

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO CON TUTOREO EN LA COMARCA
LAGUNERA**

POR:

AGUSTIN ALEJANDRO HERNANDEZ PEREZ

TESIS

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO CON TUTOREO EN LA COMARCA
LAGUNERA.

P O R:

AGUSTIN ALEJANDRO HERNANDEZ PEREZ

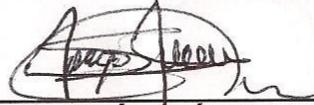
TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

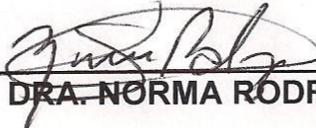
COMITÉ PARTICULAR

Asesor
principal:



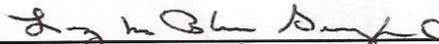
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

Asesor :



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

Asesor :



M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

Asesor:



DR. ALFREDO OGAZ

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Coordinación de la División
Carreras Agronómicas



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO CON TUTOREO EN LA COMARCA
LAGUNERA.

P O R

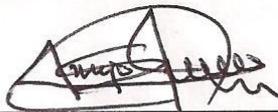
AGUSTIN ALEJANDRO HERNANDEZ PEREZ

TESIS
QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

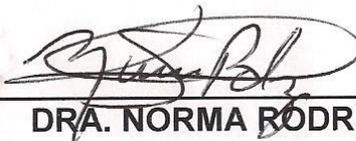
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL:



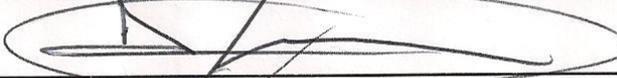
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL:



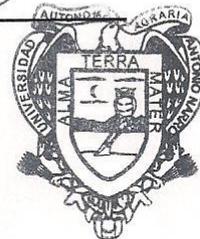
M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

VOCAL:



DR. ALFREDO OGAZ

DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Creador del cielo y de la tierra, por darme la dicha de existir y por estar conmigo en los momentos más felices y tristes de mi vida y por permitir alcanzar todos mis más grandes sueños gracias por ser el guía de mi camino y por darme la mejor mamá del mundo. **Gracias señor.**

A mí querida madre por darme la vida y por darme su apoyo incondicional y que siempre estuvo a mi lado en las buenas y en las malas y por darme toda su confianza.

A mi “Alma Terra Mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y por brindarme su gran apoyo y prometo poner en alto su nombre ya que ha sido un orgullo haber pertenecido a esta institución.

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas por todo el apoyo brindado durante el proyecto, por su dedicación, paciencia, por su valioso tiempo, enseñanzas y por estar ahí en los momentos más difíciles nunca parare de agradecerle todo lo que me apoyo que DIOS lo bendiga hoy y siempre.

Al Dr. Jesús Vásquez Arroyo por los consejos que me brindo durante mi formación académica y por el apoyo que medio para realizar mi proyecto de investigación.

Al Dr. Alfredo Ogaz por su gran apoyo en la revisión y por formar parte del jurado.

Al MC. Luz María Patricia Guzmán Cedillo por su gran apoyo en la revisión y por formar parte del jurado.

Al MC. Bogart Huerta Salas por su apoyo que nos brindo durante este trabajo de investigación.

A mis tíos Felipe, María Eva, Rubisel, Socorro, Martin, Mari, María Elena, Jordán, Gregorio y dori gracias por darme sus consejos y por confiar en mí y por darme buenos consejos.

A todos mis maestros del departamento de agroecología que me brindaron su apoyo, sus consejos y enseñanzas durante el trayecto de mi profesión.

A todos mis amigos de mi generación durante el tiempo que estuvimos juntos en la universidad a Blanca, Marisonia, Cristina, Elsi, Isiquia, Dalia, Noemí, Nuria, Pedro, Osmar, Carlos, Fernando, José Miguel, Elieber, Darío, Diego, Flavio. Por estar siempre juntos en las buenas y en las malas.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Rosa Ofelia Pérez Velasco por darme la vida, por todo su cariño, amor, dedicación, sus consejos y por apoyarme siempre en todo gracias por darme tu confianza y por guiarme por un buen camino y que estuviste junto a mi en las buenas y en las malas, nunca te importo nada a pesar de todo me sacastes adelante eres la mujer que mérese mi respeto y admiración por que para mi eres padre y madre y nunca podre pagarte todo lo que has hecho por mi. Eres el mejor regalo de mi vida y estoy orgulloso por que no te falle gracias mamá.

Pedro Hernández López te agradezco ti por darme consejos y por brindarme cariño y por apoyarme gracias papá.

A MIS HERMANOS...

Martha Matilde, Reinaldo, Blanca Lucia y Rosa María por todo su cariño y apoyo que me han dado a través de sus consejos por estar conmigo en los momentos más felices y tristes de mi vida y por que ellos son el motivo de mi superación.

A MIS SOBRINOS...

Jeremi Said, Juan Carlos, Samuel Eduardo, Stefani Michel por todo el cariño que me han brindado los quiero mucho.

A Mónica Encarnación Cristóbal quien estuvo conmigo en los momentos más felices y amargos de mí vida, quien me apoyo incondicionalmente y que juntos aprendimos de la vida.

RESUMEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más importante en el mundo y de mayor valor económico. México obtuvo ganancias del orden de los 18,500 millones de pesos en el primer semestre de 2011. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo. Su producción ha generado cambios tecnológicos significativos con efectos negativos al ambiente. Una alternativa para la reducción costo de producción lo encontramos en la agricultura ecológica mediante el uso del lombricompost. El objetivo de la investigación fue determinar la respuesta de dos genotipos de tomate saladette a los tratamientos de fertilización con solución nutritiva y vermicompost. Los genotipos de tomate evaluados fueron Kikapoo y Rafaello de la compañía Arsthen int. Con una parcela experimental de 280m², la densidad de población fue de 14 286 plantas/ha, colocando una planta a una distancia de 0.5cm entre planta y un ancho de cama de 1.4 m. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 2 x 2. En los resultados se encontró que existen diferencias altamente significativas para la variable de rendimiento entre los genotipos evaluados, sobresaliendo el genotipo Rafaello que presentó el mayor rendimiento con 42.3 t ha⁻¹ en la fertilización vermicompost con adición de nitrógeno orgánico (Zimafert) y calcio orgánico (Salko), se determinó que la fertilización química y orgánica rindieron estadísticamente igual con 37 y 36 t ha⁻¹. Se considera que, es posible producir tomate con vermicompost sin afectar la calidad del fruto.

Palabras claves: vermicompost, calidad de fruto, genotipos, fertilización, *Lycopersicon esculentum* Mill.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADRO	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO	2
1.2 HIPÓTESIS	2
1.3 METAS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen del tomate.....	3
2.1.1 Clasificación taxonómica	3
2.1.2 Anatomía y fisiológicas de la planta.....	4
2.1.3 Planta.....	4
2.1.4 Semilla	4

2.1.5 Raíz	4
2.1.6 Tallo	5
2.1.7 Hojas.....	5
2.1.8 Flor.....	6
2.1.9 Fruto	6
2.2 Requerimiento climático del cultivo	7
2.2.1 Temperatura	7
2.2.2 Humedad	8
2.2.3 Luminosidad	8
2.2.4 Suelo.....	8
2.2.5 La radiación en el cultivo	9
2.3 Labores culturales.....	9
2.3.1 Producción de plántulas.....	9
2.3.2 Trasplante	10
2.3.3 Poda de formación.....	10
2.3.4 Aporcado y rehundido.....	11
2.3.5 Tutorado	11

2.3.6 Arreglo topológico	11
2.3.7 Fertilización (Fertirrigación)	12
2.3.8 Polinización.....	14
2.3.9 Calidad de agua de riego (Obtención de goteros)	14
2.4 Principales beneficios de la materia orgánica	15
2.4.1 Efecto de los abonos orgánicos en el suelo.....	15
2.4.2 Lombricultura	17
2.4.3 Importancia de lombricultura en México	17
2.4.4 Importancia de la lombricultura en la Comarca Lagunera.....	18
2.5 Clasificación taxonómica de lombriz	20
2.5.1 Generalidades de <i>Eisenia foetida</i>	21
2.5.2 Vermicompost o humus de lombriz.....	22
2.5.3 Propiedades de la vermicompost.....	23
2.5.4. Ácidos Húmicos y Fúlvicos	25
2.5.5 La agricultura orgánica en el mundo.....	26
2.5.6 Agricultura orgánica en México.....	27
2.5.7 Producción de tomate orgánico en México	27

2.5.8 Certificación de productos orgánicos	28
2.6 Enemigos naturales	29
2.6.1 Grupos de insectos vectores	29
2.6.2 Artrópodos	29
2.6.3 Mosquita blanca.....	29
2.6.4 Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	31
2.6.5 Trips.....	38
2.6.6 Minadores de la hoja (<i>Lyriomyza</i> spp.)	39
2.6.7 Pulgón.....	40
2.6.8 Importancia de la temperatura, humedad y luz en insectos.....	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	43
3.2 Localización del experimento	43
3.3 genotipos	43
3.4 Siembra, trasplante y fertiriego	43
3.5 Diseño experimental	44
3.6 Manejo del cultivo	44

3.6.1 Poda	44
3.6.2 Tutorado	44
3.6.3 Aplicación de vermicompost	45
3.6.4 aplicación de solución nutritiva convencional.....	45
3.7 Organismos dañinos y control.....	46
3.8 Cosecha.....	47
3.9 Variables a evaluar	47
3.10 Análisis estadísticos.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	49
4.1 Altura de planta	49
4.2 Calidad de fruto.....	50
4.2.1 Peso del fruto.....	50
4.2.2 Diámetro polar	51
4.2.3 Diámetro ecuatorial.....	52
4.2.4 Sólidos solubles (°Brix)	53
4.2.5 Espesor de pulpa	54
4.2.6 Rendimiento.....	55

V. CONCLUSIONES	58
VI. LITERATURA CITADA	59
VII. APENDICE	73

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Sustrato ideal para el crecimiento de la lombriz <i>Eisenia Foetida</i> (Moreno, 2005b). UAAAN-UL, 2005.....	22
Cuadro 2. Composición química de algunas vermicopost de México (Sánchez-Hernández et al. 2007).....	24
Cuadro 3. Composición química de la vermicompost de bovino (Luévano – Velásquez, 2001).	24
Cuadro 4. Concentración de NPK en (%) Vermicompost empleada en la fertilización orgánica del cultivo de tomate en campo. UAAAN-UL, 2011.	45
Cuadro 5. Solución nutritiva empleada en la fertilización del cultivo de tomate en campo. UAAAN-UL, 2011.	45
Cuadro 6. Altura de planta en (cm) de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	49
Cuadro 7. Altura de planta en (cm) de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	49
Cuadro 8. Peso del fruto de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.	51

Cuadro 9. Diámetro polar de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.	52
Cuadro 10. Peso del fruto, diámetro ecuatorial, lóculos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	53
Cuadro 11. Sólidos solubles de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	54
Cuadro 12. Espesor de pulpa de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	55
Cuadro 13. Rendimiento total en t ha ⁻¹ de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.	56
Cuadro 14. Número de frutos por planta de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011), en la Comarca Lagunera UAAAN–UL.	57
Cuadro A1. Cuadrados medios para las variables de altura de planta de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	74
Cuadro A2. Cuadrados medios para las variables de altura de planta de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	74

Cuadro A3. Cuadrados medios para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	75
Cuadro A4. Cuadrados medios para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	75
Cuadro A5. Cuadrados medios para espesor de pulpa de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	76
Cuadro A6. Cuadrados medios para rendimiento y números de frutos de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	76

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) es en la actualidad la hortaliza más cultivada en el mundo con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas con una producción de casi 85 millones de toneladas su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio (FAO, 2011).

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, 2011).

En México la superficie sembrada durante el 2011 fue 53,572.6 ha, con un rendimiento medio de 39 ton ha⁻¹ (SIAD- SAGARPA, 2011). La producción de tomate en la comarca lagunera para el 2005 alcanzó una superficie de 1048 has a campo abierto, representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 26 t ha (SAGARPA, 2005). La producción a campo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, obteniéndose bajo rendimiento.

En consecuencia del aumento de la población mundial (7,000 millones en 2011), existe la necesidad de encontrar alternativas eficientes en la producción de hortalizas por unidad de superficie, como es el caso del tomate siendo su demanda mayor a su producción ya que se encuentra limitada por las condiciones ambientales adversas y el ataque de organismos dañinos, por esta razón el rendimiento por hectárea, se ve disminuido, obteniendo cosechas pobres y de baja calidad, por lo que nos permite abastecer la demanda del mercado a consecuencia de esto se tiene el incremento en el precio del producto.

El manejo adecuado de la nutrición vegetal, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes ecológicos y ante el riesgo de degradar más los recursos naturales, para garantizar el abasto de alimentos, es necesario encontrar alternativas para garantizar la producción a largo plazo sin el peligro de destruir el agroecosistema. La agricultura ecológica, es una opción para la producción de tomate a campo abierto.

Al utilizar la vermicompost, la cual no genera variación en el contenido de N inicial y final del sustrato procesado (Sánchez-Hernández et al., 2007) y por su contenido de nutrimentos, ayuda a que garantice cierto grado de aireación y un buen desarrollo radicular de los cultivos. Sin embargo, en los procesos de producción convencional, para lograr la transición a la certificación orgánica requiere de un periodo de tres a cinco años sin aplicación de algún producto sintético al suelo (Gómez et al., 2003).

1.1 OBJETIVO

Determinar la respuesta de dos genotipos de tomate a los tratamientos de fertilización con solución nutritiva y vermicompost.

1.2 HIPÓTESIS

Es posible producir tomate con aplicación de vermicompost en campo con tutoreo.

1.3 METAS

Contar con una información confiable y formar un paquete tecnológico para producir tomate ecológico a campo abierto y lograr rendimientos promedio de 50 ha⁻¹.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DEL TOMATE

El tomate es una planta originaria de la zona de Perú y Ecuador, desde donde se extendió al resto de América. Durante el siglo XVI en México empezó a domesticarse con fines ornamentales en el cual daba fruto de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos. Fue introducida a Europa, en oriente medio, África y países asiáticos en el siglo XVI como especie ornamental y no empezó a cultivarse con fines alimenticios hasta el siglo XVIII (Ruano, 2000).

2.1.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Nuez, 2001, la taxonomía del tomate es la siguiente:

Nombre científico	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.
Nombre común	Tomate o Jitomate
Dominio	<i>Eucaria</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>

2.1.2 Anatomía y fisiológicas de la planta

2.1.3 Planta

La planta es perene de porte arbustivo que se utiliza como anual. Puede desarrollarse en forma rastrera, semi erecta y puede ser de crecimiento determinado o indeterminado. En tipos determinados, el brote primario termina en un racimo de flores forzando el desarrollo de brotes laterales y en tipos indeterminadas el crecimiento es ilimitado pudiendo llegar a 10 m en un año (Chamarro, 2001).

2.1.4 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, y esta constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, esta constituida a su vez, por la yema apical, cotiledones, hipocótilo y radicular. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. Recubiertos de pelos que envuelve y protege el embrión y endospermo (Nuez, 2001).

2.1.5 Raíz

El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, raíces secundarias y raíces terciarias. Internamente tiene bien diferenciadas tres zonas: la epidermis, la corteza y el cilindro central o vascular. La raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad. El sistema radicular tiene como función la

absorción y transporte de nutrientes, así como el anclaje de la planta al suelo (Namesny, 2004).

Generalmente el 70% de las raíces se localizan a menos de 20 cm de la superficie. Todas las raíces absorben agua, mientras los minerales se absorben por las raíces más próximas a la superficie (Nuez, 2001).

2.1.6 Tallo

El tallo es erecto al principio de su desarrollo, se inclina posteriormente por el peso de sus frutos y llaga a medir de 60 a 80 cm de altura en los tomates de crecimiento determinado. El eje central del tallo llega a tener un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que van desarrollando las hojas, los tallos secundarios de ramificación simpoidal e inflorescencias (Rodríguez, 2000).

2.1.7 Hojas

Las hojas son de limbos compuestos de 7 a 9 foliolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los foliolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los foliolos pueden ser de tipos peciolados, lobulados y con bordes dentados y recubiertos de pelos glandulares. Hay aproximadamente tres hojas entre cada racimo. Las hojas son las que se encargan de realizar la fotosíntesis por lo que debe haber una buena cantidad de ellas con la finalidad de interceptar la mayor cantidad de radiación (Muñoz, 2004).

2.1.8 Flor

Las flores son bisexuales y se polinizan principalmente por medio del viento. El pedúnculo de la flor tiene un nudo de la abscisión que facilita la recolección cuando el fruto esta maduro. La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelven al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La polinización en el tomate es principalmente autógama (Guzmán, 1991).

2.1.9 Fruto

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos a 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto contiene una o más celdas con una placenta carnosa con numerosas semillas pequeñas de forma arriñonada cubierto con pelos cortos y tiesos. Las semillas están rodeadas por células del parénquima de aspecto de gelatina, que rellenan las cavidades locales. El fruto consiste en una baya de colores variables, entre el amarillo y el rojo, y formas también diferentes, pero más o menos globosas. Suele necesitar entre 45 a 60 días para

llegar desde la fertilización hasta la madurez. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo (Chamarro, 2001).

Pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera vaya. Su forma, tamaño y color son variables, su superficie es lisa y esta formado por un epicarpio delgado algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico y el sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

2.2 REQUERIMIENTO CLIMÁTICO DEL CULTIVO

Castilla (1999) afirma que los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Los factores a considerar son los siguientes.

2.2.1 Temperatura

La alternancia de temperaturas entre el día y la noche (termoperiodismo) también influye en el desarrollo vegetativo de la planta y la maduración de los frutos. La temperatura media ideal de crecimiento esta en torno a 22°C o 23°C; la actividad vegetativa se paraliza por de bajo de 12°C provocando flores de difícil fecundación. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación es de 20°C a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento del trasplante ocurre entre 30 y 70 días (Ruano, 2000).

2.2.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre 60 a 70%. Humedad relativa >80% favorece el desarrollo de enfermedades y agrietamientos del fruto. Además dificultan la fecundación, debido a que el polen se compactan, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También la humedad relativa baja, dificulta la fijación de polen al estigma de la flor (Infoagro, 2010).

2.2.3 Luminosidad

De acuerdo con Kalvert (1964), la intensidad luminosa débil tiene el mismo efecto que la temperatura elevada y, demostró que la reducción del nivel de iluminación de 10,000 a 2,500 luxes, retardó el inicio de floración y permitió un mayor número de hojas antes de la misma. La luz favorece también la fructificación del tomate, ya que su ausencia desfavorece la polinización. Según Daly, 1981, se ha demostrado que la fructificación es mejor con una iluminación de 14 horas por día que cuando éstas se mantienen solo siete horas; pero una alta intensidad luminosa unida a una alta temperatura incide negativamente en la fructificación.

2.2.4 Suelo

El mejor suelo para el cultivo del tomate es el suelto de textura silíceo arcillosa y rico en materia orgánica, con un pH entre 5.5 y 7.2. No tolera el encharcamiento. Lo más destacable en cuanto al suelo es que el tomate se trata

de una especie con cierta tolerancia a la salinidad (mediana de 10-4 milimhos. De ahí que almita el cultivo en suelos ligeramente salinos o riego con agua algo salitrosa (Infoagro, 2004).

2.2.5 La radiación en el cultivo

El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, que requiere buena iluminación. Iluminaciones ilimitadas pueden influir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo (Calvert, 1973).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el en tutorado deben optimizar la intercepción por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es la limitante, por que implica una reducción lineal de cosecha (Cockshull, 1988).

2.3 LABORES CULTURALES

2.3.1 Producción de plántulas

Tradicionalmente, el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra se realizaba al voleo o chorrillo y después de 4-6 semanas se obtenía plántulas para trasplante a raíz desnuda. Hoy en día, el alto costo de las semillas (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plásticos rellenas de sustratos para trasplantar con cepellón, que se colocan en instalaciones adecuadas, ya sea en cámaras de germinación o en invernadero. El

sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecidas con fertilizantes (Castilla, 1999).

2.3.2 Trasplante

Las plántulas están listas para el trasplante a las 3 – 4 semanas. Cuando sea posible, el trasplante debe ser hecho bien durante la tarde o en el día nublado antes de retirar las plántulas deben cubrirse con humedad suficiente para prevenir la deshidratación, o bien tratar antes de la plantación con reguladores de crecimiento, lo cual ha sido beneficioso (Gould, 1992).

2.3.3 Poda de formación

La poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán tener más de 2-3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportar la poda. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte. Los brotes que no son podados a tiempo consumen una gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para mejor crecimiento de la misma (Horward, 1995).

2.3.4 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos arenosos tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de las plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

2.3.5 Tutorado

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, en la calidad del fruto y en el control de las enfermedades (Howard, 1995).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a una altura por encima de la planta de 1.8 a 2.4 m, sobre el suelo (Howard, 1995).

2.3.6 Arreglo topológico

El marco de plantación se establece en función del porte de planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1m x 0.5 m. Cuando

se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Howard, 1995).

2.3.7 Fertilización (Fertirrigación)

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

En el fertirriego la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tiempo del sustrato utilizando como medio de cultivo (Navarro, 2002).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego.

La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la siguiente:

1) La conductividad eléctrica (CE) en dS/m o mmhos/cm a 25 °C. Este dato está directamente relacionado con la cantidad total de sales que contiene el agua de riego. Aguas con una CE superior a 2 dS/m limitan su uso para los cultivos sin suelo, 2) El valor de pH de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, más concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de pH comprendida entre 6 y 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles para el cultivo. En aguas carbonatadas los valores de pH están por encima de 7 y en estos casos es necesario neutralizar los carbonatos, añadiendo ácidos comerciales, generalmente ácido fosfórico y nítrico. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor del pH puede quedarse demasiado ácido y en este otro caso habrá que añadir algún producto alcalinizante, como por ejemplo hidróxido de potasio (Navarro, 2002).

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación NH_4/NO_3 de la solución de riego; si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH_4 con respecto al NO_3 en la solución

nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

2.3.8 Polinización

En las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto, las plantas se autopolinizan y no necesitan de abejas. La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13 y 24 °C y cuando la temperatura del día es de 15.5 a 32 °C; temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que las flores caigan sin tener fruto. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros (*Bombus terrestris*), a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Bautista y Alvarado, 2006).

2.3.9 Calidad de agua de riego (Obturación de goteros)

Es importante el aprovechamiento del contenido en el agua de riego de elementos como Ca, Mg y SO_4^{2-} . Debido al contenido salino de las aguas, las precipitaciones de fosfatos y sulfatos de Ca y, fundamentalmente, la carbonatación de los residuos de bicarbonatos de Ca y la desecación de soluciones salinas pueden producir obturación de goteros. Para evitar dicha obturación se utilizan disoluciones madres ácidas, en función de la calidad del agua de riego y manteniendo, al mismo tiempo, las relaciones óptimas de nutrientes además de realizar diariamente un lavado al final de la fertilización con HNO_3 diluido, a pH de 3,5 a 6, según el substrato, o con la misma agua de riego (Cadahía, 1999).

González (1991) encontró que el tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación y señala que los mejores rendimientos se obtienen cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria, 15 litros/kg de fruto aproximadamente, durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto.

2.4 PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA MATERIA ORGÁNICA

Según Chaney *et al.*, (1992) y Bohn *et al.*, (1993), la materia orgánica incrementa la actividad biológica, aporta nutrimentos, energía y hábitat para los microorganismos del suelo, actúa como reserva de nutrientes, además durante su descomposición de la materia orgánica se liberan macro y micro nutrimentos.

Retiene nutrimentos en forma disponible, aporta cargas negativas a la CIC del suelo donde puede retener nutrimentos y metales pesados que de otra manera se lixiviarían; favorece la estructura del suelo, actúan como agente cementante de las partículas del suelo formando agregados estables durante periodos de humedecimiento y secado, incrementa la porosidad. La formación de agregados mejora la porosidad del suelo, aumentando la retención.

2.4.1 Efecto de los abonos orgánicos en el suelo

- Mayor efecto residual.
- Aumento de la capacidad de retención en la humedad a través de su efecto sobre la estructura, la porosidad, y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas.

- Reducción de la erosión de los suelos al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por impacto de las gotas de lluvia.
- Incremento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo protegiendo a los nutrientes de la lixiviación.
- Liberación del CO₂ que propicia la solubilización de nutrientes.
- Abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

De acuerdo con Mustin (1987), el compostaje es el proceso biológico de descomposición de compuestos orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancias húmicas. La lombricompost, al igual que el compost, logra transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo cual es considerado una forma de compostaje (Bollo 1999, Rynk 1992).

El uso de compost también tiene desventajas, tales como el incremento en los contenidos de sales a niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivos sensibles y fitotoxicidades, especialmente cuando se emplean residuos con trazas de metales pesados o materiales no terminados (Costa *et al.* 1997). El reglamento de Producción Orgánica de los Estados Unidos (NOP 2000), prohíbe el uso de excretas sin compostear 120 días antes de la cosecha en cultivos cuya parte comestible toque el suelo, y 90 días en aquellas que el producto comestible no toque el suelo. Por lo tanto, si se quiere cumplir con la reglamentación, cultivos como lechuga podrán utilizar únicamente excretas composteadas.

El proceso de vermicomposteo, favorecido por la acción transformadora de las lombrices y como método de reciclaje, es ideal para el tratamiento tanto de las deyecciones animales, como los residuos urbanos de tipo orgánico, ya que además de acelerar el proceso de generación de abonos orgánicos de calidad, evita la contaminación del medio ambiente (Benítez et al., 1999; Castillo et al., 2000).

2.4.2 Lombricultura

El término Lombricultura o Vermicultura, proviene del latín *Verme*: gusano y *Cultura*: conocimiento, por lo que se define como la utilización de lombrices de tierra como agentes biológicos en el proceso de transformación de residuos orgánicos (Vilchis, 1995). Como una alternativa para disminuir el impacto del hombre sobre los ecosistemas que ha provocado un incremento desmedido de problemas críticos para el futuro de la humanidad, debido a sus necesidades de alimento y materias primas (OECD, 1995), actúa sobre los ecosistemas destruyendo los recursos naturales rápida y fácilmente (Kessler, 1994).

2.4.3 Importancia de lombricultura en México

El incremento de la población y los desechos que genera, el desarrollo de la urbanización y la diversificación de los procesos industriales han provocado graves problemas ambientales, debido a los contaminantes liberados. Los contaminantes contienen sustancias orgánicas e inorgánicas, metales pesados y sustancias radioactivas, que provienen de las aguas negras, las emisiones

gaseosas, los agroquímicos, etc. Estas sustancias provocan que el suelo y el agua se vuelvan inutilizables (Moreno, 2004c).

En México y otros países la ausencia de un manejo integrado de los sistemas de producción, tanto urbanos como rurales, trae como consecuencia la generación de grandes volúmenes de productos orgánicos, que al ser acumulados sin tratamiento alguno, ocupan espacios útiles de suelo, considerándose como productos de poco o nulo valor, siendo además fuente de contaminación. En este estado, la Lombricultura permite aprovechar toda la materia orgánica de las basuras urbanas, estiércoles, residuos orgánicos industriales, lodos de plantas de tratamiento de residuos con materiales pesados, etc. El proceso de transformación se utiliza en el tracto digestivo de la lombriz, produciendo la Vermicompost, abono orgánico, eficaz en cultivos hortícolas e industriales a nivel mundial (Velasco, 1999).

La importancia de la lombriz en este proceso se debe a que:

- Ejerce un control efectivo y económico en los contaminantes.
- Mezcla partículas minerales con la materia orgánica de la superficie, favoreciendo así la formación de complejos coloidales benéficos para la planta.

2.4.4 Importancia de la lombricultura en la Comarca Lagunera

Con el incremento progresivo de la población y la producción intensiva de cultivos y de cría de ganado, los volúmenes de residuos generados han provocado un serio problema de disposición y una fuente principal de contaminación

ambiental. Los residuos generados requieren de grandes cantidades de tierra para su disposición, liberan olores y amoniaco hacia el aire, pueden contaminar el agua del subsuelo con sustancias nocivas, y precedan un riesgo para la salud (Atiyeh *et al.*, 2000).

La Comarca lagunera es la cuenca lechera más importante del país, con más de 200,000 cabezas de ganado bovino en producción aproximadamente (SAGARPA, 2002). Sin embargo para tener ese número de cabezas de ganado bovino se requiere tener ganado de reemplazo y en desarrollo por lo que en total se tiene más de 400,000 cabezas. Lo anterior deriva en mas de 1'000,000 de kilogramos de estiércol base seca, producido por día (Salazar, *et al.*, 2005).

Estos residuos no deben aplicarse directamente al suelo ya que pueden dañar severamente sus índices de fertilidad, provocar una incompatibilidad estructura, inmovilización del N, y fitotoxicidad (Atiyeh *at al.*, 2000).

Lo anterior resalta la importancia y/o necesidad de llevar acabo un balance salino, calidad del suelo, etc., en los predios donde se aplica estiércol, desde luego dosifica y manejado adecuadamente este desecho animal no solo en La Laguna sino también a nivel país. Debido a que el estiércol presenta una alta capacidad de intercambio catiónico, a medida que se descompone o en el suelo se van liberando iones, los cuales afectan su fertilidad natural (calidad), pero también afectan el grado de salinidad y modicidad. Esto puede repercutir en una desventaja y puede llegar a tener efectos en la calidad del suelo, los cuales repercuten en un decremento en la producción y productividad de los cultivos que ahí se siembran (Salazar, 2004).

Una alternativa para la transformación de los desechos orgánicos sin alterar el medio ambiente y que nos aportara una serie de beneficios en la producción de alimentos agrícolas, sin duda alguna es el uso de lombrices de tierra, en donde existen referencias que muestran el potencial del cultivo intensivo de lombrices para el manejo de desechos orgánicos aporta beneficios de la siguiente manera:

- 1.- Aprovechado de las características nocivas de los desechos orgánicos, eliminando los malos olores y reduciendo los microorganismos dañinos al hombre.
- 2.- Con especies domesticas se alcanzan en poco tiempo altas densidades de población debido a su rápida reproducción y fácil manejo en camas.
- 3.- Obtención de útiles y negociables subproductos como fertilizantes orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) así como composta.
- 4.- Producción de harina con alto contenido de proteína para la alimentación animal y humana (Sabine, 1983).

2.5 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOMBRIZ

La lombriz de tierra es un animal omnívoro, cuya clasificación taxonómica es la siguiente (Halanych, 2004, Peñaranda, 1998).

Dominio-----Eucaria
Clado----- ----Lophotrochozoa
Phylum-----Bilateria
Clase-----Annelida
Orden-----Oligochaeta
Familia-----Lumbricidae
Genero-----*Eisenia*
Especie-----*foetida*
Variedad-----Red Irbid o Roja de California

2.5.1 Generalidades de *Eisenia foetida*

De acuerdo con (Ferruzi, 1987) y (Yague, 1987), la lombriz *Eisenia foetida* presenta las siguientes características:

- Es extraordinariamente prolifera; madura sexualmente a los 2 ó 3 meses de vida. Cada 7-10 días deposita un capullo huevo con un contenido de fluctúa de 2 a 20 embriones, que a su vez eclosionan después de 14 a 21 días de incubación. Puede llegar a producir hasta 1,500 lombrices por año.
- Come, con mucha velocidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastros de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.
- La digestión de productos mencionados anteriormente, produce enormes cantidades de humus de lombriz o vermicompost.
- En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja es de 5 a 9 cm, con un diámetro de 3 a 5 mm, este tamaño lo alcanza a los 3 meses de edad; el peso de la lombriz es de aproximadamente 1 gramo.
- una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalentes a su propio peso o la mitad, según la condiciones de la vida, el 60% que ingiere lo conveniente en abono y restante, lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales.
- La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja 16 años, la fecundación de la terrestre es de 45 días mientras que la roja es de 7 días.
- No se fuga del criadero, no cava galerías verticales, sino circulares y deja el humus (deyecciones) dentro de las galerías.

CUADRO 1. Sustrato ideal para el crecimiento de la lombriz *eisenia foetida* (Moreno, 2005b). UAAAN-UL, 2005.

Temperatura optima	25 a 28 °C
pH	6.8 a 7.2
Humedad	70 a 80%
Sustrato	Orgánico
Densidad de población	40 a 50,000 individuos m ²

La carne de lombriz contiene, entre el 60 y 80% de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se puede encontrar en la naturaleza. Esta alternativa nos ofrece la oportunidad de producir carne de altísima calidad y a muy bajo costo; la rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad que requiere la obtención de carne (Raspeño, 1996).

2.5.2 Vermicompost o humus de lombriz

La producción de vermicompost, denominada Lombricultura, es una actividad reciente ya que tiene su inicio en 1984, con el establecimiento de criaderos de lombrices. En estos criaderos se a estimado que si un m² de superficie contiene 50,000 lombrices, de las cuales entre 20 y 25,000 son adultas, cuyo diámetro es de 3 a 5 mm, la longitud entre 5 y 9 cm, si cada lombriz de manda 0.5 gr de alimento y produce 0.3 gr de humus por día⁻², se producirán 7,500 gr de humus de lombriz al día⁻¹. Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos y que en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide, el cual regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. El Lombricompost o humus de lombriz se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se

puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento para especies vegetales desarrolladas en campo abierto (Bravo-Veras, 1996).

2.5.3 Propiedades de la vermicompost

La vermicompost es un material de color oscuro, con agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces, impide que éstos sean lixiviados manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la CIC de los suelos. Favorece y multiplica la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas contra plagas, enfermedades y organismos patógenos (Moreno, 2005a).

El humus de la lombriz, favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. La lombriz en su contacto físico con el sustrato, transmite con su mucosa particulares características que favorecen el estado coloidal del producto final para su acción dinamizadora del sustrato. La acción microbiana emergente del humus de lombriz hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio, como también de micro y oligoelementos, fijándolos en los sustratos, además de los microorganismos simbióticos (Raspeño,

1996). Los ácidos húmicos y fúlvicos que contienen generan las características físicas y químicas del suelo (Moreno, 2004c).

CUADRO 2. Composición química de algunas vermicopost de México (Sánchez-Hernández *et al.* 2007).

Tratamientos	pH	C.E.	C.E.C.	C total	N Total	AH	AF
	1 : 2	dsm ⁻¹	cmol kg ⁻¹	%			
Fc+Ch*	7.1ab	2.4e	36.6a	39.1d	1.1bc	0.25c	0.41b
Fc+Bm	6.4cd	5.5b	24.5ef	30.6f	1.0c	0.20c	0.36b
Bm+Ch	6.1cde	4.6c	33.5c	38.0e	1.1bc	0.24c	0.26b
Fc+Sb	7.3a	2.1e	23.0fg	39.7cd	1.1bc	0.37bc	0.51b
Sb+Ch	6.4cd	1.1f	32.4c	47.6a	1.2bc	0.74a	1.06a
Bm+Sb	5.8de	4.6c	19.8h	40.3c	1.3bc	0.32bc	0.34b
Bm+Sb+Fc+Ch	6.6bc	3.4d	28.6d	37.5e	1.2bc	0.35bc	0.53b
Fc	7.3a	3.5d	27.4de	28.9g	1.4b	0.31bc	0.56b
Ch	6.1cde	1.3f	46.1a	43.8b	2.2a	0.55ab	1.40a
Bm	5.6e	7.5a	21.1gh	30.4f	1.2bc	0.36bc	0.47b

* Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes (Tukey P<0.05). Bagazo de cocoa (Ch), de caña de azuca (Sb), Pasta filtrada (Fc) y Estiercol bovino (Bm).

CUADRO 3. Composición química de la vermicopost de bovino (Luévano – Velásquez, 2001).

Propiedad	%
Humedad	30-60%
pH	6.8 y 7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
M O	30-70%
C orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	2.8-5.8%
Ácidos hum - fulv	1.5-3%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Flora bacteriana	40 x 10 ⁶ colonias x gr.

2.5.4. Ácidos Húmicos y Fúlvicos

Los ácidos húmicos

Es de color café oscuro, de alto peso molecular (5,000-300,000 Dalton), íntimamente ligado a las arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50-60% de carbón (Bollo, 1999).

Ácidos fúlvicos

Es la fracción humita que permanece en la solución acuosa acidificada; soluble en ácidos y bases. Es de color pardo –amarillento, de menor peso molecular (900-5,000 Dalton) y posee cerca de 43-52% de carbono (Bollo, 1999).

La relación ácido húmico/ ácido fúlvico del humus de lombriz es de 1.4 a 2.0. Las sustancias húmicas tienen carácter ácido, debido a la presencia de grupos funcionales carboxilos y fenólicos; siendo mayor la acidez en ácidos fúlvicos. La capacidad de intercambio catiónico de las sustancias húmicas provenientes del humus de la lombriz es de 150-300 meq*100 g¹. Estas sustancias son muy sensibles a la oxidación, produciéndose grandes cantidades de CO², H²O, ácido acético, ácido oxálico, etc., durante su descomposición (Bollo, 1999). Las sustancias húmicas tienen su efecto primordial en las plantas al estimular el crecimiento radicular y en semillas al germinar promueve el crecimiento de la radícala, mejora la absorción de micro nutrientes como el Fe, Cu y Zn, estimula y aumenta la absorción de nitrógeno (Fernández *et al.*, 2003).

2.5.5 La agricultura orgánica en el mundo

Se estima alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos de las cuales 18 millones de hectáreas se encuentran distribuidas en los países que son: Australia con 10.5, Argentina 3.2, Italia 1.2, Estados Unidos 0.95, Reino Unido 0.679, Uruguay 0.678 y Alemania con 0.632 millones respectivamente. La importancia relativa de la agricultura orgánica en los países europeos, se ubican en promedio en 2.5% a 3% de la superficie total. Aunque ya hay países como Suiza, Dinamarca y Holanda en donde la proporción llega al 5-6%. Por su parte, Estados Unidos ha incrementado su superficie cultivada con productos orgánicos en más del doble durante la década de los 90's, presentando una tasa de crecimiento media anual de 20%. En Latinoamérica, además de argentina segundo país líder mundial en superficie de manejo orgánico, Brasil y Chile cuentan con alrededor de 275 mil ha cada uno (Gómez et al., 2003).

En los últimos años se ha registrado un gran dinamismo de las ventas mundiales de productos orgánicos cuya tasa media anual de crecimiento se ubican en el rango de 20 al 25%. Se estima que las ventas en el 2002 fueron entre 23,000 a 25,000 millones de dólares y se espera que éstas superen los 31,000 millones de dólares para el 2005. La organización mundial de comercio (OMC) y la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) coinciden en que los principales mercados de mandantes de productos orgánicos se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón, países industrializados cuya población se caracteriza por sus altos ingresos (Gómez et al., 2003).

2.5.6 Agricultura orgánica en México

Por su parte México, la agricultura orgánica ha seguido la tendencia internacional y también se encuentra en gran expansión. La superficie bajo este régimen de producción ha pasado de 25 mil a más de 220 mil hectáreas en los últimos 10 años (Claridades agropecuarias, 2005).

2.5.7 Producción de tomate orgánico en México

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de 10 t ha⁻¹ (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 orgánica, los rendimientos son bajos, pero lo que es conveniente, es producir en invernadero garantizando un alto rendimiento, garantizando también la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un sustrato orgánico, evitaría los tres años o cinco de espera para la certificación (Castellano et al., 2000).

Navejas (2002) también menciona que lo esencial contra la lucha de los enemigos naturales y enfermedades en los sistemas orgánicos, es la prevención y que en la actualidad hay productos permitidos por las normas internacionales de productos orgánicos, los cuales son a base de extractos vegetales.

2.5.8 Certificación de productos orgánicos

Para que los productos orgánicos se puedan vender debe de ser certificado por empresas especializadas, en México se encuentran la Quality Assurance Internacional (QAI), y la Oregon Tilth Certified Organic (OTCO), entre otras, las cuales cobran aproximadamente 100 y 25 dólar la hectárea respectivamente, cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto administrativo como el de producción. Los requisitos para los alimentos producidos orgánicamente 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 (Zamorano, 2005).

2.6 Enemigos naturales

2.6.1 Grupos de insectos vectores

2.6.2 Artrópodos

Schuster (2001) señala: los artrópodos constituyen un gran grupo de animales que poseen esqueleto y apéndices articulados. Los ácaros 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. Muchos insectos poseen aparato bucal masticador o una adaptación de este, por lo que los daños que producen se manifiestan como agujeros en hojas o frutos, túneles en hojas, enrollado de hojas etc. y es más fácil su identificación, no así otros muchos insectos que tienen aparato bucal picador succionador o adaptaciones de este, y el daño ocasionado en tomate puede ser confundido con el causado por alteraciones bióticas o abióticas. Además los insectos con aparato bucal succionador o chupador pueden transmitir numerosas enfermedades de importancia para el tomate, principalmente las causadas por virus.

2.6.3 Mosquita blanca

Ortega (1999) indica que a nivel mundial la mosquita blanca coloniza 1,200 especies de plantas, incluidas en 126 géneros; sin embargo, en México solo son

reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* (Genn.), *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring).

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, 1995).

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. Hongos entomopatógenos. Los que se han utilizado en México son: *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).

2.6.4 Paratrioza (*Bactericera cockerelli*).

Es un insecto que ha cobrado gran importancia en diversas hortalizas entre las que se encuentran el tomate, chile, papa, entre otras. Las plantas infestadas

presentan secreciones serosas a manera de sal, por lo que a esta plaga se le conoce como Salerillo (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).

A partir del 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 torsales 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 quinto estadio 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 ovales 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 paratrioza para tener un seguimiento sobre su desarrollo (Avilés *et al.*, 2005c). 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 psílido 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 (0.6k/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.*, 2005c).

Avilés *et al.*, (2005c) mencionan que el producto Lorsban 75 WG con dosis de 2.0 kg/ha, presentó después de las aplicaciones, la menor cantidad de ninfas del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* en el cultivo de chile, alcanzando respectivamente el 86.40, 81.19, 92.59, 86.30 y 85.48% de efectividad a los tres y seis días después de la primera aplicación y a los nueve días después de la segunda aplicación. El producto Clutch con dosis de 0.20 kg/ha y Calypso (0.2 L/ha), a los nueve días después de la segunda aplicación, presentaron 82.25 y 80.64% de control, mientras que los niveles de control obtenidos con Plenum 50 GS, Spin Tor 12 SC, Actara 25 WG y Leverage se consideran relativamente bajos.

2.6.5 Trips

Es un insectos alargados (de unos 0.2 mm de longitud). Aunque algunas especies, tales como *Thrips palmi* Karny y el trips de los invernaderos, *Heliethrips haemorrhoidalis* Bouché atacan a las hojas, la mayoría afectan a las flores de tomate y a los frutos pequeños. 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 suculentos 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).

2.6.6 Minadores de la hoja (*Liriomyza spp.*)

La intensidad de los ataques dependerá de la época del año, de la zona de sus competidores y de la modalidad y ciclo de cultivo. En algunas regiones donde existen las cuatro especies de *Liriomyza*, *L. huidobrensis* compite con *L. Bryoniae* en los periodos frescos, siendo remplazados por *L.trifolii* y *L. Strigata* en las estaciones cálidas.

El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, con la parte posterior y el triangulo ocelar negros. El toras es amarillo aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal obscura 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).

Planteamientos para el control de minadores de la hoja

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.

2.6.7 Pulgón

Aphis gossypii (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. 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 mediante enemigos naturales. Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*. Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

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

2.6.8 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.

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° 54´ de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi- calido a calido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

3.2 Localización del experimento

El experimento se realizó en el período de primavera - verano de 2011 en el Campo de investigación agroecológica (CIA), del Departamento de Agroecología de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

3.3 genotipos

Los genotipos de tomate evaluados fueron Kikapoo y Rafaello, de la compañía AHERN INT. En una superficie de 280 m².

3.4 SIEMBRA, TRASPLANTE Y FERTIRIEGO

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

La densidad de población fue de 14 286 plantas/ha, colocando una planta una distancia de 0.5 m entre planta y un ancho de cama de 1.4m. Las características químicas y composición nutrimental de la Composta se presentan en el (cuadro 4).

3.5 Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los tratamientos de fertilización como factor A y genotipos como factor B: Kikapoo y Rafaello Los tratamientos de fertilización evaluados fueron: 1).- testigo 100% fertilizante convencional. 2).- la fertilización con Vermicompost (orgánica y agua de la llave).

3.6 MANEJO DEL CULTIVO

3.6.1 Poda

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando estos tenían de 30 a 60 cm, estos debe realizarse de abajo hacia arriba para no perder la guía principal. Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros frutos se procedió a deshojar, eliminando las que quedaban por debajo del racimo.

3.6.2 Tutorado

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando alcanzo una altura de 60 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos se pongan en contacto con el suelo.

3.6.3 Aplicación de vermicompost

La primera aplicación se realizó a los 30 días después de la siembra que consto de 2 kg por planta después se le aplicó completo con la aplicación de nitrógeno orgánico (zimafert) y calcio orgánico (salko) a los 75 días después del trasplante para obtener un mejor rendimiento esto se aplicó a base de solución nutritiva cada cuatro días la dosis fue de 60ml de cada fertilizante en 20 litros de agua.

Cuadro 4. Concentración de NPK en (%) Vermicompost empleada en la fertilización orgánica del cultivo de tomate en campo. UAAAN-UL, 2011.

Abono	N	P	K	Ph	CE
Vermicompost	1.82	0.15	0.001	8.2	2.4

3.6.4 APLICACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA CONVENCIONAL

La primera aplicación de solución nutritiva se realizó a los 30 días después del trasplante, después se fue realizando cada tercer días. (Cuadro 5).

CUADRO 5. Solución nutritiva empleada en la fertilización del cultivo de tomate en campo. UAAAN-UL, 2011.

Fertilizantes	Plantación y establecimiento	Floración y cuajado	Maduración y cosecha
Nitrato de calcio	60 g	420 g	405 g
Nitrato de magnesio	20 g	140 g	216 g
Nitrato de potasio	55 g	385 g	495 g
Ácido fosfórico	86 ml	240 ml	169 ml

Cada solución en 18 litros de agua.

3.7 ORGANISMOS DAÑINOS Y CONTROL

- El 29 de mayo del 2011 se establecieron trampas amarillas para el monitoreo y control de plagas.
- Las principales plagas que se presentaron fueron: 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 a dosis de 20 gramos en 20 litros de agua.
- A los 40 días después del trasplante se detecto el ahogamiento o damping-off (*Rhizoctonia solani*) y a los 70 días después del trasplante se detecto *Fusarium* spp, y los 80 días después del trasplante se detecto tizón temprano (*Alternaria solani*), cabe señalar que también se presentaron virus causados por la mosca blanca, pulgones, trips y Paratrioza. estos patógenos fueron controlados con fungicidas orgánicos (BioFyB), Sedric, ambos en concentraciones de 50 ml/ 8 litros de agua. Y en los tratamientos de fertilización química se aplico tecto 60 y trevanil 75 PH dosis 1gramo por litro de agua.

3.8 COSECHA

Se realizó diez cortes en total cuando el fruto presento un color rojo promedio de entre el 30 % pero no más del 60 %, ya que son los requeridos de clasificación por color.

3.9 VARIABLES A EVALUAR

Peso del fruto. El peso consistió en tomar el peso del fruto para calidad de cada fruto, pesarlo en una báscula eléctrica (marca PS-5 Torrey®) y los frutos restantes también se tomaron sus pesos ya que el dato fue base para estimar rendimiento por tratamiento.

Grados °Brix. Consistió en tomar cada fruto, partiéndolo en la parte ecuatorial, exprimir y dejar caer unas gotas en un refractómetro (marca ATARGO ATG-1E®), y de acuerdo al nivel indicado tomar el dato para cada fruto.

Espesor de pulpa. Consistió en cada fruto partido tomar la medida de la parte interna a la externa con una regla milimétrica en cada fruto cosechado.

Número de lóculos. Una vez partido el fruto se tomaba de la parte interna el número de estructuras o lóculos en todos los frutos cosechados.

Diámetros polares y ecuatoriales. Cada fruto fue medido con un vernier marca Scala® en la parte central y de polo a polo para cada fruto, luego se tomo una media por tratamiento.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se

realizó una comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa (tukey) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ALTURA DE PLANTA

En el análisis de varianza no presento diferencias significativas en tratamientos, genotipo y la interacción genotipo x tratamiento. Se encontró una medida de 322 cm y un coeficiente de variación de 8.0 %. Solo presentaron diferencias significativas los genotipos a los 101 al 128 dds (cuadro A1-A2 de anexos). Aunque no se encontró diferencias significativas el genotipo Kikapoo presento la mayor altura con 330 cm (Cuadro 6), al igual en la toma de datos de altura 3 y a la altura 8 el genotipo Kikapoo muestra mayor altura (Cuadro 7).

CUADRO 6. Altura de planta en (cm) de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	kikapoo	Rafaello	Medias
Químico	336.2	314.7	325.45
Vermicompost	325.0	316.0	320.5
Medias	330.6	315.35	

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

CUADRO 7. Altura de planta en (cm) de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Genotipo	Altura 3	Altura 4	Altura 5	Altura 6	Altura 7	Atura 8
Kikapoo	92.78 a	123.4 a	51.8 a	173.6 a	209 a	249.3 a
Rafaello	81.6 b	107.4 b	132.9 b	155.5 b	196 b	234.3 b

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

Estos resultados difieren a los obtenidos por Hernández (2003) evaluando tomate con fertilización química quien reportó una altura de 220 cm. Esta diferencia además del retraso del trasplante, se debe a la fecha de siembra de los experimentos del presente año que fue el 23 de abril mientras que Romero (2006) sembró el 17 de julio y en invernadero, por lo tanto hay mas unidades calor en el periodo abril a agosto, este ultimo presenta mas horas frescas en el periodo de crecimiento de menor intensidad de luz solar. Temperaturas inferiores entre 10 y 15°C. Originan problemas en el desarrollo y germinación y la temperatura inferior del sustrato intervienen en el crecimiento y absorción de las raíces (Chamarro, 2001).

Estos resultados no coinciden a los reportados por Rodríguez *et al.* (2007). Quienes evaluando tomate en invernaderos con sustrato orgánico reportan una altura media de 286 cm. Mientras que romero (2006) evaluando tomate saladette en invernadero muestra una media de 206 cm de altura.

4.2 CALIDAD DE FRUTO

4.2.1 Peso del fruto.

El análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre tratamientos, los genotipos ni la interacción tratamiento por genotipo, mostrando una media de 94.8 g y un coeficiente de variación de 15.7 %. Los resultados obtenidos en este experimento bajo estas condiciones superaron a los obtenidos por Rodríguez (2002) en el cual encontró para Adela un peso promedio de 149.1 g (Cuadro A3 de anexos).

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.

CUADRO 8. Peso del fruto, de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Kikapoo	Rafaello	Media
Químico	96.1	90.4	93.25
Vermicompost	98.9	93.5	96.2
Media	97.5	91.95	94

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

4.2.2 Diámetro polar

El análisis de varianza no presentó diferencia entre tratamientos ni la interacción tratamiento por genotipo. Presentó diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados ($p \leq 0.01$). Mostrando una media general de 7.6 cm y un coeficiente de variación de 4.8%. El genotipo de mayor diámetro lo presentó Rafaello con 7.8 cm (Cuadro A4).

Estos resultados concuerdan con Ortega *et al.* (2001) evaluando tomate saladette reporta un diámetro de 7.0, y fue superior al obtenido por Romero (2006) evaluando tomate químico en invernadero presentó una media de 6.8 cm. Mientras que Hernández (2003) reporta una media de 4.6 cm de diámetro.

CUADRO 9. Diámetro polar de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Kikapoo	Rafaello	Media
Químico	7.3 b	7.8 a	7.6 a
Vermicompost	7.5 ab	7.9 a	7.7 a
Media	7.4 b	7.8 a	

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

4.2.3 Diámetro ecuatorial

Esta variable no presento diferencia significativa entre tratamientos, genotipo y la interacción genotipo x tratamiento. El análisis mostró una media de 4.9 cm y un coeficiente de variación de 7.7 % (Cuadro A3 de anexos). 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.

CUADRO 10. Peso del fruto, diámetro ecuatorial, lóculos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamiento	Genotipo	Peso (g)	Diámetro Ecuatorial	Numero de Lóculos
Químico	Kikapoo	90.44	4.9	3
Químico	Rafaello	96.42	4.7	3
Vermicompost	Kikapoo	98.96	5.03	3
Vermicompost	Rafaello	93.6	4.9	3
CV		15.6	7.7	8.4
Media		94.8 NS	4.9 NS	3 NS

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

4.2.4 Sólidos solubles (°Brix)

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa al ($p > 0.01$) entre tratamientos, y no significativo en genotipos ni la interacción genotipo x tratamiento. Mostró una media de 5.5 °Brix y un coeficiente de variación de 7.8 %. Estos resultados difieren a los obtenidos por (Rodríguez *et al*, 2005) quienes reportan 5.0 °Brix. Sin embargo coinciden a los encontrados Y Ortega-Farias (2003) reportan valores de 4.1 °Brix. Mientras que Avalos (2003), evaluando tomate orgánico con vermicompost en invernadero reportan en el nivel 50:50 arena-vermicompost 5.3 ° Brix. Por (García, 2006) reportan valores de 5.1 a 5.5°Brix y fueron superiores a los obtenidos por Romero (2006) quienes reporta en esta variable 4.2 y 4.5° Brix, respectivamente (Cuadro A4).

CUADRO 11. Sólidos solubles de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Kikapoo	Rafaello	Media
Químico	5.3 b	4.9 b	5.1 b
Vermicompost	5.8 a	5.7 c	5.8 a
Media	5.5 a	5.3 a	

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

4.2.5 Espesor de pulpa

El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas en las fuentes de variación tratamiento, genotipo y la interacción tratamiento por genotipo muestra una media de 0.65 cm y un coeficiente de variación de 9.1%. Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química, y que los genotipos presentaron el mismo espesor de pulpa. Estos resultados no coinciden con Romero (2006) quien evaluando tomate saladette reporta una media de 0.83 cm de espesor de pulpa y Acosta (2003) reporta una media de 0.65 en el tratamiento químico y 0.53 en la fertilización con vermicompost, espesor de pulpa. También López (2003) mostró una media de 0.9cm, aunque no hubo diferencia el híbrido BS144 presentó el más alto valor con 0.93cm de espesor y André con 0.82 cm. Aguilar (2002) reporta para el genotipo André un espesor de pulpa de 0.8 cm. (Cuadro A5).

CUADRO 12. Espesor de pulpa de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamiento	Genotipo	Espesor de pulpa
Químico	Kikapoo	0.63
Químico	Rafaello	0.65
Vermicompost	Kikapoo	0.66
Vermicompost	kikapoo	0.66
Media		0.65 NS

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

4.2.6 Rendimiento

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa al ($p \leq 0.01$) entre los genotipos evaluados y no significativos entre tratamientos ni en la interacción genotipo x tratamiento (Cuadro A6 de anexos). Presentó una media general de 36.9 t ha^{-1} y un coeficiente de variación de 24.5 %. El mayor rendimiento Vermicompost con el genotipo Rafaello presento 42.3 t ha^{-1} . El genotipo de mayor rendimiento fue Rafaello, con 41.3 t ha^{-1} .

Los tratamientos orgánicos de Vermicompost y químico fueron estadísticamente iguales. Estos resultados resultaron superior al rendimiento promedio nacional que son 29.7 t ha^{-1} en campo difieren a lo obtenido por Romero (2006) quien reporta rendimientos estadísticamente iguales del testigo con tratamiento orgánico a base de té de composta y mezcla de sustrato arena composta, no así con lo obtenido por (Lara, 2005) quien reporta una media de

212.9 t ha⁻¹, y difieren en mucho a lo obtenido por (Márquez y Cano Ríos, 2004) y (García, 2006) quienes reportan 114 y 165 t ha⁻¹ respectivamente.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Romero (2006) evaluando tomate reporta un rendimiento de 184 t ha⁻¹ y Hernández (2003) reporta un rendimiento de 216 t ha⁻¹.

CUADRO 13. Rendimiento total en t ha⁻¹ de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Kikapoo	Rafaello
Químico	34.78 ab	40.34 a
Vermicompost	30.03 b	42.32 a
Rendimiento (t ha-1)	32.41b	41.33 a
Media	36.87	
DMS	6.54 **	

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

4.2.7 Número de frutos por planta

El análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre tratamientos, los genotipos ni la interacción tratamiento por genotipo, mostrando una media de 50 frutos por planta y un coeficiente de variación de 21.3 % (Cuadro A6 de anexos), Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química con 54 frutos para el genotipo Rafaello y para el genotipo Kikapoo con fertilización química obtuvo 47 frutos y en la fertilización orgánica obtuvo 46 frutos (cuadro 14).

Estos resultados no coinciden con lo obtenido por Rodríguez *et al.* (2007) quienes evaluando sustratos orgánicos con tomate bola reportan una media de 32 frutos por planta.

CUADRO 14. Número de frutos por planta de dos genotipos de tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2011), en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Kikapoo	Rafaello	Medias
Químico	47	54	51
Vermicompost	46	54	50
Media	47 b	54 a	

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados durante el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1.- Existen diferencias altamente significativas para la variable rendimiento entre los genotipos evaluados sobresaliendo Rafaello presentó el mayor rendimiento con 41.3 t ha^{-1} . Se determinó que la fertilización química y orgánica rindieron estadísticamente igual con 37 y 36 t ha^{-1} .

2.- Para las variables de calidad, solo se encontraron diferencias altamente significativas en: °Brix en la fertilización presentando la vermicompost el mayor valor, y diámetro polar entre genotipos Rafaello presentó el mayor Diámetro. Resultaron iguales en peso promedio del fruto, diámetro ecuatorial y Número de lóculos.

3.- En la variable grados Brix el tratamiento de vermicompost que presentó el mayor contenido de sólidos solubles en ambos genotipos.

4.- De acuerdo a estos resultados Rafaello rindió más con la fertilización orgánica con 42.3 t ha^{-1} . Y Kikapoo produjo mayor resultado en fertilización química con 34.78 t ha^{-1} .

5.- se aceptó la hipótesis de que es posible producir tomate con vermicompost sin afectar el fruto.

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicompost bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México.
- Aguilar A., C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 36 p.
- Alvarado, R. B. y T. Trumble J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa, pp. 435-456. En: Anaya R. y Romero N. (Ed.) Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D. F.
- 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.
- Atiyeh, R. M., Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D. Metzger, and W. Shuster. 2000^a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 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 Elota, Sinaloa. México. 2005. Segunda Convención Mundial del Chile 2005. pp. 38-43.

- Bautista, N. y J. Alvarado, 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. De México. pp. 3-16, 103-233
- 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.
- Benítez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G. and Ceccanti, B. 1999. Enzyme activities as indicator of the stabilization of sawage sludges composting with *Eisenia foetida* Biores. Technol. 67:279-303.
- Becerra, F., A. 1989. Biología de Paratrypanosoma 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.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa Barcelona, España. Pp. 148-150.
- Bohn, H.L., McNeal, B.L and O'Connor, G.A. 1993. Química del suelo. Ed. Limusa. México, D.F.
- Bravo-Veras, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana (*E. foetida*). Facultad de Humanidades. Yucambu. Pp6.

Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Pp.169-186.

Calvert, 1973. Necesidades climáticas. *En:* F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate Edición Mundi – Prensa.

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

Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Pp. 191-211.

Castillo, A. e., Quarín, S. H., iglesias, M. C. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborado a partir de residuos orgánicos, puros y combinados. *Agric. Técnica (Chile)*. 60 (1): 74-79.

Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. Pp. 113-123.

Costa, CA da; Casali, VWD; Loures, EG; Cecon PR; Jordao CP. 1997. Teor de zinco, cobre e cadmio em cenoura em funcao de doses crescentes de composto de lixo urbano. *Horticultura Brasileira* 15 (1):10-14.

- 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. 36p.
- 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.
- Daly, P. 1981. La tomate aux Antilles. INRA-Center de Recherches Agronomiques des antilles et de la Guyane. Monographie pour le developpement local. 30p.
- Domínguez, R.R. 1998. Plagas Agrícolas. Departamento de Parasitología Agrícola. U. A. Chapingo. Texcoco. México. 356p.
- Fernández Z. M., Ortega B. R., Parodi P., 2003. Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas de Humus de Lombriz., Pontificia Universidad Católica e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales., Santiago, Chile.
- Ferruzi C. 1987. Manual de Lombricultura. Editorial. Mundi-Prens. Madrid, España. Pp. 137.
- FAO.2010. El cultivo de Tomate [en línea]. Fecha de consulta 23 de abril de 2010. <http://www.FAO.Org.com/hortalizas/tomate.htm>.

- 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.
- González, R. A. 1991. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Gómez, C., Schwentesius R; Gómez T. L; Arce C. L; Quintero M. M; Y Morán V. 2000. Agricultura orgánica 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 orgánicos. Comercio exterior, vol. 53, Núm. 22, febrero 2003.
- Gould, W. A., 1992. Tomato Production, Processing, and Technology, CTI Publications, Inc., Baltimore.
- Guzmán, J. 1991. El cultivo del tomate. Cuarta edición. Espasande, S.R.L. Chacaito, Caracas. 61 p.
- Halanych, K.M., 2004, The new view of animal phylogeny. Annu. Rev. Ecol. Evol Syst. 35, 229-256.

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

Howard, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. (2vi) Wener. Hazera LTD. Brurin Israel. Pp. 163-171.

Infoagro, 2010. Plagas. [En línea]. España. <http://www.infoagro.com/Plagas>. [Fecha de consulta 03/04/2010].

Infoagro, 2010. El cultivo del tomate [En línea].España. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. [Fecha de consulta 03/04/2010].

Kalvert, A. 1964. Effect of the early environment on the development of flowering in tomato. Light and temperature interactions. J. Hort. Sci. 34,154-62.

Kessler, J. J. and Moolhuijzen, M. 1994. Low External Input Sustainable Agriculture: expectations and realities. Netherlands J. of Agricultural Science. 42(3):181-194.

Lacasa, A. y J. Contreras. 2001. Las plagas, pp. 387-463. *En:*(Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México

- Lara, de la C., E. (2005). Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Orgánico bajo invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna.
- López E. J. I. 2003 Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero 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 Velásquez G. N., julio-diciembre, 2001. Vol. 9. Revista Mexicana de Agronegocios, Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C., UAL, UAAAN UL. Torreón, México., pp. 306-320.
- 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, P Cano- Ríos (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. Pp1-11.

- 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.
- Moreno, L. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto nacional de empleo, Centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata s/n - CP. 04407/ Almería, España. Telefax: (34) 950244833. morenote@Wanadoo.es
- Moreno R. A., 2004c. Memoria del IV Simposio Nacional de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Pp. 130-139.
- Moreno R, A., 5-9 de septiembre 2005a. XVII Simposio "Semana Internacional de Agronomía", Universidad Juárez del Estado del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México. Pp. 99-103.
- Mustin M. 1987. Le Compost, Gestion de la Matiere organique. Paris, Editions Francois DUBU S C.954 p.
- 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.

Nava C., U y P. Cano R. 1998. Importancia de la temperatura, humedad y luz en insectos y plantas. In: Memoria de Simposium internacional de Protección Fitosanitaria. Pp 42-43.

Namesny, 2004. Tomates, Producción y Comercio, Ediciones de Horticultura, Barcelona España. Pp. 11-157

Navarro, G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.

NOP. 2000. National Organic Program. Final Rule 7 CFR Part 205. Department of Agriculture. U S A .

NOM-037-FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D.F.

Nuez, V.F. 2001. Desarrollo de nuevos Cultivares En: F. Nuez: Ed: el cultivo del tomate Edición Mundi – Prensa México. Pp. 626-669.

OECD Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). 1995. Sustainable Agriculture. París, Francia. 70 p.

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.

Ortega – Farias S.; Marquez J.; H. Valdez. (2001) Efecto de cuatro la minas de agua. Sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Licopersicon esculentum* mill. Fa – 114) en invernadero producido en otoño agricultura técnica (chile) 61 (4): 479 – 487.

Ortega-Farías, S, L Ben-Hur, (2003) Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate de invernadero producido en primavera verano. Agricultura Técnica (Chile). 63(4):394-402.

Peñaranda C., G. 1998. Curso Teórico-Practico de lombricultura. Academia de Ciencias de Ucrania, Kiev. Ucrania. 35 p.

Pletsch, D., J.1947. Cockerelli of Paratrioza of psyllid of the potato (*Sulc*), its Biology and control. Montana Agric. Expt. Stn. Bull. 446: 95p.

Raspeño, N y Cumiolo M. 1996. Lombricultura – Compost., Revista Procampo., N° 27`

Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Licopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno la Comarca Lagunera. Tesis.

Maestria. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.Torreon, Coahuila.
México 81p.

Rodríguez, L. 2000. Densidad de población vegetal y producción de materia seca.
Revista COMALFI 27(1-2), 31-38.

Rodríguez G. E., J Solís R., J Araujo P. y G González, Q. 2002. Efecto de la
presión osmótica en la solución nutritiva sobre la producción de fruto en
jitomate. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la
Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.

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. Vermicompost como alternativa orgánica en la
producción orgánica en invernadero. Revista Chapingo serie Horticultura
13(2)185-192.

Rosenstein, Ster, Emilio. 2008. Diccionario de Especialidades
Agroquímicas.Thomson.PLM. pp. 427-1266.

Romero M. F. 2006. Producción de tomate (*lycopersicon esculentum mill*) en
invernadero en la comarca lagunera .Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL.
Torreón Coah. Mex.

Ruano, B. S. 2000. "Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería 2000".
Editorial océano. Barcelona España. 2000; Pp. 637-640.

Rynk, R.1992. On-farm composting handbook.Northeast Regional Agricultural
Engineering Service.Cooperative Extension. New York. 186 p.

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. 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.

Sabine, J. 1983. Earthworms as sources of food and drugs. In "Earthworms
Ecology" (J. E. Satchell, Editorial), Pp 283-296 Champman and Hall,
London, England.

Salazar S. E., Fortis H. M., Vázquez A. A., Vázquez V. C., 2004, Producción
Orgánica, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C., Facultad de
Agricultura y Zootecnia de la UJED. Pp. 18-19.

Salazar S. E., López M. J., Zúñiga T. R., Vázquez V. C., Fortiz H. M. y Vital s. J. 26 al 28 de Octubre 2005. Memoria del 5° Simposio Nacional de Horticultura. Horticultura Orgánica y Urbana, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Pp. 12.

Sánchez-Hernández, R., Ordaz-Chaparro, V.M., Benedicto-Valdes, G.S., Palmo-López, D.J., Sánchez-Bolón, J., 2007, Chemical characteristic of several vermicompost in México. *Compost Sci. Util.* 15, 47-52.

Schuster, D. J. 2001. Enfermedades no Infecciosas. Pp.53-55. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate.* Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.53-55.

Statistical Analysis System (1998). SAS Institute inc V.6.12 Edition Cary N:C: U.S. A.

Tiscornia, J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial albatros, Buenos Aires Argentina. Pp. 7-9.

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 Luis Potosí, México. 47p.

Garza, L. J. 1985. Hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Depto. De fitotecnia, UACH. Chapingo, 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.
- Muñoz, R. J. J. 2004. El cultivo del tomate en invernadero. P. 226-262. En: Muñoz –Ramos, y J.Z. castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.
- Velasco, V., J., R. 1999. Evolución de alternativas para el tratamiento y reutilización de desechos sólidos orgánicos domésticos en Selestún, Yucatán. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán. México. Pp. 79.
- Vilchis B., C. A. 1995. Practicas para la cría de lombrices y la producción de abonos. Sistema agroforestales. Editada por Unión Zapoteca-Chinanteca (UZACHI); Estudios Rurales y Asesoría (ERA). México.
- Yague, J., L. 1987. La crianza de la lombriz roja. Hojas Divulgadas del ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Zaidan, O. y Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

VII. APENDICE

CUADRO A1. Cuadrados medios para las variables de altura de planta de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G.L	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura 4	Altura 5
Tratamiento (T)	1	8.802 NS	12.03 NS	50.18 NS	27.51 NS	38.24 NS
Genotipo (G)	1	28.91 NS	165.72 NS	999.87 **	2062.01 **	2854.2 **
T x G	1	0.070 NS	40.00 NS	166.32 NS	29.94 NS	75.32 NS
Error	28	40.93	71.48	84.81	95.08	209.86
Total	31					
C. V. %		15.2	12.9	10.6	8.4	10.2
Media		42	65	87.2	115.4	142.4

*, ** = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.
N. S. = No significativo.

CUADRO A2. Cuadrados medios para las variables de altura de planta de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G.L	Altura 6	Altura 7	Altura 8	Altura 9	Altura 10
Tratamiento	1	304.9 NS	495.0 NS	44.34 NS	17.48 NS	194.04 NS
Genotipo	1	2539.9 **	1402.6 *	1785.03 **	1841.46 NS	1866.6 NS
T x G	1	0.339 NS	2.28 NS	14.59 NS	97.62 NS	317.52 NS
Error	28	223.9	209.4	306.36	454.6	674.4
C. V. %		9.1	7.2	7.2	7.5	8.04
Media		164.5	202.4	241.8	282	322.97

** = altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.
N. S. = No significativo.

CUADRO A3. Cuadrados medios para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Peso del fruto	Diámetro Ecuatorial	Diámetro polar
Tratamiento (T)	1	71.96 NS	0.1435 NS	0.1403 NS
Genotipo (G)	1	0.1919 NS	0.2143 NS	1.672 **
T x G	1	244.54 NS	0.00098 NS	0.053 NS
Error	28	220.9	0.1409	0.1326
Total	31			
C. V. %		15.67	7.7	4.78
Media		94.8	4.9	7.6

** = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo.

CUADRO A4. Cuadrados medios para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Grados °Brix	Número de lóculos
Tratamiento (T)	1	3.57 **	0.003 NS
Genotipo (G)	1	0.339 NS	0.027 NS
T x G	1	0.133 NS	0.038 NS
Error	28	0.183 NS	0.0598 NS
Total	31		
C. V. %		7.8	8.4
Media		5.5	3

** = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo.

CUADRO A5. Cuadrados medios para espesor de pulpa de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada	Pr > F
Tratamiento (T)	1	0.0037	0.00375	1.06	0.3111 NS
Genotipo (G)	1	0.0002	0.0002	0.08	0.7820 NS
T x G	1	0.0014	0.0014	0.42	0.5210 NS
Error	28		0.0035		
Total	31				
C. V. %	9.1				
Media	0.65				

*, ** = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo.

CUADRO A6. Cuadrados medios para rendimiento y números de frutos de genotipos de tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2011 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Rendimiento ton ha-1	Número de frutos
Tratamiento (T)	1	15.40 NS	4.38 NS
Genotipo (G)	1	637.52 **	455.54 NS
T x G	1	90.64 NS	3.92 NS
Error	28	81.77	114.7
Total	31		
C. V. %		24.5	21.3
Media		36.9	50

*, ** = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo.