%. En tomate el ahorro es hasta del 77% (en campo abierto se utilizan 89 L por kilo producido y en hidroponía 20L).
- Es posible aprovechar suelos con problemas de degradación o químicos (SAGARPA, 2012).

Cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, capaces de enfrentar con éxito plagas y enfermedades, con mejores rendimientos en un espacio reducido, sanos y con un mejor precio en los mercados, es posible obtenerlos a través de la agricultura protegida.

Esta permite a los agricultores obtener mejores precios por sus productos agrícolas, ya que pueden producir fuera de temporada. Esto se traduce, evidentemente, en un mejor ingreso (FIAGRO, 2012). Aporta un impulso a la competitividad, a la agregación de valor y a la generación de y empleos permanentes (Castellanos, 2009).

2.4.2 Desventajas

La construcción y manejo de invernaderos presenta algunos inconvenientes o desventajas que se deben tener presentes antes de emprender la empresa de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos. Entre los más importantes están: Inversión inicial alta.

La primera desventaja consiste en los costos. La construcción de invernaderos representa una inversión relativamente alta, que en la actualidad sólo se justifica para cultivos altamente redituables como algunas hortalizas, especies ornamentales y algunos frutales. No son recomendables, por el momento, para los cultivos básicos o de poco valor comercial.

Desconocimientos de las estructuras más apropiadas para un uso determinado en función de las condiciones climáticas y los requerimientos ambientales de los cultivos.

Alto nivel de especialización y capacitación. El cultivo y manejo de plantas en invernadero dependen por completo del hombre, más si se emplean sistemas hidropónicos y se cultiva en sustratos, por ello es necesaria una capacitación apropiada de productores, técnicos y trabajadores para un mejor desarrollo de sus funciones. Así mismo se requiere de una especialización empresarial para

comercializar los productos, recuperar la inversión inicial y hacer la empresa rentable.

Altos costos de producción. Los gastos de operación y algunos de los costos de insumos, como semillas y fertilizantes, son más altos que los mismos productos utilizados en cultivos a campo abierto en la misma superficie. Sin embargo, los rendimientos obtenidos bajo los invernaderos son mayores si el cultivo se atiende bien, situación que permite obtener mayores ganancias por unidad de superficie.

Condiciones óptimas para el ataque de agentes patógenos. Así como los invernaderos propician condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos, también aportan las condiciones ideales para la proliferación de enfermedades y el desarrollo de plagas, que de no controlarse pueden acabar con la producción y hacer fracasar la empresa.

Dependencia del mercado. La mayoría de los productos agrícolas, principalmente las hortalizas y flores son altamente precederos, por lo que se requiere tener un mercado seguro para su venta. Ello conlleva saber los gustos y preferencias de los consumidores (PESA, 2007; Pacheco y Bastida, 2011).

2.5 Agricultura Sustentable

El rol de la agricultura orgánica, ya sea en la producción, transformación, distribución o consumo, es el de mantener y mejorar la salud de los ecosistemas y organismos, desde el más pequeño en el suelo, hasta los seres humanos. (IFOAM, 2012).

La agricultura orgánica proscrib el empleo total de plaguicidas y se basa en la aplicación de abonos orgánicos y prácticas agrícolas que están diseñadas para restablecer y mantener un balance ecológico de la biodiversidad (Pérez y Landeros, 2009).

(Márquez et al, 2010). Menciona que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa.

Salazar(2003), menciona que la Agricultura Orgánica, no es una agricultura de recetas, sino más bien una agricultura que se desarrolla a partir de un entendimiento cabal entre el ser humano y la naturaleza, aparece como una

alternativa a la agricultura convencional (a base de agroquímicos) y su propuesta tecnológica.

La Agricultura Orgánica emplea gran variedad de opciones tecnológicas con el empeño de reducir y hacer recuperables los costos de producción, proteger la salud, mejorar la calidad de vida y la calidad del ambiente, a la vez que intensifican las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos.

2.5.1 Agricultura Orgánica en el Mundo

La agricultura mundial va en constante crecimiento y ha revolucionado, sin perder la esencia de la materia orgánica; no obstante, existen cuatro principales problemas, la comercialización, limitantes ambientales, costos de producción y la insuficiente capacitación e investigación (Cano y Márquez, 2005).

La agricultura orgánica actualmente se practica en 22.8 millones de ha que se localizan en 106 países dentro de los cuales destacan Australia/Oceanía (10.6 millones de ha) y Argentina (3.2 millones de ha). Menos de la mitad de la superficie orgánica mundial esta dedicada a tierras arables, dado que las áreas orgánicas de Australia y de Argentina se concentran en la ganadería extensiva en zonas áridas (Borrallas, 2006).

Otros países latinoamericanos que han crecido en forma importante son

Perú, Paraguay, Ecuador Y Colombia. En Asia Y África la superficie con manejo orgánico todavía es poca, sin embargo viene creciendo de forma acelerada, basándose en las demandas de productos orgánicos por los países industrializados. Actualmente se estima una superficie certificada de 600,000 ha en los países asiáticos y 200,000 ha entre los países africanos (Demarchi, 2000).

2.5.2 Agricultura Orgánica en México

A finales de la década de los ochenta, los países desarrollados comenzaron a demandar productos tropicales y de invierno producido en forma orgánica, que en sus territorios no se pueden cultivar, estimulando de esta manera la práctica de la agricultura orgánica en México. A través de algunas comercializadoras, ONG y grupos religiosos (Teología de la Liberación) se fomentó en México la apropiación de esta nueva forma de producir, para poder complementar y diversificar una demanda ya creada en el exterior. En un inicio, agentes de países desarrollados se conectaron con diferentes actores en México, solicitándoles la producción de determinados productos orgánicos, así comenzó su cultivo, principalmente en áreas donde 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. (Anónimo, 2007).

En México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la

superficie orgánica total. Tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total. En el país se cultivan más de 45 productos orgánicos, de los cuales el café es el más importante por superficie cultivada, con 66% del total (70,838 ha) y una producción de 47,461 t; en segundo lugar se ubica el maíz azul y blanco, con 4.5% de la superficie (4,670 ha) y una producción de 7,800 t, y en tercer lugar está el ajonjolí, con 4 % de la superficie (4,124 ha) y una producción de 2,433 t; a estos cultivos les siguen en importancia las hortalizas con 3 831 ha; el agave, con 3,047 ha; las hierbas, con 2,510 ha; el mango con 2,075 ha; la naranja, con 1,849 ha; el frijol, con 1,597 ha; la manzana, con 1,444 ha; la papaya, con 1,171 ha, y el aguacate con 911 ha. (SAGARPA, 2009).

2.5.3 Importancia en México

La importancia de la agricultura orgánica en México radica desde el punto de vista económico en que la mayor parte de la producción está orientada a la exportación. Ocupa más de 54,000 ha certificadas. Genera 70 millones de dólares al año. Genera 8.7 millones de jornales anuales (Gómez, 1999).

2.5.4 Productos y Principales Estados Productores de Orgánicos

Para 1999 se cultivaban más de 30 productos orgánicos diferentes, en 25 estados de la República Mexicana, entre los más importantes: Café, con más de 32,000 ha, Hortalizas, plantas olorosas, hierbas y plantas medicinales(Jitomate,

chile calabaza, pepino, cebolla, ajo, chícharo, berenjena, melón, albahaca, menta, jengibre, entre otras), con 4,391 ha. Manzana, con 2,010 ha, Ajonjolí, con 1895 ha, Vainilla, con 1,203 ha, Maíz azul, con 970 ha(Gómez, 1999).

2.5.5 Normatividad Para Producción Orgánica

La agricultura orgánica debe sostener y realzar la salud de los individuos y de las comunidades, así como del suelo, de las plantas y de los animales como una unidad inseparable. Este principio resalta que la salud humana no puede separarse de la salud de los ecosistemas. La agricultura orgánica debe ser basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos (Gómez, 2007).

2.5.6 Beneficios

2.5.6.1 Suelo

Benefician a la fauna y la flora del suelo, mejoran la formación de éste y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, se incrementa la circulación de los nutrientes y la energía, y mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo, que compensa que se prescindan de fertilizantes minerales.

2.5.6.2 Agua

En muchas zonas agrícolas es un gran problema la contaminación de las corrientes de agua subterráneas con fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Como está prohibido utilizar estas sustancias en la agricultura orgánica, se sustituyen con fertilizantes orgánicos (por ejemplo: compostas, estiércol animal, abono verde) y mediante el empleo de una mayor biodiversidad (respecto a las especies cultivadas y a la vegetación permanente), que mejoran la estructura del suelo y la filtración del agua.

2.5.6.3 Biodiversidad

Los agricultores orgánicos son guardianes de la biodiversidad a la vez que la utilizan, en todos los niveles. En el plano de los genes, prefieren las semillas y las variedades tradicionales y adaptadas, por su mayor resistencia a las enfermedades y a las presiones del clima. En el plano de las especies, diversas combinaciones de plantas y animales optimizan los ciclos de los nutrientes y la energía para la producción agrícola. En cuanto al ecosistema, mantener zonas naturales dentro y alrededor de los campos de cultivo, así como que no se utilicen insumos químicos, propician un hábitat adecuado para la flora y la fauna silvestres. La utilización frecuente de especies subutilizadas (a menudo como cultivos de rotación para restablecer la fertilidad del suelo) reduce la erosión de la agrobiodiversidad y crea una reserva de genes más sana, que es la base de la futura adaptación (FAO, 2012).

2.5.7 Productos Permitidos en la Producción Orgánica

2.5.7.1 Insumos

Se basan en el empleo de los recursos naturales, orgánicos y renovables. Su producción limita la utilización de sustancias que puedan provocar la contaminación del suelo y de las aguas, el riesgo de posibles desequilibrios donde no esta prevista su utilización, el riesgo para la salud humana y de los animales así como el empobrecimiento de los recursos naturales.

2.5.7.2 Control

Control de Insectos Mediante extractos vegetales, minerales, jabones suaves, insectos predadores y parasitoides así como hongos, virus, bacterias, nemátodos y protozoarios entomopatógenos, los cuales cuentan con una alta especificidad y son inocuos para el ser humano y el medio ambiente.

Control de Hongos, Bacterias y Virus: Mediante bacterias y hongos antagonistas así como de extractos botánicos.

Control de Nemátodos: Por medio de hongos, quitosan y extractos vegetales.

Control de Malezas: Por nematodos y hongos específicos así como insectos fitófagos, todos con un alto grado de especificidad hacia su planta hospedera, lo cual asegura que éstos solo atacarán la maleza y no los cultivos (Cadena, 2010).

2.5.8 Norma Mexicana (NOM-032-FITO-1995), para la Producción Orgánica

Productos que se pueden aplicar.

Plaguicida: cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destina a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores que transmiten las enfermedades humanas y de animales, las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal, así como las sustancias defoliantes y las desecantes;

Nutrientes vegetales:

Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que contenga elementos útiles para la nutrición y desarrollo de las plantas, reguladores de crecimiento, mejoradores de suelo, inoculantes y humectantes;

Plaguicidas bioquímicos

Semioquímicos o infoquímicos: feromonas, y Aleloquímicos: Alomonas, y Kairomonas.

Plaguicidas microbiales

Bacterias, hongos, virus, **nemátodos**, y protozoarios.

Nutrientes vegetales

Fertilizantes orgánicos. Reguladores de crecimiento no sintéticos. Inoculantes (micorrizas, bacterias fijadoras de nitrógeno, etc.) mejoradores de suelo orgánicos y biológicos. (Cadena, 2010)

2.5.9 Sustratos

Se entiende por sustrato al material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Patrón, 2010).

Los sustratos o medios de crecimiento tienen como objeto proveer de soporte físico a las plántulas así como proporcionar aire, agua y nutrientes para el apropiado funcionamiento de las raíces (Pire y Pereira, 2003).

Es por definición cualquier medio sólido (orgánico, inorgánico o mezcla) que se utilice para cultivar plantas en contenedores (con altura limitada y su base este

a presión atmosférica), el cual le proporciona a las plantas las condiciones adecuadas para su desarrollo, además de permitir que la “solución nutritiva” se encuentre disponible para la planta (Patrón, 2010).

2.5.10 Sustratos orgánicos

Son Nutrientes vegetales a base de compostas, lombricompostas, humus, algas, guano, minerales, inoculantes, fermentados, etc. que son fácilmente asimilables por los cultivos, conservan y regeneran el suelo y no lo deterioran (Cadena, 2010).

2.5.10.1 Ventajas

2.5.10.1.1 Físicas

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes. Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, también la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste, disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Así también aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

2.5.10.1.2 Químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

2.5.10.1.3 Físicas

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Cervantes, 2012).

Incrementa la actividad biológica. Aporta nutrientes, energía y hábitat para los microorganismos del suelo. Actúa como reserva de nutrimentos. Durante la descomposición de la materia orgánica se liberan macro y micro-nutrimentos. Retiene nutrimentos en forma disponible. Aporta cargas negativas a la CIC del suelo, donde puede retener nutrimentos y metales pesados que de otra manera se lixiviarían. Favorece la estructura del suelo. Actúa como agente cementante de las partículas del suelo, formando agregados estables durante periodos de humedecimiento y secado. Incrementa la porosidad. La formación de agregados mejora la porosidad del suelo, aumentando la retención de agua en suelos

arenosos y la permeabilidad en suelos arcillosos (Figueroa, 2003).

2.5.10.2 Desventajas

1. Económico (Altos costos de importación, turba).
2. Efecto Ambiental con restricciones al extraerlos (turba, tierra de monte), ya que ocasionan un efecto negativo que se relaciona directamente con el ciclo del agua, mantenimiento de ecosistemas y biodiversidad.

2.6 El Compost

La compost es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los organismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente; el método para producir este tipo de abono es económico y fácil de implementar. (SAGARPA, 2012).

Abono real, aeróbico contiene una enorme diversidad de bacterias, hongos, protozoos, nematodos y quizás incluso microartrópodos. Especies beneficiosas son casi siempre estrictamente aeróbico, lo que significa aquellas condiciones en las que comienza a apestar ocurren están matando a los "buenos" y ayudando a los "malos", que se también atacan las raíces de las plantas, hojas y semillas (Ingham, 2003).

La mayoría de las flores y hortalizas crecen mejor en suelos que tienen equilibrado biomasa bacteriana y fúngica. Compost y té de compost se puede utilizar para mejorar la vida del suelo y foliar requerida para proteger las plantas de las enfermedades que abundan en los ecosistemas degradados de pesticidas y fertilizantes (Ingham, 2005).

2.6.1 Características del Compost de Calidad

2.6.1.1 Características Químicas

Debe ser un producto libre de metales pesados o con valores trazas, libre de toxinas (pesticidas, herbicidas, fungicidas y fitotoxinas) de PH neutro a ligeramente alcalino. En contenido de nutrientes debe mostrar nitrógeno en formas disponibles para las plantas, fósforo y potasio, además de los micronutrientes tales como calcio, azufre, cobre y otros.

2.6.1.2 Características Físicas

Libres de cuerpos extraños sean estos metales, papeles, plásticos y vidrios, sin variación de temperatura, con una temperatura que bordea los 35°C, de textura granulosa, color café oscuro en apariencia muy similar a la tierra de hoja. Con humedad pero sin saturación

2.6.1.3 Características Biológicas

En un buen estado sanitario (sin microorganismos patógenos vivos) y con microorganismos benéficos que mantendrán y darán vida al suelo cuando el compost sea incorporado (Bravo, 1999).

2.6.2 Función

- Mejora la sanidad y el crecimiento de las plantas.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Es una importante fuente de nutrimentos para las plantas.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo y la CIC.
- Es una fuente de alimentos para los microorganismos.
- Amortigua los cambios de pH en el suelo.
- Disminuyen los cambios bruscos de temperaturas.
- Las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia de la relación C/N en el suelo (SAGARPA, 2012).
- Mejora los suelos. Permite una mayor retención de agua por el suelo.
- Ź Contribuye a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas.
- Ź Ayuda eliminar semillas de las malas hierbas que germinan durante el compostaje. Utiliza diversidad de insumos al alcance, para su preparación.
- Ź Permite racionalizar el uso de fertilizantes inorgánicos, ya sea como

complemento o sustituyéndolo (FAO, 2010).

2.6.3 Té de Compost

El té de composta, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos. Esta riqueza de materia orgánica es usada por las bacterias beneficiosas, hongos, protozoos, nematodos y microartrópodos para construir suelos estructura. Los buenos organismos benéficos - incluyendo bacterias, hongos, protozoos y nematodos, presentes en el compost bien, también estarán presentes en el té de compost. La diversidad de especies puede ser tan alta como 25.000 especies hasta un máximo de medio millón de especies en un gramo de compost o té (Ingham, 2005).

2.7 El Vermicompost

El vermicompostaje utiliza residuos para convertir los residuos orgánicos en compost de alta calidad, esta es la mejor manera de utilizar los residuos de cocina. (Addison, 2012). El vermicompost contiene no sólo el humus de lombriz, sino también materiales de cama y desechos orgánicos en diversas etapas de descomposición. También contiene gusanos en diversas etapas de desarrollo y otros microorganismos asociados con el procesamiento de compostaje. El tipo de lombriz de tierra más utilizado para el vermicompostaje es la *Eisenia fetida* o también conocida como lombriz californiana (Dickerson, 2010).

2.7.1 Efectos

Según Duran (2010) se percibe mayor respuesta de la planta al utilizar vermicompost en proporciones entre 25 y 50%, ya que por el contrario, utilizarlos en dosis mayores se obtiene efectos negativos en el crecimiento vegetal.

Cuadro 1: Caracterización química de los sustratos provenientes de la mezcla de vermicompost y un Ultisol (suelo rojo) utilizado en la fase de invernadero luego de la cuarta siembra y extracción de sorgo a los 45 días después de la siembra. Turrialba, Costa Rica. 2006.

Tratamiento	pH	Acidez	Ca	Mg	K	C	E	Sa	P	Zn	Cu	Fe	Mn
0% Vermi	5,0	0,11	3,32	1,26	0,12	4,81	2	3	3	18	30	19	
25% Vermi	6,6	0,11	8,79	3,70	1,33	13,93	1	149	27	21	29	5	
50% Vermi	6,9	0,36	11,10	6,97	2,32	20,64	1	142	55	17	32	9	
75% Vermi	7,0	0,44	11,58	10,50	2,53	25,05	2	158	67	9	30	11	
niveles críticos	5,5	0,5	4	1	0,20	5	10	10	3	1	10	5	

2.7.1.1 Efectos en el Suelo

Duran (2010) menciona que el aporte de N y C al suelo puede ser muy significativo; y se favorece la humificación y la formación de estructuras que generen capacidad de carga a nivel coloidal. Además de N y C, el aporte de otros elementos como el Ca, Mg, K y P puede ser importante, en suelos con una baja fertilidad. Al aplicar vermicompost al suelo, no solo aporta nutrientes fundamentales para la planta (N y P y otros elementos), sino también se mejora, si no también mejora la capacidad de carga de los suelos.

2.7.2 Té de Vermicompost

El té de humus o de vermicompost es un extracto acuoso de alta actividad biológica que se consigue por una fermentación aeróbica del vermicompost. El té de vermicompost, correctamente elaborado y aplicado, provee un set de microorganismos beneficios, los que pueden ser aplicados al suelo o sobre el follaje del cultivo.

2.7.2.1 Beneficios

- 1.El té de vermicompost contiene un set de microorganismos aeróbicos que realizan una serie de funciones beneficiosas para el desarrollo de las plantas:
- 2.El té de vermicompost mejora la nutrición de las plantas y de los microorganismos benéficos.

2.7.2.2 Uso en la Agricultura.

El uso del té de humus en la agricultura se está extendiendo cada vez más. Debido a números estudios se está comprobando lo que inicialmente se suponía, que el té de vermicompost es una excelente herramienta para mejorar la vida en el suelo, la fertilidad de las plantas y están siendo incluidas en los programas de erradicación de plagas y de enfermedades como método efectivo y alternativa económica a los productos químicos. El té de humus se utiliza por todo el mundo en la agricultura convencional, en la agricultura de control integrada y en la agricultura biológica (Plántula, 2012).

2.8 Algas Marinas en la Agricultura

El valor de los productos líquidos de algas, no solo se relaciona con su contenido de N, P, K, si no que también tienen propiedades inusuales tales como: una mayor germinación de las semillas, mayor resistencia a las heladas e inducen resistencia a plagas de hongos e insectos

Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5,000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas. Usando incluso una cantidad minúscula de estas plantas reguladores de crecimiento en extractos y fertilizantes puede ayudar al desarrollo de raíces y brotes, acelerar el proceso de división celular, retrasar la senescencia, y aumentar la resistencia a la enfermedad y el estrés ambiental (Canales, 1999).

Crouch (1993) ha demostrado que los productos de algas marinas contienen ciertos reguladores del crecimiento de plantas y muchos de los observados efectos ahora se atribuyen a estos constituyentes. Los resultados de la aplicación de algas marinas se encontraron ser similares, a los después de la aplicación de citoquininas.

2.8.1 Propiedades

Las algas marinas contienen más de 70 microelementos y que la representación de estas plantas es considerablemente mayor que en las plantas terrestres. De sustancias orgánicas, las algas marinas contienen, además de hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y sustancias de naturaleza estimulante y antibiótico (Senn, 1987).

El uso de algaenzimas en el contexto de la agricultura orgánica y sustentable favorece la conservación y el mejoramiento de la fertilidad del suelo e incrementan y eficientizan las funciones y metabolismo general de la planta, manifestándose en una mayor productividad de los cultivos, todo ello, por medio de tecnología aplicada fundamentada en extractos de algas marinas(Canales,2006).

Los productos naturales de algas marinas aparte de mejorar el crecimiento de las plantas, son fáciles de aplicar y relativamente barato. Por lo tanto, representan una alternativa a los fertilizantes sintéticos. Cuando se aplica a l suelo de esta forma el producto se puede mejorar la aireación y la estabilidad de los agregados (Crouch, 1993).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La comarca lagunera se ubica entre los paralelos 25 y 27° longitud Norte y los meridianos 103 y 104° longitud Oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 msnm, localizada en la parte Suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte del estado de Chihuahua y al sur del estado de Zacatecas.

3.2 Localización del Experimento

La investigación se desarrollo durante el ciclo agrícola primavera- verano de 2011, en Torreón Coahuila, México, en un invernadero de 200 m², correspondiente al departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL.

3.3 Tipo y Condiciones de Invernadero

El experimento se realizó bajo un invernadero semicircular, con sistema de ventilación mediante dos extractores, que se encuentran en la parte frontal, a los costados de la puerta principal y una pared húmeda colocada en la parte inferior del invernadero, contaba con una área de 2000 m² y estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonatos y techo cubierto con plástico, el cual al aumentar la temperatura se le agrego una maya sombra para disminuir la radiación solar.

3.4 Material Genético

El material genético utilizado fue la semilla de tomate híbrido tipo saladette cv. Cuauhtémoc y El Kickapoo, de la casa comercial Harris Moran, con hábito de crecimiento indeterminado.

3.4.1 Cuauhtémoc

Saladette indeterminado de frutos extra-grandes ovalados con paredes gruesas de maduración uniforme, destaca por su planta vigorosa, con buena cobertura foliar y entrenudos medianos. Amplia adaptación a diferentes zonas con incidencia de F3, TSWV, TYLC.

Cuadro 2. Características de resistencia del híbrido Cuauhtémoc.

Enfermedad	Causado por:
HR Verticilliosis	<i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>V. dahliae</i>
HR Agallas radiculares por nematodos	<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> & <i>M. javanica</i>
HR Marchites manchada	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> raza 1,2,3
IR Fusarium del tomate	Virus de la marchites manchada del tomate
IR Hojas amarillas en cuchara del tomate	Virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate

HR= Alta Resistencia, IR= Resistencia Intermedia

3.4.2 Kickapoo

Saladette indeterminado. Sobresale en muchos aspectos: Calidad de fruta con paredes gruesas, color y firmeza, rendimientos con buen número de frutos por

racimo, tamaños extra-grande y grande con buen cubrimiento de hoja, precoz y uniforme en su maduración, ideal para zonas con problemas de TYLC.

Cuadro 3. Características de resistencia del híbrido Kickapoo.

Enfermedad	Causado por:	
HR	Verticiliosis	<i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>V. dahlie</i>
HR	Agallas radicales por nematodos	<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> & <i>M. javanica</i>
HR	Mosaico del tomate	<i>Virus del Mosaico del tomate</i>
HR	Fusarium del tomate	Virus de la marchitez manchada del tomate
IR	Hojas amarillas en cuchara del tomate	Virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate

HR= Alta Resistencia, IR= Resistencia Intermedia

3.5 Sustratos

El C fue comercial (MaxiCompost) y el VC se adquirió en el modulo de abonos orgánicos de la universidad, se preparo a partir de estiércol bovino, durante un periodo de tres meses, para el VC se utilizaron lombrices (*Eisenia fetida*).

3.6 Diseño Experimental

El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. Se evaluaron cuatro formas de fertilización en macetas de plástico de 18 L de capacidad: F1= arena + fertilizantes inorgánicos; F2= arena + fertilizantes inorgánicos + la aplicación de algas; F3= mezcla de arena: C: VC +

té de vermicompost (TVC) al 2.5 % de concentración; F4= mezcla de arena: C: VC + TVC al 2.5 % de concentración + aplicación de algas. Se tomó una planta como unidad experimental.

3.7 Fertilización

3.7.1 Té de Vermicompost

El TVC se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards *et al.* (2010), con ligeras modificaciones para reducir las sales solubles contenidas en el VC sólido, como se describe a continuación: se colocó 4.5 kg de VC en una bolsa de plástico tipo red y ésta se introdujo en un recipiente de 20 L con agua de la llave durante 5 min para lavar el exceso de sales. En un recipiente de plástico de 60 L de capacidad se colocaron 45 L de agua de la llave y se generó turbulencia durante tres horas con una bomba de aire (Biopro: BP9891. Tiray Technology Co LTD®). Luego se colocó la bolsa con el VC dentro del tanque con agua previamente aireada. Finalmente, se agregaron 40 g de piloncillo como fuente de carbono soluble. La mezcla se fermentó por 24 h con la bomba de aire encendida.

3.7.2 Aplicación de Algas Marinas

La aplicación foliar de AlgaEnzims fue al 0.5% de concentración e inmersión de raíz al trasplante con la misma dilución; durante el ciclo de cultivo se realizaron aplicaciones vía foliar (250 ml ha^{-1}) al inicio de la floración y después de cada corte de fruto.

3.8 Riego

El riego se realizó manualmente, las plantas que se desarrollaron en los tratamientos F1 y F2 se les aplicó 0.5 L de su solución de crecimiento más 1 L de agua de llave. Por otra parte a las plantas desarrolladas en los tratamientos F3 y F4 se les aplicó 1 L de TVC más 0.5 L de agua de llave. El TVC se aciduló con ácido cítrico grado alimenticio ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) aplicado a una concentración de 5 mM (1.2 g L^{-1}).

3.9 Control de Plagas y Enfermedades

El control sanitario consistió en desinfección de las macetas con hipoclorito de sodio ($NaClO$) al 0.5 %, además se hizo un lixiviado de los sustratos agregándoles agua, para eliminar las sales contenidas y prevenir futuros problemas por la acumulación de estas sales. Cuando las plantas alcanzaban alrededor de 40 cm se colocaron trampas amarillas y azules, fabricados con papel contac y cartulina de color azul y amarilla, al mismo tiempo se hacían revisiones periódicas a las trampas para llevar un pronóstico de la cantidad de plagas presentes en el cultivo. A la entrada del invernadero se colocó un recipiente con cal (tapete sanitario) para desinfectar el calzado ya que estos podían llevar enfermedades.

3.10 Manejo del Cultivo

3.10.1 Siembra y Trasplante

La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011, en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat moss (Premier Promix PGX®). El trasplante se efectuó el 9 de abril, y las macetas se acomodaron a doble hilera, con una separación de 1.6 m entre hileras y un espaciamiento de 30 cm entre macetas, para una densidad de 4.0 plantas m⁻².

3.10.2 Tutorado

Las plantas fueron conducidas a un solo tallo mediante un hilo de rafia, con el fin de tener a la planta erguida y que los frutos no estuvieran en contacto con el suelo. Cuando las plantas alcanzaban una altura en que el manejo era demasiado complicado y además estaban muy cerca del techo del invernadero, se bajaba algunos cm. Esto con la finalidad de manejar mejor la planta y evitar el aborto de flores por el exceso de calor en los racimos terminales.

3.10.3 Podas

La planta se guio a un solo tallo, eliminando los brotes axilares laterales cuando estos tenían de 3 a 5 cm, se realizo cuidadosamente para no eliminar el brote apical principal. La poda de hojas se realizó cuando el octavo racimo ya estaba formado y el primer racimo empezaba a tomar un color rosado, así

consecutivamente se fueron destapando los racimos, dejando de 2 a 3 hojas por encima del racimo, calculando que este tuviera de 10 a 11 hojas verdaderas en toda la planta.

3.10.4 Bajado de Plantas

Esto consistió en bajar la planta de manera que se facilitara el manejo, así como impedir que las temperaturas del invernadero les afectaran. Se realizó contantemente, cuando un racimo estaba en punto de maduración y esta estaba sobre los sostenes de los tutores.

3.10.5 Polinización

La polinización se realizó manualmente, mediante el empleo de un cepillo dental eléctrico el cual hacia la función de un vibrador, ya que al ponerlo en contacto con las flores hacia un movimiento en el que favorecía la caída del polen y por ende mas efectiva la polinización. Esta se realizaba entre las 12:00 y 14:00 h ya que a esa hora el polen estaba más viable y se conseguía mejor amarre.

3.10.6 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, el criterio de corte fue, cuando los frutos alcanzaran una coloración entre rosa-rojizo, tampoco se contaban en color demasiado naranja ya que algunas variables evaluadas

requerían un punto medio de maduración como en el caso de °Brix.

3.12 Variables evaluadas

Para determinar las variables evaluadas fue necesario conocer la fisiología como fenología de la planta. Las variables que se evaluaron son: Numero de frutos, peso promedio del fruto (gr), diámetro polar y diámetro ecuatorial (cm), contenido de sólidos solubles (°Brix), espesor de pulpa (cm), número de lóculos y rendimiento (tha^{-1}).

3.12.1 Numero de Frutos (NF)

Al momento de la cosecha, se colocaban los frutos dentro de una bolsa de cartón, en la cual se le anotaban los ratos correspondientes al tratamiento, repetición, así como la cantidad de frutos cosechados de cada racimo.

3.12.2 Peso Promedio

Para esta variable se tomó un fruto al azar de cada racimo y se peso con una balanza digital (Modelo CALDI-14388, Truper®) una vez cosechados los frutos.

3.12.3 Diámetro Polar (DP)

Para esta variable se utilizó un vernier (Modelo CALDI-14388, Truper®) en el cual se colocó el fruto verticalmente y posteriormente se tomó la lectura de las medidas. El fruto evaluado fue elegido al azar.

3.12.4 Diámetro Ecuatorial (DE)

Al igual que para la variable DP Y EP, se utilizó un vernier (Modelo CALDI-14388, Truper®) en el cual consistió en colocar el fruto de forma horizontal, para tomar dichos datos.

3.12.5 Sólidos Solubles (°Brix)

Para esta variable se utilizó un refractómetro portátil con compensación de temperatura (0-32 °Brix, VRW®).

3.12.6 Espesor de Pulpa (EP)

En esta variable también se utilizó un vernier (Modelo CALDI-14388, Truper®) con el cual, una vez partido el fruto, se midió el espesor

3.12.7 Número de Lóculos (NL)

Para esta variable, los datos se tomaron después de partir los frutos,

contando las cavidades de cada uno de los frutos.

3.12.8 Rendimiento

De los frutos cosechados de cada racimo, se colocaron en bolsas de cartón y después se pesaron en una balanza digital (Modelo CALDI-14388, Truper®)

3.12.8 Altura de Planta

Los datos se recabaron semanalmente utilizando una cinta métrica de escala 0 a 5 m, cada valor se tomó de la corona de la raíz hasta el punto de crecimiento de la planta.

3.13 Análisis de los Resultados

Para analizar el comportamiento de la altura de planta, a través del tiempo, se utilizó el análisis de regresión, mientras que para rendimiento y calidad de fruto se aplicó el análisis de varianza, la comparación de medias se efectuó con la prueba DMS mediante el programa estadístico SAS (SAS, 1999). La significancia estadística se obtuvo con un nivel de confiabilidad de 95 % ($\alpha = 0.05$).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la Planta

La dinámica de crecimiento longitudinal de las plantas de tomate bajo las diferentes formas de fertilización evaluadas se muestra en las ecuaciones de regresión lineal, en el cuadro 4. El ajuste lineal para todos los tratamientos fue aceptable considerando que el r^2 mas bajo fue en el cv. Cuauhtémoc y la mezcla arena: C: VC + TVC + AlgaEnzims y el más alto fue en el cv. Kickapoo y arena + fertilizantes inorgánicos con y sin aplicación de AlgaEnzims. El tratamiento con mayor altura a través del ciclo del cultivo, para los dos genotipos, fue el F1 (arena + solución inorgánica) con una altura promedio para el cv. Cuauhtémoc y Kickapoo de 4.74 y 4.46 m respectivamente. Los resultados obtenidos en este experimento contrastan a los obtenidos por Márquez-Hernández *et al.* (2006) y Márquez *et al.* (2008), quienes obtuvieron una altura de 4.32 m en el tratamiento testigo (arena + solución inorgánica).

Márquez *et al.* (2008), citan que el nitrógeno del compost y vermicompost es orgánico, por lo cual deben mineralizarse para poder ser absorbido por las plantas, no obstante en el primer año solo se mineraliza el 11 %, por lo cual genera una deficiencia de este elemento. Al igual mencionan que solo satisfacen las necesidades de los primeros meses. Se puede decir que a diferencia de la fertilización mineral, los demás tratamientos pudieron tener deficiencia de N, por la tasa de mineralización baja de N durante el primer año.

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión para las fuentes de fertilización en relación con la altura de planta en tomate orgánico. Torreón, Coah. 2011.

Tratamiento	Genotipo	Ecuación de regresión *	r ²	Altura final (cm)
F1	Cuauhtémoc	$y = 3.4682x - 25.149$	0.97	474.27
F2		$y = 3.1638x - 18.601$	0.95	436.98
F3		$y = 3.2142x - 36.938$	0.97	425.90
F4		$y = 2.9676x - 45.009$	0.92	382.32
F1	Kickapoo	$y = 3.3851x - 41.284$	0.98	446.17
F2		$y = 3.0679x - 36.87$	0.98	404.90
F3		$y = 3.0861x - 28.917$	0.96	415.48
F4		$y = 2.6908x - 21.784$	0.94	365.69

*días después del trasplante = x; y= Altura.

4.2 Número de Fruto

Para esta variable se encontraron diferencias significativas en lo referente al genotipo ($P < 0.05$), no fue el caso para la fertilización que de acuerdo al análisis de varianza no se obtuvo significancia alguna (Cuadro 1A). El genotipo que obtuvo mayor número de frutos fue el Cuauhtémoc, con una media de 39 frutos por planta. Martínez (1999) reportó que al aplicar AlgaEnzim al follaje se logra aumentar 3.1% más proteína, en comparación con el testigo que obtuvo 6.2%. Esto se corrobora en la bibliografía del producto AlgaEnzim, el cual fija nitrógeno del aire aun en las plantas no leguminosas.

Cuadro 5. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Número de Fruto. Torreón Coah. UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Media (frutos)	Niveles de significancia
Cuauhtémoc	39	a
Kickapoo	27	b
Fertilización		
Amin	36	a
AA	33	a
ACVA	33	a
ACV	30	a
Media Gral.	31	
CV	37	

4.3 Diámetro Ecuatorial

En el análisis de varianza de esta variable se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para los efectos principales de las fertilizaciones y los genotipos. Por lo anterior se puede concluir que las medias marginales no son tan importantes como se pueden observar en (Cuadro 4A). En nuestro experimento, el genotipo que tuvo mayor diámetro ecuatorial fue el Kickapoo con la fertilización ACV + TVC+ Aplicación de AlgaEnzim con 5.63 cm (Cuadro 6). Según el pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate (NMX-FF-009-1982). El tamaño de los frutos obtenidos corresponde a la clasificación de frutos medianos y grandes que van desde (51 a 59 mm). Por otra parte Canales (1999) evaluó genotipos de tomate en invernadero con acolchado, en el cual el 90% de la producción fue de primera calidad.

Cuadro 6. Medias de interacción genotipos y fertilización para la variable Diámetro Ecuatorial. Torreón Coah. UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Fertilización	Media (cm)	Niveles de significancia	
Kickapoo	ACVA	5.6367	a	
Kickapoo	AA	5.5833	a	
Kickapoo	Amin	5.4033	a	
Kickapoo	Amin	5.3133	a	b
Cuauhtémoc	ACV	5.3133	a	b
Cuauhtémoc	ACVA	5.1833		b
Cuauhtémoc	AA	4.72		c
Cuauhtémoc	ACV	4.5367		c
Media Gral		5.21125		
CV		4.055902		

4.4 Contenido de Sólidos Solubles

Con respecto al contenido de sólidos solubles en los frutos de tomate, no se encontró diferencia estadística (Cuadro 5A). El genotipo Kickapoo supero a los frutos del genotipo Cuauhtémoc en 1.36 %, por otra parte las plantas desarrolladas en la mezcla de arena: C: VC + TVC + AlgaEnzims tuvo una concentración de 4.57 °Brix y el menor valor se obtuvo bajo la fertilización arena + solución inorgánica + AlgaEnzims con 4.25 °Brix. Los valores obtenidos en este trabajo experimental son superiores a los reportados por Márquez *et al.* (2008), quienes obtuvieron valores de 4.04 °Brix al evaluar compost y vermicompost. Con lo cual se fortalece la hipótesis de que la aplicación de algas marinas si incrementan el desarrollo de frutos de tomate con mayor contenido de sólidos solubles bajo el uso de sustratos orgánicos. Diez (2001) el valor óptimo de contenido de sólidos solubles para tomate, con fertilización tradicional, ya sea para

procesado industrial o para consumo en fresco, es de 4 °Brix.

Cuadro 7.Medias de interacción genotipo y fertilización para la variable Solidos Solubles (°Brix). UAAAN-UL 2011.

Genotipo	Media (°Brix)	Niveles de significancia
Kickapoo	4.44	a
Cuauhtémoc	4.38	a
Fertilización		
ACVA	4.57	a
ACV	4.53	a
Amin	4.28	a
AA	4.25	a
Media Gral	4.41	
CV	10.22	

4.5 Rendimiento

En el análisis de varianza de esta variable, no se obtuvo diferencia significativa alguna, en el cual se obtuvo una media de 123.9 tha^{-1} y un CV de 37 % (Cuadro 8A). El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue en la mezcla de arena: C: VC+TVC +AlgaEnzims con 135.7 t ha^{-1} y el menor rendimiento se registró en el tratamiento mezcla de arena: C: VC +TVC, con 104.9 tha^{-1} . Por lo que estos resultados obtenidos contrastan con los reportados por Canales (1999) quien al aplicar extractos de algas al suelo y foliar en tomate producido bajo acolchado plástico, logro aumentar la producción hasta en un 20 %. En el presente trabajo se logró incrementar el rendimiento hasta 29.36 % con el uso de AlgaEnzims y bajo la

mezcla de arena: C: VC + TVC. Por otra parte, Márquez *et al.* (2008) mencionan que el precio del tomate orgánico en México es 5.84 veces mayor que el producido convencionalmente bajo invernadero, por lo que la aplicación de AlgaEnzims dejaría mayor beneficio/costo.

Cuadro 8. Medias de interacción genotipo y fertilización para la variable rendimiento. Torreón Coah. UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Media (t ha ⁻¹)	Niveles de significancia
Cauhtémoc	139.53	a
Kickapoo	108.28	a
Fertilización		
ACVA	135.76	a
AMIN	129.78	a
AA	125.14	a
ACV	104.94	a
Media Gral	123.9	
CV	37	

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología empleada y con los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. El rendimiento más alto, fue obtenido por el tratamiento: mezcla de Arena: C: VC +TVC +AlgaEnzims, alcanzó una media de 135.76 t ha^{-1} , registrando un incremento de 29.36 % en comparación con la fertilización: Arena: C: VC, con un rendimiento de 104.9 t ha^{-1} .
2. No se encontró diferencia en la calidad del fruto producido en los tratamientos.
3. No se encontró diferencia en el contenido de sólidos solubles por efecto de los tratamientos.

VI.- LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2007. Agricultura orgánica en México. [Fecha de consulta diciembre de 2012]. Disponible en <http://www.slideshare.net/mpalaciossoto/la-agricultura-orgnica-en-mxico>
- Addison, K. 2012. Vermicomposting, journey to forever, small farm library [fecha de consulta noviembre de 2012] Disponible en http://journeytoforever.org/compost_worm.html
- Apoyos y servicios para la comercialización agropecuaria (ASERCA), 2011. Consumo de tomate en México. (Fecha de consulta: octubre de 2012) disponible en <http://www.aserca.gob.mx/>
- Bravo, N. C. 1999. Agricultura ecológica, Manual de compostaje. INTEC, P- 29. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/55187119/23/CARACTERISTICAS-DEL-COMPOST-DE-CALIDAD>
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Celaya, Guanajuato, México P-147.
- Borrallas, V. L. 2006. Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero, fertilizado con te de compost. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coahuila.
- Blunden, G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweeds extracts. Ed. Jhon Wiley and Sins England. [Fecha de consulta octubre de 2012] P-65. Disponible en: http://www.algaebase.org/pdf/ac100cf0079861bcf7govsu96eb3/booth_1969.pdf
- Cadena, A. G. 2010. Los insumos orgánicos y su marco regulatorio. Asociación mexicana de productores, formuladores y distribuidores de insumos orgánicos, biológicos y ecológicos, a.c.
- Canales, L. B. 1999. Enzimas-Algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. TERRA Latinoamericana. UACH, Chapingo, México. [Fecha de consulta de 2012]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57317312.pdf>
- Canales, L. B. 2006. Evento técnico: Agricultura Orgánica Aplicada. Unidad Académica Multidisciplinaria - Mante UAM - Mante Centro – UAT. C.A. Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Palaubioquim, S.A. de C.V. [Fecha de consulta: octubre de 2012] Disponible en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/agr-org-aplicada.htm>
- Canales, L. B. 2001. Uso de derivados de algas marinas en la producción de tomate, papa, chile y tomatillo. Investigador de la empresa Palau Bioquim, S.A. de C.V., fabricante de derivados de algas marinas para uso en la agricultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P-15.
- Cano, R. P., Márquez, H .C., Figueroa, V. U., Rodríguez, D. N., Martínez, C. V., Moreno, R. A. 2005. Producción de tomate orgánico bajo invernadero en la

- comarca Lagunera. En XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias, Gómez Palacios Durango, México. P- 30-54.
- Castellanos, Z. J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Panorama de la agricultura protegida en México. INTAGRI S.C. México. P-2.
- Castellanos, Z. J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Panorama de la agricultura protegida en México. Desafíos de la agricultura protegida. INTAGRI S.C. México. P-17.
- Cervantes, F. M. A. 2012. Abonos orgánicos. Téc. Agrícola y Profesor Titular del Centro de Formación Profesional Agraria E.F.A. CAMPOMAR. P-3.
Disponible en: http://www.compost.cl/Documentos/abonos_organicos.pdf
- Crouch, I. J., van, S. J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial Seaweed products . UN/FRD Research Unit for Plant Growth and Development, Department of Botany, University of Natal, Pietermaritzburg, Republic of South Africa. Disponible en: <http://www.greaturfcompany.com/wp-content/uploads/2012/01/Evidence-for-the-presence-of-plant-growth-regulators-in-commercial-seaweed-products.pdf>
- Demarchi, C. 2000. Los productos orgánicos ganan mas espacio. Gaceta Mercantil Latinoamericana. Negocios. Semana del 2 al 8 de octubre de 2000.
- Diez, N. M. 2001. Tipos varietales. *In*: El cultivo del tomate. Nuez, F. (ed.). Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. P- 93-129.
- Dickerson, W. G. 2010. Vermicomposting. Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Guide H-164, pp 1. [Fecha de consulta: noviembre de 2012]. Disponible en: http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-164.pdf
- Duran, U. L., Henríquez, H. C. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en la planta. Agronomía mesoamericana. Costa Rica. P-88-89.
- Edwards, C. A., Askar, A., Vasko-Bennet.M., Arancon, N. 2010. The Use and Effects of Aqueous Extracts from Vermicompost or Teas on Plant Growth and Yields. P. 235 – 248. *In*: Vermiculture Technology, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R. Sherman (Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL.
- EPA. 1999. Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas. Quinta edición. Environmental Protection Agency. EEUU. 252 pp.
- Escalona, V. 2009. Manual del cultivo de tomate, VI región, InnovaChile Corfo; facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile. P-10.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2012. Beneficios de la agricultura orgánica. [Fecha de consulta Octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.faz.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/>
- FIAGRO (Fundación Para la Innovación Tecnológica Agropecuaria). 2011. Importancia de la agricultura protegida. [Fecha de consulta Octubre de 2012]. Disponible en:

http://www.fiagro.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2113&catid=73&Itemid=1

- Figuroa, V. U., Cueto, W. J. A. 2003 .Abonos Orgánicos y plasticultura. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Campo Experimental La Laguna. CIRNOC-INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo-Planta-Atmósfera. INIFAP. P- 7. [Fecha de consulta Octubre de 2012]. Disponible en: http://www.smcs.org.mx/pdf/libros/abonos_org.pdf
- Fonseca, A. E. 2006. Producción de tomate en invernadero, *In*: cuarto simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. E, Olivares (ed).UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México. P.1-8.
- Gómez, C. M. Á., Schwentesius, R. R., Gómez, T. L. 2007. Agricultura orgánica de México: situación, retos y tendencias. [Fecha de consulta: octubre de 2012] disponible en: http://vinculando.org/organicos/directorio_de_agricultores_organicos_en_mexico/agricultura_organica_de_mexico_situacion_retos_tendencias.html
- Gómez, T. L. 1999. La producción orgánica en México, antecedentes de la agricultura orgánica en México. [Fecha de consulta:15/10/12]. Disponible en:<http://www.concitver.com/simposium/SESSION8/La%20producci%C3%B3n%20org%C3%A1nica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- González, S. 2011. Palau Bioquim S.A de C.V. AlgaEnzim, Saltillo Coahuila México.
- Gostincari, T. J. 1998. Horticultura cultivo en invernadero. Biblioteca de la agricultura IDEA BOOKS, S.A. Pp. 336 y 337.
- IFOAM, 2012. Los principios de la Agricultura Orgánica. [Fecha de consulta: octubre de 2012]. Disponible en: http://www.ifoam.org/about_ifoam/pdfs/POA_folder_spanish.pdf
- Ingham, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual. 5 th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. P.-12. [consulta Noviembre de 2012] Disponible en: http://ecologiesurleweb.free.fr/docs/Docs_agir/Lombricomposteur/Brew%20Manual%20compost%20tea.pdf
- Ingham, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual. 5 th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. P 79. Disponible en: http://ecologiesurleweb.free.fr/docs/Docs_agir/Lombricomposteur/Brew%20Manual%20compost%20tea.pdf
- Ingham, R. E. 2003. Compost Tea, Promises & Practicalities. Acres U.S.A. is the national journal of sustainable agriculture. Vol. 33. Núm. 12. Usa. P-3. [Fecha de consulta: noviembre de 2012]. Disponible en: http://www.acresusa.com/toolbox/reprints/Dec03_Compost%20Teas.pdf
- Kim,Byungchul.,Line, E. R., Seaver, G., Fan, T. 2012. Detection of plant growth regulator Beacon Analytical Systems, Inc, Saco, ME, USA. Department of Biotechnology, Endicott College, Beverly, MA, USA Ocean Organics, Waldoboro, ME, USA.[Fecha de consulta: noviembre de 2012]. Disponible en:<http://www.beaconkits.com/welcome/wp-content/uploads/2011/10/AOAC->

[2011-Zeatin-Riboside-poster.pdf](#)

- León, F. E., De La J, P. H, 2010. Disposición sanitaria de residuos sólidos y elaboración de compost en nuestra familia y comunidad. En coordinación con la OPS/OMS. P. 15-16.
- Linares, H. O. 2004. Manejo de invernadero, manual del participante. P-3.
- López-M. J. D. 2003. Producción de compost. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Venecia, Durango, México. [Fecha de consulta: noviembre de 2012]. Disponible en: http://www.smcs.org.mx/pdf/libros/abonos_org.pdf
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., García-Hernández, J.L., Rodríguez-Dimas, N., Preciado-Rangel, P., Moreno-Reséndez, A., Salazar-Sosa, E. Castañeda-Gaytán, G., De La Cruz Lázaro, E. 2010. Agricultura Orgánica: El caso de México. P. 1-28. [Consulta, Octubre de 2012] disponible en: http://faz.ujed.mx/Posgrado/maos/AUTOEVALUACION/CATEGORIAS/3-PERSONAL_ACADEMICO/9.1-LIBROS/9.1.2 LINEA%20MANEJO%20SUST.%20AGUASUELO/Libro%20de%20agricultura%20organica%20TERCERA%20PARTE%202010.pdf
- Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos., Y.I. Chew-Madinaveitia., A. Moreno-Reséndez., N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura12(2): 183-188.
- Márquez, H. C., Cano, R. P., Rodríguez, D. N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Agric. Téc. Méx. P. 69-74.
- Martínez, L. S., Verde, S. J., Maiti, R. K. 1999. Efecto de un extracto de algas y varios fitoreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Gigant). Archivos latinoamericanos de Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León México. P. 169.
- Moreno, R. A., Aguilar, D. J., Luévano, G. A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios, Vol. XV, núm. 29. Torreón, México. P. 663-674.
- Nieto-Garibay, A., B. Murillo-Amador., E. Troyo-Diéguez., J. A. Larrinaga-Mayoral., J. L. García-Hernández. 2002. Uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia 27(8): 418-421.
- Nuez, F. 2001. El cultivo de tomate. Capítulo 19: Situación actual y perspectivas del tomate en Latinoamérica. Ed. Mundi-Prensa, México. P- 171.
- Nuez, F. 2001. El cultivo de tomate, anatomía y fisiología de la planta, ediciones Mundi Prensa, México. P. 47
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAOSTAT). 2010. (Fecha de consulta 20-09-2012). Disponible en <http://faostat.fao.org/>
- Pacheco, A. A., Bastida, A. T. 2011. Agricultura Protegida (Ventajas y Desventajas

- en el uso de Invernaderos) - TecnoAgro. Avances Tecnológico
- Patrón, I. J-C. 2010. Sustratos Orgánicos: Elaboración, manejo y principales usos. Colegio de posgraduados, Texcoco, México. [Fecha de consulta: Octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.cm.colpos.mx/montecillo/images/SUSTRATOS/09.pdf>
- PESA (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria). 2007. Producción de Hortalizas a Cielo abierto y Bajo condiciones protegidas, PESA-México, México P. 15-16.
- Plántula, gestión sostenible. 2012. Lombricultura. Te de humus o de Vermicompost. Jaén, España. [Consulta: noviembre de 2012] Disponible en: <http://www.humusplantula.com/te%20de%20humus.htm>
- Pire, R., A Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela: Propuesta metodológica. Bioagro 15(1): 55 63. Disponible: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S131633612009000200006&script=sci_arttext
- Rodríguez, M. R., Jiménez, D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. P. 58-65.
- Rodríguez-Dimas N., P. Cano-Ríos., E. Favela-Chávez., U. Figueroa-Viramontes., V. de Paul-Álvarez., A. Palomo-Gil., C. Márquez-Hernández y A. Moreno-Reséndez. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie horticultura 13(2): 185-192.
- Ruiz, F. J. 1998. La agricultura convencional fuente de contaminación del suelo y agua. In Memorias del III Foro Nacional sobre agricultura orgánica, Guadalajara, Jal. Méx, 5-7 nov. Consejo estatal de promoción económica del gobierno del estado de Jalisco, universidad de Guadalajara y consejo nacional regulador de Agricultura Orgánica, pp 29-30.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2012. Elaboración de composta, importancia de la composta. [Fecha de consulta Octubre de 2012] disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20Composta.pdf>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2005. Pliego de condiciones para el uso de la marca Oficial México calidad Suprema en tomate. Disponible en: http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC_020_2005_Tomate.pdf
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Agricultura Protegida. [Consulta: octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

- Alimentación). 2009. Tecnologías de Mitigación, Agricultura Orgánica [fecha de consulta Octubre de 2012] Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2010. Monografía de cultivos. Subsecretaria de fomento a los Agronegocios. Consulta [Fecha de consulta: 15-nov-12]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documents/Monografias/Jitomate.pdf>
- Salazar, S. E., Fortis, H. M., Vázquez, A. A., Vázquez, V. C. 2003. Agricultura Orgánica. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C., Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, COCyTED, México. P.13.
- Senn, T. L. 1987. Seaweed and Plant Growth.[Consulta 10/ 11/ 12]. Disponible en:http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio1/Ponencia_03.pdf
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP). 2011. Producción de tomate orgánico. (Fecha de consulta: 22-10-12). Disponible en www.siap.mx.
- Sistema Agropecuario de consulta (SIACON). 2005. Consumo de tomate en México, SAGARPA. México.
- Torres, C. L. 2012. Elaboración de una composta, ficha técnica. UACH, Chapingo Edo.de México.

VII.- APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable Número de fruto en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	94.3333333	47.1666667	0.44	N/S
Fertilización	3	96.8333333	32.2777778	0.3	N/S
Genotipo	1	888.166667	888.166667	8.23	*
F x G	3	266.833333	88.9444444	0.82	N/S
Error	14	1511.66667	107.97619		
Total	23	2857.83333			
CV	31%				

N/S = no significativo; * = significativo.

Cuadro 2A. Análisis de Varianza para la variable Peso Promedio en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	786.119575	393.059788	1.58	Ns
Fertilización	3	454.328933	151.442978	0.61	Ns
Genotipo	1	462.881667	462.881667	1.86	Ns
F x G	3	36.4222667	12.1407556	0.05	Ns
Error	14	3481.15316	248.653797		
Total	23	5220.9056			
CV	17.7%				

N/S = no significativo

Cuadro 3A. Análisis de Varianza para la variable Diámetro polar en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	0.163825	0.0819125	1.03	N/S
Fertilización	3	0.84165	0.28055	3.54	*
Genotipo	1	0.0726	0.0726	0.92	N/S
F x G	3	0.4902	0.1634	2.06	N/S
Error	14	1.110575	0.07932679		
Total	23	2.67885			
CV	4.54%				

N/S = no significativo; * = significativo

Cuadro 4A. Análisis de Varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	0.001225	0.0006125	0.01	N/S
Fertilización	3	0.79614583	0.26538194	5.94	**
Genotipo	1	1.78760417	1.78760417	40.01	**
F x G	3	0.63924583	0.21308194	40.01	**
Error	14	0.62544167	0.0446744		
Total	23	0.62544167			
CV	4 %				

N/S= no significativo; ** = altamente significativo.

Cuadro 5A. Análisis de Varianza para la variable Sólido solubles (°Brix) en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	0.11580833	0.05790417	0.269	N/S
Fertilización	3	0.48143333	0.16047778	0.269	N/S
Genotipo	1	0.02041667	0.02041667	0.1	N/S
F x G	3	0.80881667	0.26960556	1.32	N/S
Error	14	2.84885833	0.20348988		
Total	23	4.27533333			
CV	10.22%				

N/S = no significativo.

Cuadro 6A. Análisis de Varianza para variable Espesor de Pulpa en la Fertilización y los Genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	0.002775	0.0013875	0.24	Ns
Fertilización	3	0.02483333	0.00827778	1.42	Ns
Genotipo	1	0.01601667	0.01601667	2.75	Ns
F x G	3	0.06475	0.02158333	3.7	*
Error	14	0.081625	0.00583036		
Total	23	0.19			
CV	9.4%				

N/S = no significativo; * = significativo

Cuadro 7^a. Análisis de Varianza para la variable Número de Lóculos en la fertilización y los Genotipos Evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	0.28635833	0.14317917	1.57	N/S
Fertilización	3	0.5517125	0.18390417	2.02	N/S
Genotipo	1	0.04770417	0.04770417	0.52	N/s
F x G	3	0.1025125	0.03417083	0.38	N/S
Error	14	1.27510833	0.09107917		
Total	23	2.26339583			
CV	13.9%				

N/S = no significativo.

Cuadro 8A. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento en la Fertilización y los genotipos evaluados. UAAAN-UL 2011.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Significancia
Bloque	2	27280116.2	13640058.1	0.63	N/S
Fertilización	3	32171327.6	10723775.9	0.5	N/S
Genotipo	1	58579563.4	58579563.4	2.71	N/S
F x G	3	48076569.5	16025523.2	0.74	N/S
Error	14	302474867	21605347.7		
Total	23	468582444			
CV	37 %				

N/S = no significativo.