

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Respuesta de la Aplicación de Algas Marinas en la Producción
de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Convencional y
Orgánico Bajo Invernadero.**

**Por
ABRAHAM CUELLAR PIÑA**

**TESIS
Presentada como requisito parcial
Para obtener el Título de**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

JUNIO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Respuesta de la Aplicación de Algas Marinas en la Producción
de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Convencional y
Orgánico Bajo Invernadero.

Por

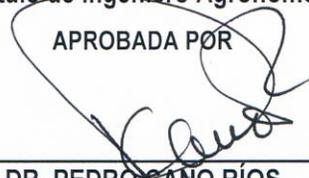
ABRAHAM CUELLAR PIÑA

TESIS

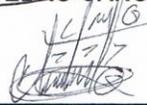
Que somete a la Consideración del Comité asesor, Como Requisito Parcial
Para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura

APROBADA POR

ASESOR
PRINCIPAL:


DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR:


DR. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ

ASESOR:


DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

ASESOR:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA


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



Torreón, Coahuila, México

JUNIO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Por
ABRAHAM CUELLAR PIÑA

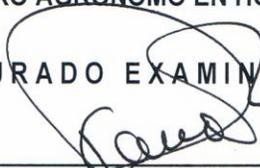
TESIS

Que somete a la consideración del jurado examinador, como
requisito parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE:


DR. PEDRO CANO RÍOS

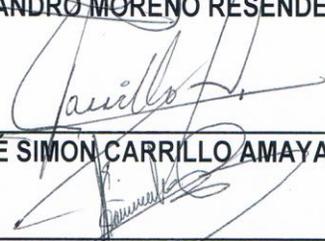
VOCAL:

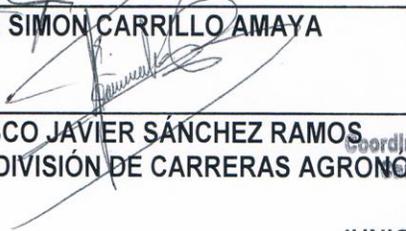

DR. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ

VOCAL:


DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA


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



Torreón, Coahuila, México

JUNIO 2013

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada dar gracias a dios por haber permitido terminar satisfactoriamente mis estudios, ya que sin salud no hubiese terminado este proyecto de vida, porque es eso un proyecto, para mi futuro con mi respectiva familia.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNAMA AGRARIA ANTONIO NARRO - UL.

Por ser parte de mi formación profesional, ya que aquí conocí a otra familia que son los “buitres”.

AI DR. PEDRO CANO RÍOS.

Es una persona que admiro, ya que, en mi trayectoria como estudiante me pude dar cuenta que es muy inteligente, seguro de lo que quiere y sobre todo, los sabios consejos que me ha brindado, en particular es uno de los maestros más capacitados en lo que corresponde al departamento de ingeniero en horticultura. Aunque en la realidad no tuve esa relación tan cercana en comparación de algunos de mis compañeros, pero no hace falta tener una relación tan estrecha para darse cuenta de que tan grande es ese tipo de personas.

AL DR. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ.

Por su apoyo, asesoría en cuanto al trabajo de invernadero, en la interpretación de datos y por esos consejos que en algunos momentos me decía. Por su amistad y sencillez que demostraba hacia mi persona.

AL DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

Primeramente gracias por aceptar ser parte de mis asesores, ya que en ninguna ocasión me impartió clase, pero por comentarios de compañeros se decía que es buen maestro, por eso el por qué de buscarlo como asesor, es una persona dedicada y en alguna ocasión me invito a una huerta de nogales a tomar datos y por lo cual me pude dar cuenta que es una persona que siempre sobresale a pesar de cualquier dificultad.

Algo muy importante que percibí fue su sencillez y su humildad hacia mi persona gracias por eso.

M.C. JOSÉ SIMON CARRILLO AMAYA.

Gracias por ser tan humilde y sencillo hacia mi persona, lo considero como un amigo, ya que en ocasiones me escucho cuando tenía problemas personales y pues no tengo palabras para describir tal y como es, pero me es suficiente saber, que puedo contar con usted y usted puede contar conmigo. Gracias.

DEDICATORIA A MIS PADRES

SRA. MARIA DEL CARMEN PIÑA ARTEGA

SR. MARCELINO CUELLAR BARRON.

Primeramente por darme la vida, le agradezco especialmente a mi Sra. madre por ser padre y madre a la vez, ya que ella tuvo que trabajar para sacar adelante a todos mis hermanos, ella nos enseñó a trabajar, ser sencillo, humilde y saber valorar lo que se tiene en ese momento y gracias también a mi Sr. padre, que a pesar de que no estuvo pendiente de sus hijos es mi padre, en estos momentos él está cuidando de mí y de mis hermanos desde el cielo. Gracias.

A MIS HERMANOS

- ❖ JOSE NABOR CUELLAR PIÑA
- ❖ SAMUEL CUELLAR PIÑA
- ❖ MARIA DOLRES CUELLAR PIÑA
- ❖ JOSE LUIS CUELLAR PIÑA
- ❖ FRANCISCO CUELLAR PIÑA
- ❖ OLIVA CUELLAR PIÑA
- ❖ ARMANDO CUELLAR PIÑA
- ❖ JUAN CUELLAR PIÑA
- ❖ MARIA GUADALUPE CUELLAR PIÑA
- ❖ ALMA DELIA CUELLAR PIÑA

❖ REYNA CUELLAR PIÑA

Gracias por apoyarme, algunos me apoyaron directamente, pero también gracias a aquellos que me apoyaron indirectamente por estar al pendiente de mi Sra. Madre ya que solamente estaba yo de soltero. Gracias, mil gracias.

A mi novia ALEJANDRA RODRIGUEZ BORJA. Por saber esperarme y apoyarme incondicionalmente en todo momento, solo me queda decirle que la **AMO.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA	VI
RESUMEN.....	XIV
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.-	2
Hipótesis.-	2
II.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1.- Generalidades del Tomate	3
2.1.2.- Clasificación Taxonómica	4
2.2.- Características Morfológicas del Tomate.....	5
2.2.1.- Semilla	5
2.2.2.- Raíz	5
2.2.3.- Tallo	6
2.2.4.- Hojas	7
2.2.5.-Flor	7
2.2.6.- Fruto	7
2.3.- Clasificación del Fruto	8
2.4.- Variedades	8
2.4.1.- Crecimiento Determinado	8
2.4.2.- Crecimiento Indeterminado.....	9
2.5.- Requerimientos Climáticos del Tomate	9
2.6.- Importancia Mundial del Tomate.....	10
2.6.1.- Importancia Nacional del Tomate	11

2.7.- Definición de Invernadero.....	11
2.7.1.- Cultivo de Tomate en Invernadero.....	11
2.8.- Importancia de la Agricultura Orgánica.....	12
2.8.1.- Agricultura Orgánica en Invernadero.....	13
2.8.2.- Generalidades de los Sustratos.....	14
2.8.2.1.- Sustratos Orgánicos.....	15
2.8.2.2.- Proceso del Compost.....	15
2.8.2.3.- Importancia del Compost.....	16
2.8.2.4.- Proceso del Vermicompost.....	16
2.8.3.1.- Criterios de Elección de un Sustrato.....	17
2.8.4.- Sustratos más Empleados.....	18
2.8.4.1.- Arena.....	18
2.8.5.- Descripción de las Algas.....	19
2.8.5.1.- Importancia de las Algas Marinas en la Agricultura.....	19
2.8.5.2.- Las Algas Como Fertilizante Foliar.....	19
2.8.5.3.- Alga-Enzims.....	20
2.8.5.4.- Propiedades de las Algas Marinas.....	21
III.- MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1.- Localización del Experimento.....	22
3.1.2.- Condiciones Experimentales.....	22
3.1.3.- Diseño experimental.....	23
3.2.- Material Genético (El cid).....	23
3.2.1.- Siembra.....	24
3.2.2.- Riego.....	24
3.2.3.- Fertilización Orgánica.....	24

3.2.3.1.- Poliquel.....	25
3.2.3.2.- Fertilización Inorgánica.....	25
3.3.- Prácticas culturales.....	26
3.3.1.- Poda de brotes y deshoje.....	26
3.3.2.- Tutorado.....	26
3.3.3.- Polinización.....	27
3.3.4.- Control de Plagas y Enfermedades.....	27
3.3.5.- Cosecha.....	27
3.4.- Variables Evaluadas.....	28
3.4.1.- Alturas de Planta.....	28
3.4.2.- Número de Hojas.....	28
3.4.3.- Peso Promedio del Fruto.....	28
3.4.4.- Diámetro Polar.....	28
3.4.5.- Diámetro Ecuatorial.....	28
3.4.6.- Espesor de Pulpa.....	29
3.4.7.- Índice Refractométrico.....	29
3.4.8.- Número de Lóculos.....	29
3.5.- Análisis de Resultados.....	29
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.- Altura de Planta.....	30
4.2.-Número de Hojas.....	31
4.3.- Peso Promedio del Fruto.....	32
4.4.- Diámetro Polar.....	33
4.5.- Diámetro Ecuatorial.....	34
4.6.- Espesor de Pericarpio.....	35

4.7.- Índice Refractométrico.....	37
4.8.- Número de Lóculos.....	38
4.9.- Rendimiento.....	39
V.- CONCLUSIONES.....	41
VI.- LITERATURA CITADA.....	42
VII.- APENDICE	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de Tomate	4
Cuadro 2: Temperaturas críticas en el Cultivo de Tomate.....	10
Cuadro 3. Fertilización Inorgánica del Tomate	26
Cuadro 4. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable altura. UAAAN.2011.....	31
Cuadro 5. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable número de hojas.UAAAN.UL.2011.....	32
Cuadro 6. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable peso promedio del fruto.UAAAN.UL.2011.	33
Cuadro 7. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable diámetro polar. UAAAN.UL.2011.	34
Cuadro 8. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable diámetro ecuatorial.UAAAN.UL.2011.....	35
Cuadro 9. Medias entre el genotipo El Cid y sustratos usados para la variable espesor de pulpa.UAAAN.UL.2011.....	36
Cuadro 10. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable sólidos solubles (°Bx).UAAAN.UL.2011.....	38
Cuadro 11. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable número de lóculos.UAAAN.UL.2011.....	39
Cuadro 12. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable rendimiento m ⁻² .UAAAN.UL.2011.	40

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable altura de planta en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN.UL. 2011-2012.	49
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de hojas en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos. UAAAN. UL. 2011-2012.....	49
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles (°Brix) en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012..	50
Cuadro 16. Análisis de varianza para el variable número de lóculos en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012...50	50
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable espesor de pericarpio en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012..	50
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012..	51
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados.UAAAN.UL. 2011-2012.	51
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable peso promedio en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.	51
Cuadro 21. Análisis de varianza para el variable número de frutos en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012..	52
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable rendimiento/m en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.	52

RESUMEN

El trabajo se realizó en el ciclo 2011-2012 (invierno-primavera) en las instalaciones del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

Los tratamientos en la presente investigación se distribuyeron en un diseño completamente al azar: a) arena + fertilización inorgánica (AMIN), b) arena + fertilización inorgánica + AlgaEnzims (AAMIN), c) mezcla de arena: compost (AC), d) mezcla de arena: compost + AlgaEnzims (ACA), e) mezcla de arena: vermicompost (AV), f) mezcla de arena: vermicompost + AlgaEnzims (AVA), g) mezcla de arena: compost: vermicompost (ACV), h) mezcla de arena: compost: vermicompost + AlgaEnzims (ACVA).

Las variables evaluadas fueron: índice refractométrico, tamaño de fruto (diámetro ecuatorial y diámetro polar) número de lóculos, espesor de pulpa, peso promedio, número de frutos, altura de planta, número de hojas y rendimiento.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento se encontró que el índice refractométrico; tamaño de fruto; número de lóculos; espesor de pulpa; peso promedio; número de frutos; altura de planta; número de hojas; y el rendimiento se modificó al uso de AlgaEnzims y fertilización convencional y

organica. Con respecto al rendimiento obtenido el sustrato AAMIN obtuvo el mayor valor con $7,756.9 \text{ g m}^{-2}$ y el mejor rendimiento orgánico lo obtuvo el sustrato ACA con $5,760.8 \text{ g m}^{-2}$, el menor rendimiento se registro en el sustrato AVA con $4,112.3 \text{ g m}^{-2}$.

El mayor número de frutos se registró en el sustrato AAMIN con 20 frutos por planta y el menor valor se obtuvo en el sustrato AAVA con 12 frutos por planta. El sustrato AAMIN registró el mayor peso promedio con 110.79 g y el menor valor se obtuvo en el sustrato ACVA con 75.91 g, se obtuvo frutos de tamaño mediano en el sustrato AAMIN (5.49 cm), en tanto que en el sustrato ACA se obtuvieron frutos de tamaño chico (4.68 cm). Con respecto al espesor de pulpa, el sustrato AC registró un valor de 1.16 cm. En tanto que el sustrato ACVA tuvo un espesor de pericarpio de 0.70 cm. el índice refractométrico bajo el sustrato ACVA fue de $4.72 \text{ }^{\circ}\text{Bx}$, mientras que con el sustrato AMIN se obtuvieron frutos con $3.64 \text{ }^{\circ}\text{Bx}$. De acuerdo con los resultados anteriores se concluye que los mejores sustratos para producir tomates convencionales y orgánicos con aplicaciones de AlgaEnzims fue AAMIN Y ACA.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, AlgaEnzims, Vermicompost, sustrato.

I.- INTRODUCCIÓN

El tomate es un fruto con alto valor comercial y gran importancia mundial, el fruto posee excelentes cualidades organolépticas, alto valor nutricional, de licopeno, y vitamina C. Comparados con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños por transporte (Muñoz, 2004). El consumo *per cápita* en México es de 10 kg año⁻¹, en tanto que en España e Italia el consumo es de 40 kg año⁻¹ por habitante Camacho (2008).

En la Comarca Lagunera se producen mensualmente alrededor de 49 mil toneladas de materia seca de estiércol de bovino Lueváo y Velázquez (2001), una alternativa viable para su uso es el compost o el lombricompost; el compost o lombricompost resultante se podría mezclar con medios inertes como arena o perlita, con el propósito de mejorar las características físico-químicas del sustrato. En la actualidad existe la preocupación entre los consumidores por preferir alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional, en especial los degustados en fresco; una alternativa para la generación de este tipo de alimentos, es la producción orgánica Fernández (2008).

El extracto de algas marinas incrementa el rendimiento y la calidad de los frutos, ya que contienen todos los elementos mayores, menores que necesitan las plantas para su óptimo desarrollo. Además se han reportado 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento Blaine *et al*, (1990), Crouch y Van Staden (1992).

Sin embargo a la fecha existen pocas referencias acerca del efecto que provoca la aplicación de Algas Marinas en el crecimiento y rendimiento de tomate producido de manera convencional y organica bajo condiciones de invernadero.

Objetivo.- Cuantificar el comportamiento del tomate saladette cv. El Cid al uso de AlgaEnzims con fertilización orgánica y convencional.

Hipótesis.- La producción de tomate cv. El Cid no se modificará al uso de aplicaciones foliares de AlgaEnzims con fertilización orgánica y convencional.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Generalidades del Tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una planta de clima cálido adaptada a climas templados. El cultivo se puede sembrar todo el año, sin embargo en el periodo de lluvias hay mayor incidencia de enfermedades, mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema Boris (2004).

El tomate es uno de los cultivos hortícolas con mayor área cultivada y producción global, México ocupa el noveno puesto en la producción con 2.1 millones de toneladas, en tanto que China es el principal productor con 31.6 millones de toneladas por año y Estados Unidos es el segundo productor con 12.7 millones de toneladas por año. Con respecto a la exportación de tomate fresco, España, los países bajos y México se disputan las tres primeras posiciones con cifras que rondan mil millones de dólares FAO (2004).

2.1.1.- Origen

En la región andina del Perú se encuentra, a lo largo y ancho, numerosos parientes silvestres y cultivados de tomate, también en Ecuador y Bolivia, así como en las islas Galápagos. Esos parientes comestibles del tomate, ocupan diversas condiciones ambientales de la especie Alcázar (1998).

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizada por los primeros pobladores de México. El nombre “tomate” viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes han seguido al tomate en su distribución por el mundo Heiser (1969).

2.1.2.- Clasificación Taxonómica

El tomate (Cuadro 1) es una dicotiledónea, de la familia de las solanáceas. El género *Lycopersicon* se diferencia del *solanum* por las anteras que se mantienen unidas por su extremo en forma de cuello de botella y su dehiscencia en lateral y no terminal Cadenas *et al.* (2008).

Cuadro 1. **Clasificación Taxonómica de Tomate**

Nomenclatura del tomate	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i>
Variedad	<i>Esculentum</i>

2.2.- Características Morfológicas del Tomate

La planta de tomate es perene, aunque se cultiva como anual, de porte arbustivo, de forma rastrera o semierecta y de crecimiento determinado o indeterminado Cadenas *et al.* (2008).

2.2.1.- Semilla

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituido por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, el embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable Muñoz (2009).

2.2.2.- Raíz

Como en todas las plantas, la raíz tiene la doble función de anclaje y de absorción y transporte de agua y elementos nutritivos. De la raíz principal surgen las secundarias y de éstas las adventicias. En sección transversal y de fuera a dentro, en una raíz principal encontramos: la epidermis, el cortex y el cilindro central. En la epidermis se encuentran los pelos absorbentes especializados en tomar agua y elementos nutritivos. El xilema, conjunto de vasos especializados en el transporte de los elementos nutritivos, se sitúa en el cilindro central. El 70 % de la masa radicular se encuentra en los primeros 20 cm del suelo Muñoz (2009)

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias; sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente, se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones de tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias Garza (1998).

2.2.3.- Tallo

El tallo del tomate es el eje sobre el cual se van desarrollando las hojas, flores y frutos; su grosor oscila entre 2 y 4 cm y puede ser de porte determinado o indeterminado esto ultimo va a depender del genotipo o variedad. Determinados son los tallos que cuando han emitido un número limitado de ramilletes detienen su crecimiento. Indeterminado son aquellos que nunca detienen sus crecimientos Cadenas *et al.* (2008).

El tallo presenta ramificación dicotómica, epigeo, erguido con 0.4 a 2.0 m de altura, cilíndrico cuando joven y posteriormente anguloso, de consistencia herbácea a algo leñosa, con pubescencias, con duración anual. La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos: determinado e indeterminado de acuerdo al genotipo utilizado; el primero; termina sus

ramificaciones en inflorescencia limitándose en consecuencia el crecimiento vertical; en el segundo también se forman racimos en la hoja última; sin embargo, se forma una nueva rama y en consecuencia el crecimiento vertical no se limita desde un punto de vista de la morfología de la planta Garza (1998).

2.2.4.- Hojas

Las hojas son de limbos compuestos por siete a nueve folíolos con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna Garza (1998).

2.2.5.-Flor

La flor consta de cinco o más sépalos, igual número de pétalos y de estambres soldados y con ovario bi o multilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias en racimo, llegando en algunas variedades de fruto muy pequeño a superar las 300 flores por racimo. Lo normal es encontrar de tres a diez flores por racimo en variedades comerciales de tomate de calibre M y G Cadenas *et al* (2008).

2.2.6.- Fruto

El fruto es una baya globosa con diferente aspecto según el tipo varietal constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas .el fruto puede

ser bi o multilocular, con tamaño de entre unos pocos miligramos y más de 600 gramos Cadenas *et al.* (2008).

2.3.- Clasificación del Fruto

Existen tres maneras de clasificar el tomate, según su forma, madurez y color. De acuerdo a su forma, existen cinco tipos, el más pequeño al más grande: cherry, saladette, tipo pera, bola estándar y bola grande. Por su grado de madurez, el número de días entre que es plantado y su cosecha. De madurez temprana se cosecha a los 55-65 días. De mediana maduración se consideran de 66-80 días, los de mayor duración requieren más de 80 días de la misma manera, puede clasificarse en función de su color. Existen verde lima, rosa, amarillo, dorado, naranja y rojo SAGARPA (2010).

2.4.- Variedades

Las variedades comerciales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir el tomate, adoptando semillas indeterminadas híbridas que formen plántulas con un buen porcentaje de germinación, vigor, resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos. El tipo de tomate a sembrar dependerá del propósito de consumo y el mercado de destino Nuño (2007).

2.4.1.- Crecimiento Determinado

Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen periodos restringidos

de floración y cuajados. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que puede encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones necesitamos poner tutores Nuño (2007).

2.4.2.- Crecimiento Indeterminado

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta más de 12 m. de largo si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda entorno a un hilo de soporte. Este tipo de crecimiento es preferido para cultivarse en invernaderos Nuño (2007).

2.5.- Requerimientos Climáticos del Tomate

La temperatura óptima de desarrollo (Cuadro 2) se sitúa en 23 °C durante el día y entre 13-17°C durante la noche. La humedad relativa oscila entre un 60 y 80 %. Niveles de radiación diaria alrededor de 0.85 Megajoules por metro cuadrado son los mínimos para la floración y cuajado SAGARPA (2010).

Cuadro 2: Temperaturas críticas en el Cultivo de Tomate.

Se hiela la planta a		-2°C
Detiene su desarrollo entre		10 a 12 °C
Mayor desarrollo entre		20 a 24 °C
	mínima	10 °C
	Óptima	25 a 29 °C
Germinación	Máxima	35 °C
Nacencia		18 °C
Raíces		22 a 25 °C
Primeras hojas		12 °C
	día	18 a 23 °C
Desarrollo	noche	16 a 18 °C
	día	23 a 26 °C
Floración	noche	15 a 22 °C
	día	15.5 a 32 °C
Polinización	noche	13 a 24 °C
Maduración del fruto		15 a 22 °C
	mínima	12 °C
	Óptima	20 a 24 °C
Temperatura del suelo	Máxima	34 °C

Nuño (2007)

2.6.- Importancia Mundial del Tomate

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el tomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas. La época de recolección se da de acuerdo al hemisferio, en el norte, se centra en los meses de julio, agosto, septiembre y en sur en los meses de enero, febrero y marzo Gobierno de reconciliación y unidad nacional (2007).

2.6.1.- Importancia Nacional del Tomate

El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo nacional. En la temporada 2000-2001, la producción estuvo concentrada en 840 hectáreas sembradas a nivel nacional con una producción promedio por hectárea de 30.13 toneladas obteniéndose una producción nacional de 25,309 t, mientras desde el punto de vista alimenticio, el tomate es la hortaliza que por su versatilidad de consumo es una de las más importantes Pérez et al. (2002).

2.7.- Definición de Invernadero

Un invernadero es una construcción que permite la delimitación de un compartimiento de cultivo, en el cual el clima difiere del existente al aire libre, por las modificaciones que provoca el material de cerramiento en los intercambios entre el suelo, el sustrato, la masa vegetal con el entorno, menor incidencia de plagas, enfermedades y en general un mejor control en el clima, riego, manejo de planta, y lo más importante mayor rendimiento y calidad del fruto (Villele, 2005). Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas Villarreal (2006).

2.7.1.- Cultivo de Tomate en Invernadero

El tomate por su gran demanda y su alto potencial de rendimiento es la hortaliza principal cultivada en los invernaderos de todo el mundo. Mexicali por

sus condiciones de clima, ubicación geográfica, disposición del sol en invierno y vías de comunicación, muestra un alto potencial para el establecimiento de invernaderos, donde los productores pueden diversificar los cultivos que tradicionalmente siembran Nuño (2007).

La ventaja de contar con las naves de invernaderos es la de producir hortalizas cuando las condiciones climáticas no lo permitan a campo abierto, abriendo una oportunidad de venta con precios excelentes, por el periodo extendido de cosecha se tienen dos ventanas en esta zona, noviembre-diciembre y abril-mayo Nuño (2007).

2.8.- Importancia de la Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos; combinando tradición, innovación y ciencia Aguilera *et al.* (2011).

Al respecto Espinoza *et al.* (2011), señalan 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 manera en el 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. Esta actividad agrícola surgió como una alternativa para proteger el ambiente y las diferentes especies de plantas y animales de los peligros de la agricultura convencional o moderna.

2.8.1.- Agricultura Orgánica en Invernadero

La producción de tomate orgánico certificado en invernadero es posible; permite la obtención de tomate aumentando los rendimientos considerablemente respecto a campo, se puede obtener producción durante todo el año además de mejorar la calidad de los productos y facilitar el cumplimiento de estándares de inocuidad alimentaria; no obstante, para evitar el tiempo de reconversión de tres a cinco años, hay que producir en un sustrato que cumpla con los estándares de las certificadoras, o bien, poner el invernadero en un terreno que no se haya cultivado en los últimos diez años. En el caso de los sustratos, pueden ser inertes y/o químicamente activos. En el caso de que prefieran inertes, la cantidad de fertilizante a emplear será considerable. Lo ideal será una mezcla de un sustrato inerte con uno químicamente activo. El sustrato, además de sostén, deberá aportar cantidades considerables de elementos nutritivos que satisfagan las demandas del cultivo. El compost puede ser el sustrato activo, además que es aeróbica, anaeróbica, vermicompost y/o como extractos de cualquier de las anteriores (Cano *et al.* (2005); Márquez *et al.* (2009). Una alternativa, es mezclar compost o vermicompost con medios inertes Cano *et al.* (2005); Márquez *et al.* (2009).

2.8.2.- Generalidades de los Sustratos

El término sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o mezclada, permite el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo Abad y Noguera (1998).

También lo definen como: la mezcla formada por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso que deben encontrarse en proporciones adecuadas para que las plantas tengan crecimiento satisfactorio Hanan *et al.* (2010). Otra definición aceptada es la que propone Volke *et al.* (2010), quienes mencionan que es un material sólido simple o mezcla de materiales simples, de origen natural, de síntesis residual, mineral u orgánico, que se utiliza para producir plantas o cultivos en contenedores, donde cumple funciones de soporte, de aireación y de retención y aporte de agua, pudiendo o no intervenir en el proceso de nutrición mineral de las plantas o cultivos.

Los sustratos se usan en los sistemas de cultivo sin suelo, entendiendo como tales a aquellos sistemas en los que la planta desarrolla su sistema radical en un medio sólido y el cual está confinado en un espacio limitado y aislado del suelo. Los cultivos sin suelo se pueden clasificar en cultivos hidropónicos puros (en solución nutritiva con un sistema de oxigenación) y cultivos en sustrato Urrestarazu (2000).

2.8.2.1.- Sustratos Orgánicos

El término sustrato “sustrato orgánico”, se refiere a todo material sólido diferente del suelo de origen natural que colocado en un contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de sus sistema radicular Samperio (2004).

2.8.2.2.- Proceso del Compost

El compostaje es un proceso aerobico en el cual los microorganismos tanto termófilos y mesófilos transforman los residuos orgánicos en un producto estable, denominado compost. El composteo está generalmente relacionado con la fase termófila temprana cuando las temperaturas alcanzan entre 45 y 70 °C y durante la fase mesófila conocido como la maduración de los compuestos orgánico, lo que conlleva a la desaparición de fitotoxicidad residual, para lo cual el compostaje implica aireación para mantener la aerobiosis Fornes *et al.* (2012).

Debido a su materia orgánica y al humus que se deriva de ella, el compost posee la facultad de enmendar las características físicas del suelo contribuyendo a la estabilidad de las estructuras de su agregados, los suelos compactados se sueltan bajo la acción de la materia orgánica y los suelos arenosos se compactan por la misma acción, aumentando la capacidad de retención de agua; mejorando su porosidad, lo que facilita su aireación López (2003).

2.8.2.3.- Importancia del Compost

El compost, entre otros beneficios, impacta sobre las siguientes características del suelo y de las especies vegetales: a) Mejora la sanidad y crecimiento de la planta; b) mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; c) es fuente importante de nutrimentos para las plantas; d) aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio de cationes en el mismo; e) es fuente de alimento para los microorganismos; f) amortigua los cambios de pH en el suelo; g) disminuye los cambios bruscos de temperatura; h) las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia de la relación carbono- nitrógeno en el suelo SAGARPA (2007).

2.8.2.4.- Proceso del Vermicompost

El vermicompost es un proceso bio-oxidativo en el cual la materia orgánica esta descompuesta por la interaccion de los microorganismos y lombrices de tierra, el producto que se obtiene se denomina vermicompost. La lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) transforma residuos animales, agrícolas, urbanos e industriales. Las lombrices se encargan de fraccionar el sustrato orgánico estimulando la actividad microbiana e incrementando la tasa de mineralización. El vermicompost provoca una mejora significativa en las propiedades físicas y químicas del suelo Fornes *et al.* (2012).

2.8.3.- Características de los Sustratos

Los sustratos están formados por tres fases y cada una de ellas cumple una función: a) Fase sólida, que es la responsable del anclaje de la raíz y por lo tanto, asegura la integridad de la planta. b) Fase líquida, que es el suministro de agua y fertilizantes (nutrimentos) a la planta). c) Fase gaseosa, que es la responsable del transporte del dióxido de carbono y oxígeno entre la raíz y el medio externo Castellanos y Vargas (2009).

Algunas de las razones por las que se ha sustituido el cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustratos son: a) Se tiene un manejo más controlado de la nutrición del cultivo, y se evitan las interacciones que se presentan entre los elementos en el suelo. b) Se evita el contacto con patógenos del suelo, reduciendo el impacto de estos sobre la sanidad del cultivo Castellano y Vargas (2009).

2.8.3.1.- Criterios de Elección de un Sustrato

La elección de un sustrato se realiza con base: a) análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas. b) ensayos de evaluación agronómica. c) costo de adquisición. En ocasiones la mala experiencia con un sustrato se explica en base a que no se uso la granulometría adecuada Castellanos y Vargas (2009).

Abad *et al.* (2005) mencionan que salvo situaciones externas, ningún sustrato que cumpla con los requerimientos mínimos (características físicas principalmente) puede considerarse inadecuado, por que las plantas responden a las características de los sustratos más que a sus materiales o constituyentes.

2.8.4.- Sustratos más Empleados

Los sustratos que más comúnmente se usan en la horticultura protegida en los sistemas de cultivo sin suelo son: tezontle, perlita, arena, vermicompost, compost, lana de roca y fibra de coco Abad (1995).

2.8.4.1.- Arena

Se consideran arenas, todos aquellos materiales cuyas partículas van de 0.05 a 2 mm de diámetro. La densidad aparente de este material es superior a 1.5 g cm^3 y en general el espacio poroso total es muy similar al de los suelos, y está en el orden de 50 %. La arena es un sustrato económico cuando se tiene disponible a una distancia cercana. Una de las limitaciones de este material es su peso, pues dificulta la manipulación de los contenedores. Las partículas con diámetro inferior de 0.5 mm presentan una buena capacidad de retención de agua, pero están pobremente aireadas, en particular cuando la altura del contenedor es reducida. Por el contrario, las partículas con diámetro mayor de 0.5 mm presentan una mejor capacidad de aireación y menor capacidad de retención de agua Castellanos y Vargas (2009).

2.8.5.- Descripción de las Algas

Son plantas simples, cerofilicas pertenecientes a la división de las talofitas. La clasificación de las algas se basa en diferentes características, tales como la naturaleza de las células móviles (flagelos), composición química de las reservas nutritivas acumuladas y pigmentos que poseen. Las clases en que se distribuyen son: cianofíceas (algas azules), euglenofíceas, clorofíceas (algas verdes) crisofíceas, pirrofíceas, feofíceas (algas pardas) y rodofíceas (algas rojas) UNGERER (2011).

2.8.5.1.- Importancia de las Algas Marinas en la Agricultura

Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes (estiércoles) por que liberan lentamente el nitrógeno, son ricas en micro elementos y no en semillas de malezas UNGERER (2011).

2.8.5.2.- Las Algas Como Fertilizante Foliar

Una alternativa para complementar la nutrición de la planta es la utilización de las algas para elaborar fertilizantes foliares, es decir, extractos con los que se rocían las plantas UNGERER (2011).

Estos productos se comercializan desde 1950, en forma líquida tienen propiedades que optimizan el aprovechamiento de los minerales, fortalece la pared celular, facilita la asimilación de carbohidratos, sintetiza con facilidad las proteínas y vitaminas que requieren las plantas para cumplir óptimamente sus

funciones fisiológicas. También se han agregado a las semillas para mejorar su germinación y su crecimiento en las primeras etapas. Los extractos solubles y los “sprays” foliares aumentan el contenido de proteína de las plantas, así como crean resistencia al ataque de fito patógenos UNGERER (2011).

2.8.5.3.- Alga-Enzims

Conforme a lo reportado por Blaine *et al.* (1990); Crouch y Van Staden (1992) mencionan que el efecto de las algas marinas en el incremento del rendimiento de tomate se debe a los elementos mayores, menores y que además contienen 27 sustancias reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas.

Cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos (fotoautótrofos) (enzimas) que viven asociados con ellas permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contiene, potenciando su acción. Las proteínas (enzimas) que tanto las algas marinas como los microorganismos que lo acompañan sintetizan y emiten (exoenzimas), cuyas acciones, tanto en el suelo como en la planta, son interesantes para un óptimo desarrollo Canales (2001).

Las enzimas tienen la facultad de provocar y/o activa reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo. Las enzimas que actúan al

interior de la célula, se denominan endoenzimas y las que actúan en el exterior exoenzimas esto nos ayuda a que se adelanten diferentes reacciones como por ejemplo la nitrato reductasa para transformar los Nitritos a Nitratos y así será más rápidamente absorbido por la planta Canales (2001).

2.8.5.4.- Propiedades de las Algas Marinas

Las algas marinas contienen microelementos y que la representación de estas plantas es considerablemente mayor que en las plantas terrestres. Entre las sustancias orgánicas, las algas marinas contienen, además de hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas, y sustancias de naturaleza estimulante y antibiótico para un mejor desarrollo de las plantas Canales (2001).

III.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Localización del Experimento

El presente estudio se realizó de septiembre de 2011 a mayo de 2012 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro -Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en la carretera a Santa Fe, periférico km 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila. La cual se ubica entre los paralelos 25 y 27 °C longitud norte y los meridianos 103 y 104° longitud Oeste de Greenwich, teniendo una altura 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 Salazar-Sosa et al. (2007)

3.1.2.- Condiciones Experimentales

El experimento se llevó a cabo en el invernadero n° 2 de la UAAAN-UL, el cual tiene una superficie de 250.8 m². La forma del invernadero es semicircular con una estructura metálica recubierta de plástico, cuenta con un suelo recubierto con grava, un sistema de enfriamiento (pared húmeda) y dos extractores para sacar el aire caliente ambos sistemas están en sincronía para accionarse de acuerdo a la señal del sensor de temperatura, el cual se encuentra ubicado al centro del invernadero.

3.1.3.- Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, se evaluaron ocho tratamientos: tratamiento 1 (AAMIN) el cual consistió en (Arena + Algas + Fertilización mineral con una relación del 100% de arena como sustrato (1), tratamiento 2 (AC) bajo la siguiente mezcla (Arena + compost (1:1), tratamiento 3 (ACA) (Arena + Compost + Algas (1:1), tratamiento 4 (ACV) (Arena + Compost + vermicompost) (1:1:1), tratamiento 5 (ACVA) (Arena + Compost + Vermicompost + Algas (1:1:1), el tratamiento 6 (AMIN) (Arena + Fertilización Mineral con una relación del 100 % de arena como sustrato(1), tratamiento 7 (AV) (Arena + Vermicompost (1:1) y tratamiento 8 (AVA) el cual consistió de mezcla (Arena + vermicompost + Algas) (1:1), cada tratamiento con cuatro repeticiones para un total de 32 unidades experimentales.

Se utilizaron macetas de 18 L de capacidad, éstas se regaron con té de vermicompost excepto el AMIN. Se realizó aspersión a plántulas con AlgaEnzims al 0.5 %; inmersión de raíz al trasplante con la misma dilución; aplicación foliar 250 mL ha⁻¹ al inicio de floración y después de cada corte de tomate.

3.2.- Material Genético (El cid)

Para este experimento se utilizó el genotipo El Cid, híbrido de tipo saladette. La planta tiene excelente vigor, está adaptada a condiciones templadas y tiene hábito de crecimiento indeterminado. El fruto es de color rojo brillante, ligeramente cuadrado, con muy buena firmeza, con paredes gruesas y

prolongada vida de anaquel. Adicionalmente, presenta un elevado porcentaje de frutos extra grandes y grandes para el mercado de exportación se recomienda para cultivo a campo abierto y protegido su paquete de resistencia incluye: ToMV Fol: 1, 2, V1, Ma, Mi, Mj Castellanos (2009).

3.2.1.- Siembra

La siembra se realizó en charolas de poliestireno el 03 de septiembre de 2011, y el trasplante se realizó el 07 de noviembre de 2011. Se colocó una plántula por maceta, y se etiquetó cada maceta con los siguientes datos: número de maceta, tratamiento y genotipo.

3.2.2.- Riego

Se utilizó un sistema de riego manual, antes del trasplante se realizó un riego pesado aplicando 20 L de agua por maceta para el lavado de sales. Se regó durante una semana después del trasplante con agua de pozo (300 mL maceta⁻¹). Al término de este periodo se aplicó la fuente de nutrición que correspondió a la solución nutritiva Castellanos y Ojodeagua, (2009) y la aplicación del té de vermicompost a los tratamientos respectivos, con 300 mL de dichas soluciones maceta⁻¹.

3.2.3.- Fertilización Orgánica

La demanda nutricional del cultivo para los tratamientos: AC, ACA, ACV, ACVA, AV y AVA se completó con la aplicación constante del té de vermicompost

(TVC) al 2.5 % de concentración aplicando 300 ml por planta. Para preparar el TVC al 10 % de concentración se aplicó el método recomendado por Edwards et al,(2010) y López-Espinoza et al, (2013). Por otra parte, para aplicar el TVC al 2.5 % de concentración en los tratamientos: AC, ACA, ACV, ACVA, AV y AVA, el TVC al 10 % de concentración se diluyó a una proporción de 1:3, utilizando 1L de TVC por cada 3L de agua de la red potable. El pH del TVC fue utilizado a un valor de 5.5 con ácido cítrico ($C^6H^8O^{2*}H^2O$) grado alimenticio, aplicado a una concentración 5 mM (1.2 g L^{-1}) Capulín-Grande et al, (2007)

3.2.3.1.- Poliquel

El producto utilizado para balancear la nutrición de elementos menores fue el poliquel el cual aydo a complementar los micro elementos faltantes para un óptimo desarrollo de la planta; el cual se aplico 10 a 15 g en 40 L de agua donde se tenia el té concentrado, la composición del poliquel es la siguiente: (porcentaje en peso) Fe EDDHA 06.00, Zn EDDHA 02.00, K EDDHA 09.00, EDDHA (Etiland-diamina Dihidroxifenil ácido acético).

3.2.3.2.- Fertilización Inorgánica

La fertilización inorgánica se realizó mediante la utilización de los siguientes fertilizantes: Nitrato de Amonio (NH_4-NO_3), Nitrato de Potasio (KNO_3), Nitrato de Calcio ($CaNO_3$), Nitrato de Magnesio ($MgNO_3$), ácido Fosfórico (H_2PO_4), las concentraciones aplicadas se encuentran en el (Cuadro 3). Dichos fertilizantes se aplicaron en el sustrato de arena para cubrir la necesidad nutricional del

cultivo de tomate mediante su fenología, los riegos con estos fertilizantes se realizó diariamente.

Cuadro 3. Fertilización Inorgánica del Tomate

Ion	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
	1 ^{er} Cuaje	1 ^{er} - 3 ^{er} Cuaje	3 ^o - 5 ^o Cuaje	> 5 ^o Cuaje
	mmol L ⁻¹			
NO ₃ ⁻	6	8	10	12
NH ₄ ⁺	0-0.5	0-0.5	0.5	0.5
H ₂ PO ₄ ⁻	1.5	1.5	15	1.5
K ⁺	3.5	5.5	7	8.5
Ca ²⁺	4	4	4	4.5
Mg ²⁺	1	1.5	2	2
SO ₄ ²⁻	1.5 a 3	1.5 a 3	1.5 a 3	1.5 a 4
HCO ₃ ⁻	1	1	1	1
Na ⁻	<5	<5	<5	<5
Cl ⁻	1 a 3	1 a 3	3 a 5	3 a 5
CE	1.4	1.8	2.2	2.4

3.3.- Prácticas culturales

3.3.1.- Poda de brotes y deshoje

La poda de brotes se realizó cuando se tenía 5 cm de longitud, esto para evitar posibles entradas de patógenos en la herida de esta práctica. Para esto se utilizaron tijeras y una solución de cloro con agua para la desinfección de las mismas.

3.3.2.- Tutorado

Se utilizó hilo de rafia con el fin de guiar a la planta dejando solo un tallo por planta, esta práctica permitió tener un mejor manejo para la toma de datos y al mismo tiempo que el fruto no estuviera en contacto con el suelo.

3.3.3.- Polinización

La polinización se realizó de forma manual dando un ligero golpeteo al racimo de manera que se observara la caída del polen.

3.3.4.- Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas se utilizaron insumos de origen orgánicos (Phytoneem y extracto de ajo) con las siguientes dosis 25 mL y 25 mL utilizando la dosis baja recomendada en 250 m² respectivamente y trampas de color amarillo con adhesivo; las plagas con mas incidencia durante el ciclo de producción fueron la pulga saltona (*Epitrix sp*), y al final del cultivo se presentó mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Las enfermedades que se presentaron en el ciclo, fue el *Fusarium oxisporum* en menor incidencia, para evitar la propagación se procedió a retirar las plantas enfermas fuera del invernadero.

3.3.5.- Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, una vez por semana cuando el fruto de tomate presentaba una madurez anaranjado a rojo.

3.4.- Variables Evaluadas

3.4.1.- Alturas de Planta

Para determinar esta variable se utilizó una cinta métrica con escala 0 a 5 m. midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento de la planta cada semana.

3.4.2.- Número de Hojas

Al término del experimento se contabilizó el número de hojas desde la parte basal de la planta hasta el ápice de crecimiento de planta

3.4.3.- Peso Promedio del Fruto.

Después de cada cosecha, se tomaron dos frutos por planta. En cada fruto se tomó el peso individual con la ayuda de una balanza Ohaus modelo 3729® con capacidad máxima de 3,000 gramos y resolución de 0.1 gramos.

3.4.4.- Diámetro Polar

Para medir este diámetro se tomaron dos frutos por planta. La medida se realizó con un vernier (Truper®).

3.4.5.- Diámetro Ecuatorial

El diámetro ecuatorial se determinó en dos frutos por planta con la ayuda de un vernier digital (Truper®), los resultados se expresaron en centímetros.

3.4.6.- Espesor de Pulpa

El espesor de pulpa se determinó en dos frutos por planta. La lectura se tomó con la ayuda de un vernier digital (Truper®).

3.4.7.- Índice Refractométrico

Para medir el contenido de sólidos solubles, se usó un refractómetro, los resultados de las lecturas se expresaron en (°Bx).

3.4.8.- Número de Lóculos

Se realizó al final de evaluar las diferentes variables utilizando como área de trabajo el laboratorio del departamento de horticultura UAAAN-UL. Cuantificar ésta variable para conocer el tratamiento que genere el mayor número de lóculos.

3.5.- Análisis de Resultados

Para el análisis de datos se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Altura de Planta

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa (Cuadro 4 y Cuadro 13) se obtuvo una media general de 249.70 cm y un coeficiente de variación del 18.88 %.

La media más alta la registró el sustrato ACA con 318.0 cm y la menor media se obtuvo en el sustrato ACV con 206.0 cm. Los resultados en el presente experimento son inferiores a los obtenidos por Guillen (2011) quien obtuvo una altura promedio de 474.0 cm y 446.0 cm para los genotipos Cuauhtémoc y Kickapoo respectivamente, bajo el sustrato arena + solución inorgánica. La razones del por que Guillen (2011) obtuvo resultados superiores es por que el presente estudio se cuantificó solo a cinco racimos mientras que Guillen (2011) cosechó a 12 racimos.

Cuadro 4. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable altura. UAAAN.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (cm)	Media de significancia	
El Cid	ACA	318.0	a	
	AMIN	280.0	a	b
	AV	263.0	a	b
	AVA	248.0	a	b
	ACVA	242.0	a	b
	AC	220.0	b	
	AAMIN	214.0	b	
	ACV	206.0	b	
	Media general	249.7		
CV (%)	18.8			

4.2.-Número de Hojas

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (Cuadro 5 y Cuadro 14) obteniendo una media general 36.5 hojas y un coeficiente de variación del 9.8 %.

La media más alta se registró en el tratamiento AAMIN con 49.0 hojas y el menor valor se obtuvo en ACV con 30.5 hojas. Los cambios que se presentaron en las plantas tales como mayor número de hojas, altura, entre nudos más largos, pedúnculos alargados, se deben principalmente a la acción y efecto de los elementos minerales y a las sustancias naturales que las algas marinas contienen, cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento de las plantas Canales (2001).

Cuadro 5. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable número de hojas.UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Sustrato	Media	Significancia
El Cid	AAMIN	49.0	a
	AMIN	44.6	a b
	AV	38.5	b c
	ACA	35.5	c d
	ACVA	34.5	c d
	AVA	34.0	c d
	AC	30.5	d
	ACV	30.5	d
	Media general	36.5	
CV (%)	9.8		

4.3.- Peso Promedio del Fruto

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (cuadro 6 y Cuadro 15) se obtuvo una media general de 88.3 g por fruto y un coeficiente de variación de 11.7 %. El sustrato AAMIN registró la media más alta con 110.7 g y el sustrato ACVA registró la menor media con 75.9 g.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son superiores a los obtenidos por Ortiz y Gómez (2010) quienes registrarón un peso de fruto de 47 g con el genotipo Aníbal desarrollado con tezontle. Comparando los presentes resultados con los obtenidos por Moreno *et al.* (2013), quienes obtuvieron un peso de fruto de 57.61 g al evaluar mezclas de arena: vermicompost utilizando el genotipo Sun-7705 tipo saladette. Los resultados en el presente trabajo, pueden deberse a los microorganismos (Holófilos, Hongos, Levaduras, Mesofílicos) que viven asociados con las algas marinas y que después del proceso de extracción de elementos nutritivos de las algas permanecen viables

y donde se aplican se propagan y emiten enzimas (Hidrolasas) que actúan tanto en el interior como en el exterior de la célula vegetal, por lo que consecuentemente, tienen más metabolitos Canales (2001). Fox y Cameron (1961) reportaron la acción de las enzimas como fuente de vida. Es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas conllevan, refuerzan en las plantas su sistema inmunitario, su sistema alimentario y activan sus funciones fisiológicas.

Cuadro 6. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable peso promedio del fruto. UAAAN-UL. 2011.

Genotipo	Sustrato	Media (g)	Significancia
El Cid	AAMIN	110.7	a
	AMIN	105.4	a b
	AV	92.7	b c
	AVA	85.2	c d
	ACA	80.8	c d
	ACV	79.3	c d
	AC	76.3	d
	ACVA	75.9	d
	Media general	88.3	
CV (%)	11.7		

4.4.- Diámetro Polar

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (Cuadro 16 y Cuadro 7), se obtuvo una media general de 6.1 cm y un coeficiente de variación del 5.1 %. La media más alta se registró en el tratamiento AAMIN con 6.7 cm y el menor valor se registró en el tratamiento ACVA con 5.7 cm.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores a los obtenidos por De la Cruz-Lazaro *et al.* (2009), quienes reportaron una media de

5.9 cm utilizando como genotipo el híbrido Sun 7705 de tipo saladette bajo la mezcla de sustrato VEPT 50 % + arena estiércol bovino + pasto bahía + tierra negra (1:1:1). En tanto que Moreno *et al.* (2013) quienes trabajaron con el mismo híbrido Sun-7705 registraron menor tamaño de tomate (5.3 cm) en la mezcla vermicompst: arena (relación 1:1). Los resultados obtenidos se pueden explicar con las experiencias de otros autores que han encontrado que con la aplicación foliar de algas marinas se facilita la nutrición y se mejora la calidad de los frutos De Villers *et al.* (1983).

Cuadro 7. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable diámetro polar. UAAAN.UL.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (cm)	Nivel de Significancia
El Cid	AMIN	6.7	a
	AAMIN	6.6	a b
	AV	6.2	b c
	ACV	6.0	c
	ACA	6.0	c
	AVA	5.9	c
	AC	5.9	c
	ACVA	5.7	c
Media general	6.1		
CV (%)	5.1		

4.5.- Diámetro Ecuatorial

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa (Cuadro 8 y Cuadro 18), se registró una media general de 4.9 cm y un coeficiente de variación de 5.9 %. El tratamiento AAMIN registró la media más alta con 5.4 cm en tanto que el tratamiento ACA obtuvo la menor media con 4.6 cm.

Al respecto Moreno *et al.* (2013) registraron valores de 4.4 cm al utilizar la mezcla de (vermicompost: arena (relación 0:1). De acuerdo a la NMX-FF-031 (1997), el tamaño del tomate en los tratamientos AAMIN y AMIN se clasificó como mediano, en tanto que los tratamientos orgánicos con y sin aplicaciones de algas marinas se clasificaron como frutos chicos. Los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores probablemente a la reacción al uso de AlgaEnzims las cuales contienen elementos nutritivos mayores, menores y microorganismos beneficios de acuerdo al tratamiento AAMIN el cual obtuvo mayor diámetro ecuatorial.

Cuadro 8. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable diámetro ecuatorial.UAAAN.UL.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (cm)	Nivel de significancia	
El Cid	AAMIN	5.4	a	
	AMIN	5.3	a	b
	AVA	4.9	b	c
	AV	4.8	c	
	ACV	4.8	c	
	ACVA	4.7	c	
	AC	4.7	c	
	ACA	4.6	c	
Media general	4.9			
CV (%)	5.9			

4.6.- Espesor de Pericarpio

El análisis de varianza mostró que no hay diferencia significativa (Cuadro 9 y Cuadro 17) la media general fue de 0.7 cm y un coeficiente de variación de

43.4 %. La media más alta se registró en el tratamiento AC con 1.1 cm y el tratamiento ACVA obtuvo la menor media con 0.7 cm.

Los resultados en el presente trabajo son superiores a los obtenidos por Morales, (2011) quien obtuvo una media general de 0.7 cm. De igual forma son superiores a los reportados por Moreno *et al.* (2013), quienes obtuvieron valores de 0.57 y 0.53 cm al usar mezclas de vermicompost: arena (relación 0:1 y 1:01 respectivamente). Probablemente los presentes resultados son superiores por las mezcla de sustratos donde trabajos anteriores indican que hay mejor resultado en arena + compost y menor resultdo en arena + Vermicompost posiblente porque tiene mejores propiedades físico-químicas.

Cuadro 9. Medias entre el genotipo El Cid y sustratos usados para la variable espesor de pulpa.UAAAN.UL.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (cm)	Nivel de significancia
El Cid	AC	1.1	a
	AAMIN	0.7	a
	AMIN	0.7	a
	ACA	0.7	a
	AVA	0.7	a
	AV	0.7	a
	ACV	0.7	a
	ACVA	0.7	a
	Media general	0.7	
CV	43.4		

4.7.- Índice Refractométrico

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (Cuadro 10 y Cuadro 15), la media general fue de 4.3 °Bx y un coeficiente de variación del 7.1 %. La media más alta que se registró fue de 4.72 °Bx en el tratamiento ACVA y la menor media se obtuvo en el tratamiento AMIN con 3.6 Bx.

Los presentes resultados son similares a los presentados por Rangel *et al.* (2011). Quienes registraron valores de 4.6 °Bx al utilizar como fuente de fertilización orgánica lixiviado de vermicompost. En tanto que Moreno *et al.* (2013), registraron valores de 5.36 °Bx al utilizarla mezcla de arena: vermicompost (relación 0:1). Los resultados en investigaciones anteriores son similares posiblemente por utilizar tomate tipo saladette además de estar en condiciones de clima de la región ya que los °Bx va a depender de acuerdo al grado de estrés de la planta a mayor estrés mayor °Bx y biversa.

Diez (2001) mencionó que el tomate, para procesado o consumo en fresco debe de contar con un contenido de sólidos solubles de al menos 4.5 °Bx. De acuerdo a lo anterior, los tomates desarrollados en ACVA, ACA, AC y ACV produjeron tomates con más de 4.5 °Bx, por lo cual son adecuados para la industria, mientras que para el consumo en fresco, solo los tratamientos AVA y AV alcanzaron los 4.0 °Bx requeridos.

Cuadro 10. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable sólidos solubles (°Bx).UAAAN.UL.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (°Brix)	Media de significancia
El Cid	ACVA	4.7	a
	ACA	4.6	a
	AC	4.6	a
	ACV	4.6	a
	AVA	4.4	a
	AV	4.4	a
	AAMIN	3.8	b
	AMIN	3.6	b
Media general	4.3		
CV (%)	7.1		

4.8.- Número de Lóculos

El análisis de varianza mostró que no hay diferencia significativa (Cuadro 11 Cuadro 16), la media general fue de 2.5 lóculos y un coeficiente de variación del 12.3 %. Esto nos indica que cualquiera de los tratamientos es rentable.

La media más alta la registró el tratamiento AV con 2.7 lóculos y la menor media la fue para el tratamiento AC con 2.4 lóculos. Al respecto Moreno *et al*, (2013) obtuvieron frutos con 2.4 loculos al usar mezclas de vermicompost: arena como sustrato, utilizándose el genotipo Sun-7705. Los presnetes resultados son superiores probablemete por el diferente ciclo cultivado donde el presente estudio se realizó en Invierno-Primavera y la investigación de Moreno *et al*. (2013) se sembró en Primavera además del diferente manejo en el cultivo, pero estadísticamente los tratamientos y los reportados por Moreno *et al*. (2013) son estadísticamente iguales.

Cuadro 11. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable número de lóculos.UAAAN-UL 2011

Genotipo	Sustrato	Media	Nivel de significancia
El Cid	AV	2.7	a
	ACV	2.6	a
	AVA	2.6	a
	ACA	2.5	a
	AAMIN	2.5	a
	ACVA	2.4	a
	AMIN	2.4	a
	AC	2.4	a
	Media general	2.5	
CV (%)	12.3		

4.9.- Rendimiento

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa (Cuadro 12 y Cuadro 22), obteniendo una media general de 5,619.6 g m⁻² y un coeficiente de variación del 21.8 %. La media más alta se registró en el tratamiento AAMIN con 7,756.9 g m⁻² y el tratamiento que obtuvo menor rendimiento fue AVA con 4,112.3 g m⁻².

Los presentes resultados son inferiores a los reportados por Rangel *et al.* (2011) quienes obtuvieron un rendimiento de 10,164.0 g m⁻² al utilizar como sustrato arena de río y té de vermicompost como fertilizante. La diferencia entre el rendimiento obtenido por Rangel *et al.* (2011) se debió a que en el presente trabajo se realizó en el ciclo Invierno-Primavera y por Rangel *et al.* (2011) en el ciclo de Primavera ya que al cultivar en Primavera son temperaturas más favorables para el cultivo de tomate en cambio en Invierno-

Primavera las plantas sufren estrés por frío causando disminución en la producción. En tanto que Moreno *et al.*, 2013 registraron un rendimiento de 5,029.0 g m⁻² al evaluar mezclas de vermicompost: arena (relación 1:1).

El uso de AlgaEnzims incrementó el rendimiento hasta en un 9.7 % en la fertilización mineral, en comparación con el tratamiento AMIN.

Cuadro 12. Medias entre el genotipo (El Cid) y sustratos usados para la variable rendimiento m⁻².UAAAN.UL.2011.

Genotipo	Sustrato	Media (g)	Nivel de significancia
CID	AAMIN	7,756.9	a
	AMIN	7,068.7	a b
	ACA	5,760.8	b c
	AV	5,458.8	b c
	AC	5,198.3	c
	ACV	5,123.1	c
	ACVA	4,478.5	c
	AVA	4,112.3	c
Media general	5,619.6		
CV (%)	21.8		

V.- CONCLUSIONES

El tratamiento que sobresalió en la mayoría de las variables evaluadas es el AAMIN el cual obtuvo un rendimiento de 7,756.9 g m² y el tratamiento con menor rendimiento es el AVA con 4,112.3 g m². En tanto al sabor (Grados Brix) el sustrato ACVA obtuvo el mayor valor de 4.72 °Bx y el menor se registró en el tratamiento AMIN con 3.64 °Bx. En particular las dos variables que directamente más importantes son las ya mencionadas, que a final lo que interesa es el rendimiento y calidad del tomate así como su sabor.

VI.- LITERATURA CITADA

- Abad., B.M. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. *In:* Fertirrigacion de cultivos hortícolas, frutales y ornamentales.3^{ra} edición. Ediciones mundi-prensa.Madrid España.303 pp.
- Abad., B.M. Noguera., M.P. Carrion., B.C. 2005.Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. Fertirrigacion cultivos hortícolas, frutales y ornamentales.3^{ra} edición. Ediciones mundi-prensa.Madrid España.P.299.
- Abad., B.M. Noguera., M.P. 1998. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero.*In:* Manual de producción hortícola en invernadero 2da. Edición. Celaya, Gto, México. 124 pp.
- Abad., M. 1995. Los sustratos en la horticultura protegida. *In:* "Manual de producción de tomate en invernadero". Celaya, Gto, México. P.117.
- Aguilera., O.M. Ramirez., B.P. Candelas., C. G. M. G. Meza., V. J. A. Esparza., R. J. R. Reza. V. M. C. Fortis., H. M. Preciado., R. P. 2011. Perspectivas del Maiz Azul (*Zea Mays* L.) cultivado en sistemas orgánicos como fuente de biocolorantes alimenticios. *In:* XXXVI congreso internacional de la ciencia del suelo. Cuarta parte 2011. Durango, Dgo. P. 33.
- Alcázar., 1998. *Lycopersicon esculentum* Mill.*In:* Mejoramiento genético de hortalizas. Mundi-prensa México, S.A.DE C.V. segunda edición 1998. México.150 pp.
- Baixauli., S. C. Aguilar., O. J. M. 2002. Cultivos sin suelo de hortalizas, Aspectos prácticos y experiencias. Impresión Imatges, S.A.Valencia. P. 120.

- Boris., C. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de Inmersión, Desarrollo y Explotación de Agronegocios. San Salvador, El Salvador. 29 pp.
- Cadena., A.G. 2010. Los insumos orgánicos y su marco regulatorio. Asociación mexicana de productores, formuladores, y distribuidores de insumos orgánicos, biológicos y ecológicos, ac.
- Cadenas., T. F. González., V.J. Hernández., J. M. 2008. El cultivo protegido del tomate. *In*: "Técnicas de producción de cultivos protegidos tomo II. Ediciones agrotecnicas. España. 488 pp.
- Camacho., F. F. 2008. El cultivo de tomate bajo invernadero. Almería España. 3 pp.
- Canales., L. B. 1997. Uso 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. Buena Vista, Saltillo, Coahuila 29 de octubre del 2001. Pp. 8-9.
- Canales., L. B. 1998. Uso 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. Buena Vista, Saltillo, Coahuila 29 de octubre del 2001. Pp. 8-9.
- Canales., L. B. 2001. Uso 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. Buena Vista, Saltillo, Coahuila 29 de octubre del 2001. P. 5.
- Cano., R.P. Moreno., R. A. Márquez., H. C. Rodríguez., D. N. Martínez., C. V. 2005. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la comarca lagunera. *In*: Memorias de XVII semana internacional de Agronomía FAZ-UJED septiembre del 2005.

- Cánovas., M. F. Magan., C. J. J. 2008. Cultivos sin suelo. *In*: Técnicas de producción de cultivos protegidos tomo II. Ediciones agrotecnicas. España. P. 435 pp.
- Cánovas., M. F. Magan., C. J. J. 2008. El cultivo protegido del tomate. *In*: Técnicas de producción de cultivos protegidos tomo II. Ediciones agrotécnicas. España. P. 488 pp.
- Capulin-Grande., j. Mohedano-Caballero., L. Sandoval-Estrada., M. Capulin-Valencia., J. C. 2007. Estiercol bovino liquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico”Revista Chapingo. Serie horticultura 17. N° 2011 .105 - 114.
- Castellanos., J. Z. Vargas., T.P. 2009. Los sustratos en la horticultura protegida. *In*: “Manual de producción de tomate en invernadero”. Celaya, Gto, México. P.123 pp.
- Castellanos., Z. J. Ojodeagua., J. L. 2009. Formulación de la solución nutritiva. *In*: “Manual de producción de tomate en invernadero”. Celaya, Gto, México. P. 131.
- De Boodt., M. Verdonck., O. Cappaert., I. 1974. Uso de sustratos en la horticultura protegida bajo invernaderos. *In*. Manual de producción hortícola en invernadero 2da. Edición. Celaya, Gto, Mexico. P. 127 pp.
- De la Cruz., Lázaro. E. Estrada-Botello., M, Robledo-Torres., V. Osorio-Osorio., R, Márquez-Hernández., C, Sánchez-Hernández., R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad y Ciencia. 25 (1): 59-67.
- Diaz., S. F. R. 2004. Seleccin de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. *In*: Memorias de IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: diseño, manejo y producción Torreón, Coahuila, México. 47 pp.
- Dickerson. W. G. 2010. Vermicomposting Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics. New México State

University. Guide H-164. PP. 1 pp. (Fecha de consulta abril del 2013)
http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-164.pdf

Escaff., G. M. M. Gil., P. Ferreyra., E. Estay., P. P. Bruna., V. A. Maldonado., B. P. Barrera., M. C. 2005. Variedades y manejo del cultivo. *In:* cultivo de jitomate bajo invernadero. Instituto de investigaciones pecuarias. La Cruz, Chile. N°128. P. 47 pp.

Escuela Tecnológica de Investigación y Formación Agrícola. 2004. Aspectos técnicos de la producción de tomate bajo invernadero. Almería España. P.7.

Espinoza., R. F. H. Loya., R. G. J. Beltran., M. F. A. Zamora., S. S. Lozano., R. J. M. 2007. Manejo integrado de plagas en la agricultura orgánica. *In:* Agricultura Orgánica cuarta parte 2011. Primera edición 2011. Durango. 80 pp.

Esudero., J. 1993. Los sustratos en la horticultura protegida. *In:* Manual de producción de tomate en invernadero. Celaya, Gto, México. P. 113.

Esudero., J. 1993. Los sustratos en la horticultura protegida. *In:* Manual de producción de tomate en invernadero. Celaya, Gto, México. P. 113.

FAO., 2004. Plagas y enfermedades del tomate. *In:* Productores de hortalizas. Marzo 2006. México. 2. pp.

Fernández., S. L. M. 2008. "Producción controlada de cultivos protegidos". *In:* Técnicas de producción de cultivos protegidos tomo I. Ediciones Agrotécnicas, S. L. España, 248 pp.

Fornes., F. Mendoza., H. D. Garcia., de la F. R. Abad., M. Belda. M. R. 2012. Composting versus vermicomposting: A comparative Study of organic matter evolution through straight and combined processes. *Bioresource Technology* 118 (2012) 293-305.

Fox., B. A. Cameron., A. G. 1961. Uso de derivados de algas Marinas en la Produccion de Tomate, Papa, Chile y Tomatillo. p. 7.

- Garza., L. J. 198. *Lycopersicon esculentum* MILL. *In*: “Mejoramiento genético de hortalizas”. Mundi-prensa México, S.A. DE C.V. Segunda edición 1998 .México. P152 pp.
- Hanan., J. J. 1978. Generalidades de los sustratos: historia, conceptos básicos, estadísticas y perspectivas de los sustratos en México y el mundo. *In*: Primer curso nacional de sustratos. Colegio de posgraduados. Texcoco, estado de México, 2010. P6 pp.
- Heiser., C. J. 1969. Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Milld). *In*: Mejoramiento genético de hortalizas. 2da edición 1998. México. Df. Pp. 150 pp.
- Lopez., M. J. D. 2003. Producción de compost. *In*: Abonos orgánicos y plasticultura Universidad de Juárez del Estado de Durango. 64 pp.
- López-Espinoza., ST. Moreno-Reséndez., A. Cano-Ríos., P. Rodriguez-Dimas., N. Robledo-Torres., V. Márquez-Quiroz., C. 2013. Organic fertilization: An alternative to produce jalapeño pepper under Greenhouse conditions. *Emir. J. Agric. Res.* 25 (9): doi: 10.9755/ejifa.v25i9.15979.
- Luevano., Velazquez. 2001. Memoria de la XVII semana internacional de agronomía FAZ-UJED. P 5 – 6. *In*: Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la comarca lagunera. Matamoros, Coahuila, México.
- Moreno., R. A. Carréon., S. E. Rodriguez., D. N. Reyes., C. J. L. Cano., R. P. Vázquez., A. J. Figueroa., V. U. 2013. Vermicompost management: An alternative to meet the wáter and nutritive demands of tomato under greenhouse conditions *Emir j Food Agric.* 25 (5). 385-393.
- Muñoz., R. J. J. 2004. Manejo del cultivo de tomate en invernadero *In*: Manual de producción hortícola en invernadero 2da edición, Celaya, Gto, México, P. 239.
- Muñoz., R. J. J. 2009. Manejo del cultivo de tomate en invernadero *In*: Manual de producción hortícola en invernadero 2da edición, Celaya, Gto, México, P.47.

- NMX-FF-031. 1197. Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano. Hortalizas Frescas. Tomate-(*Lycopersicon esculentum* Mill) Especificaciones. NON Industrialized Food Products For Human Consumption. Fresh Vegetable. Tomato. *Lycopersicon esculentum* Mill). Specifications. NORMAS MEXICANAS.
- Nuño., M. R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali baja california. Baja california. 3 pp.
- Ordaz., C. V. 2010. Caracterización física de sustratos. *In*: primer curso nacional de sustratos. Colegio de posgraduados. Texcoco, Estado de México. P. 17 pp.
- SAGARPA., 2006. Secretaria de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Resumen agrícola Región Lagunera Delegación en la región lagunera subdelegación de la planeación y desarrollo rural. *In*: Resumen Económico Comarca Lagunera 2006. El siglo de torreón 32 pp.
- SAGARPA., 2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Monografía de cultivo de jitomate. Subsecretaria de fomento a los agronegocios. Sinaloa. 3 pp.
- SAGARPA., 2007. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Elaboración de compost. Texcoco, México. 2 pp.
- Salazar-Sosa., E. Trejo-Escareño., Vázquez-Vázquez., C. López-Martínez., J. D. 2007. Produccion de Maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. 76:169-185.
- Samperio., R. G. Editorial Diana. 2004. México DF. Un pasó más en la hidroponía.
- Senn., T. L. 1987. Seaweed and plant Growth <http://journal.ashspublications.org/content/128/4/492.short>. (Fecha de consulta: abril 2013).

- UNGERER., 2011. Hoja técnica diss algafarm.P. 2 pp. Citado el dia 02 de junio de 2013. <http://www.ungerer.com.ec/wp-content/uploads/2011/06/Hoja-Tecnica-Diss-Kart.pdf>
- Urrestarazu., G. M. 2000. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero. *In: Manual de producción hortícola en invernadero 2da. Edición. Celaya, Gto, México. P .124 pp.*
- Vázquez., V. C. Salazar., S. E. Trejo., E. H. I. Rodríguez., R. J. C. gallegos., P. A. 2003. INTRODUCCION A LA LOMBRICULTURA. P 43-45. *In: Abonos orgánicos y plasticultura. Gómez, Palacio, Durango, México.*
- Villarreal., R. 1982. Lycopersicon esculentum MILL. *In: "Mejoramiento genético de hortalizas". Mundi-prensa México, S.A. DE C.V. Segunda edición 1998. Mexico. P145.*
- Villarreal., R. 1998. Lycopersicon esculentum MILL. *In: "Mejoramiento genético de hortalizas". Mundi-prensa México, S.A. DE C.V. Segunda edición 1998. Mexico. P 145.*
- Villarreal., T. J. L. 2006. Construcción de invernaderos: Diseños, Materiales. Y Equipos. Metaliser, S.A. DE C.V.P.1.
- Villele., O. 1983. El invernadero de platico. *In: Invernaderos de plástico Tecnología y manejo. Ediciones mundi-prensa 2005. Madrid España. 83 pp.*
- Volke., V. H. 2010. Generalidades de los sustratos: Historia, conceptos básicos, estadísticas y perspectivas de los sustratos en México y el mundo. *In: primer curso nacional de sustratos. Colegio de posgraduados. Texcoco, estado de México, 2010. P6 pp.*

VII.- APÉNDICE

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable altura de planta en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN.UL. 2011-2012.

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrado	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	27085.75833	3869.39405	1.74	**
Error	16	35587.2	2224.2		
total corregido	23	62672.95833			
C.V.		18.8866			

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable número de hojas en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrado	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	810.633333	115.804762	8.86	*
Error	16	209.2	13.075		
total corregido	23	1019.833333			
C.V.		9.88411			

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles (°Brix) en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	4.44339688	0.63477098	6.48	*
Error	24	2.351725	0.09798854		
total corregido	31	6.79512188			

C.V. 7.1576

Cuadro 16. Análisis de varianza para el variable número de lóculos en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	0.40424688	0.05774955	0.59	N/S
Error	24	2.357675	0.09823646		
total corregido	31	2.76192188			

C.V. 12.32297

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable espesor de pericarpio en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	0.6731875	0.09616964	0.83	N/S
Error	24	2.7761	0.11567083		
total corregido	31	3.4492875			

C.V. 43.4291

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	2.6116875	0.37309821	4.36	**
Error total	24	2.0555	0.08564583		
total corregido	31	4.6671875			
C.V.		5.911437			

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	3.18974688	0.45567813	4.56	**
Error total	24	2.398625	0.09994271		
total corregido	31	5.58837188			
C.V.		5.128714			

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable peso promedio en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de cuadrados	de Cuadrado de la media	F. calculada	Significancia
Sustratos	7	5039.248488	719.892641	6.66	**
Error total	24	2595.1023	108.129262		
total corregido	31	7634.350787			
C.V.		11.77111			

Cuadro 21. Análisis de varianza para el variable número de frutos en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012

Fuente	G.L	Suma de Cuadrado de la F.			Significancia
		cuadrados	media	calculada	
Sustratos	7	146.96875	20.9955357	3.02	**
Error	24	166.75	6.9479167		
total corregido	31	313.71875			
C.V.		16.06638			

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable rendimiento/m en el genotipo (El cid) en diferentes sustratos evaluados. UAAAN. UL. 2011-2012.

Fuente	G.L	Suma de Cuadrado de la F.			Significancia
		cuadrados	media	calculada	
Sustratos	7	42847218.3	6121031.19	4.0	**
Error	24	36067585.36	1502816.06		
total corregido	31	78914803.66			
C.V.		21.81432			