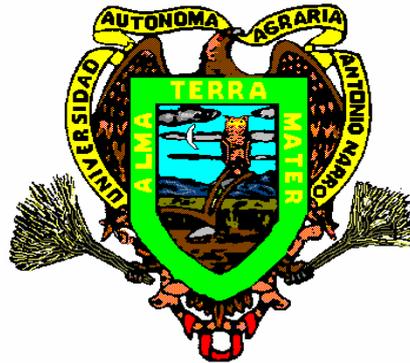


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Evaluación de Rendimiento y Calidad del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con Fertilización Inorgánica contra Fertilización Orgánica bajo condiciones de Invernadero.

POR:

RUFINO HERNÁNDEZ LÓPEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón Coahuila México

Diciembre 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de Rendimiento y Calidad del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
con Fertilización Inorgánica contra Fertilización Orgánica bajo condiciones de
Invernadero.

POR
RUFINO HERNÁNDEZ LÓPEZ

TESIS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial, para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR

Dr. JORGE ARNALDO OROZCO VIDAL

ASESOR

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR

MC. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Torreón Coahuila México

Diciembre 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de Rendimiento y Calidad del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
con Fertilización Inorgánica contra Fertilización Orgánica bajo condiciones de
Invernadero.

TESIS

Presentada por:

RUFINO HERNÁNDEZ LÓPEZ

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESIDENTE

DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

VOCAL

Dr. JORGE ARNALDO OROZCO VIDAL

VOCAL

MC. JUAN DE DIOS RUIS DE LA ROSA

VOCAL SUPLENTE

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Torreón Coahuila México

Diciembre 2007

AGRADECIMIENTOS

Sobre todas las cosas adiós, por cuidar, guiar y darme la fortaleza para superar los momentos mas difíciles durante la carrera.

A mi “ALMA TERRA MATER” que siempre me sentiré orgulloso y llevare su nombre en alto donde sea que me encuentre, por haberme permitido culminar mis estudios de una forma satisfactoria y formarme como profesional.

Con todo respeto al Dr. José Luis Puente Manríquez, por su orientación, apoyo y conocimientos aportados en la realización de este trabajo.

Al Dr. Jorge Arnaldo Orozco Vidal, por compartir sus conocimientos, y por su valiosa participación en este trabajo.

Al Dr. Alejandro Moreno Reséndez, por su apoyo incondicional para la realización de esta investigación.

Al MC. Juan de Dios Ruiz de la Rosa, por su amistad, consejos y ayuda en la realización de este trabajo.

Al verano de la ciencia por el apoyo que me brindaron, gracias al otorgamiento de un apoyo económico para la realización de este trabajo.

A todos y cada uno de los profesores que aportaron sus conocimientos para hacer de mi un profesionista.

A todos mis amigos, Ing. Sigifredo, José Silvano, Raúl, Juan Manuel, Cornelio, Jesús, Juan Luis, Rigoberto, Ing. José, Ing. Otón, Lucila, Nery por su confianza amistad y apoyo incondicional.

A todas aquellas personas que me apoyaron directa o indirectamente desde que ingrese ala universidad y por razones de espacio no menciono sus nombres, a todos ustedes muchas gracias.

DEDICATORIA

Agradezco profundamente a mi padre dios por la vida, prestarme salud y por darme fuerza en los momentos mas difíciles de mi vida y sobre todo por permitirme la culminación de una de las etapas mas importantes de mi vida, “gracias señor”.

A mis excelentes padres:

Evaristo Hernández López

Delfina López López

Por todo el cariño, amor, buenos consejos y sobre todo por el apoyo moral y económico que me brindaron ya que sin ustedes esto no hubiera sido posible, gracias papas por hacer de mí un hombre de bien “los quiero mucho”.

A mis hermanos: Antonio
Elizabeth
Sandra Vianey

Por su comprensión, cariño y por su apoyo incondicional y sobre todo por creer en mi.

A mis abuelos paternos: Clemente Hernández Rojas y Agustina López Salazar, por su apoyo y buenos deseos.

A mis abuelos maternos: Francisco López y Ester López Estrada, por sus consejos y por creer en mí.

A mi cuñada: Yasmín Julián Bolaños por sus buenos deseos.

A mis tíos: Eleuteria y Gerardo por su ayuda incondicional durante mis estudios y por sus buenos deseos.

Alejandro y su esposa profesora Araceli por la confianza y el apoyo moral que siempre me brindaron y no lo dudo que lo seguirán haciendo.

A mis sobrinos: Williams, Keydi Itzel, Yelianit, Marco Antonio y Noemí

A María de los Ángeles Bolaños Julián por su apoyo moral en todo momento “te quiero mucho”

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO
DEDICATORIA
RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Metas.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate	4
2.2 Origen.....	4
2.3 Clasificación taxonómica del tomate	4
2.4 Características morfológicas	5
2.4.1 Semilla	5
2.4.2 Raíz	6
2.4.3 Tallo	6
2.4.4 Hoja	7
2.4.5 Flor.....	8
2.4.6 Fruto	8
2.4.7 Valor nutritivo	8
2.5 Invernadero	9
2.5.1 Generalidades del invernadero.....	9
2.5.2 Ventajas de la producción en invernadero.....	9
2.5.3 Desventajas de la producción en invernadero	10
2.6 Exigencia del clima.....	11
2.6.1 Temperatura	11
2.6.2 Humedad	12
2.6.3 Luminosidad	12
2.6.4 Radiación del invernadero.....	13
2.6.5 Radiación en el cultivo del tomate.....	13
2.6.6 Contenido de CO ₂ en el aire	14
2.7 Generalidades de la agricultura orgánica.....	14
2.7.1 La agricultura orgánica en el mundo	16
2.7.2 La agricultura orgánica en México.....	17
2.7.3 La lombriz de la tierra.....	18
2.7.4 Importancia económica del vermicompost	19
2.7.5 Características del vermicompost	19
2.8 Labores culturales	20
2.8.1 Producción de plántula.....	20
2.8.2 Trasplante	20
2.8.3 Poda de formación	21
2.8.4 Tutorado.....	21

2.8.5	Desbrotado o destallado	22
2.8.6	Deshojado	22
2.8.7	Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	22
2.9.8	Bajado de plantas.....	23
2.8.9	Fertirrigación	23
2.8.10	Polinización	28
2.9	Requerimientos nutricionales del cultivo del tomate	29
2.9.1	Nitrógeno.....	29
2.9.2	Fósforo	30
2.9.3	Potasio	30
2.10	Índice de cosecha y recolección	31
2.10.1	Calidad del fruto	31
2.10.2	Sólidos solubles	32
2.11	Antecedentes de rendimiento en condiciones de invernadero.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1	Localización y tipo de invernadero.....	34
3.2	Ubicación	34
3.3	Clima.....	34
3.4	Genotipos	35
3.5	Siembra	35
3.6	Diseño del experimental	35
3.7	Manejo del cultivo	36
3.8	Riego	36
3.9	Fertilización.....	36
3.10	Poda	37
3.11	Tutorado	37
3.12	Polinización.....	37
3.13	Control de plagas y enfermedades.....	38
3.14	Cosecha.....	38
3.15	Variables evaluadas.....	39
3.16	Análisis de varianza	39
IV.	RESUTADOS Y DISCUSIONES.....	40
4.1	Rendimiento.....	40
4.1.1	Rendimiento por planta.....	40
4.1.2	Rendimiento por metro cuadrado.....	40
4.1.3	Rendimiento tonelada por hectárea	41
4.2	Calidad del fruto.....	42
4.2.1	Peso de fruto	42
4.2.2	Diámetro polar	43
4.2.3	Diámetro ecuatorial.....	43
4.2.4	Espesor de pulpa.....	44
4.2.5	Sólidos solubles	45
4.2.6	Número de lóculos	45

V. CONCLUSIONES	47
VI. LITERATURA CITADA	48

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	CONTENIDO	PAG.
2.1	Concentración de nutrientes en el agua de riego (goteo) ppm por planta	25
3.1	Fertilización inorgánica semanal en el cultivo del tomate	36
3.2	Fertilización orgánica semanal en el cultivo del tomate	37
4.1	Rendimiento en kg.planta^{-1} , kg.m^{-2} y ton.ha^{-1} de tomate con fertilización inorgánica contra fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero	41
4.2	Comparación de medias para la calidad de tomate fertilización Inorgánica contra orgánica bajo condiciones de invernadero en el ciclo primavera-verano del 2007 en la UAAAN-UL	44
4.3	Comparación de medias para la calidad de tomate en invernadero con fertilización inorgánica contra orgánica bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2007 en la UAAAN-UL	46

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURAS	CONTENIDO	PAG.
4.1	Comportamineto del rendimiento entre fertilizacion inorganica y organica	42
4.2	Diferencia del peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial entre tratamiento inorgánico y orgánico.....	44
4.3	Comportamiento de la fertilización inorgánica contra la orgánica.....	46

RESUMEN

La gran demanda de alimentos de alta calidad y que además sean inocuos, ha llevado a los productores a encontrar métodos de producción sustentable en invernadero; y una de las opciones más cercanas es la utilización de sustratos como: la composta, vermicomposta, o estiércol compostado; los cuales por su contenido de nutrientes ayudan a disminuir la aplicación de fertilizantes inorgánicos. Lo anterior junto con la adecuada elección del genotipo y el buen manejo de plagas y enfermedades, se verá reflejado en una buena producción.

El presente experimento se estableció en un invernadero de dos aguas localizado en la (UAAAN-UL) en el periodo marzo-agosto 2007; se evaluaron dos tratamientos con tres repeticiones cada uno, el diseño utilizado fue de bloques al azar, como sustrato se utilizó perlita, los objetivos fueron: Evaluar los niveles de calidad en tomate con fertilización inorgánica contra Fertilización orgánica. Además determinar el mejor tratamiento en rendimientos en ambas fertilizaciones (orgánica e inorgánica). Los principales resultados muestran que el inorgánico presentó mayor rendimiento, y en calidad también fue ligeramente mejor el tratamiento inorgánico.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una de las hortalizas más importantes en el mundo y su popularidad aumenta cada vez más. Es por eso que se ha tenido la necesidad de buscar nuevas alternativas que permitan aumentar los volúmenes de producción y mejorar los estándares de calidad que exige el mercado, siendo la agricultura orgánica una adecuada opción.

Una de las grandes ventajas de la producción en invernadero es obtener cosechas durante todo el año, variando dicha producción en función de la tecnificación del invernadero.

Actualmente, existe un interés especial por los consumidores de hortalizas frescas (tomate) y alimentos en general, de conocer la manera en que éstos se cultivaron, prefiriendo aquéllos de mejor calidad. Lo anterior obliga, buscar métodos de producción sustentable.

Una opción es la utilización de fertilizantes orgánicos a través del lixiviado de vermicomposta. En la Comarca Lagunera, principal cuenca lechera del país, se puede utilizar el estiércol, no obstante, este deberá compostarse con la ayuda de las lombrices que desde la antigüedad era conocido como el “arado” o “intestino de la tierra” denominada así por Aristóteles, fomentándose así la inocuidad alimentaría.

El vermicompost es un material degradado por la lombriz de tierra (*Eisenia fétida*). Este material se le llama también humus de lombriz o “Word casting” como se le conoce en el comercio internacional, el vermicompost favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color.

Debido a las necesidades antes mencionadas, en el presente trabajo se evaluó el rendimiento y calidad del tomate para la fertilización inorgánica y la orgánica, para de esa

manera poder afirmar si un producto orgánico cumple con los estándares de rendimiento, calidad y cantidad de nutrientes.

1.1 Objetivos

- Evaluar los niveles de calidad en tomate con fertilización inorgánica contra Fertilización orgánica.
- Determinar el mejor tratamiento en rendimiento en ambas fertilizaciones (orgánica e inorgánica)

1.2 Hipótesis

- El tomate sin suelo en invernadero con fertilización inorgánica, sus niveles de calidad y rendimiento son superiores a los de la fertilización orgánica.
- El tomate sin suelo en invernadero con fertilización inorgánica, sus niveles de calidad y rendimiento son inferiores en comparación a la fertilización orgánica.
- Los niveles de calidad y rendimiento son similares para ambas fertilizaciones (inorgánica, orgánica)

1.3 Meta

- Encontrar el mejor tratamiento con mejor calidad y mayor rendimiento de tomate en invernadero ya sea (inorgánico u orgánico).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.2 Origen

El tomate es una planta nativa de América del sur, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú). Donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancias de tipo silvestre. México esta considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate (Nuez, 2001).

La evidencia histórica del tomate favorece a México como el centro más importante de domesticación de esta hortaliza, ya que la utilización de formas domésticas en el país, tiene bastante antigüedad y sus frutos fueron conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur del país antes de la llegada de los españoles (Fernández *et al.*, 2004)

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Fernández *et al.*, 2004)

2.3 Clasificación taxonómica del tomate

De acuerdo a Esquinas y Nuez (2001) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Nombre común: Tomate y Jitomate.
Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.
Clase: Dicotiledóneas
Orden: Solanes (personatae)
Familia: Solanaceae
Tribu: Solaneae.
Género: *Lycopersicon*.
Especie: *esculentum*

2.4 Características morfológicas

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas, e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a los 10 m de altura en un año (Chamarro, 2001)

2.4.1 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Nuez, 2001)

2.4.2 Raíz

El sistema radicular tiene como funciones la absorción y el transporte de agua y elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de planta al suelo, este sistema radicular es de tipo fibroso y consta de una raíz principal corta y débil, saliendo de ella numerosas raíces secundarias y potentes. Sin embargo, cuando la planta se propaga mediante el trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de las raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones

adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadez, 1990).

2.4.3 Tallo

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico; el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadez, 1990).

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar una yema que se convertirá en un tallo si no es eliminado; por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podá. El cuello del tallo tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo o con la arena, característica muy importante que se aprovecha en las operaciones culturales de laboreo, aporcado y el rehundimiento de cultivos enarenados e hidropónicos (Serrano, 1979).

2.4.4 Hoja

Las hojas son de limbos compuestos de 7 a 9 folíolos. El haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de las nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna. Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesofilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin

cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas (Chamarro, 2001; Garza, 1985).

Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, consta de un nervio principal (Chamarro, 2001; Garza, 1985).

2.4.5 Flor

Las flores nacen en racimos del tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 10 o más, dependiendo de la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla, 5 o más estambres y un solo pistilo, en su mayor parte son autopolinizadas (Edmond, 1981).

La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo, de igual número de estambres que se alternan con los pétalos (Edmond, 1981).

2.4.6 Fruto

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos e indehiscentes. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y el sabor agrídulce (Tiscornia, 1989).

2.4.7 Valor nutritivo

El 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 de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, además se ha demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños por transporte (Berenguer, 2003; Cassares, 1984)

2.5 Invernadero

2.5.1 Generalidades del invernadero

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. El cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, así mismo la sanidad vegetal; es decir son prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que se persiguen en el cultivo protegido tales como incremento en la producción, precocidad y mayor calidad en la cosecha (Rodríguez y Jiménez, 2002).

2.5.2 Ventajas de la producción en invernadero

Uno de los sistemas de producción más empleados durante los últimos 15 años han sido los invernaderos, que permiten incrementar la producción, en relación al método tradicional del cultivo. Mencionan también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del 40% en relación al método de riego por superficie. (Carvajal *et al*,2000).

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible de hasta tres cosechas por año.
- Mayor calidad de frutos, ya que éstos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.5.3 Desventajas de producir en invernadero

Sánchez y Favela (2000) resaltan que las desventajas de producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere de alta especialización, de personas que se dedican a esta actividad.
- Alto costo de los insumos.
- Las instalaciones y estructuras representan una elevada inversión.

- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.

2.6 Exigencia del clima

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto (Castilla 1999)

(Sade, 1998) Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.6.1 Temperatura

La temperatura óptima oscila entre los 20-25 °C a temperaturas excesivas, más de 35° C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 y 15 °C, se originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas. (Sade, 1998).

2.6.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80% La elevada humedad relativa favorece el desarrollo de enfermedades y el agrietamiento de frutos y dificultan la

fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Burgueño, 2001).

Cuando la humedad relativa está en exceso hay menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, y cuando es deficiente la humedad existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de los estomas, deficiente fecundación y caída de flores (Burgueño, 2001).

La humedad relativa es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que: varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada (Francescangeli, 1998).

La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentajes, se mide con los siguientes aparatos: girómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998).

2.6.3 Luminosidad

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta (López *et al.*, 1996)

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especial en la etapa vegetativa y de floración, la luz interactúa fuertemente con la temperatura. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores, por menor peso y tamaño de los frutos o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

2.6.4 Radiación en invernadero

La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, debido al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López *et al.*, 1996).

La intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la tachadumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueda tener los materiales de cubierta elegidos (Bouzo y Garinglio, 2002).

2.6.5 Radiación en el cultivo del tomate

El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones en la radiación interior con incidencia negativa en la producción. Es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar las prácticas que reducen la radiación ya que afecta la polinización, el tamaño de fruto y por lo tanto se refleja en el rendimiento (Van de Vooren *et al.*, 1989).

2.6.6 Contenido de CO₂ en el aire

La concentración de CO₂ de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. En las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂, en invernadero es mas alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto el proceso

de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

2.7 Generalidades de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. Durante los últimos años, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la demanda y el consumo de productos orgánicos, sobre todo en los países desarrollados. La explicación reside en la preocupación creciente de la población con relación a la ingesta de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuáles se conozca su origen y trayectoria real, así como la mayor conciencia por la conservación del ambiente. El uso indiscriminado de los agroquímicos en los últimos años ha tenido una atención especial ya que es una importante fuente de contaminación no sólo del suelo sino también del agua y del aire, estos problema han obligado ha buscar sistemas de producción apegados lo más cercano posible a lo no-aplicación de agroquímicos, uno de esos sistemas es la agricultura orgánica, que en forma general, es una forma de producción en la cual no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Zamorano, 2005).

Se pueden considerar varios tipos de agricultura, en general, Gómez y Castañeda (2000) reconocen tres principales:

- Agricultura convencional. Basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos químicos sintéticos. Por consiguiente este tipo de agricultura se caracteriza por su alto nivel de contaminación ambiental y de la gran mayoría de los productos así obtenidos, lo cual, repercute en la salud de los consumidores.

- Agricultura sustentable. Es una combinación de métodos genéticos, agronómicos, biotecnológicos y químicos en un sistema de producción económica, misma que optimiza la calidad del producto y protege el medio ambiente y la salud humana.
- Agricultura Orgánica. Basada en el uso de productos naturales, no contaminantes, como los compost. Apoyándose en alternativas biológicas y culturales para el control de plagas y enfermedades. Teniendo como uno de los componentes principales la incorporación del nivel social, ya que un sistema orgánico, debe de considerar el bienestar económico y social de las personas involucradas en el proceso de producción.

Por otro lado, la tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, que según, Castilla (2001) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 tonha⁻¹año⁻¹, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que los producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales (Muñoz, 2003).

En la Comarca Lagunera se producen mensualmente alrededor de 49 mil toneladas de materia seca de estiércol de bovino (Luévano y Velásquez, 2001), por consiguiente una alternativa muy viable sería crear un sustrato a partir de estiércol composteado; el compost resultante se podría mezclar con medios inertes como arena o perlita, materiales también abundantes en la región, con el propósito de mejorar las características fisicoquímicas del sustrato.

Por otro lado para que un producto se venda como orgánico, debe ser certificado por empresas especializadas, en México se encuentran la *Quality Assurance internacional* (QAI) y la *Oregon Tilth Certified Organic* (OTCO), entre

otras, las cuales cobran aproximadamente 100 y 125 dólares la hectárea, cabe señalar que la certificación es anual (Gómez *et al.*, 1999).

2.7.1 La agricultura orgánica en el mundo

Actualmente se estima que existen alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos, de las cuales 18 millones se encuentran distribuidas en siete países: Australia cuenta con 10.5 mill; Argentina con 3.2 mill; Italia con 1.2 mill; Estados Unidos con 950 mil; Reino Unido con 679 mil; Uruguay con 678 mil y Alemania con 632 mil, hectáreas

En Latinoamérica, además de Argentina países líderes en superficies de manejo orgánico son Brasil y Chile con alrededor de 275 mil ha cada uno. En México, la agricultura orgánica ha seguido la tendencia la producción ha pasado de 25 mil a más de 220 mil hectáreas en los últimos de 10 años (Claridades Agropecuarias, 2005).

2.7.2 La agricultura orgánica en México

La agricultura orgánica ha llamado la atención no solo de los pequeños productores, sino también de medianos y grandes, quienes también buscan opciones que les permitan tener mejores ingresos (Gómez *et al.*, 1999).

Para el año 2000 se registró un total de 102,802 ha dedicadas a la producción orgánica. Los estados de Chiapas y Oaxaca son por mucho los estados que cuentan con la mayor superficie aportando el 43% y el 27% que abarcan el 70% del total nacional, le siguen en orden de importancia Michoacán, Chihuahua y Guerrero (Gómez *et al.*, 1999).

En la actualidad, la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica certificada, los rendimientos son bajos, debido a lo anterior, es conveniente, producir en invernadero, con rendimientos mucho más elevados, utilizando obviamente insumos orgánicos para el control de plagas y enfermedades para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, Diver *et al.* (1999) mencionan que la producción de tomate orgánico a campo abierto es de 32.12 tonha⁻¹

Los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos otros países son: la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción, la insuficiencia de capacitación e investigación (Gómez *et al.*, 1999).

2.7.3 La lombriz de la tierra

En Estados Unidos se ha estado trabajando desde hace 50 años con diferentes especies de lombrices siendo la lombriz roja de California, como en su dominación comercial, la que ofrece las mejores condiciones para la cría en cautiverio (García, 1996).

(García, 1996) Las razones por las que se utiliza la lombriz roja de California para la descomposición de diferentes materiales orgánicos son:

- Longevidad: viven aproximadamente 16 años
- Prolificidad: pueden llegar a producir bajo ciertas condiciones, hasta 1500 pequeñas lombrices por año.

- No se fuga del criadero

Por eso el uso de lombrices para la degradación y producción del abono orgánico se ha incrementado tanto en el ámbito de la investigación como en el comercial.

2.7.4 Importancia económica del vermicompost

La utilización de la lombriz para producir sustratos de alta calidad. Se debe a su bajo costo, además de que la población de la especie se duplica cada 3 meses, por lo que es posible recuperar el capital invertido, generando buenas utilidades en el área agrícola, ya que se ahorran fertilizantes sintéticos generando productos de calidad (Rink 1992).

2.7.5 Características del vermicompost

El vermicompost puede almacenarse por mucho tiempo, sin que se altere sus propiedades, manteniendo una humedad óptima del 40%.

El vermicompost es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos, en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide, lo cual le permite regular la dinámica de la nutrición vegetal del suelo. El proceso de descomposición puede ocurrir en forma natural requiriendo de varios días, en cambio con las lombrices sólo se

requiere varias horas, según el tiempo que las lombrices necesitan para digerir lo que comen (Rink, 1992)

Martínez (1997) señala que las características de calidad del vermiconpost son las siguientes:

- PH neutro en un rango de 6.7 a 7.3
- Contenidos de materia orgánica superiores a 28%

2.8 Labores culturales

2.8.1 Producción de plántula

Hoy en día, el alto costo de la semilla (hibrido) ha generalizado el uso de charolas germinadoras o macetillas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea cámaras de germinación o invernadero. El sustrato mas empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes (Castilla, 1999)

2.8.2 Trasplante

El trasplante debe realizarse con plantas de 10 a 15 cm de altura y de tres a 5 hojas verdaderas, eliminando aquéllas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del trasplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999)

Por otro lado es importante no demorar el trasplante cuando la planta ya está en su punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción (Castilla, 1999).

2.8.3 Poda de formación

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio a la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán tener mas de 2-3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarla.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero Anderlini (1996).

2.8.4 Tutorado

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y el control de las enfermedades (Howard, 1995) la planta se suspende mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo (Canovas, 1999)

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta de 1.8 a 2.4 m sobre el suelo (Castilla, 1999).

2.8.5 Desbrotado o destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgos es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Jonson y Rock, 1975).

2.8.6 Deshojado

Es recomendable eliminar tanto las hojas senescentes como las hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dichas hojas deben sacarse de inmediatamente del invernadero, eliminando así posible fuente de inóculo, las hojas se podan con tijeras, y sólo se quitan de dos a tres hojas, a fin de no afectar la planta y proteger el fruto del sol lo más posible y tener un buen crecimiento vegetativo y producción de fruto (Howard, 1995)

2.8.7 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realiza con el fin de homogenizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad; este trabajo debe realizarse tan

pronto como ha amarrado el número de frutos requeridos y antes de que comience a llenar los frutos indeseables (Howard, 1995)

2.8.8 Bajado de plantas

Johnson y Rock (1975) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre, a partir de ese momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo lo cual conlleva un costo adicional de mano de obra.
- Dejar que la planta crezca cayendo por su propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres de emparrillado

2.8.9 Fertirrigación

Se entiende por fertirrigación la aplicación de sustancias nutritivas necesarias por las especies vegetales en el agua de riego, aplicándolos en la cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas, según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el medio de crecimiento (Navarro, 2002).

En la fertirrigación la frecuencia de los ciclos de riego está en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero la alta intensidad lumínica acompañada

de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción de agua aumenta significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos de riego tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que provoquen un estrés hídrico con lamentables consecuencias (Lomeli, 1999).

El valor del pH de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, más concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de pH comprendida entre 6 y 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles en el cultivo. En aguas carbonatadas los valores de pH están por encima de 7 y en estos casos es necesario neutralizar los carbonatos, añadiendo ácidos comerciales, generalmente ácido fosfórico. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor de pH puede quedarse demasiado ácido y en este otro caso habrá que añadir algún producto alcalinizante como hidróxido de potasio. El valor óptimo de pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución del lixiviado no mas de 8.5 el pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección del ácido (Lomeli, 1999).

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de tres a cinco veces por día, según el tipo de sustrato, en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego irá en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzarán el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo (Zaidan y Avidan, 1997)

Lupin *et al.*, (1996) señalan que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fosfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por eso conviene agregar primero el ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la dilución de los fertilizantes agregados.

Cuadro 2.1 concentración de elementos nutritivos (ppm) en el agua de riego (goteo) por planta (Zaidan y Avidan, 1997)

Estado de la planta	Elementos nutritivos (mg L ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100-120	40-50	150-160	100-120	40-50
Floración y cuajado	150-180	40-50	200-220	100-120	40-50
Inicio de maduración y cosecha	180-200	40-50	230-250	100-120	40-50

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores (Zaidan y Avidan, 1997).

El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical ya que la pudrición distal del fruto de tomate es un desorden fisiológico que ocurre tanto en invernadero como en campo. Por otra parte la acidez y la salinidad del suelo reducen la absorción del calcio. Un aumento de la intensidad de luz, temperatura y movimiento de aire junto a una reducción de humedad relativa, aumenta la transpiración, desviándose más calcio hacia las hojas. En condiciones de invernadero, un aumento en la intensidad de luz y en la concentración acelera la acumulación de materia seca en el fruto. Mientras que una mayor temperatura del aire aumenta la velocidad de crecimiento, incrementando su demanda de calcio, así la pudrición apical es inducida cuando hay un cambio brusco, desde días nublados a muy luminosos o también por condiciones prolongadas en un ambiente seco y caluroso (Cruz, 1997).

Bajo condiciones de altas deficiencias de calcio se ha encontrado que los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes, reduciéndose la altura de la planta hasta un 67% (Cruz, 1997).

Los fertilizantes de uso mas extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato de calcio, nitrato de potasio, nitrato amónico, fosfato monopotásico,

fosfato monoamónico, sulfato potásico sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva (Zaidan y Avidan, 1997).

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Ejemplo de fertilizantes altamente solubles apropiados para el uso de fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio etc. En sistemas intensivos como invernaderos la solución debe incluir calcio, magnesio y microelementos (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe de suministrarse como quelato porque las sales de hierro, como por ejemplo, sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente (Imas, 1999)

Magan (2002) menciona que para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptimas los siguientes elementos: aireación agua solutos temperatura.

Así, los sistemas con sustratos dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire/agua, (Magan, 2002)

En condiciones salinas se debe prestar especial cuidado en aplicar agua en exceso para lavar las sales por debajo de la zona radical, siendo el requerimiento de lixiviado mucho mas alto que en condiciones no salinas (Rhoades y Loveday, 1990)

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de elementos nutritivos existentes en estos sistemas con sustratos (arena, perlita etc.) hacen que estos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego (Asaf, 1990).

Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de elementos nutritivos debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y

microelementos) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua y del drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo del cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el periodo de recolección. En la práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de elementos nutritivos a aplicarse, con sus respectivas relaciones, por ejemplo, en tomate se considera cuatro etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1^{ra} cosecha y 1^{ra} cosecha- fin. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Zaidan y Avidan, 1997).

2.8.10 Polinización

Rodríguez *et al.*, (1997) mencionan que los factores que influyen en el problema de polinización del tomate bajo invernadero son los siguientes: la calidad de la flor, la iluminación, humedad relativa y temperatura.

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Esto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico.

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas

unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11.00 y 15:0 pm en días soleados, para obtener los mejores resultados. La investigación ha demostrado que la humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización. La temperatura no debe bajar de 15 °C durante la noche, ni exceder los 29 °C durante el día.

2.9 Requerimientos nutricionales del cultivo del tomate

Los elementos nutritivos de las plantas han concentrado el interés de los investigadores desde los comienzos del siglo XIX, cuando se determinó por primera vez, que el suelo aporta determinados elementos requeridos para el desarrollo vegetal. Los elementos que se requieren en cantidades relativamente grandes, son conocidos como macro elementos dentro de los cuales se encuentra el Nitrógeno, Fosforo, Potasio (Felipe y Cassanova, 1999).

2.9.1 Nitrógeno

El nitrógeno es un componente vital tanto en el protoplasma, como en las moléculas clorofílicas y los aminoácidos de los cuales se derivan las proteínas, el crecimiento de los cultivos se reducen drásticamente si no se encuentran las cantidades adecuadas de nitrógeno que las plantas requieren (Felipe y Cassanova, 1999).

El nitrógeno interviene en la producción de clorofila; éste permite que las plantas realicen de la mejor manera la fotosíntesis que elabora proteínas, hormonas vitaminas y enzimas (Felipe y Cassanova, 1999).

Las deficiencias más frecuentes por falta de nitrógeno en la planta son: atrofiamiento en el crecimiento de la planta y la coloración de las hojas va de un verde pálido a amarillo, las mas afectadas son las hojas viejas ya que el nitrógeno es extraído de las hojas viejas para trasladarlo a las hojas jóvenes (Felipe y Cassanova, 1999).

Cuando hay un exceso de nitrógeno las características más comunes son: el retraso o la ausencia de floración o fructificación, el follaje adquiere un color verde muy oscuro, debilidad de los tejidos y un crecimiento vegetativo suculento (Felipe y Cassanova, 1999).

2.9.2. Fósforo

El fósforo se encuentra presente durante todo el ciclo del cultivo, ya que este interviene en el crecimiento, formación de semillas, en la fotosíntesis, formación temprana de raíces e incrementa la eficiencia en el uso del agua. Este elemento permite que las flores se transformen en frutos. También se tiene conocimiento que la mayor parte de los cultivos requieren elevadas cantidades de fósforo al comienzo del crecimiento y en las fases de frotación y de floración. Las plantas toman el fosforo en forma de anión fosfato. Las plantas que crecen en arena y perlita toleran altos niveles de fósforo en la solución nutritiva (Felipe y Cassanova, 1999).

2.9.3 Potasio

Este elemento no forma parte de los constituyentes importantes de las plantas, tales como proteínas, clorofila, grasa y carbohidratos. Este elemento proporciona mayor vigor y resistencia a las enfermedades, regula las condiciones de agua dentro de la célula

de planta y las pérdidas de agua por transpiración; actúa como acelerador de la acción de las enzimas (Felipe y Cassanova, 1999).

2.10 Índice de cosecha y recolección

La recolección es una operación cultural de mayor importancia porque, por un lado su costo es muy elevado y por otro tiene una influencia considerable sobre la calidad del producto que se presenta a la industria y al consumidor (Rodríguez, 1997)

2.10.1 Calidad del fruto

Arias y Burgues citado por Pérez (2003) dicen que el tomate, debe estar suficientemente maduro, firme compacto y sin indicios de maduración excesiva. También debe ser sano, libre de microorganismos, enfermedades o insectos que causen daño. No debe presentar grietas, cicatrices, rajaduras, ni quemaduras. Debe estar limpio, libre de residuos de productos químicos y debe responder a las indicaciones de calidad.

La calidad del fruto está principalmente relacionada con su olor, forma, tamaño, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Castilla, 2001) dentro de las características que deben presentar el fruto se encuentra:

- Forma (redondo, en forma de globo, globo aplanado u ovalado)
- Color. Color uniforme (de naranja-rojo –rojo-naranja a rojo profundo; amarillo ligero)
- Apariencia. Lisa, ausencia de grietas, quemaduras o daños por insectos.
- Firmeza. Que sea firme al tacto. Que no este suave y que no se deforme fácilmente.

2.10.2 Sólidos solubles

Se le llama grado brix, a las sustancias solubles en agua, que reflejan la cantidad de sólidos totales que contiene los fruto en porcentaje. A mayor valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 es considerado como bueno. Además se ha encontrado una relación directa entre sólidos solubles y firmeza del fruto; a mayor concentración de sólidos, mayor firmeza de los frutos (Osuna, 1983)

En manejo de cultivo intensivo con suelo, hace referencia a lo siguiente: el contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate. Valores de pH inferiores a 4.4 y contenido de azúcares de 4 a 4.5% son necesarios para un buen sabor. En condiciones de baja radiación y temperatura, como ocurre en el cultivo protegido resulta difícil alcanzar esos niveles de azúcar requeridos para el buen sabor (Castilla, 2001).

Por otra parte Cuartero *et al.*, (1999) indican que la salinidad afectan el sabor de los frutos al influir en la concentración de azucares y ácidos.

2.11 Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero

Fonseca (2000) menciona que para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15kg/m². De acuerdo a Cotter y Gómez (1981) para que una producción se considere exitosa se debe producir bajo invernadero al menos 200ton/ha/año.

Tuzel y Yagmar (2003) mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a 90 t ha⁻¹en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 t ha⁻¹.

Tuzel *et al.* 2004 evaluando el rendimiento y calidad del tomate en invernadero con sustrato arena y fertilizando con diferentes cantidades de nitrógeno reporta un rendimiento de 16.2 kg/m²

Cuiris (2005) evaluando tomate de hábito indeterminado en invernadero reporta rendimientos de 5.2 a 4.4 kg/planta.

Ben-Oliel *et al.* (2003) evaluando dosis de nitrato y amonio en rendimiento y calidad del fruto de tomate desarrollados en invernadero reportan rendimientos por planta de 6.1 a 6.8 kg.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero, sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta rendimiento de 137.7ton/ha

Motis *et al.* (1998) reportan que el peso promedio de los frutos del tomate de hábito indeterminado es de 82.50 a 139.38 grs/fruto.

Chávez (2004) evaluando tomate en invernadero reportó una media de 6.0 cm para el diámetro polar.

López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad arrojando para el espesor de pulpa una media de 3.7 lóculos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y tipo de invernadero

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), ubicada en Periférico y Carretera Santa Fe, Torreón Coahuila en el período marzo- agosto 2007 en un invernadero de dos aguas

compuesto por cubierta de plástico (polietileno). Para la ventilación cuenta con cortinas cenitales y aire pero no automatizado, cuenta con piso de cemento y un drenaje bien acondicionado.

3.2 Ubicación

La UAAAN-UL se ubica en las coordenadas geográficas de $103^{\circ} 25' 57''$ de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 31' 11''$ de latitud norte, con una altura de 1123 msnm (CNA, 2002)

3.3 Clima

Palacios (1990) define el clima de la región, según el sistema de Koeppen como (BWhw), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C , presentando su nivel mas bajo en enero y su valor más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, la cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes mas lluvioso tiene una acumulación del 36.6 mm. En cuanto al mes seco sólo alcanza 15 mm; la humedad varia en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1% en otoño de 49.3% y en invierno de un 43.1 % (CENID- PASPA, 2000)

3.4 Genotipos

Los materiales evaluados fueron dos tratamientos, fertilización inorgánica contra fertilización orgánica, con un híbrido llamado Loreto que es un saladette indeterminado, los frutos son de excelente pared y firmeza, de color rojo muy atractivo.

3.5 Siembra

La Siembra se realizó el 20 marzo 2007 en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando como sustrato el Peat Most, y el trasplante se realizó el 20 abril 2007. Se utilizaron macetas de 10 kg rellenas con un sustrato llamado perlita, se instalaron a doble hilera con un arreglo a tresbolillo espaciadas a 40 cm entre plantas y 90 cm entre pasillos.

3.6 Diseño experimental

Se manejaron dos tratamientos arreglados en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fueron 10 plantas por repetición, la superficie sembrada fue de 200 m² aproximadamente.

3.7 Manejo del cultivo

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brote axilares, esta práctica se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se tutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos tocaran el suelo.

3.8 Riegos

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 0.5 a 2.0 litros por planta dependiendo de la etapa fenológica. El sistema de riego fue por goteo se regó 4 veces al día, con una duración por riego de 3 minutos, el primer riego se practicaba a las 9 am, 11 am, 1 pm y 3 pm

3.9 Fertilización

Cuadro 3.1 fertilización inorgánica semanal en el cultivo del tomate

Fertilizantes	Primer racimo	Segundo racimo	Tercer racimo
	Dosis	Dosis	Dosis
Nitrato de calcio	95 grs	114 grs	118 grs
Nitrato de potasio	60 ml	81grs	95 grs
Acido fosfórico	20 ml	14 ml	20 ml
Fertilizantes foliares			
Urea foliar	4g.L ⁻¹ de agua	4g.L ⁻¹ de agua	4g.L ⁻¹ de agua
Poliquel de calcio	150mL15L ⁻¹ de agua	150mL15L ⁻¹ de Agua	150mL15L ⁻¹ de agua
Maxiquel	4 g. L ⁻¹ de agua	4 g. L ⁻¹ de agua	4 g. L ⁻¹ de agua
Biosime	1mL.L ⁻¹ de agua	1mL.L ⁻¹ de agua	1mL.L ⁻¹ de agua

Cuadro 3.2 Fertilización orgánica semanal en el cultivo del tomate

Litros de lixiviado en 1000 litros de agua	Al racimo	1 ^a Al racimo	2 ^a Al racimo	3 ^a
	20	22.5	25	

3.10 Poda

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares (para ambos tratamientos) cuando éstos tenían de 3 a 5 cm. Durante la fructificación en el punto

rosado de los primeros frutos se procedió a deshojar, eliminando las que quedaban por debajo del racimo, con la finalidad de tener mejor aireación y mejor captación de luz. La poda apical se realizó al décimo racimo cuando la planta tenía 2 m de altura.

3.11 Tutorado

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos tocaran el suelo.

3.12 Polinización

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización manipulándola con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3-5 segundos, esto se hacía cada tercer día con la finalidad de disminuir el aborto y deformaciones de frutos.

3.13 Control de plagas enfermedades

Después de la segunda semana que se realizó la plantación se le aplicó Confidor (Imidacloprid) en dosis de 2 mL por cada litro de agua cada dos semanas para la protección de la planta del ataque de insectos transmisores de virus principalmente mosquita blanca y el pulgón, este producto fue aplicado con una mochila de aspersión para cubrir todo el follaje, también después de una semana se aplicaron fungicidas preventivos como Cupertron en una dosis de 100ml/15 lts de agua cada dos semanas.

Para tener un eficiente control de los ácaros se aplicó el Agrimec (Abamectina) con dosis de 20 mL en 20 L de agua, sólo se practicó una aplicación de este producto.

3.14 Cosecha

La cosecha se realizó, dos veces por semana, cortando el fruto desde verde maduro hasta rojo para tomar rendimiento y para los valores de calidad se cortaron los frutos en rojo.

3.15 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron rendimiento para ambos tratamientos y calidad de fruto (peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, espesor de pulpa, número de lóculo, color exterior e interior, empleando para ello vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres.

3.16 Análisis estadísticos

Se realizó una análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de

varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1997).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

4.1.1 Rendimiento por planta

Para la variable rendimiento por planta en kilogramo el análisis de varianza arrojó diferencias estadísticas significativas indicando que el mejor tratamiento fue el inorgánico superando en un 55.7 % al tratamiento orgánico.

Coincidiendo con los resultados citados por Cuiris (2005) quien reportó un rendimiento de 5.2 a 4.4 kgplanta⁻¹, y por el otro lado el tratamiento orgánico no coincide con los resultados de Cuiris (2005) ya que éste arroja una media de 2.2 kgplanta⁻¹.

Pero los resultados obtenidos por Ben-Oliel *et al.* (2003) superan a los dos tratamientos del presente trabajo ya que ellos reportan un rendimiento promedio de 6.1 a 6.8 kgplanta⁻¹

4.1.2 Rendimiento por metro cuadrado

Para la variable rendimiento en kilogramos por metro cuadrado el coeficiente de variación fue 2.56% con una media para el tratamiento inorgánico de 13.97 kg.m⁻² y para el tratamiento orgánico fue de 6.18 kg.m⁻² mostrándose así diferencia estadística significativa entre tratamientos.

El tratamiento inorgánico superó en un 55.7% al tratamiento orgánico.

Los resultados obtenidos no coinciden con lo citado por Fonseca (2000) ya que el menciona que para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15kg.m⁻².

4.1.3 Rendimiento tonelada por hectárea

Para la variable rendimiento toneladas por hectárea el análisis estadístico arroja diferencia significativa para ambos tratamientos con una media de 138.23 ton/ha para el inorgánico y 61.32 tonha⁻¹ para el orgánico con un coeficiente de variación de 2.89%. Siendo el mejor el tratamiento el inorgánico con un 55.88% por encima del orgánico (cuadro 4.1)

De los resultados obtenidos en la presente investigación sólo el tratamiento inorgánico supera a los resultados citados por Aguilar (2002) quien reporta un rendimiento de 137.7tonha⁻¹, pero el tratamiento orgánico es inferior a los citados por el mismo autor

Cuadro. 4.1 Rendimiento en kg.planta⁻¹, kg.m⁻² y ton.ha⁻¹ de Tomate con

Fertilización Inorgánica contra Fertilización Orgánico bajo Condiciones de Invernadero

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO		
	KG.PLANTA ⁻¹	KG.M ⁻²	TO.HA ⁻¹
INORGÁNICO	4.99 A	13.97 A	138.23 A
ORGÁNICO	2.21B	6.18 B	61.32 B
SIGNIFICANCIA	*	*	*
C.V	2.55%	2.56%	2.89%

*diferentes letras en la misma columna son significativas con la comparación de medias DMS al 5% de probabilidad.

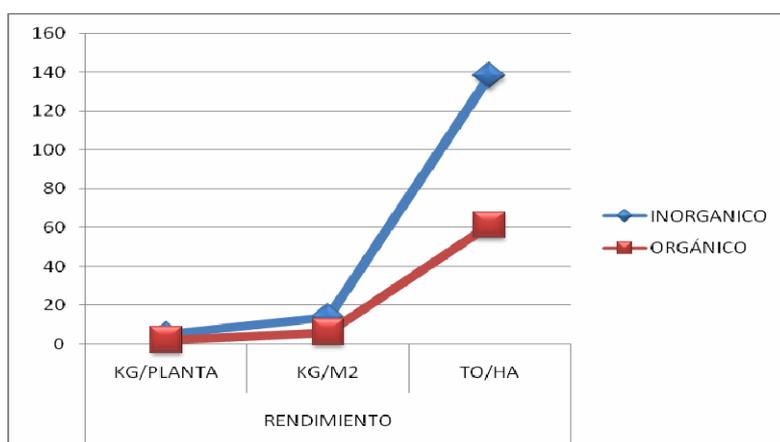


Figura 4.1 comportamiento del rendimiento entre fertilización inorgánica y orgánica

4.2 calidad del fruto

4.2.1 Peso de fruto

Para la variable peso de fruto el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, mostrando un peso promedio de 100.7 g para el tratamiento inorgánico y 70.0 g para el orgánico con un coeficiente de variación de 9.86%.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, solo el tratamiento inorgánico coincide con lo citado por Motis *et al.* (1998) ya que ellos reportan que el peso promedio de los frutos del tomate de hábito indeterminado es de 82.5 a 139.3 g.fruto⁻¹. Por el otro

lado el tratamiento orgánico arroja una media de 70 g.fruto⁻¹ peso inferior a lo citado por Motis *et al.* (1998).

4.2.2 Diámetro polar.

Para la variable diámetro polar se encontró diferencia altamente significativa entre ambos tratamientos mostrando una media de 6.19 cm el tratamiento de fertilización inorgánica y el orgánico con una media de 5.7 cm

La comparación de medias refleja que el mejor tratamiento fue el de la fertilización inorgánica con un 8.08% sobre el orgánico (cuadro 4.2)

De los resultados obtenidos para esta variable solo el tratamiento inorgánico supera a los obtenidos por Chávez (2004) ya que éste reportó una media de 6.0 cm.

4.2.3 Diámetro ecuatorial.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para ambos tratamientos con una media de 5.3 cm para el tratamiento inorgánico y 4.7 cm para el orgánico.

La comparación de medias muestra que el mejor tratamiento fue el de la fertilización inorgánica superando en un 12.3% al tratamiento orgánico (cuadro 4.2)

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sólo la fertilización inorgánica logra superar a los obtenidos por Hernández (2004) quien evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reportó una media de 4.8 cm, pero la fertilización orgánica es claramente superado por los resultados de Hernández.

Cuadro.4.2 Comparación de medias para la calidad de tomate fertilización Inorgánica contra Orgánica bajo condiciones de invernadero En el ciclo primavera-verano del 2007 en la UAAAN-UL.

TRATAMIENTO	Peso de Fruto (g)	Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)
INORGÁNICO	100.70 A	6.19 A	5.31 A
ORGÁNICO	70.09 B	5.69 B	4.65 B
SIGNIFICANCIA	*	*	*
C.V	9.86%	4.44%	4.68%

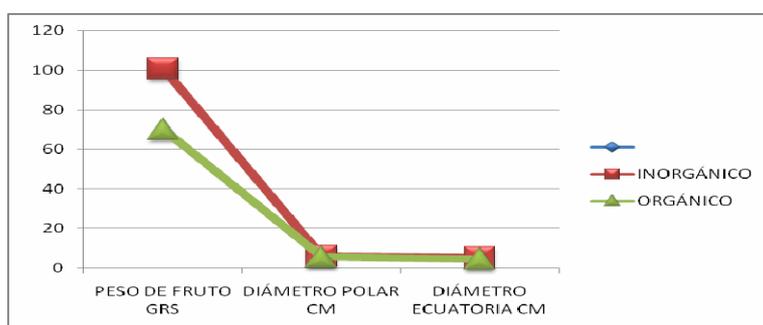


Figura 4.2 diferencia en peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial entre tratamiento inorgánico y orgánico

4.2.4 Espesor de pulpa

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos, obteniéndose una media de 0.84 cm, para la fertilización inorgánica y una media de 0.67cm para la fertilización orgánica. Por lo tanto el tratamiento inorgánico supera en un 20.2% al tratamiento orgánico (cuadro 4.3)

Los resultados de la fertilización orgánica no coinciden con los de Hernández (2004) quien reporta una media de 0.79 cm, obteniendo mayor espesor la fertilización inorgánica la cual supera a lo citado por Hernández.

4.2.5 Sólidos solubles

El análisis de varianza para esta variable no arrojó diferencia significativa entre tratamientos

Los resultados si cumplen con la norma citada por Castilla (2001) quien afirma que el tomate para que tenga un buen sabor, el contenido de sólidos solubles debe alcanzar un nivel de 4 a 4.5% por lo tanto los dos tratamientos si alcanzan ese nivel de calidad el inorgánico con una media 4.63% y el orgánico con 4.56 %.

4.2.6 Número de lóculos.

El análisis de varianza encontró diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, presentando una media de de 2.3 lóculos para la fertilización inorgánica y 2.1 lóculos para la fertilización orgánica. Por lo tanto el tratamiento inorgánico supero en un 5.35% al tratamiento orgánico.

Los resultados obtenidos en la presente investigación no pudieron superar a los resultados encontrados por López (2003) quien evaluando híbridos de tomate en invernadero con solución nutritiva reporta para esta variable una media de 3.7 lóculos.

Cuadro 4.3. Comparación de medias para la calidad de tomate en invernadero con fertilización inorgánica contra orgánica bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2007 en la UAAAN-UL.

TRATAMIENTO	Espesor de Pulpa cm	Sólidos solubles	Numero de Lóculos
INORGÁNICO	0.84 A	4.63 A	2.25 A
ORGÁNICO	0.67 B	4.56 A	2.13 B
SIGNIFICANCIA	*		*
C.V.	7.53%	8.58%	7.48%

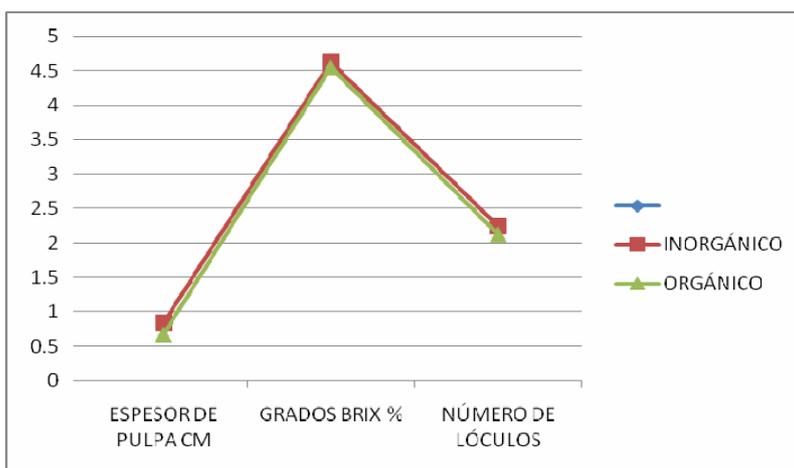


Figura 4.3 comportamiento de la fertilización inorgánica contra la orgánica

V. CONCLUSIONES

La fertilización inorgánica fue la que mostró mejor rendimiento tanto en kilogramos por planta, kilogramos por metro cuadrado y toneladas por hectárea que la fertilización orgánica

En cuanto a la calidad el tratamiento inorgánico fue superior en, peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa y número de lóculos que el tratamiento orgánico, solo en sólidos solubles fue estadísticamente similar.

Por lo tanto podemos afirmar que se pudo comprobar que el tomate sin suelo en invernadero con fertilización inorgánica, sus niveles de calidad y rendimiento son superiores a los de la fertilización orgánica.

Pero en cuanto a la relación beneficio costo si es sustentable la fertilización orgánica

VI LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero tesis. Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila México
- Alpi, A y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero 3ª ed. Ediciones Mundi, Prensa Madrid. México pp. 76-77
- Anderlini, R. 1996. El cultivo del tomate. 3ª ed. Ediciones Mundi-prensa, p 107, p 109.
- Asaf, A. 1990. Fertigation in greenhouses on sand dunes. Proceedings 5th International Conference on Irrigation, Tel Aviv, Israel. Pp 79-87.
- Belda, J. E, y J. Lastre 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de tomate bajo abrigo: resumen de aspectos importantes. Pp 1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almaria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía
- Ben-Oliel, G., S. Kant. M. Nain. H. D. Raowitch. G. R. Takeoka. R. G. Buttery and U. Kafkafil. 2003. Effects of ammonium to nitrate ratio and salinity on yield and fruit quality of large and small tomato fruit hybrids.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate de invernadero. en: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z; Muñoz, R. J.J. Celaya, Guanajuato, México. Pp 147-174.
- Bouzo, C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad nacional de litoral. Facultad Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104, en: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de Técnicas Modernas de Producción de Tomate, Papa y otras solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Calvert, A. 1973. Environmental responses. In: (Ed) "Kingham, H. G. *The U.K. Tomato manual*. Grower books, London"; 23-24.
- Cánovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos comunes y diferencia de los cultivos con y sin suelo. FIAPA. Almaria, España. Pp. 29-42.
- Carvajal, M. A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders plant Growth Regulation pp. 37-47.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. 3ª Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; In: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa México pp : 191-211.

- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 191-225
- Cuiris, P. H. 2005. Rendimiento de tres variedades de jitomate En: IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas Memorias de Artículos en resumen. Chihuahua Chihuahua, México 27 al 29 de sep del 2005.
- Claridades agropecuarias. 2005. La agricultura orgánica en el mundo pp 4-5.
- Cruz, A. M. 1997. La Producción Distal del fruto de tomate tierra adentro hortalizas 1997. INIA Quilamapu Pp 22-25
- Cuartero, J; Báugena, M. 1999. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196-211. Cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Chamarro. L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: (Ed). F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México pp. 43-87.
- Chavez, C. J. J. 2004. Efectos de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis licenciatura. UAAAN-UL
- Diver, S., Kuepper, G. and Born, H. 1999. Organic tomato production. National center for appropriate technology. ATTRA publication #ct073/149. UNIVERSITY of Arkansas. Fayetteville. Ar.
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: (Ed). F. Nuez El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión pp. 13-23.
- Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura; CIA: Editorial Continental S.A de C.V; Sexta reimpresión; México D. F.
- Felipe, E. F.; E. Cassanova, O. 1999. Evaluación de la hoja número 3 como muestra representativa para el análisis Nitrógeno, Fósforo y Potasio en tomate. Venezuela.
- Fernández, R. E. J, Camacho, F.F. y Ricardez, S. M. 2004. Tomates, producción y comercio, Edición de Horticultura, Barcelona, España. P 35.
- Francescangeli, N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos Aires, Argentina.
- García, P. R. E. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. In: agricultura orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F.J.F. Universidad Autónoma Chapingo.
- Garza, L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de fitotecnia, UACH. México.

- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. Mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII congreso de horticultura, 25 al 30 de 1999, Manzanillo Col.
- Gómez, A., R. y R. Castañeda C. 2000. Tecnologías de producción orgánica en las condiciones del trópico. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur/Unidad Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Howard, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163-171.
- Hernández, C. A. 2004, Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL. Torreón Coahuila. México
- Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistema frutihortícolas. Pp
- Johnson, H. Jr. y C. R. Rock. 1975. Extension Vegetal Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Lomeli, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponia, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlán Jalisco, México.
- López, J. M. Dorais, N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Luévano, G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso pp 306- 320.
- Lupin, M. Magen y Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertilizer News, the fertilizer association of India (FAI). 41:69-72.
- Magan, C. J. J. 2002. Sistema de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural Almería. pp 173-205.
- Martinez, C. C. 1997. Martínez C., C. 2001. La Lombricultura, una Alternativa Viable en la Agricultura Sustentable. CONACYT 5265-N9 407. Área de Microbiología, PROEDAF-YNR, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo de México. Pp 3-4
- Motis, J. T., Klemble, J. M. Dangler, and J. E. Brow. 1998. Tomato Fruit Yield Response to Nitrogen Source and Percentage of Drip-or Band-Applied Nitrogen Associated with Leaf Potassium Concentration. Journal of Plant Nutrition pp 1103-1112.

- Muñoz R. J. de J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. Manual de Producción Hortícola en Invernadero INCAPA. México pp 229-230.
- Navarro G. M. 2002. Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. In: memorias del segundo simposio nacional de horticultura. Saltillo Coahuila México 7-11 de octubre.
- Navejas J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRCO. Desplegable técnica No 5
- Nuez, V. F. 2001. desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. In: (Ed) F. Nuez. El cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Osuna, G. A. 1983. Resultado de investigación de tomate para uso industrial en el edo de Morelos, 1980-1982., SARH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Palacios, G. M. de la L. 1990. "Efectos del Regulador Biozime en tomate en la Comarca Lagunera". Torreón Coah. Pág. 14.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª Edición. Editorial Mundi- Prensa. España.
- Rink, R. 1992. On-farm cosposting handbook. Northeast regional agricultural Engineering Service. Cooperative Extencion. New York, p.186.
- Rodriguez S. F. 1997. Fertilizantes nutrición vegetal A.G.T. editor S.A. pp 33,34.
- Rodríguez, M. R. y Jiménez, D. F. 2002. Manejo de invernadero. In: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp 58-65.
- Rhoades, J.D. y J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agricultura. In: irrigation of.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel p 143.
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En impresión pp 45.
- SAS. 1997. El paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N:C: United States of America
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivos de hortalizas en invernadero. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S. A. Barcelona, España.
- Tiscornia, J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- Tuzel, Y., I. H.; Gul, A., R. Z., and Akat, O. 2004. Comparison of open and closed systems on yield and quality of greenhouse grown tomatoes. Acta Horticulture, no 579: 589-590,2002.
- Valadez, L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. pp. 189-222.
- Van de Vooren, J. G., W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. In: (Ed) Atherthon J. G. Rudich, J. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623).
- Zaidan, O. y A. Avidan, 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

Zamorano, U. J. 2005. Evolución y perspectiva de la agricultura orgánica en México. Claridades agropecuarias pp 3-4.