

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE CON APLICACIÓN DE COMPOSTA Y RIEGO POR
CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Por

OSMAR ESPINOSA PALOMEQUE

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE CON APLICACIÓN DE COMPOSTA Y RIEGO POR
CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA.

Por

OSMAR ESPINOSA PALOMEQUE

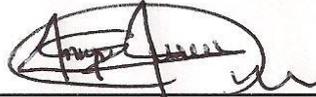
TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito parcial
para obtener el Título de

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor
principal:



DR. JESUS VASQUEZ ARROYO

Asesor :



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

Asesor :



M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMAN CEDILLO

Asesor:



DR. ALFREDO OGAZ



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



Coordinación de la División de
Carreras Agrícolas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

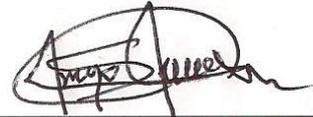
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. OSMAR ESPINOSA PALOMEQUE QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGROECOLOGIA

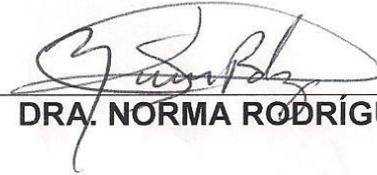
APROBADA POR:

PRESIDENTE



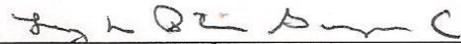
DR. JESUS VASQUEZ ARROYO

VOCAL



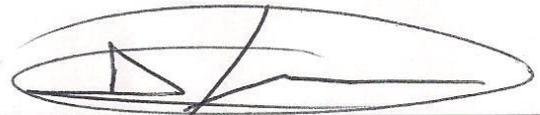
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL



M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMAN
CEDILLO

VOCAL SUPLENTE



DR. ALGREDO OGAZ



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



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** padre celestial que has sido mi fuente de energía y felicidad y que me has estado conmigo en las buenas y en las malas. Te doy gracias por guiarme en el camino correcto todo este tiempo y que siempre estas a mi lado en todo este periodo de mi corta vida.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme abierto sus puertas para seguir creciendo como profesionista dando lo mejor de mí en cada clase que lleve en tus aulas y así fui creciendo como mejor persona.

Al **DR. Jesús Vásquez Arroyo**, por apoyarme en todo momento con mis clases siendo un gran profesor y una persona muy honesta que siempre nos brindó su apoyo moral y mucho más en la elaboración de mi investigación de tesis.

A la **DRA. Norma Rodríguez Limas**, por su apoyo incondicional en la preparación de este trabajo, teniéndome paciencia en cada momento de dudas y que problemas a los procedimientos para la elaboración de esta misma.

A la **M.C. Luz Maria Patricia Guzmán Cedillo** por regalarme su tiempo y su dedicación en la preparación de este trabajo.

A la **DR. Alfredo Ogaz** por regalarme su tiempo, su dedicación en la preparación de este trabajo

Agradezco al **M.C Bogart Huerta Salas** por haberme apoyado en mi proyecto de investigación.

A todos mis **maestros del departamento y a los que pertenecen a la academia de agroecología** por brindarme su apoyo incondicional dentro y fuera de la universidad.

A todos mis cuates de mi generación 2007-2011 que siempre estuvimos juntos tanto en las buenas y en las malas, gracias Blanca, Marichuy, Cristina, Elsi, Isiquia, Dalia, Noemí, Nuria, Pedro, Carlos, Fernando, José Miguel, Elieber, Darío, Diego, Flavio, Agustín y Ana, siempre los recordare y los llevare en mi corazón.

Les agradezco a todos los amigos que realice en la universidad de otras carreras por compartir su tiempo y espacio conmigo

DEDICATORIA

A mis **padres**, por darme la vida, la confianza, el apoyo incondicional y tanto la educación y lo más importante el amor que siempre me brindaron en todo este tiempo.

A mi padre, **Amador Espinosa Soto**, por todas sus enseñanzas y por su sacrificio que hizo para sacarnos adelante con nuestros estudios al haberse ido a otro país para apoyarnos económicamente, y por confiar en mí en cada momento de mi vida.

A mi madre, **Jesus Palomeque Rivera**, por darme principalmente la vida, así como el amor incondicional así también que siempre me tuvo paciencia y dándome consejo cuando me equivocaba en mi crecimiento como persona, te agradezco porque siempre estuviste con nosotros tanto en nuestras alegrías y nuestras tristezas, madre te mereces todo mis respetos, sé que en a veces he fallado como hijo pero siempre nos corregías y guiabas por el buen camino.

A mi abuela querida **Bertha Rivera Gómez** por haberme ayudado todo este tiempo, brindándonos su cariño, su hogar , su comprensión cuando las cosas iban mal.

A mis **hermanos**

Porque siempre estuvimos juntos, nos apoyábamos en las buenas en las malas, porque siempre me admiraron para seguir mis pasos y así yo me esforzaba por dar lo mejor de mí y seguir dando un buen ejemplo gracias hermanos: **Ismael, Bernardo y Bertha**

Así también a mi novia **Azucena Rodríguez Castillo** por estar conmigo todo este tiempo, por amarme y darme su cariño incondicional, gracias por todo.

RESUMEN

La producción ecológica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas, fertilizantes de síntesis química y de calidad nutricional. La producción de tomate roma con riego por cintilla en campo y con una fertilización de compost permite que las plantas obtengan mejor desarrollo e incrementando su rendimiento. El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación de compost en dos genotipos de tomate con espaldera en campo. El experimento fue conducido en la UAAAN Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, durante el ciclo de primavera-verano en 2011. Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, donde el factor A, lo representan el compost y la fertilización química sintética y los genotipo como factor B (Kikapoo y Rafaello). La siembra se realizó el 14 de marzo, en charolas germinadoras de 200 celdillas, con Peat Most como sustrato, el trasplante se realizó el 23 de abril a cama de 1.40 x 10 m. Las variables evaluadas fueron: rendimiento y calidad: peso de fruto, diámetro polar, ecuatorial (mm), tamaño de pulpa (mm), °Brix, y número de lóculos. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamiento para el rendimiento. El tratamiento con compost presentó el mejor promedio (28.6 Mg ha⁻¹). Se encontraron diferencia estadísticas significativa en diámetro polar y °Brix para genotipos, el resto de las variables de calidad no presento diferencia significativas. El tratamiento con compost, presentó un mejor rendimiento y buena calidad del tomate bajo las condiciones experimentales llevadas a cabo.

Palabras Claves: *Lycopersicon esculentum* Mil. Compost, Calidad de Fruto, Genotipo, Riego.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	x
CAPÍTULO I	
INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Metas	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del tomate	3
2.1.1 Origen del tomate, clasificación taxonómica y morfología	3
2.1.2. Generalidades del cultivo	9
2.1.2.1. Exigencias de clima del cultivo del tomate	9
2.2 Labores culturales	11
2.2.1. Aporcado y rehundido.	11
2.2.2. Tutorado	12
2.2.3. Poda de formación	13
2.2.4. Poda de brotes axilares o destallados.....	13
2.2.5. Poda de hojas o deshojado.....	13
	v

2.2.6. Poda de brote apical.	14
2.2.7. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.	14
2.3. Índice de cosecha y calidad.	15
2.3.1. Generalidades.	15
2.3.2. Calidad del fruto.	16
2.3.3. Grados Brix (°Brix).	17
2.4. Fertilización y fertirrigación.	17
2.5. Fertilización ecológica.	19
2.5.1. Importancia de los fertilizantes ecológicos.	20
2.5.2. Propiedades de los fertilizantes ecológicos.	22
2.5.2.1. Propiedades físicas.	22
2.5.2.2. Propiedades químicas.	22
2.5.2.3. Propiedades biológicas.	22
2.5.3. Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo.	23
2.6. Formas de fertilizar ecológicamente.	24
2.6.1. Compostas.	24
2.6.1.1. Condiciones ideales del compostaje.	27
2.6.2. Mineralización.	27
2.7. Abonos ecológicos.	28
2.7.1. Justificación de uso.	28
2.7.2. Usos.	28
2.7.3. Compost.	29
2.7.4. Nutrientes en la compost.	32
2.7.5. Relación Compost – Tomate.	33
2.8. Tipos de producciones.	33

2.8.1. Producción Sustentable	34
2.8.2. Producción Convencional.....	34
2.8.3. Producción Integrada	34
2.8.4. Producción Ecológica.....	34
2.9. Sustentabilidad	34
2.10. Manejo Integrado de plagas	35
2.10.1 Grupos de insectos vectores	36
2.10.1.1 Artrópodos	36
2.10.1.2 Mosquita blanca.....	37
2.10.1.3 Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	39
2.10.1.4 Trips.....	44
2.10.1.5 Minadores de la hoja (<i>Lyriomyza</i> spp.)	46
2.10.1.6 Pulgón	47
2.10.2 Importancia de la temperatura, humedad y luz en insectos	48
2.11. Elección de genotipos	49
2.12. Antecedentes de rendimiento de tomate orgánico	49
2.12.1 La agricultura ecológica en el mundo.....	49
2.12.2. Agricultura ecológica en México	50
2.12.3 Antecedentes de Producción de tomate orgánico	50
2.13 Certificación de productos ecológicos.....	52

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
----------------------------------	-----------

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera	53
3.2. Localización del experimento.....	53

3.3. Compost	53
3.4. Genotipos	54
3.5. Diseño experimental	54
3.6. Fertirriego	54
3.7. Aplicación de compost	56
3.8. Manejo del cultivo	56
3.8.1. Poda.....	56
3.8.2. Entutorado.....	57
3.8.3. Control de plagas y enfermedades.....	57
3.8.4. Cosecha.....	58
CAPÍTULO IV.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. RENDIMIENTO.....	59
4.2. Calidad de fruto	60
4.2.1. Peso de fruto.....	60
4.2.2. Diámetro polar.....	60
4.2.3. Diámetro ecuatorial	61
4.2.4. Sólidos Solubles.....	62
4.2.5. Espesor de pulpa	62
4.2.6. Numero de lóculos	62

CAPITULO V	
CONCLUSIONES	64
CAPITULO VI	
LITERATURA CITADA	65
CAPITULO VII	
APENDICE	80

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (1999).	8
CUADRO 2. Absorción diaria de nutrimento en tomate para cada etapa fenológica en kg ha-1,	19
CUADRO 3. Composición del análisis químico del compost,.....	54
CUADRO 4. Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan, 1997). UAAAN- U.L, 2011	55
CUADRO 5. Análisis químico del agua para riego utilizada en el experimento UAAAN-UL. 2011.	55
CUADRO 6. Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate en el testigo bajo campo, UAAAN-UL, 2011	56
CUADRO 7. Rendimiento total en Mg ha-1 del cultivo de tomate con fertilización ecológica y de síntesis química industrial en campo en el ciclo primavera verano en la Comarca Lagunera UAAAN UL (2011).	59
CUADRO 8. Efecto de la interacción en los tratamientos ecológicos e inecológicos sobre calidad de fruto en genotipos de tomate en el ciclo primavera-verano UAAAN-UL Torreón Coah 2011.	61
CUADRO 9. Numero de lóculos en frutos de tomate con fertilización ecológica e inecológica. UAAAN-UL. Torreón Coahuila (2011).	63

CUADRO A.1. Análisis de varianza para rendimiento en el cultivo de tomate, en fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera – verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	81
CUADRO A.2. Cuadrados medios en la calidad de fruto en el cultivo de tomate, en la fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera - verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	81
CUADRO A.3. Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en la fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera – verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.....	81

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es la hortaliza tropical más importante por su alto consumo humano, con una superficie mundial de 3.6 millones de ha. sembradas con una producción de casi 85 millones de toneladas, aumentando continuamente su demanda y con ella su producción y comercio (FAO, 2001).

Entre los países con mayor producción de tomates se encuentra China, E.U, Turquía, Rusia, Italia, Egipto, India, España y México que ocupa la décima posición con una superficie de 80 mil hectáreas sacando un rendimiento de 25 toneladas por hectárea (FAO, 2001).

En México la superficie sembrada en 2011 fue 53,572.6 ha, con un rendimiento medio de 39 Mg ha⁻¹ (SIAP- SAGARPA, 2011). La producción de tomate en el estado de Coahuila de Zaragoza para el 2006 en el ciclo primavera - verano alcanzó una superficie de 795.5 has bajo cielo abierto con riego, con un rendimiento promedio regional de 25.6 Mg ha⁻¹ (SIAP- SAGARPA, 2006), mientras que la producción de tomate en la Comarca Lagunera para el 2011 alcanzó una superficie de 1048 ha. a campo abierto representando el 1.95% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 26 Mg ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2011).

La producción convencional de este cultivo está fundamentada en grandes extensiones, recursos financieros, agroquímicos entre otros recursos contaminantes; este esquema produce los alimentos necesarios actualmente, pero dicho modelo convencional tiene efectos colaterales, como los costos ambientales de contaminación de suelo por fertilizantes sintéticos y otros tipos de contaminantes para el agua y aire. Entre los efectos adversos más grave se

encuentra la degradación de suelo y pérdida de materia ecológica (García-Hernández et al., 2010). La necesidad mundial de reducir las amenazas ambientales para la salud humana, han llevado al desarrollo de sistemas de agricultura sostenible y ecológica (Wang et al., 2009).

La utilización de compost en la agricultura ecológica es benéfica por su alto contenido de nutrientes disponibles para las plantas, y su aplicación puede aumentar en los suelos la materia ecológica, la capacidad de intercambio catiónico, la retención de agua, el pH de los suelos ácidos, incrementa la diversidad microbiana, la actividad enzimática y disminuyen la densidad aparente. Dependiendo de la calidad del compost y el pH del suelo, estos efectos beneficiosos pueden lograrse sin la contaminación de los suelos, los cultivos comestibles, o las aguas subterráneas (Wang *et al.*, 2009).

La producción ecológica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas, fertilizantes sintéticos químicos y de calidad nutricional.

1.1. Objetivo

Evaluar la aplicación de compost en dos genotipos de tomate con espaldera en campo.

1.2. Hipótesis

La compost incrementará los rendimientos y calidad del fruto de tomate.

1.3. Metas

Obtener un paquete tecnológico con una información confiable para producir tomate orgánico con rendimiento de al menos 30 Mg ha⁻¹ de calidad del fruto.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del tomate

2.1.1 Origen del tomate, clasificación taxonómica y morfología.

Origen Del tomate

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 abundancia de tipos silvestres. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate (Nuez, 2001).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Nuez, 2001). Como consecuencia del empleo de tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la época de la conquista. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos pre-colombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.), consumiéndose éste fundamentalmente como el actual, esto es, asociado al chile en salsas y guisos es probable que en mayor consumo se debía a que el tomate de cáscara, tarda más en descomponerse. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo accidental de

formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*) (Esquinas y Nuez, 2001).

El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido, los nombres de *mala peruviana* o *pomi del Perú* dados a los tomates por algunos botánicos del siglo XVI hicieron suponer a De Candolle, que la planta se había recibido del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado, sin embargo, estos nombres no parecen tener una base fundada, además, hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México (Esquinas y Nuez, 2001).

Durante muchos años el mercado de tomate contó con una reducida gama de productos; hoy en día, este mercado se caracteriza por la continua promoción de nuevas variedades de diferente color, forma y sabor, de mejor calidad, con mayor vida de anaquel y recientemente, han surgido nuevos genotipos de mayor valor nutricional y con más beneficio para la salud (Diez, 2001).

Clasificación taxonómica

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

Nombre común: Tomate o Jitomate
Dominio: Eucaria
Familia: Solanaceae.
Clase: Dicotyledoneas
Orden: Solanes (personatae)
Familia: Solanáceae

Tribu: Solaneae
Género: *Lycopersicon*
Especie: *esculentum*

Morfología

Chamarro (2001), describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

Planta: Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

Indeterminadas. Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

Determinadas. Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

Sistema radical: El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo,

este sistema radicular, que es el que surge cuando la planta se origina en una semilla, puede ser modificado por las prácticas culturales, y así cuando la planta procede de un transplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal (Rodríguez *et. al.*, 1997).

Tallo principal: El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Puede llegar hasta los 2.5 m de longitud. Su superficie es angulosa, provista de estomas, una corteza formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo, un límite impreciso entre la corteza y el cilindro central; y los tejidos conductores dispuestos en un círculo de haces liberoleñosos (Rodríguez *et. al.*, 1997).

El diámetro típico del tallo puede variar de 2 a 4 cm en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex, cuyas células más externas presentan clorofila y son fotosintéticas, mientras que las más internas son de tipo colenquimático que dan soporte al tallo (Namesny, 2004).

En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inicia los nuevos primordios foliares y florales. Tienen forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas (Nuez, 1995).

La hoja: Las hojas del tomate son pinnadas compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. El tejido parenquimático o mesófilo está recubierto por una epidermis superior y otra inferior; ambas están constituidas por una sola capa de

células y no contienen cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio principal (Chamarro, 2001).

Flor: Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia. Normalmente, el tipo simple se encuentra en la parte baja de la planta, predominando el tipo de compuesto en la parte superior. Cuando las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas se dice que la planta es de crecimiento (determinado); si la alternancia es más espaciada la planta se dice crecimiento indeterminado. Normalmente entre las primeras predominan la precocidad y el porte bajo y las segundas son más tardías y de porte alto. La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamosépala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de dos en dos a treinta carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos o celdas de los frutos (Rodríguez *et. al.*, 1997).

Fruto: El fruto es una baya de color amarillo, rozado o rojo debido a la presencia de licopeno y carotina, en distintas y variables proporciones. El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 – 10 mm y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y en su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variable según las variedades (Chamarro, 2001). En

sección transversal se aprecian en la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas. El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez *et. al.*, 1997). El fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el Cuadro 1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

CUADRO 1. Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (1999).

Componentes	Peso fresco %	Componentes	Peso fresco %
Materia seca	6.50	Sólidos solubles (°Brix)	4.50
Carbohidratos totales	4.70	Ácido málico	0.10
Grasas	0.15	Ácido cítrico	0.20
N proteico	0.40	Fibra	0.50
Azúcares reductores	3.00	Vitamina C	0.02
Sacarosa	0.10	Potasio	0.25

Semilla. La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm., y está constituida por un 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 hipocótilo 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).

2.1.2. Generalidades del cultivo

2.1.2.1. Exigencias de clima del cultivo del tomate

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 entre sí.

Temperatura.

La temperatura óptima para la germinación es de 20 a 25 °C, germina de 6 a 12 días y la temperatura optima en la fase vegetativa es de 21 a 24 °C., mientras que en la fase de floración necesita una temperatura no menor de 15 °C por la noche y no mayor de 35 °C por el día ya que se ve afectada la polinización donde la temperatura nocturna óptima para la polinización es de 15 a 22 °C y la temperatura óptima para el fruto es de 18 a 24 °C (Sade, 1998).

Por otra parte, Nelson (1994) menciona que la temperatura del sustrato de crecimiento afecta el desarrollo de las raíces, como también en la absorción de agua y de los elementos nutritivos que necesita la planta, así pues, por debajo de los 14 °C el crecimiento se inhibe y entre los 12 y 18 °C, la absorción de Fósforo disminuye en un 50%, por lo tanto, temperatura tendrá una acción directa sobre el rendimiento final en el calibre de la fruta.

Serrano (2002), cuando las temperaturas son altas se produce coagulación del protoplasma celular y la muerte de la célula; a dicha temperatura se le llama “temperatura máxima letal”

Humedad.

Francescangeli (1998), menciona que 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, y no se conoce completamente su relación con el desarrollo de las especies vegetales.

Luminosidad.

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate, ya que es una hortaliza exigente en luz, durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en las etapa vegetativa y de floración. La luz interactúa fuertemente con la temperatura, y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz. 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 diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. Por otro lado, la radiación solar en parte es absorbida por suelo, planta, siendo convertida en energía térmica e irradiada como radiación térmica o disipada por convección, conducción y transpiración (Infoagro, 2003).

Radiación en el cultivo del tomate.

El tomate es un cultivo insensible al fotoperíodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación (Calvert, 1973). Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Castillas, 1999).

Valores de radiación total diaria en torno a $0,85 \text{ MJ m}^{-2}$ son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo, que iluminaciones más débiles durante más tiempo. Los efectos negativos de una baja luminosidad pueden compensarse, en parte, con aumentos del contenido de dióxido de carbono (CO_2) del aire (Castillas, 1999).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el entutorado deben optimizar la interceptación de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cookshull, 1988).

2.2 Labores culturales

2.2.1. Aporcado y rehundido.

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que

entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

2.2.2. Tutorado

Es una práctica imprescindible 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 (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (guiado, anudado o sujeto mediante anillas) y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va guiando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones: A) Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción; B) Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad o C) Dejar que la planta vaya

creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado (Johnson y Rock, 1975).

2.2.3. Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos.

2.2.4. Poda de brotes axilares o destallados.

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 riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

2.2.5. Poda de hojas o deshojado.

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben

sacarse inmediatamente, eliminando así la fuente de inóculo. Pérez y Castro (1999) citados por Bautista y Alvarado (2006) mencionan que de no hacer esta práctica, se genera un micro ambiente de alta humedad en la parte inferior, que por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío y *botritis* y, por otra parte, disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos.

2.2.6. Poda de brote apical.

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

2.2.7. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. Consiste en eliminar las flores y/o frutos de acuerdo al número de frutos por racimo previamente determinado, de lo cual lo más usual es dejar cinco frutos por racimo para indeterminados tipo bola, pues Muñoz (2003), afirma que al aclarar frutos se sacrifica rendimiento pero se gana calidad, siendo muy redituable.

2.3. Índice de cosecha y calidad

2.3.1. Generalidades

La recolección es una operación cultural de la mayor importancia porque, por un lado su costo es muy elevado (en algunos casos alcanza el 50-60% del costo total del cultivo) y por otro tiene una influencia considerable sobre la calidad del producto que se presente a la industria y al consumidor (Rodríguez, 2001).

Según Trevor y Cantwell (2002) mencionan lo siguiente sobre las normas para cosechar tomates: la mínima madurez para cosechar es verde maduro 2, Mature green 2 y se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóbulo y se está formando en otros. La maduración del tomate comprende una serie de cambios físicos y químicos que ocurren en el fruto fisiológicamente maduro dando lugar a un producto atractivo por su apariencia externa, aroma y sabor. Dentro del proceso madurativo, también se destaca la degradación del almidón y el aumento de los azúcares reductores, mientras que los ácidos ecológicos disminuyen (Wills *et al.* 1989). Como típico fruto climatérico, la producción de etileno se incrementa con el avance de la maduración (Murray y Yommi, 1995).

Tomates de larga vida de anaquel. La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado Verde Maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase Rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, USDA; en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie de la fruta

muestra un color rosa-rojo.) La mayor vida de anaquel se debe en parte, a la presencia de los genes *rin* o *nor*. (Burgueño, 2001).

2.3.2. Calidad del fruto

La calidad de fruto está principalmente relacionado con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Castilla, 2001).

La calidad estándar del tomate se basa principalmente en su forma uniforme y en que esté libre de defectos de crecimiento y de manejo. El tamaño no es un factor del grado de calidad pero puede influir fuertemente en las expectativas de su calidad comercial (Trevor y Cantwell, 2002); además, mencionan lo siguiente:

Forma.- Bien formado (redondo, en forma de globo, globo aplanado u ovalado)

Color.- Color uniforme (de naranja-rojo a rojo profundo; amarillo ligero). Los hombros que no estén verdes.

Apariencia.- lisa y una pequeña cicatriz en el extremo distal y en el extremo del pedúnculo. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato, sutura, quemado de sol, daño por insectos y daño mecánico o magulladuras.

Firmeza.- Que sea firme al tacto. Que no este suave y que no se deforme fácilmente debido a su condición de sobre maduro.

Los grados de calidad en los Estados Unidos son: U.S. No. 1, Combinación No. 2, y No. 3. La distinción entre grados se basa principalmente en la apariencia externa, firmeza e incidencia de magulladuras.

2.3.3. Grados Brix (°Brix)

Se le llama grados brix, a las sustancias solubles en agua, que reflejan la cantidad de sólidos totales que contienen los frutos en por ciento. A mayor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Además, este investigador encontró una relación directa entre sólidos solubles y firmeza; a mayor concentración de sólidos, mayor la firmeza (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 al 4-4.5% son necesarios para un buen sabor. (Castilla, 2001).

Cuartero y Báugena, (1999) indican que la salinidad afecta el sabor de los frutos al influir en la concentración de azúcares y ácidos. Recomiendan utilizar agua moderadamente salina (3-6 ds/m) para mejorar la calidad de los frutos que se van a procesar como pasta y sirve para fijar precio de compraventa en el mercado.

2.4. Fertilización y fertirrigación

La acción de aplicar fertilizante conocida como fertilización comúnmente se transforma en fertirrigación al momento de realizar agricultura bajo riego por cintilla. El aporte adecuado de agua y fertilizante es uno de los aspectos fundamentales para mejorar la producción y la calidad del cultivo (Rodríguez, *et al.* 2003).

Los fertilizantes son productos químicos naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento y desarrollo de su perfil ó potencial genético; se aplican generalmente al suelo para que se diluyan en la solución y puedan ser ingresados al sistema vegetal vía raíces; pero también pueden aplicarse de forma líquida vía foliar para ser absorbidos a través de los estomas. Aportan los tres principales nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas en diversas proporciones como nitrógeno, fósforo y potasio, además de nutrientes secundarios como calcio, azufre y magnesio así como micronutrientes entre los cuales están el boro, manganeso, hierro, zinc, cobre y molibdeno (Anónimo, 2005)..

Cabe señalar que existen básicamente dos maneras de fertilizar, ecológica e inecológicamente, las cuales se diferencian por la naturaleza de los mismos; sin embargo, cabe señalar que las plantas no diferencian la fuente del fertilizante.

Cabe señalar que con la aparición de la agricultura intensiva se ha incrementado la aplicación de fertilizantes sintéticos y naturales con el fin de aumentar el rendimiento de las cosechas, lo que ha producido la contaminación del suelo (Anónimo, 2005).

Uvalle-Bueno (2000) determinó los coeficientes de extracción de nutrientes del tomate en invernadero como sigue: por cada 100 toneladas extraen 350 de N kg ha^{-1} , 125 kg ha^{-1} de P y 550 kg ha^{-1} de K (Cuadro 2).

Cuadro 2. Absorción diaria de nutrimento en tomate para cada etapa fenológica en kg ha⁻¹.

Descripción	N	P	K	Ca	Mg
Plántula	0.40	0.25	0.40	0.52	0.17
Estabilización	0.80	0.31	0.80	0.63	0.21
Desarrollo vegetativo	1.20	0.40	1.20	1.44	0.48
Inicio de floración	1.60	0.53	1.60	2.42	0.80
Floración y fructificación	2.10	0.75	2.00	3.44	1.14
Crecimiento de fruto	2.70	0.63	3.00	1.50	0.84
Maduración	3.30	0.50	3.00	2.78	0.92
Cosecha 1	2.90	0.38	4.50	2.44	0.81
Cosecha 2	2.50	0.25	5.00	1.60	0.53
Cosecha 3	2.10	0.20	3.00	2.22	0.73
Cosecha 4	1.50	0.20	3.00	2.22	0.73
Cosecha 5	1.00	0.15	2.00	1.66	0.55
Cosecha 6	1.00	0.15	2.00	1.66	0.55

Fuente: Uvalle-Bueno (2000).

2.5. Fertilización ecológica.

Un abono en general se considera aquel material que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través del mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, un material se considera como fertilizante cuando estimula el crecimiento de manera directa a través de aportar nutrimentos indispensables para las plantas (Chaney *et al.*, 1992).

Los fertilizantes ecológicos también conocidos como abonos ecológicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos industriales; su aplicación en forma de dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma más natural de fertilizar el suelo (Ruiz, 1999).

Los fertilizantes ecológicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la cosecha de los cultivos agrícolas (Rodríguez, 2002).

2.5.1. Importancia de los fertilizantes ecológicos

Ruiz (1996) establece que los materiales ecológicos pueden mejorar la fertilidad de los suelos de diferentes maneras:

- a) Proporcionando a las plantas elementos nutritivos,
- b) Modificando las condiciones físicas del suelo,
- c) aumentando la actividad microbiológica para un mayor aporte de energía
- d) protegiendo a los cultivos de un exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas, gracias a su fuerte capacidad de absorción.

Lamas (2003) menciona que la fertilización en la agricultura ecológica debe cumplir tres aspectos:

Mejorar la fertilidad del suelo, economizar los recursos no renovables y no introducir elementos contaminantes en los agrosistemas; de ahí que de desprenden los siguientes principios: evitar la pérdida de elementos solubles, utilizar las leguminosas como fuente de nitrógeno, no utilizar productos obtenidos por vía de síntesis química, tomar en cuenta micro y macroorganismos del suelo y luchar contra la degradación física, química y biológica del suelo.

La fertilización ecológica mediante el uso de residuos de cosechas, compostas, estiércoles, abonos verdes, polvo de rocas y subproductos de animales, tiene como objetivo aprovechar los ciclos naturales de los nutrientes a favor de la actividad biológica y la estructura del suelo. Las técnicas más

apropiadas de fertilización son: fijación natural de nutrientes por medio de plantas como: leguminosas, plátano, manzanilla, mostaza y otras; abonos foliares de origen natural tales como: fermentados de estiércol de ganado, gallinaza, hormigas y/o compuestos vegetales; compuestos biodinámicos en general; incorporación de materia ecológica en general; rotación de cultivos, vegetación secundaria natural y/o cultivos forestales. Técnicas que favorecen el uso del flujo energético natural sin generar residuos tóxicos y contaminantes, y que además mejoran el suelo para lograr mejores rendimientos y decrementos en los costos por la reducción de insumos (Ruiz, 1996).

Quintero (1999) cita que de ser posible todo el material de origen animal (estiércol, gallinaza, orines y subproductos) deben provenir de animales criados ecológicamente. Si no fuese así, es obligatorio su compostaje completo. Toda unidad de producción debe de intentar el autoabastecimiento de nitrógeno y de otros nutrientes necesarios para su producción agropecuaria. En la certificación se verifica tanto el origen de los materiales exógenos aplicados para la fertilización, como los esfuerzos para llegar a la autosuficiencia de nutrientes en la unidad de producción. Los estiércoles exógenos a la unidad de producción solo podrán aplicarse habiendo sido previamente composteados y después de haberse realizado un análisis sobre residuo de pesticidas y antibióticos en caso de sospechar su presencia. Queda prohibido el uso de purines y estiércoles en estado fresco.

2.5.2. Propiedades de los fertilizantes ecológicos

Cervantes (2004) menciona, que los fertilizantes ecológicos o abonos ecológicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúa en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

2.5.2.1. Propiedades físicas

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con los que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- Mejoran la permeabilidad del suelo.
- Disminuyen la erosión del suelo.
- Aumenta la retención del agua.

2.5.2.2. Propiedades químicas

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

2.5.2.3. Propiedades biológicas

- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo.
- Constituyen una fuente de energía para los microorganismos.

2.5.3. Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo

Ruiz (1995) menciona que la agricultura ecológica utiliza la energía natural y el reciclado de los esquilmos agrícolas, pecuarios y forestales, así como las basuras urbanas e industriales y mediante un composteo biológico (normal o lombricomposteo) se produce humus rico en nutrientes regresándolo al suelo para que de ahí se nutran los cultivos seleccionados. Se pueden producir biofertilizantes naturales típicos en Rhizobium, micorrizas y otros microorganismos que contribuyan a la fertilidad natural del suelo. Algunos productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo son:

- Estiércoles y deyecciones de animales (Ej.: vacuno, ovino, cunícola, porcino, murciélagos, avícola y caprino).
- Residuos agrícolas (maíz, trigo, avena, cebada, frijol, café, etc.).
- Residuos de la industria azucarera (cachaza, bagazo de caña).
- Turba.
- Compost de desecho en el cultivo de hongos comestibles y lombrices.
- Compost de desechos ecológicos domésticos y residuos vegetales.
- Subproductos provenientes de rastros (harina de carne, harina de hueso, harina de sangre, harina de plumas) y de la industria del pescado (harina de pescado).
- Subproductos ecológicos de la industria alimentaria y de la textil.
- Algas y productos de algas.
- Residuos forestales (corteza de árboles, viruta de madera, aserrín y cenizas).

- Abonos verdes.
- Biofertilizantes (Micorrizas y Rhizobium).
- Residuos de pastos y jardines.
- Mulches.
- Roca fosfórica natural.
- Sulfato de magnesio.
- Azufre.
- Sulfato de potasio.
- Yeso.

2.6. Formas de fertilizar ecológicamente

2.6.1. Compostas

De acuerdo con Mustin (1987) el compostaje es el proceso biológico de descomposición de compuestos ecológicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancia húmicas.

Para favorecer el compostaje es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana, como: la cantidad adecuada de agua, oxígeno y alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura. (Siles 1998, Bollo 1999).

Una de las formas de transformar los residuos ecológicos en material fertilizante, es someterlos a un proceso de descomposición (aeróbico o anaeróbico) hasta un compuesto estable llamado humus.

Figuroa y Cueto (2002) mencionan que la elaboración de composta, ya sea bacteriana o mediante lombrices, tiene varias ventajas:

- Reduce los olores del estiércol.
- No atrae moscas.
- Minimiza la concentración de patógenos.
- Reduce la diseminación de malezas.
- Adición de compuestos ecológicos estabilizados que mejoran la estructura del suelo.
- Mientras que como desventaja, añade es el costo que implica su elaboración.

En la producción ecológica, las compostas son aceptadas dentro del proceso de producción, únicamente deben de cumplir ciertos requisitos como es el de voltearla por lo menos cinco veces, manteniendo la temperatura entre 131 y 170°F por tres días y que la relación de C: N sea entre 25:1 y 40:1 (NOP, 2004).

La composta es el abono orgánico por excelencia y es lo más cercano en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos. Las ventajas de la composta son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son: retiene nutrientes evitando que se pierda a través del perfil del suelo; mejora la estructura del suelo; retiene la humedad; limita la erosión; contiene micro y macronutrientes; estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas; sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles; propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, y no contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos (FIRA, 2003).

Este proceso es favorecido por un aporte apropiado de aire, humedad y temperatura. Básicamente el proceso se puede dividir en tres fases:

- 1) Fase inicial de uno o cinco días durante los cuales se descomponen los componentes rápidamente degradables (azúcares, aminoácidos, lípidos);
- 2) Fase termofílica durante la cual se degradan gran cantidad de celulosa (hemicelulosa y lignina), y
- 3) Estabilización, periodo en que declina la temperatura, decrece la velocidad de descomposición y los microorganismos mesofílicos recolonizan la composta (formación de sustancias humitas).

La condensación de los fenoles junto con el amonio durante el proceso de humificación, es quizá la fase más importante del proceso de compostaje (Paul y Clark 1996). La forma más sencilla de para determinar si durante el proceso de compostaje se ha logrado la formación de ácidos húmicos es por una disminución de temperatura, siendo todas las condiciones de alimentación, humedad y oxígeno óptimas para la actividad microbiana. De esta forma si la temperatura disminuye es porque todo el sustrato balanceado a sido transformado (Soto y Muñoz, 2002).

Existen aspectos a considerar en la elaboración de compost: el tipo de residuos disponibles, humedad, el volumen de material a transformar, los costos en relación a la mano de obra, equipo y espacio y el uso que se le debe dar.

En resumen, los materiales para ser compostados deben de cumplir dos condiciones básicas:

Ser biodegradables y no estar contaminados.

2.6.1.1. Condiciones ideales del compostaje

Dado que el compostaje es un proceso de descomposición predominantemente aeróbico, las prácticas de manejo deben de crear las condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de estos organismos. Las condiciones que favorecen el crecimiento de los microorganismos aeróbicos son: presencia de oxígeno, temperatura, agua y una nutrición balanceada (cuadro 2.6). Hay otros factores que también pueden afectar su desarrollo tales como: pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples (melaza), y mayor superficie de contacto o tamaño de partícula (Rynk, 1992).

2.6.2. Mineralización

Rodríguez *et al.* (1997) cita que la mineralización es la descomposición rápida de los residuos ecológicos, convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación química más simple como son: bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), amoníaco (NH_3), fosfatos (PO_4^-), sulfatos (SO_4^-), compuestos potásicos, etc.

Las condiciones que determinan la descomposición o mineralización son: temperatura, aireación del suelo, humedad del suelo y los tipos de residuos.

Gross y Domínguez (1992) citan que en la mineralización se distinguen dos etapas:

- 1) La amonización, que es la transformación de nitrógeno orgánico en amoniacal
- 2) La nitrificación o transformación del nitrógeno amoniacal en nítrico

2.7. Abonos ecológicos

2.7.1. Justificación de uso

El uso de abonos ecológicos se justifica partiendo de que según la FAO (2000), menciona que los requerimientos de fertilizantes para el 2030, serán de 180 millones de Mg año⁻¹, lo que es conveniente tratar de producir biofertilizantes y/o abonos ecológicos, aprovechando los desechos ecológicos, ya que las fuentes naturales se agotarán en un plazo no muy lejano.

Por otro lado, la alta producción y el elevado consumo de fertilizantes de origen químico, en los sistemas de agricultura intensiva han creado la alternativa de usar sustratos ecológicos, ya que con esto se elimina el riesgo de contaminación por uso racional. Además, es conveniente señalar que actualmente la fertilización a nivel de campo y en general en todos los sistemas de fertirrigación, se busca usar los fertilizantes de mayor solubilidad, siendo el caso de los nitratos, los cuales en concentraciones altas pueden fomentar la aparición de cáncer (Van Maanen *et al.*, 1998)

2.7.2. Usos

La característica principal de los abonos ecológicos: es su alto contenido de materia ecológica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta, además de una cantidad elevada de nutrientes como: N, P, K, Ca, etc. Los sustratos ecológicos están libres de patógenos, son inodoros y diferente material original y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios (Melgarejo y Ballester, 1997).

Tienen como objetivo, nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos que son los que

realizan la producción del humus y nutrición de las plantas, al convertir de formas ecológicas a formas inecológicas, es decir, la mineralización, traduciendo lo anterior en altos rendimientos, que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos (Toyes, 1992).

El substrato orgánico a base de estiércol bovino, es una materia prima que en la Comarca Lagunera, está presente de manera excesiva, ya que según la SAGARPA (2001) se generan aproximadamente 45, 773 toneladas mensuales (Luevano y Velásquez, 2001). Márquez *et al.* (2006) mencionan que una alternativa sería utilizar dichas cantidades, como parte de un sustrato orgánico, mezclando el estiércol, previo composteo, con algún medio inerte.

2.7.3. Compost

La palabra composta proviene del latín *componere*, juntar; por lo que significa que composta es la reunión de un conjunto de restos ecológicos que sufren un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, con olor a humus (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

La compost está comprendida dentro de la agricultura ecológica y definida por la Asociación Mexicana de Agricultores Ecológicos fundada en 1992, como el arte y la ciencia para obtener productos agropecuarios sanos, mediante técnicas que favorezcan las fuentes naturales de fertilidad del suelo sin el uso de agroquímicos contaminantes, mediante un programa preestablecido de manejo ecológico (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

Esta técnica fue iniciada por Sir Alfred Howar en la India en 1925, quien procesaba ecológicos como basuras, pajas y hojas, con capas alternadas con

estiércol y fango cloacal. Este proceso tiene diversidad de variantes, pero siempre manteniendo el mismo principio; el proceso fue modificado por el Consejo de Investigación Agronómicas de la India para acelerar la acción aerobia y reducir los malos olores (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

La composta, es un abono orgánico que aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo. Para elaborar composta se puede usar prácticamente cualquier material, difiriendo únicamente en el tiempo de descomposición; es decir, que el compostear es someter la materia ecológica a un proceso de transformación biológica en el que millones de microorganismos actúan sin cesar para así obtener nuestro propio abono natural "el Compost" (Anónimo, 2004).

Este abono orgánico resultante contiene materia ecológica (parte de la cual es semejante al humus de la tierra), así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros oligoelementos necesarios para la vida de las plantas. Es un producto con vida, con una gran variedad y densidad de microorganismos que sintetizan enzimas, vitaminas, hormonas, etc. y que repercuten favorablemente en el equilibrio biótico del suelo (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

La acción química de la composta se manifiesta por su capacidad de intercambio catiónico superior a la de cualquier arcilla, suministra directamente a las plantas los tres elementos básicos N, P, K y hace una importante aportación de oligoelementos tales como hierro, manganeso, zinc, boro, cobre, etc. Además, por efecto de su oxidación lenta, produce gas carbónico, que contribuye a solubizar algunos elementos minerales del suelo, facilitando su asimilación por las plantas (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

La actividad biológica del suelo se ve favorecida por el aporte de un número importante de bacterias que se encuentran en la composta, pero es sobre todo su riqueza en materia ecológica lo que favorece el desarrollo de los microorganismos del mismo suelo, que con su actividad estimulan el crecimiento vegetal, especialmente para las raíces. Esta acción biológica favorece la descomposición de los componentes minerales insolubles, como los fosfatos, que son necesarios para el desarrollo de las plantas; y el nitrógeno soluble, que puede desaparecer fácilmente por lixiviación, es transformado en nitrógeno orgánico en el cuerpo de los microorganismos. De forma que cuando éstos mueren, quedan de nuevo disponibles para las raíces de las plantas y mientras tanto es menos probable que se pierdan por lixiviación o como amoníaco en el aire (Salazar-Sosa *et al.*, 2003).

El estiércol se ha venido utilizando, con fines agrícolas, prácticamente desde que existe ganado; sin embargo, su manejo ha sido deficiente, ya que generalmente se amontona en lugares adyacentes a los establos o donde el ganado pasa la noche, con la consiguiente pérdida de nutrimentos y deterioro del material al estar sujeto a la acción del sol, la lluvia y el viento; propiciando condiciones de anaerobiosis que provoca la producción de gas metano que contamina el medio ambiente con malos olores. Por tales descuidos en el manejo de este subproducto, se favorece también la proliferación de insectos transmisores de enfermedades, además, la recolección, transporte y aplicación se dificulta al estar el material disperso (Quintero, 2004).

El estiércol contiene valiosos nutrientes que devienen accesiblemente a las plantas cuando se entierra en el suelo. Pero cuando la fermentación se produce al aire libre, gran parte del valor nutritivo se pierde por evaporación y lavado. Muchos nutrientes gaseosos producto de la primera descomposición, como el

CO₂, NH₃ y H₂S, se escapa al aire, otros subproductos de la descomposición, como el nitrógeno, la potasa, algo de fósforo y demás micronutrientes, se pierden fácilmente por lavado (Quintero, 2004) .

2.7.4. Nutrientes en la compost

N, P, y K son los símbolos de los tres principales nutrientes que requieren las plantas; por ley, todo producto que se venda como abono debe estar respaldado por un análisis de estos tres minerales: el Nitrógeno para el crecimiento de las partes verdes de la planta, para formación de proteínas y como fuente de alimento en los montones de composta; el Fósforo para la energía de la planta y para las flores y semillas; el Potasio para la síntesis de proteínas y la translocación (o transporte) de los carbohidratos para fabricar tallos robustos. Las plantas requieren también un buen abastecimiento de Materia Ecológica para obtener cantidades suplementarias de nitrógeno, fósforo, azufre, cobre, zinc, boro y molibdeno. Existen otros ocho nutrientes necesarios para las plantas, que sólo en condiciones ideales se encuentran originalmente entre los minerales del suelo (Quintero, 2004).

La naturaleza requiere un abastecimiento completo de nutrientes y es nuestra responsabilidad, como buenos guardianes del suelo, cubrir ese requerimiento. Un análisis de laboratorio para determinar la aplicación de abonos no siempre contempla las necesidades reales del sistema suelo-planta (Quintero, 2004).

En la composta, fertilizante orgánico por excelencia, del 70 al 80 % de fósforo y del 80 al 90 % de potasio, están disponibles el primer año. En el caso del

nitrógeno, debido a que todo es orgánico, se tiene que transformar a formas iónicas para poder ser asimilado por la plantas, con una tasa de mineralización alrededor del 11% (Rosen y Bierman, 2005).

2.7.5. Relación Compost – Tomate

Existen trabajos que mencionan que los nutrimentos de la composta cubre los requerimientos del tomate, parcial o totalmente (Márquez y Cano, 2004; Raviv *et al.*, 2004; Raviv *et al.*, 2005). Aunque hay trabajos de investigación que indican lo contrario (Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000)

Hashemimajd *et al.* (2004) menciona que es necesario suministrar elementos nutritivos ya que, la demanda de éstos por la planta, sobrepasa a los contenidos en la composta. En base a lo anterior, Márquez y Cano (2004) mencionan que probablemente las diferencias se pueden atribuir al contenido de los elementos nutritivos de cada composta. Heeb *et al.* (2005) menciona que los tomates fertilizados con abonos ecológicos tienen mejor sabor que los que únicamente reciben fertilizantes de origen inorgánico.

2.8. Tipos de producciones

Yurjevic (2004) menciona las siguientes definiciones sobre Producción Sustentable, Convencional, Integrada y Ecológica.

2.8.1. Producción Sustentable

Enfoque para la producción agrícola, que enfatiza la preservación de los recursos naturales como recurso básico para mantener constantes los servicios ecológicos que requieren una agricultura y población en expansión.

2.8.2. Producción Convencional

Sistema de producción desarrollado a partir de la revolución verde, basado en manejos que priorizan la utilización de agroquímicos.

2.8.3. Producción Integrada

Sistema que promueve el desarrollo de una producción sustentable a través de manejos que minimiza el uso de agroquímicos dando prioridad a la utilización de mecanismos naturales de regulación

2.8.4. Producción Ecológica

Sistema que promueve el desarrollo de una producción sustentable a través de manejos que excluye totalmente el uso de productos de origen químico y que es regulada por normas específicas.

2.9. Sustentabilidad

Green (2005) menciona que la sustentabilidad de cualquier tecnología debe ser tomada en cuenta antes de comprometerse con ella. En muchos casos, será deseable asegurar que la tecnología adoptada para la siguiente elección será útil

también para la subsecuente. Adoptar nueva tecnología para cada elección puede ser costoso e insostenible en el largo plazo. Por otra parte, la tecnología mejora con tal velocidad que la de hoy en día puede ser caduca para cuando se organice una próxima elección en tres o cuatro años.

2.10. Manejo Integrado de plagas

Para la FAO (2000) el manejo integrado de plagas (MIP) es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente". En el MIP se integran métodos de lucha contra las plagas, compatibles y de preferencia que no sean nocivos para el medio ambiente- y se adaptan a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de cada situación específica. En los últimos 40 años ha ido aumentando gradualmente la aplicación del MIP como método de lucha contra las plagas, y la FAO y la comunidad internacional lo han adoptado para lograr una agricultura más sostenible que haga menos daño al medio ambiente y la biodiversidad. El objetivo principal de reducir el uso excesivo de plaguicidas se ha demostrado en numerosos sistemas.

El concepto de manejo integrado de plagas en zonas extensas se define como el MIP aplicado contra una población entera de plagas en una zona geográfica delimitada. Las estrategias de intervención en una zona extensa

requiere planificación y conocimiento ecológico, compromiso a largo plazo y que los agricultores y otras partes interesadas lo aplican en forma coordinada.

Es conveniente señalar que en el presente trabajo, si bien no se llevo un completo manejo integrado de plagas, no fue requerido, ya que únicamente se aplicó productos ecológicos certificados para el control de insectos (Lacasa y Contreras, 2001).

2.10.1 Grupos de insectos vectores

2.10.1.1 Artrópodos

Schuster (2001) menciona que los artrópodos constituyen un gran grupo de animales que poseen esqueleto y apéndices articulados. Poseen un aparato bucal picador-succionador y el daño que ocasionan puede ser confundido con alteraciones de origen ambiental o nutricional del tomate. Los insectos tienen varios tipos de aparatos bucales, y el tipo de perjuicio que producen viene determinado por bucal del estado vital que causa el daño. Los daños que causan se manifiestan como agujeros en hojas o frutos, túneles en hojas, etc. ya que poseen un aparato bucal masticador o una adaptación de este. Y su identificación es más fácil, hay insectos que tienen otro tipo de aparato bucal como picador succionador en donde el daño causado al fruto o planta puede confundirse como alteraciones bióticas o abióticas. Estos tipos de insectos pueden transmitir numerosas enfermedades de importancia, principalmente causadas por virus.

2.10.1.2 Mosquita blanca

A nivel mundial la mosquita blanca coloniza 1.200 especies de planta incluyendo el tomate, como así también 126 géneros, no obstante , en México solo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* (Genn.), *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring) (ortega, 1999).

Características morfológicas

Huevo. El huevecillo de la mosca blanca tiene forma de huso, es de color amarillo pálido recién ovipositado y castaño oscuro antes de la eclosión, miden en promedio 0.2 mm (Nava *et al.*, 2001).

Estados ninfales. La ninfa recién emergida es de forma oval aplanada, semitransparente y de color verde pálido, normalmente dan la apariencia de una pequeña escama. Está rodeada de un anillo de cera angosto y mide 0.308 por 0.155 mm (Ortega, 1999).

Las ninfas de segundo y tercer instar no tienen patas funcionales y son muy similares excepto en tamaño. Miden 0.486 mm por 0.307 mm y 0.696 mm por 0.485 mm, respectivamente. La ninfa del cuarto instar (“pupa”) generalmente tiene manchas oscuras prominentes, es ovalada, plana y con los márgenes redondeados. Esta ninfa mide aproximadamente 0.8 mm (Nava *et al.*, 2001).

Adulto. Es pequeño (1.5 mm. de longitud) con apariencia de mosquita o pequeña palomilla. Poseen dos pares de alas blancas con aspecto polvoso o ceroso, su cuerpo es amarillento (Domínguez, 1998).

Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por ninfas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de fumagina, defoliación, al manchado y depreciado de los frutos y afecta el desarrollo normal de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía *et al.*, 1999).

Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento de las cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del “rizado amarillo de tomate” (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara” (Ortega, 1999).

Ohnesorge y Rapp (1988) indican que el adulto de la mosquita blanca es atraído por el color amarillo, el uso de trampas adhesivas es una de las principales herramientas en el muestreo de las poblaciones de adultos.

Control biológico

Hay muchos hongos entomopatógenos los que se han utilizado en México son para su control: *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. (Caro, 2001).

Control Químico

Belda y Lastre (1999) mencionan que para éstos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como malatión 1000 con una dosis de 0.5 – 1.0 L/ha o con piretroides como permetrina con dosis de 200 – 300(cc) por L de agua, lambda cyhalotrin con dosis de 350 – 500 cc/ha y el hongo *Beauveria bassiana* (Rosenstein, 2008).

2.10.1.3 Paratrioza (*Bactericera cockerelli*).

Este tipo de plaga se conoce salerillo porque las plantas infestadas presentan secreciones serosa a manera de sal, es por este motivo que ha cobrado gran importancia en las hortalizas entre ellas el tomate, papa, chile, etc. (Bautista y Alvarado, 2006).

Características morfológicas

Huevo. Es ovoide, anaranjado-amarillento, con corion brillante y presenta en un de sus extremos un pequeño pedicelo corto, que se adhiere a la superficie de las hojas (Garza y Rivas, 2003; Marín, 2003).

Estados ninfales. Presenta cinco estadios ovales, aplanados dorsoventralmente, con ojos rojos bien definidos, que se asemejan a escamas. Las antenas tienen sencillas placoides, que aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. En el perímetro del cuerpo hay estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Marín, 2003).

Las ninfas de primer estadio son anaranjadas o amarillas (Garza y Rivas, 2003); antenas con segmentos basales cortos y gruesos, que se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoriales. Los ojos son de color rojo o naranja. Durante este instar no se observan paquetes alares; las patas presentan una segmentación poco visible al igual que el abdomen (Becerra, 1989).

En el segundo estadio, se aprecian claramente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es amarillenta, con antenas gruesas en la base que se estrechan hacia su parte apical, presentando en éstas, dos setas sensoriales. Los ojos son naranja oscuro y el tórax verde amarillento con los paquetes alares visibles; la segmentación en las patas es notoria. El abdomen es amarillo con un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Marín, 2003).

En el tercer estadio, la segmentación entre la cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es amarilla y las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior. Los ojos son rojizos. El tórax es verde-amarillento y se observan con facilidad los paquetes alares en el mesotórax y metatórax. El abdomen es amarillo (Marín, 2003).

En el cuarto estadio la cabeza y las antenas presentan las mismas características del estadio anterior. El tórax es verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecian en la parte terminal de las tibias posteriores dos espuelas, así como los segmentos torales y un par de uñas; éstas características se ven fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos (Garza y Rivas, 2003). El abdomen es amarillo y cada uno de los primeros segmentos abdominales tienen un par de espiráculos (Marín, 2003).

En el estadio quinto la segmentación entre la cabeza, tórax y abdomen está bien definida. La cabeza y el abdomen son color verde claro y el tórax tiene una tonalidad más oscura. Las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura localizada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la apical filiforme, observándose seis sencillos placoides visibles en ninfas aclaradas y montadas. Los ojos son guindas. Los tres pares de patas tienen segmentación bien definida y la parte terminal de las tibias posteriores presentan las características antes señaladas. Los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Becerra, 1989).

Adulto.- Es muy parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de longitud tiene tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos. Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde, dos o tres días después , hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003).

La cabeza es de un décimo de largo del cuerpo, con una mancha café que marca la división con el tórax; los ojos son grandes, cafés y las antenas filiformes; el tórax es blanco amarillento con manchas café bien definidas; la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo y la venación es propia de la familia. El abdomen de las hembras tiene cinco segmentos visibles más el segmento genital que es cónico en vista lateral; en la parte media dorsal hay una mancha en forma de "Y" con los brazos hacia la parte terminal del abdomen. Los machos tienen seis segmentos visibles más el genital que está plegado sobre la

parte media dorsal del abdomen; al ver al insecto dorsalmente, se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2003).

Las hembras fijan los huevecillos en el envés (principalmente márgenes) de las hojas jóvenes mediante un pedicelo; estos son ovaes y de color anaranjado-amarillento. Una vez que emergen las ninfas pasan por cinco instares, los cuales presentan características distintivas, estas son poco móviles, por lo cual tienden a formar agregados cerca de las nervaduras de las hojas (Bautista y Alvarado, 2006).

Para conocer la abundancia de adultos, se pueden utilizar tarjetas con adherentes de colores, como son naranja o verde neón; mientras que para ninfas y huevecillos se deben examinar hojas del tercio superior de la planta, al menos 10 plantas por cama con el propósito de decidir el momento oportuno de aplicación de insecticidas contra ninfas de los primeros instantes en cada planta se analiza una hoja en el tercio inferior, una en el tercio medio y otra en el tercio superior, y se etiquetan plantas donde se encuentran principalmente masas de huevecillos de paratíroza para tener un seguimiento sobre su desarrollo (Avilés *et al.*, 2005). Este insecto ocasiona dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto, como transmisor de fitoplasmas. El primero se manifiesta cuando el insecto se alimenta de la planta y succiona sus jugos ocasionando que esta no desarrolle y se torne de color amarillo. La toxina del sílido daña las células que produce clorofila en las hojas por lo que las plantas se tornan amarillentas y raquílicas. Por otro lado, el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, más grande que un virus.

Control legal.

Aun no existe una norma oficial que evite la proliferación y dispersión de la plaga de *Paratrioza (Bactericera) cockerelli*, pero está considerado en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos (SAGARPA, 2002). Los daños ocasionados por las plagas mencionadas en esta norma, repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial, causando pérdidas socioeconómicas y un decremento significativo de las divisas obtenidas por las ventas de productos y subproductos de estos cultivos en el mercado nacional y de exportación (SAGARPA, 2002).

Control químico.

En 1947, Pletsch divulgó la eficacia del sulfuro de cal para el control de los psílicos adultos, durante el tiempo de uso se observó poca oviposición de las hembras y un efecto residual sobre las ninfas que se encontraban en las superficies rociadas.

Lorenzo (2005) realizó pruebas de insecticidas con diversos tratamientos para controlar a *P. cockerelli* en tomate en el Estado de México, en el cual el tratamiento que obtuvo mejor control de adultos y ninfas del psílido fue el Fipronil + Dimetoato a dosis de 0.3 L + 1.0 L/ha. Así mismo, el tratamiento Fipronil + Flufenoxuron a dosis de 0.3 L + 0.25 L/ha, mostró un control aceptable pero inferior al tratamiento antes mencionado.

Lorenzo (2005) en pruebas realizadas en campo observó un 40.3% de control sobre ninfas de *P. cockerelli* con el uso de jabón (0.6 k/ha), quien se

mantuvo con buen porcentaje de control hasta los 15 días, incluso mejor que algunos insecticidas utilizados. Concluye también que el spiromesifen fue el mejor producto con un 96% de eficiencia, el amitraz que tuvo un buen efecto desde las 24 horas aumentando su eficiencia hasta los 15 días y el derivado ácido 2 que tuvo mínima población desde los 5 días con un 90% de control y continuó así llegando al 93.2% en la última toma de datos.

El producto Lorsban 75 WG con dosis de 1.2 kg/ha a los tres días después de la primera aplicación obtuvo la menor incidencia (72%) de ninfas chicas (tres primeros instares) del psílido del tomate en el cultivo del chile bell, en Culiacán, Sinaloa, en comparación con los productos Clutch 50 WDG, Oberon, Actara 25 WG, Spintor 12 SC, Leverage y Calypso. Sin embargo, los productos Clutch (0.30 kg/ha), presentaron la menor cantidad de ninfas chicas a los tres días después de la segunda aplicación, alcanzando un 90.14, 85.91, 81.22 y 78.87% de control respectivamente. Clutch, Oberon y Lorsban son efectivos para el control del psílido *Paratrioza cockerelli* (Avilés *et al.*, 2005).

2.10.1.4 Trips

Este insectos alargados (de unos 0.2 mm de longitud). atacan a las hojas, la mayoría afectan a las flores de tomate y a los frutos pequeños entre los cuáles se encuentran el *Thrips palmi* Karny y el trips de los invernaderos, *Heliethrips haemorrhoidalis* Bouché. Entre las especies comunes que atacan principalmente a las flores de tomate se incluyen los trips de las flores, *Frankliniella tritici* Fitch y *F. bispionosa* Morgan; el trips occidental de las flores, *F. Occidentalis* Pergande; el trips del tabaco, *F. Fusca* Hinds; y el trips de la cebolla *Thrips tabaci* Lindemnan.

Los adultos son de color amarillo o marrón y poseen alas finas similares a plumas bordeadas por pelos largos. Los huevos son insertados en tejidos vegetales succulentos tales como hojas, tallos, pistilos, o pequeños frutos. Los dos primeros estados larvarios se asemejan a adultos pequeños y ápteros, mientras que los dos últimos estados (el prepupal, que no se alimenta, y el pupal) poseen alas similares a almohadillas. Los trips inmaduros y adultos poseen aparato bucal raspador-succionador que utilizan para romper las células vegetales y succionar el contenido celular. Los trips se mueven con frecuencia al alimentarse, extendiendo los años a una zona que resulta desproporcionada con respecto a su tamaño (Schuster, 2001).

Planteamientos para el control de trips

En este cultivo las estrategias para el control de trips están íntimamente ligadas a su carácter como vectores de virosis. En raras ocasiones el control se plantea sólo como plaga productora de danos directos, principalmente los ocasionados a los frutos. Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo, Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico

Amblyseius barkeri, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp* .El auxiliar a emplear dependerá de del momento del año, y de las condiciones ambientales.

Control químico

Materias activas: acrinatrin, avermectina, cipermetrin, metil clorpirifos, cipermetrin + malation, formetanato, malation, endosulfan, metiocarb y piretroides (Lacasa y Contreras, 2001).

2.10.1.5 Minadores de la hoja (*Lyriomyza* spp.)

El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, con la parte posterior y el triangulo ocelar negros. El torax es amarillo aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal oscura y la lateral amarilla, excepto el último segmento que es oscuro. Los huevos son ovalados lisos y blancos y son incrustados en los tejidos internos de la hoja. La larva de este insecto se alimenta minando las hojas en la zona del mesófilo, causando las minas características del insecto. Al madurar la larva emerge de las minas características del daño de este insecto y cae al suelo para pupar. De la pupa emerge el adulto para repetir el ciclo, el cual se completa en aproximadamente 2 semanas. Este insecto puede producir varias generaciones al año y sus poblaciones pueden incrementarse rápidamente. Las altas infestaciones pueden causar la defoliación prematura de la planta, con la consecuente reducción del rendimiento y el tamaño de la fruta, y finalmente por quemaduras de sol (Alvarado, 2001).

Control biológico

Los enemigos naturales de esta plaga, identificados a la fecha son los siguientes parasitoides: el bracónido *Opius diminiatus* (Ashmead), el eulófido

Chrysocharis parksi Crawford y los eucólidos *Ganaspidium utilis* Bearsdley y *Disorygma pacífica* (Alvarado, 2001).

Control químico.

En tomate fresco una vez que la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día es necesario utilizar insecticidas para combatir este insecto a base de avermectina B1.

2.10.1.6 Pulgón

Las especies de pulgón más abundante son *Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan cornículos negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que los de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Ambas colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (Infoagro, 2010).

Planteamientos para el control de los pulgones

Métodos preventivos y técnicas culturales.- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico

Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*. Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

Control químico

Belda y Lastre (1999), Lacasa y Contreras (2001) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid, etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

2.10.2 Importancia de la temperatura, humedad y luz en insectos

Nava y Cano, (1998) nos dicen que los factores climáticos claves que determinan la distribución y abundancia de insectos son la temperatura, humedad (agua) y luz. Se ha demostrado que estos factores climáticos tienen una influencia directa en la velocidad de desarrollo, fecundidad, sobrevivencia y comportamiento de los insectos.

La temperatura es el principal factor ambiental que determina que tan rápido se desarrollan los insectos. Existe una fuerte interacción entre la temperatura y la humedad relativa en cuanto al efecto sobre el desarrollo, sobrevivencia y fecundidad de insectos, la luz influye en los insectos mediante el fotoperíodo, el cual actúa como detonante o sincronizador de los ciclos de vida y reproducción de los insectos con respecto a las estaciones de crecimiento de sus hospedantes.

2.11. Elección de genotipos

Uno de los componentes principales en cualquier sistema de producción hortícola es el genotipo bajo explotación, el cual debe poseer alta capacidad de rendimiento, resistencia tanto a plagas como enfermedades y en conjunto, reunir excelentes características hortícolas que permitan alcanzar la mayor productividad del cultivo (Diez, 2001).

Por tal razón es de gran importancia la evaluación de genotipos que año con año liberan las casas comerciales de semillas, con el fin de recomendarlas a los productores los que presenten mejores características en cuanto a rendimiento, calidad, precocidad, resistencia o tolerancia a plagas y/o enfermedades, bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

2.12. Antecedentes de rendimiento de tomate orgánico

2.12.1 La agricultura ecológica en el mundo

Se estima alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos ecológicos de las cuales 18 millones de hectáreas se encuentran distribuidas en los países de: Australia, Argentina, Italia, Estados Unidos, Reino Unido, Uruguay y Alemania. La importancia de la agricultura ecológica en Europa, se ubican en promedio del 3% de la superficie total. Aunque ya hay países como Suiza, Dinamarca y Holanda en donde la superficie llega al 6%. En América del Norte, Estados Unidos ha incrementado su superficie cultivada con productos ecológicos más del doble durante los 90's, presentando una tasa de media de crecimiento anual de 20%. (Gómez *et al.*, 2003).

2.12.2. Agricultura ecológica en México

Por su parte México, la agricultura ecológica ha seguido la tendencia internacional y también se encuentra en gran expansión. La superficie bajo este régimen de producción de 102,802 has, cultivadas en el 2000, pasó a 545,000 has en 2007 (Schwentesi *et al.*, 2007).

2.12.3 Antecedentes de Producción de tomate orgánico

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de 10 Mg ha¹ (SAGARPA, 2005), sin embargo, si bien la cosecha es certificada, los rendimientos pueden aumentar, incrementando la relación beneficio-costos.

Navejas (2002) la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur pero si bien la cosecha es ecológica, los rendimientos son bajos, pero lo que es conveniente, la aplicación de insumos ecológicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un abono orgánico, evitaría los tres años o cinco de espera para la certificación (Gewin 2004).

Producir en invernadero, se obtienen cinco veces más a lo obtenido en campo, es una opción. Márquez y Cano (2004) encontraron un rendimiento de tomate orgánico en invernadero de 89.64 Mg ha⁻¹, en composta más arena sin fertilizar, donde superaron los rendimientos de tomate orgánico en campo en 8.96 veces

Tuzel y Yagmar (2003) mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 Mg ha⁻¹.

Cabe señalar que la fertirrigación no es admitida en el manejo orgánico, debido a la aplicación de fertilizantes químicos (FAO, 2001; NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004); aunado a lo anterior, además de contaminar de agroquímicos el fruto, el costo de los insumos por éste rubro, incrementa considerablemente los costos de producción, mencionando Castellanos (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

Rodríguez *et al.* (2007) evaluaron sustratos ecológicos y encontraron que el tratamiento convencional produce más que los orgánico pero que éstos producen mayor contenido de sólidos solubles que los fertilizantes inecológicos, reportan una media de 210 Mg ha⁻¹.

Márquez y Cano (2004 y 2005) mencionan que es posible producir ecológicamente tomate con rendimientos superiores a las producciones en campo, suministrando únicamente los nutrientes contenidos en la composta.

Márquez y cano citado por Uriel *et al.*, 2007. Evaluaron sustratos ecológicos con adición de fuentes de fertilización reportan mayor rendimiento 11 % más en testigo que en los fertilizantes ecológicos con 145 y 135 Mg ha⁻¹ respectivamente con el genotipo Big Beef.

Concentración de nutrientes en la composta y té de composta (Ochoa, 2007)

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
				%					
Composta	1.34	0.49	1.24	4.15	0.84	0.86	0.034	0.019	0.005

Pino (2004) Realizó un estudio con utilización de biofertilizantes en invernadero No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a rendimiento total (122,6 a 139,3 Mg ha⁻¹) siendo superior el tratamiento extracto líquido de compost + purín de ortiga. En la evaluación sensorial hubo

diferencias significativas obteniendo el tratamiento mezclado con extracto líquido de compost + purín de alga la mejor evaluación en cuanto a parámetros externos, internos y ranking.

2.13 Certificación de productos ecológicos

Para que los productos ecológicos se puedan vender debe de ser certificado por empresas certificadoras como Quality Assurance Internacional (QAI), y la Oregon Tilth Certified Organic (OTCO), cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto administrativo como el de producción. Los requisitos para los alimentos producidos ecológicamente difieren de los relativos a otros productos agrícolas en el hecho de que los procedimientos de producción son parte intrínseca de la identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos (Gómez *et al.*, 2000).

Norma oficial Mexicana NOM-037-FITO-(1995) sistema de producción agrícola orientando a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes que interactúan con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora del suelo y fauna, mejora y mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, recursos del agua y toda la vida en esta en el que el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis químico industrial.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05´ y 26° y 54´ de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es en promedio de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8° C., una mínima de 11.68° C y una temperatura media de 19.98° C (CNA, 2002).

3.2. Localización del experimento

Esta investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano del año 2011 en el terreno del Centro de Investigación Agroecológica (CIA), ubicado en Carretera a Santa Fe Torreón Coahuila, México.

3.3. Compost

La composición del compost se presenta en el cuadro 3 y se obtuvo a partir de estiércol bovino, el cual estuvo durante un periodo de aproximadamente 3 meses. Este tipo de estiércol se produjo de la pequeña propiedad de “Granja Santa Mónica (Bell)” que están estabulados y que reciben una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales.

Cuadro 3. Composición del análisis químico del compost.

Abono	N	P	K	pH	CE
	%	%	%		
compost	2.24	0.14	2.97	7.6	4.2

3.4. Genotipos

Los híbridos de tomate roma evaluados para este proyecto fueron: Kikapoo y Rafaello, de la compañía Ahern Int ® con una parcela experimental de 7 m².

3.5. Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño bloques al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los tratamientos de fertilización como factor A (Compost y Fertilización sintética químico) y el factor B, por los genotipos: Kikapoo y Rafaello, en donde el tamaño total del experimento es de 280 m².

3.6. Fertirriego

La siembra se realizó el 14 de marzo en charolas germinadoras de 200 celdillas, el sustrato para germinación que se utilizó fue peat Most®, y se trasplantó el día 23 de abril del mismo año.

Las características químicas y composición nutrimental del riego se presentan en el cuadro 5. La composición de la solución nutritiva empleada en el Tratamiento de fertilización química fue regado con la solución nutritiva de Zaidan (Cuadro 4) con las modificaciones propuestas por Rodríguez *et al.* (2008). (Cuadro 6).

Cuadro 4. Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan, 1997). UAAAN- U.L, 2011

Estado de la planta	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
Época calurosa (Verano)	130 – 150	35 - 40	200 – 220	100 – 120	40 – 50

Fuente: Zaidan y Avidan, 1997.

El riego fue por goteo y se aplicó tres veces por semana; de acuerdo a la etapa fenológica, la cantidad de agua aplicada osciló entre 1.9 y 4 litro planta⁻¹ durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 5. Análisis químico del agua para riego utilizada en el experimento UAAAN-UL. 2011.

	CE (dS m ⁻¹)	Ph	K	Ca	Mg	Na	HCO ₃	Cl	SO ₄ ⁻
	(meq L ⁻¹)								
Contenido	1.05	8.75	1.4	4.7	0.80	3.63	0.55	2.3	4.1

Cuadro 6. Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate en el testigo bajo campo, UAAAN-UL, 2011

Fertilizantes	1ª. Fase de plantación y establecimiento	2. Fase de floración y cuajado	3. Fase de maduración y cosecha
Ac. Fosfórico	86 g	86 g	169 – 246 g
B)KNO ₃ ⁺	55 g	385 g	495 g
Ca(NO ₃) ₂ ⁺	60-120 g	300-420 g	405-540 g
Mg(NO ₃) ₂ ⁺	20 g	140-216 g	216 g
Urea	4 g	14 g	9 g

Cada solución se preparó en 10 L. de agua.

3.7. Aplicación de compost

La aplicación se realizó el día 27 de mayo del 2011 que consto de 2 kg/m² en los tratamientos de fertilización ecológica y calcio ecológico (salko) de la empresa Biocampo para complementar y prevenir deficiencias de este elemento, realizándose cada 15 días como dice la recomendación del producto.

3.8. Manejo del cultivo

3.8.1. Poda

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando estos tenían de 3 a 5 cm para evitar daños a la planta estos debe realizarse de abajo hacia arriba. La finalidad es evitar competencia con el tallo principal, Poda de hojas senescentes. Esta labor se realizó para evitar que estas hojas se vuelvan parásitas, ya que en este estado dejan de producir fotosintatos. En esta poda se eliminaron las hojas basales hasta donde se encontraba el primer racimo (de abajo hacia arriba) en producción a lo largo del ciclo. Poda de yema apical. Esta se realizó cuando la planta completaba sus ocho racimos, pues

de esta manera estaba planteado el experimento; esta actividad varió en tiempo entre tratamientos y entre genotipos.

3.8.2. Entutorado

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos se pongan en contacto con el suelo, Esta labor se llevó a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, labor realizada generalmente cada semana. Una vez que las plantas alcanzaron una altura de 1.60 m fueron bajadas a 1.40 m para evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima para su mejor manejo, se realizó esta actividad bajando todas plantas en una misma dirección por cuestiones de estética, pero sobre todo para tenerlas plenamente identificadas a cada una. Esto con la finalidad de tener un mejor manejo.

3.8.3. Control de plagas y enfermedades

La plaga que se presentó fue la mosca blanca durante la estancia que estuvo la plántula en las charolas. Se colocaron trampas amarillas el 29 de mayo con Biotac para identificar las plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta y de las trampas cada semana para llevar un control de estas, desde las charolas hasta la cosecha.

Las principales plagas que se presentaron son las siguientes: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Pulgón (*Myzus persicae*), Trips (*Thrips palmi* Karny), Minador de la hoja (*Lyriomyza* spp.), gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hubner), Paratrioza

(Bactericera) cockerell, Los productos utilizados fueron Bioinsect, Killwac, Biocrak, al 35% (2l/ha). Y aplicación de extracto de ajos, neem y aplicaciones de jabón y cal.

Las principales enfermedades después del trasplante fue el ahogamiento o damping-off (*Rhizoctonia solani*), *Fusarium* spp, tizón temprano (*Alternaria solani*). Estos patógenos fueron controlados con fungicidas ecológicos (BioFyB), Sedric, ambos en concentraciones de 50 ml/ 8 litros de agua. Y en los tratamientos de fertilización sintética se aplicó tecto 60 y trevanil 75 PH.

3.8.4. Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, en los primeros cortes, el criterio de cosecha fue determinado por el cambio de color, cuando el fruto empezaba a tomar un color rosado o rojizo, presentando el fruto un 30% – 60% de esta coloración. Cabe señalar que al cosechar en rojo se consume una gran cantidad de fotoasimilables que se pueden invertir en otras estructuras de la planta o bien emplearlos en otros frutos.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO

De acuerdo al análisis de varianza, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, genotipos ni la interacción (Cuadro A1, en Apéndice). El rendimiento promedio fue de 27.8 Mg ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 15.4 % (Cuadro 7). Estos resultados difieren a los obtenidos por De la Cruz et al. (2009), quienes evaluaron tomate fertilizado con vermicompost y compost en tomate saladett y reportaron rendimientos promedio de 34.8 Mg ha⁻¹.

Cuadro 7. Rendimiento total en Mg ha⁻¹ del cultivo de tomate con fertilización ecológica y de síntesis química industrial en campo en el ciclo primavera verano en la Comarca Lagunera UAAAN UL (2011).

Tratamiento	Genotipo	Rendimiento Mg ha ⁻¹
Compost	Kikapu	30.3 a
Quimico	Kikapu	30.2 a
Compost	Rafaello	26.96 a
Quimico	Rafaello	23.64 a
Media		27.8

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

Al no existir las diferencias estadísticas entre la fertilización ecológica y la de síntesis química industrial, estos resultados difieren a los reportados por Betiol et al. (2004), Márquez y Cano (2004) y Heeb et al (2005), quienes encontraron mayor rendimiento en los sistemas con fertilización ecológica que en el sistema ecológico. El genotipo Rafaello con la fertilización ecológica rindió 26.96 y la Kikapoo, 30.3 Mg ha⁻¹. El rendimiento nacional medio fue de 39 Mg ha⁻¹ y el

regional de 26 Mg ha⁻¹ por lo que las compost utilizada cubren las necesidades nutricionales del cultivo de tomate y supera los rendimientos regionales.

4.2. Calidad de fruto

4.2.1. Peso de fruto

El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas entre tratamientos y genotipos, no se encontró diferencias en la interacción tratamiento por genotipos. Presentó una media de 52.0 g fruto⁻¹ con un coeficiente de variación de 15.9 % (Cuadro A 2).

Estos resultados difieren en mucho a los obtenidos por Acosta (2003), quien reportó que el tratamiento testigo presentó el mayor peso de fruto con 134.1 g, en este experimento el valor más bajo lo presentó el tratamiento con el genotipo Adela al 50% de vermicomposta con 134.7 g. Mientras que, Rodríguez (2002), encontró un peso promedio de 149.1 g y García (2006) reporta 149.5 g. Los resultados obtenidos no concuerdan con Romero (2006) evaluando tomate saladette en invernadero reporta una media de 132.3 g, ni con los obtenidos por Hernández (2003) quien reporta una media de 136 g y Aguilar (2002) reporta para Andre un peso de 213.7. Ortega et al. (2001) evaluando tomate en invernadero reporta un peso de 194 g. Estos resultados difieren a lo obtenido por Rosales (2005) quien reporta un peso promedio de fruto de 198.9 g.

4.2.2. Diámetro polar

El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en genotipos y no significativas en tratamiento de fertilización y la interacción genotipos por tratamiento. Se presentó una media de 9.3 cm de diámetro y un coeficiente de variación de 10.3 % (Cuadro A 2). En el caso de genotipos,

Kikapoo fue el de mayor diámetro polar (7.3 cm), en composta; mientras que la de fertilización se síntesis industrial fue de 12.1 y 11.8 cm respectivamente (Cuadro 8).

Estos resultados difieren a lo obtenido por De la Cruz *et al.* (2009), quienes evaluando tomate con vermicomposta y composta en tomate saladett reporta una media de 5.9 cm de diámetro. Rosales (2005) reporta una media de 6.12 cm y en mucho a lo obtenido por De León (2004) quien reporta una media para el genotipo Andre y Bosky de 5.45 cm., 5.40 cm., respectivamente

4.2.3. Diámetro ecuatorial

El análisis estadístico no presentó diferencias significativas en tratamientos y genotipos, ni la interacción genotipos por tratamiento. Presentaron una media de 4.3 cm de diámetro (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la interacción en los tratamientos ecológicos e inecológicos sobre calidad de fruto en genotipos de tomate en el ciclo primavera-verano UAAAN-UL Torreón Coah 2011.

Tratamiento	Genotipo	Peso (g)	DP (cm)	DE (cm)	Sólidos solubles (°brix)	Espesor Pulpa (cm)
Compost	Kikapoo	50.7 a	12.1	4.4	5.3 a	0.67
Químico	Kikapoo	48.4 ab	11.8	4.2	5.2 a	0.61
Compost	Rafaello	57.6 a	6.8	4.4	4.5 b	0.63
Químico	Rafaello	52.1 a	6.4	4.4	4.8 b	0.65
Media		52	9.3	4.3	5	0.64

DP= diámetro polar, DE= diámetro ecuatorial.

Estos resultados no difieren en mucho a lo obtenido por Romero (2007) reporta 5.7 cm y similar a lo obtenido por Hernández (2003) quien reporta en tomate saladette una media de 5 cm. A sí mismo (García, 2006) reporta una

media de 6.5 cm en esta variable. (Rodríguez *et al*, 2001) evaluando tomate en sustratos reporta una media de 5 cm. Ortega *et al.* (2001) evaluando tomate reporta una media de 6 cm de diámetro. De la Cruz *et al.* (2009) reporta una media de 4.7 cm.

4.2.4. Sólidos Solubles

El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas en genotipos y no significativo en las fuentes de variación fertilización y la interacción: Presentó una media de 5 (Cuadro 8) y un coeficiente de variación de 5.8 % (Cuadro A 3). Aunque no hubo diferencias significativas, en los tratamientos este estudio presentan fruto de buena calidad (Cuadro A 3), puesto que el tomate para procesado y consumo en fresco deben tener un contenido de sólidos solubles de 4.5 ° Brix (Diez, 2001). Fruto con ese rango de sólidos solubles también fueron obtenidos por Márquez *et al.*, (2005) y De la Cruz *et al.* (2009) reporta una media de 4.5 ° Brix.

4.2.5. Espesor de pulpa

El análisis estadístico no presentó diferencias significativas genotipos y tratamientos ni en la interacción genotipos por tratamiento. Presentó una media de 0.64 cm (Cuadro 8) y con una coeficiencia de variación 9.8% en el (Cuadro A 3).

4.2.6. Numero de lóculos

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas, en los tratamiento presento una significancia ($P \leq 05$) en la fertilización y en la interacción genotipos por tratamiento no presento significancia. Presentó una

media de 3 lóculos por fruto (Cuadro 9) y un coeficiente de variación de 6.9 % en el (Cuadro A 3).

Cuadro 9. Numero de lóculos en frutos de tomate con fertilización ecológica e inecológica. UAAAN-UL. Torreón Coahuila (2011).

Tratamiento	Genotipo	Número de Lóculos
Compost	Kikapoo	3
Químico	Kikapoo	3
Compost	Rafaello	3
Químico	Rafaello	3
Media		3

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

Estos resultados difieren a lo obtenido por Rosales (2005) quien reporta una media de 4 lóculos, pero son superan y De León (2004) reportan una media de 5 lóculos. Chávez, (2004) presenta una media de 4.93 lóculos y Borrallas (2006) reporta 5 lóculos en el genotipo Romina. Cabe señalar que estos valores son extraídos de tomate bola por lo que difieren en mucho.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1.- No se encontraron diferencias estadística significativas entre los tratamientos.

2.- Se encontró diferencia significativa en diámetro polar y sólidos solubles solo en genotipo, el resto de las variables de calidad no presento diferencias estadísticas significativas

3.- La compost, puede ser una alternativa para incrementar rendimiento y ganancias económicas en el tomate con espaldera.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Curso Superior de Especialización Sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. pp. 47-79.
- Acosta B. B. 2003. Producción ecológica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México p.46.
- Alrøe, H.F.; Kristensen, E.S. 2004. Basic principles for organic agriculture: Why? And what kind of principles?. *Ecology & Farming* 26: 27-30.
- Alvarado R. B. 2001. El manejo integrado de plagas del tomate en México. *En: Curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa".* Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 1-16.
- Alviter, D. 2000. Construcción y manejo de invernaderos en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) alternativa prometedora para el valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis de licenciatura. U.A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-8.
- Anónimo, 2004. La composta. Consultado el día 1 de diciembre en www.coedehgo.gob.mx/Servicios/educa/composta.htm
- Anónimo. 2005. Fertilizante. Consultado el día 20 de junio en <http://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. pp 107- 109.
- Atiyeh R., M.; Subler, S.; Edwards C., A.; Bachman, G. and Metzger J., D. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología (Germany)* 44: 579-590.

- Avilés, G., M. C., F. Domínguez. A., U. Nava. C., J. J. Wong. P., J. J. Pérez. V., y S. Velarde. F. 2005c. Control químico del psílido del tomate *B. Cockerelli* (Sulc) en el cultivo de chile bell en la Cruz de Eleta, Sinaloa. México. 2005. Segunda Convención Mundial del Chile 2005. pp. 38-43.
- Ayers RS, DW Westcot (1994) Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. FAO. Rome.
- Bastida, A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. U.A. Chapingo. México. pp. 13-18; 143-166 y 185-190.
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México. pp. 3-16, 103-233.
- Becerra, F., A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad "permanente del tomate" en El Bajío. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química. Querétaro, México. 55p.
- Belda, J. E. y J. Lastre, 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp.1-9.
- Bettiol W, R Ghini, J A G Haddad, R S Cássio 2004. Organic and conventional tomato cropping systems *Science Agriculture* 61(3):253-259.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Ecuador Soboc. p.149.
- Borrallas V. L. 2006. Te de composta en la Producción ecológica de tomate bajo condiciones de invernadero. . Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro Unidad Laguna.
- Brandt, K.; Luck, L.; Wyss, G.; Velimirou, A. y Torjusen, H. 2006. Producción de Tomate, control de calidad y seguridad en las cadenas de producción ecológica. Publicado por FiBL. (En línea)
- Bures, S. 1997. Sustratos Ediciones agronómicas S. L., Madrid, España.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. En: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas.

- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Buso, G. 2000. Tecnología de invernaderos para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Memoria de experiencia Profesional para licenciatura. U. A. Chapingo. Chapingo México. pp.1-8; 51-73.
- Calvert, A. 1973. Environmental responses. In: "Kingham, H. G. (Ed). The U.K. tomato manual. Grower books, London": 23-24.
- Capullín G.J., Nuñez R.E., Etchervers B. J.D. y Baca C.G.A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo en la nutrición vegetal en hidroponía. *Agrociencia*, vol. 35 Número 3.
- Caro M. P. 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 40-44
- Castellanos J.Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. San miguel allende, México
- Castellanos, J. Z. 2003. Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero, INIFAP. Celaya, Guanajuato, México. pp. 1-3.
- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; pp.: 191-211. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. pp. 191-225. *En*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Castillo, E. A.; Quarín, H. S.; Iglesias, C. M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos ecológicos puros y combinados. *Agricultura Técnica (Chile)* 60: 74-79.
- Cervantes, F. M. a. 2004. Abonos Ecológicos (En línea). http://organichaccp.org/Upload/OrganicHACCP/Leaflet/ES/12-Tomatoes_ES.pdf (Consulta: 20-10-11)
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Chaney, D.E., Drinkwater, L. E. and Pettygrove, G.S., 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of agriculture and Natural Resources. Publication 21505. p.36.

- Chávez C. J. de J.2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura UAAANUL. Torreón Coahuila México.
- Claridades agropecuarias. 2005. Evaluación y perspectivas de la agricultura ecológica en México. Consultado en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/140/ca140.pdf> (Consultado: 05/10/11)
- CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp.113- 123.
- Cotter, D.J. y R. E. Gómez, 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, U.S.A.
- Cruz, R.V.; de Almeida T., V.C.; de Andrade, I.F.; Neto, A.I.; do Nascimento, R.,V.; Villa, A., F. 2003. Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. Ciênc. Agrotec., Lavras. 27: 1409-1418.
- Cuartero, J.; Báugena, M. 1999. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. pp. 196-211.cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- De la Cruz, L. E. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad y Ciencia. 25(1):59-67.
- De León, R. W. R. 2004. Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. *En: El Cultivo del Tomate*. F. Nuez (Ed.) Editorial Mundi-Prensa México. p. 95-129.
- Dodson, M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic Greenhouse Tomato Production. ATTRA. USDA.
- Domínguez, R.R. 1998. Plagas Agrícolas. Departamento de Parasitología Agrícola. U. A. Chapingo. Texcoco. México. 356p.

- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp. 13-23. *En:* F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión
- FAO. 2000. [http:// www. Fao.org](http://www.fao.org) Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, S. L. Sustrato.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras ecológicas. Roma, Italia. 230 p.
- Ferreira C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Figuroa, V. U. y Cueto W. J. A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos ecológicos. Ponencia presentada como parte del curso: "Abonos Ecológicos", Impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de Octubre de 2002. Torreón, Coah.
- FIRA, 2003. Agricultura ecológica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, DF.
- Fonseca, A. E. (2006) Producción de tomate en invernadero. *En:* Olivares SE (ed) Cuarto simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México. Pp.1-8.
- Fonseca, E. 2001. Costos de la producción hidropónica de tomate. pp. 399-408. *En:* Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- Francescangeli, N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos, Aires, Argentina.
- García-Hernández, J. L.; Murillo-Amador, B.; Nieto-Garibay, A.; Fortis-Hernández, M.; Márquez-Hernández, C.; Castellanos-Pérez, E.; Quiñones-Vera, J. de J. y Avila-Serrano, N.Y. 2010. Avances en investigación y perspectivas del

- aprovechamiento de los abonos verdes en la agricultura. *TERRA LATINOAMERICANA* 28(4); 391-399
- García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Universidad autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, Edo. De México.
- García, V. G. 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna. Torreón Coah. Méx.
- Garza, E.U. y A. Rivas, M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona media de San Luis Potosí. INIFAB-CIRNE. Campo Experimental Ébano. Folleto para productores Núm. 5 San Luís Potosí, México. 47p.
- Green, P. 2005. Sustentabilidad. Consultado en http://organichaccp.org/Upload/OrganicHACCP/Leaflet/ES/12-_Tomatoes_ES.pdf (Consulta: 28-10-11).
- Gewin V. 2004. Organic Faqs. *Nature* 428: 796-798.
- Gross, A. y Domínguez V. A. 1992. Abonos guía práctica de la fertilización. Madrid, España. 8ª edición en español. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 106-112, 225, 238.
- Gómez, C., Schwentesius R; Gómez T. L; Arce C. L; Quintero M. M; Y Morán V. 2000. Agricultura ecológica de México, datos básicos. México. SAGAR, UACH. Chapingo, México. 46 p.
- Gómez, c. m. a. Gómez t. l. y Schwentesius R. R. 2003. México como abastecedor de productos ecológicos. *Comercio exterior*, vol. 53, Núm. 22, febrero 2003.
- Hashemimajd, K.; Kalbasi, M.; Golchin, A. and Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of plant nutrition (USA)* 27 (6): 1107-1123.
- Heeb, A.; Lundegårdh, B.; Ericsson, T. and Savage, G. P. 2005. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture (USA)* 85: 1405-1414.

- Hernández S., I.A. 2003. Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp. 15-18.
- Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.
- Infoagro, 2003. El cultivo de tomate. Consultado en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp> (1 de noviembre de 2011)
- Infoagro, 2010. Plagas. [En línea]. España. <http://www.infoagro.com/Plagas>. [Fecha de consulta 25/10/2011].
- Ingham, R. E. 2003. The Compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes, Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregón. Pp.67.
- Johnson, H. Jr. y C.R Rock . 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Kulkarni, B. S.; U. G. Nalawadi R. S. Giraddi. 1996. Effect of vermicompost and vermiculture on growth and yield on china aster (*Callistephus chinensis* Nees.) cv. Ostrich Plume mixed. South Indian Horticulture. 44: 33-35 (Abstr).
- Lacasa, A. y J. Contreras. 2001. Las plagas, pp. 387-463. *En:*(Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Lamas, N. M. 2003. FIRA. Boletín Informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano.
- López E., J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Lorenzo, C. Y. 2005. Evaluación de insecticidas contra el psílido de la papa B. (Paratrioza) *cockerelli* Sulc., en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*, en la localidad del "Poleo". Arteaga, Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 52p.

- Luévano, G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año Vol.:9 (2) 306-320.
- Magnano, J. C. y Gómez O. 1999. Curso de lombricultura. Vita-Fértil.
- Marín, J., A. 2003. Características morfológicas y aspectos biológicos del psílido del tomate *B. cockerelli* (Sulc) (=Paratrioza cockerelli). En taller de Paratrioza cockerelli. Bayer Crop Science. Ixtapa, Zihuatanejo, Gro. pp.47-55.
- Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2004. Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp.1-11.
- Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2005. Producción ecológica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 5: 219-224
- Márquez-Hernández C.; P. Cano-Ríos; Y. I. Chew-Madinaveitia; A. Moreno-Reséndez; N. Rodríguez-Dimas. 2006. Sustratos en la producción de tomate orgánico bajo invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 12 (2): 183-189.
- Mejía G., H. S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca Bemisia tabaci Gen y B. argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae). En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed. Trillas. Méx. D. F. pp.132-146.
- Melgarejo R., M. y I. Ballesteros M., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista colombiana de Química. 26(2): 3-7.
- Moreno R. A., Valdés P. M. T. y Zarate L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica (Chile) 65:26-34.

- Muñoz R. J. De J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. Pp. 229-230. *En:* J.J Muñoz Ramos y J.Z Castellanos (Eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.
- Muñoz, J. J. 2003. “ La producción de plántula en invernadero”. *En* J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 187-225.
- Murray, R. y Yommi, A. 1995. Momento oportuno de cosecha de tomates larga vida y normales. XVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAGO - Las Termas de Río Hondo.
- Mustin, M. 1987. Le Compost, Gestion de la Materie organique. Editions Francois DUBUSC, p.954.
- Namesny, A. 2004, Tomates producción y comercio, Ediciones de Horticultura Barcelona España, pp. 11-157.
- Nava, C.U., P. Cano, R. y J. L. Martínez, C. 2001. Manejo Integrado de la mosca blanca de la hoja plateada, Bemisia Argentifolli Bellows y Perring. *En* García G.,C y H. Medrano R. (eds). Estrategias para el control de plagas de hortalizas, estudios de identificación y control. COCYTED, SAGDR, CIIDIR-IPN Durango. Ed. Docu Imagen, Durango, Dgo. pp. 19-75.
- Navejas J. J. 2002. Producción ecológica de tomate. INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México
- Nelson, V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo de tomate. *En:* 2º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nayarit, México. pp. 155-159.
- Nogueroles, Carlos y Sicilia, Alexis. 2004. conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Imag Impressions, S.I., Benifaió, agrícolas ecológicos. México, DF.
- NOM-037-FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas ecológicos. México, D.F.
- NOP, 2004. The national organic program. USDA-USA.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.

- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona España, pp. 15-766.
- Nuez, F. 2001. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España.
- Ochoa M. E. 2007. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción del cultivo de tomate en invernadero. Tesis de maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coah.
- Ohnesorge, G. and. Rapp, G. 1988. Monitoring Bemisia tabaci: a review. En: Agriculture, Ecosystems and environment, vol. 17, pp. 21.27.
- Ortega A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de Virus en Hortalizas. En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas, Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D. F. pp. 149-150.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo. De Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Paul, EA.; Clark, FE. 1996. Soil microbiology and Biochemistry. 2 ed. Academia Press. p. 340.
- Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de Fitotecnia, U. A. Chapingo. Chapingo, México.
- Pino R., S. J. 2004. Empleo de biofertilizantes en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo manejo orgánico en invernadero. Universidad de Talca.
- Wang, Q.; Klassen, W.; Li, Y. and Codallo, Merlyn. 2009. Cover crops and organic mulch to improve tomato yields and soil fertility. Agronomy Journal 101(2):345-351
- Quintero A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura ecológica. Guadalajara, Jal. INCAPA.
- Quintero, S. R. 1999. El cultivo del aguacate orgánico (*Persea americana* Mill). Memoria del IV Foro Nacional sobre Agricultura Ecológica. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Agraria Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Ecológica.

- Raviv M O, S Medina, A Krasnovsky, H Ziadna 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost of organic agriculture. *Compost Science & Utilization* 12(1):6-10.
- Raviv, M.; Oka, Y.; Katan, J.; Hadar, Y.; Yogev, A.; Medina, S.; Krasnovsky, A. and Ziadna, H. 2005. High nitrogen compost as a medium for organic container-growth crops. *Bioresource technology (USA)* 96(4):419-427.
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275, 279, 425-471.
- Rincón S. L. 2002. Bases de la fertirrigación para solanáceas y cucurbitáceas cultivadas en invernadero bajo planteamiento de producción integrada. *In: 12º Symposium Internacional. Ecología y producción integrada en cultivos hortícolas en invernadero. PYTOMA (España)* 135: 34-46.
- Rodríguez D. N.; P. Cano R. y E. Favela Ch. 2007. Uso de abonos ecológicos en la producción de tomate en invernadero. *Memorias del Simposio Internacional de Agricultura Sustentable. Saltillo, Coahuila México 24 al 26 de octubre de 2007.*
- Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. *En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.*
- Rodríguez R. R., Tabares R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 65-81.
- Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. UAAAN-UL, Torreón; Coahuila. México 81p.
- Rodríguez, L.; García J. L.; Benavente, R. M. 2003. Fertirrigación de invernaderos. Consultado el 2 de mayo en <http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/91invernaderos.htm>
- Rodríguez, R del. A. 2001. Manejo del Cultivo Extensivo para Industria, p. 255-309. *En: F. Nuez (Ed). El cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México. Reimpresión.*
- Rodríguez-Dimas N., Cano-Ríos P., Favela-Chávez E., Figueroa-Viramontes U., V de P. Álvarez-reyna; A. Palomo-Gil, Márquez Hernández C. y moreno-Resendez a. 2007. Vermicomposta como alternativa ecológica en la

- producción ecológica en invernadero. Revista Chapingo serie Horticultura 13(2)185-192.
- Rodríguez DN, Cano RP, Figueroa VU, Palomo GA, Favela Che, Álvarez RVP, Márquez HC, Moreno RA (2008) Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Méx.
- Rosales, V. J.C. 2005. Evaluación de cinco híbridos de tomate bajo sistema orgánico en invernadero. Tesis de Licenciatura.UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Rosen J., C and Bierman M., P. 2005. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. University of Minnesota, Extension Service. USA. 12p.
- Rosenstein, Ster, Emilio. 2008. Diccionario de Especialidades Agroquímicas.Thomson.PLM. pp. 427-1266.
- Ruiz, F. J. F. 1995. La agricultura ecológica: Ecología o Mitología? (Respuesta a algunas interrogantes). Coordinación del programa de Investigación de Agricultura Ecológica. Agosto, 1995. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ruiz, F. J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización ecológica, bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Colima, Col. 7 y 8 de Noviembre de 1996. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Consejo Nacional Regulador de Agricultura Ecológica, Gobierno del Estado de Colima y SAGAR-INIFAP.
- Ruiz, F. J. F. 1999. Tópicos sobre agricultura ecológica. Tomos I y II. Consejo Nacional Regulador de Agricultura Ecológica. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rynk, R. 1992. On-Farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York, p.186.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- Sade, A. 2001. "Invernaderos para diversos climas, estructuras utilizadas para programar y proteger de los elementos a los cultivos de alto valor". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No 1. Febrero.

- Sade, A. 2001. "Substratos y nutrición artificial, sistemas para establecer cosechas sin emplear suelo en los invernaderos". En Revista Agricultura de las Américas. Limburgerhof, Alemania. Año 50, No 4. Agosto. pp. 24-31
- SAGARPA. 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. [En línea]. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- SAGARPA. 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México, D. F. Internet: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>
- SAGARPA. 2011. Resumen Agrícola Región Lagunera Delegación en la región lagunera subdelegación de planeación y desarrollo rural. En: Resumen Económico Comarca Lagunera 2005. El Siglo de Torreón pag. 32. Torreón Coahuila.
- Salazar-Sosa, E. Fortis-Hernández, M. Vázquez-Alarcón, Vázquez-Vásquez. 2003. Abonos ecológicos y plasticultura. Gómez, Palacio México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. pp 63-84
- Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New Mexico Recycling Coalition Conference.
- Scheuerell SJ, Mahaffee WF (2004) Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythium ultimum*. *Phytopathology*. 94 (11) 1156-1163.
- Schuster, D. J. 2001. Enfermedades no Infecciosas. Pp.53-55. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.53-55.
- Schwentenius, R. R., Gómez C. M. A. y Blas, B. H. 2007. México Orgánico. Experiencias, Reflexiones, Propuestas. Universidad Autónoma de Chapingo.

- Serrano, Z. 2002. Construcción de invernaderos. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Barcelona, España. pp. 31-39.
- SIAP-SAGARPA. 2006. Resumen agrícola estatal subdelegación de planeación y desarrollo rural. Mexico, D.F. internet: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>
- SIAP-SAGARPA.2011. Resumen agrícola nacional subdelegación de planeación y desarrollo rural. Mexico, D.F. internet: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>
- Siles, J. 1998. El manejo de desecho de broza con lombrices californianas. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 93.
- Soto, G. y Muñoz C. 2002. Manejo Integrados de Plagas y Agroecología. Costa Rica. p.124.
- Subler, S.; Edwards C., A. and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle (USA)* 39: 63-66.
- Toyes, A., R. S 1992 La agricultura ecológica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional universidad de Baja California sur. 145 p.
- Trevor, V. S. y Cantwell, M. 2002. Recomendaciones para mantener calidad poscosecha. Pp. 375-378. *En: Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. (Eds.) Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Celaya, Guanajuato, México.*
- Tuzel, Y. y Yagmar G. B. 2003. Organic tomato produced under greenhouse conditions. (En línea). http://www.actahort.org/books/614/614_114.htm Consulta: 2 de marzo del 2004.
- Urrestarazu, M.; Salas, C.M.; Padilla, I.M.; Moreno, J. ; Elorrieta, A.M. ; Carrasco, G.A. 2001. Evaluation of different composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soils cropping. *Acta Hort.* 549:147-152.
- Uvalle- Bueno J. X. 2000. Nutrición Vegetal y Fertirrigación de Hortalizas en Ambiente Semicontrolado. Pp.148-157. *En: Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas (Ed) J. Z. Castellanos, M. Guzmán P. y F. Guerra OHart. INCAPA. S. C. Guadalajara Jal. Méx.*

- Van de Vooren, J. G., W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623.)
- Van Maanen JM, Pachen DM, Dallinga JW, Kleinjans JC. 1998. Formation of nitrosamines during consumption of nitrate- and amine-rich foods, and the influence of the use of mouthwashes. *Cancer Detect Prev* 22:204–12.
- Vida, J.B.; Zambolim, L.; Tessmann, D.J.; Brandão-FILHO, J.U.T.; Verzignassi, J.R.; Caixeta, M.P. 2004. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. *Fitopatologia Bras.* 29(4): 355-372.
- Wills, R., W. MacGlasson, D. Graham, T. Lee, and G. Hall. 1989. *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.* South China Printing Company Limited, Hong Kong, 174 p.
- Yurjevic, A. 2004. Agroecología y Producción Ecológica: Evolución durante la década de los 90's. Febrero. Numero 14. Consultada en www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. [Consulta: 24/06/2004]
- Zaidan O. 1997. El cultivo de tomate de mesa en terreno abierto. En: *Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Diferentes Condiciones Ambientales. Recopilación de artículos sobre: producción de tomate.* Zidan O, R Natan MASHAV (eds). Ministerio de Relaciones Exteriores Centro de Cooperación Internacional. CINDACO. Shefayim, Israel. 18 p.
- Zaidan, O. y A. Avidan, 1997. CINDACO. *Curso Internacional de hortalizas.* Shefayim, Israel.
- Zaidan O. y A. Avidan. 1997. El cultivo de tomate de mesa en terreno abierto. *In: Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Diferentes Condiciones Ambientales. Recopilación de artículos sobre: producción de tomate.* O Zidan, R Natan MASHAV (eds). Ministerio de Relaciones Exteriores Centro de Cooperación Internacional. CINDACO. Shefayim, Israel. 18 p.

CAPITULO VII

APENDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza para rendimiento en el cultivo de tomate, en fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera – verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	1	193.13	193.13	3.25	.0823 NS
Fertilización	1	23.14	23.14	0.39	.5378 NS
Genotipo X Fertilización	1	20.95	20.95	0.35	.5376 NS
Error	28	1665.59	59.98		
Total	31	1902.83			
CV	15.4				

** altamente significativo al 1%, * significativo al 5% y NS no significativo.

Cuadro A.2. Cuadrados medios en la calidad de fruto en el cultivo de tomate, en la fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera - verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	Peso de fruto	Diámetro polar	Diámetro Ecuatorial
Genotipo	2	224.03 NS	230.05 **	.125 NS
Fertilización	1	120.64 NS	0.748 NS	.080 NS
GenotipoXfertilización	2	21.03 NS	0.00012 NS	.174 NS
Error	54	68.65	0.914	.083 NS
Total	31			
C.V. %		15.9	10.3	6.6
Media		52	9.3	4.3

** altamente significativo al 1%, * significativo al 5% y NS no significativo.

Cuadro A.3. Calidad de fruto en el cultivo de tomate, en la fertilización ecológica e inecológica en campo, en el ciclo primavera – verano (2011) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	Grado Brix	Espesor de Pulpa	Numero de Lóculos
Genotipo	1	2.9913 **	0.00001NS	0.007 NS
Fertilización	1	.1205 NS	0.0023 NS	.176 *
GenotipoXfertilización	1	.2912 NS	0.0139 NS	0.06307 NS
Error	28	0.082	0.004	0.0379
Total	31			
CV		5.8	9.8	6.9
Media		5	0.64	3

** altamente significativo al 1%, * significativo al 5% y NS no significativo.