

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



**RENDIMIENTO Y RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE PLANTAS
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN CAMPO
FERTILIZADO CON LIXIVIADO DE VERMICOMPOSTA**

**POR
ABELARDO LÓPEZ JIMÉNEZ**

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **ABELARDO LÓPEZ JIMÉNEZ** ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

DR. JOSÉ LUÍS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR:

ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

ASESOR:

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:

DR. JORGE ARNALDO ORÓZCO VIDAL

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2007.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ABELARDO LÓPEZ JIMÉNEZ ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE:

DR. JOSÉ LUÍS PUENTE MANRÍQUEZ

VOCAL:

ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

VOCAL:

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL SUPLENTE:

DR. JORGE ARNALDO OROZCO VIDAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2007.

AGRADECIMIENTOS

A Jesús: El Hombre más Extraordinario que ha existido, que dejó su trono para venir en rescate de toda la humanidad. Desde que te conocí me has dado a conocer el propósito de mi vida, tu has transformado mi vida, has cambiado mi destino para siempre, has inspirado mi vida como nadie lo ha hecho jamás, me has dado nuevos sueños y nuevos anhelos, te dedico este primer libro a ti, que eres la razón de mí existir: No tengo con que pagarte lo que has hecho conmigo más que darte mi vida a tu servicio y decirte gracias y gracias Papa Dios. ¡Es un Placer Conocerle!

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; “Alma Terra Mater” Unidad Laguna**, que me abrió sus puertas para mi preparación intelectual permitiéndome estudiar una carrera profesional tan fascinante, por los viajes de estudios inolvidables en distintas partes del país y por todos los apoyos brindados.

A mi Estimada Amiga **Brenda Favela**: Muchas gracias por tu amistad, consejos, apoyo y empuje para culminar la presente investigación. Y sobre todo por tus valiosas palabras de ánimo en los momentos difíciles y también por los momentos tan felices que hemos pasado juntos.

A Mis Asesores: Dr. José Luís Puente Manríquez; por ser mi asesor principal en la presente investigación, por brindarme su apoyo, amistad y confianza y en el desarrollo y revisión de este trabajo; al Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa ; al Dr. Alejandro Moreno Reséndez y al Dr. Jorge Arnaldo Orózco Vidal. A todos ellos por brindarme su apoyo, asesoría y darme la oportunidad de adquirir conocimientos que me servirán para toda la vida.

A Mis Amigos: Ustedes que me brindaron siempre la confianza, y con una amistad inolvidable; en especial a Marcos Cruz, Teresa Pérez, Ismael Hernández, Azucena Jiménez, Mónica, Verónica, Josué Díaz, Miguel Gómez, Nery Jannet, Miriam, Verónica Morales, Rusbel. ¡Nunca los olvidare!

A **Todas las Empresas y microempresas** que durante mi estancia en la universidad me abrieron sus puertas para ser parte integrante de sus equipos de trabajo que sin duda aprendí demasiado con cada uno de ellos. En especial a DS – MAX; Discoteca Deep; Soriana Sucursales Fundadores y Oriente, Restaurante el Capullo, Hamburguesas Búfalo, Nieves los Barriles. Y por mencionar algunos personajes tan importantes; con calidez humana y de alto nivel en el ámbito de los negocios; Erick Flores, Ricardo y Adriana.

A la **Universidad Pedagógica Nacional** Unidad 071 Palenque Chiapas y a todos los Licenciados que colaboran en esa Institución en especial a: Lic. Jose Luís Carlos Niño. Lic. Gaspar Ruiz, Lic. Domingo Félix, Lic. Harvey, Lic. Edilberto, les doy las más sinceras gracias por permitirme trabajar con ustedes durante mi estancia en la preparatoria,

A **Todos los Maestros de esta Institución** que me ilustraron con sus conocimientos, al Dr. Alfredo Aguilar Valdez, sinceros agradecimientos por el tiempo de dedicación, esfuerzo y enseñanza incondicional, al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río por sus conocimientos aportados, al Dr. Salvador Godoy Ávila por ayudarme a concluir mi tesis y darme consejos que me han ayudado, al Dr. Armando Espinoza Banda, y al MC. Ricardo Cobarrubias Castro por el apoyo brindado.

A los pastores de la iglesia Tierra Nueva; Iván y Mónica Martines, por haberme enseñado la escalera del éxito, por todas las conferencias de impacto y de poder que han compartido. Los pastores de Centro de Fe, Esperanza y Amor, Benjamín y Cristina Hernández, mil gracias por todos sus mensajes y por sus apoyos. A los Hnos Víctor Richards, Hugo Martines, Efraín Gonzáles, Chris Richards, Marcos Richards y Ada Rosa

DEDICATORIA

Dedico este libro a mi amiga **Brenda** que es tan especial para mí; gracias a ti, mi vida esta llena de emociones, actividades, retos, risas y mucha alegría.

A todos los chavos que llegaron después de mi en la Iglesia Centro de Fe, Esperanza y Amor; a Abdías Méndez, Hever Manjarréz, Elba Pastrana, Raquel y Misaél Moncada, ustedes han sido una fuente de inspiración para ver mas allá de mis ojos naturales, a pesar de los obstáculos, ustedes son lo máximo. Y estoy ansioso de ver lo que vendrá en los próximos años, tú y yo tenemos un futuro Formidable y Extraordinario.

“Los sueños de mañana tienen que ser respaldados por los hechos de hoy”.
Víctor Richards.

Mi Mama Maria Jiménez Ramírez Por guiarme por el camino del bien, por tus consejos tan acertadas, por el gran amor y ejemplo que siempre me mostraste; las cuales has sido una pilar firme en el desarrollo de mi vida. Te dedico a ti Mami este primer libro que escribo con mucho amor y cariño.

Mi Papa José López Pérez, Por enseñarme a trabajar desde pequeño, ahora valoro lo que hiciste por mi y gracias por lo que eres papa porque realmente aprendí mucho de ti, no importando que no me hayas apoyado económicamente, solo se que desde pequeño me enseñaste a ser emprendedor y se que voy camino al éxito.

A Mis Hermanos: Magdalena, Miguel, Rosy, Lucia, Isabel, Estela, Norma, Alicia y Delidio. Gracias por sus consejos, y por ser su hermano tan querido, por las pocas veces que me apoyaron económicamente pero bastante aceptable y agradecido. Por el amor, cariño, apoyo y motivación, fuente de inspiración para la realización de mis metas.

A Todos Mis Sobrinos: Blanca Flor, Amalia, Wilner, Rosío, Ana, Gabriela y Luís Enrique; que los quiero mucho y yo creo en ustedes que serán una generación sin fronteras, olvidando de todos los problemas que enfrentaron en su niñez, que si se puede soñar a pesar de los obstáculos.

Dedico mi trabajo y mi esfuerzo a mi **PAREJA IDONEA** a quien espero con mucho amor, ya que no me ha sido fácil culminar una etapa mas de mi preparación profesional, gracias a Dios que siempre vi su mano poderosa para no dejarme por vencido, pero se también que vendrán las grandes recompensas, tiempos de refrigerio vendrán a mi vida y a mi familia.

“Si en la orilla del mar encuentras a alguien con hambre no le regales un pez; enséñale a pescar”

RESUMEN

Las especies hortícolas juegan un papel muy importante en la dieta diaria de la población y en la economía de nuestro país. El tomate es la más importante, tanto por su superficie de siembra, como por el valor de su producto. Su cultivo requiere de condiciones edáficas apropiadas para desarrollarse adecuadamente, sin embargo, actualmente muchos suelos tienen deficiencias en nutrientes, materia orgánica y microorganismos benéficos.

Además de los problemas de los suelos, actualmente los consumidores están más interesados que nunca en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (Brentlinger, 2002, López, 2004).

Una alternativa en la Comarca Lagunera es crear compostas o vermicompost a base de estiércol del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de materia seca cada año (Luévano y Velásquez, 2001), y el lixiviado de vermicompost utilizarlo como fuente de fertilizante orgánico, el cual contiene una gran cantidad de materia orgánica, en consecuencia contiene una cantidad significativa de sustancias húmicas (Chang – Chien y col. 2003).

Los ácidos húmicos son los que se encuentran en mayor abundancia. Sus características físico químicas le permiten tener una gran capacidad de retención de agua y una fuerte carga negativa, que mejora significativamente la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Los ácidos húmicos pueden formar sustancias complejas con iones metálicos y son responsables de la formación de la estructura del suelo y de la disponibilidad y movilidad de determinados elementos nutritivos (Maturana s/f). Además de estos beneficios que proporciona al suelo, al mismo tiempo estaríamos produciendo tomates de calidad libre de agroquímicos.

Con base a estos antecedentes, el presente trabajo experimental consistió en la evaluación de tres diferentes dosis de lixiviados y un testigo realizando un análisis de crecimiento a los 40, 60, 80, y 100 DDT (días después de transplante), y sus posibles efectos en cuanto a la acumulación de biomasa y rendimiento, bajo condiciones a campo abierto, en la Comarca Lagunera, durante el ciclo primavera – verano del 2007, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones.

Los rendimientos orgánicos fueron 29.1 t/ha, 28.3 t/ha y 31.5 t/ha para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, lo cual superan la media de producción regional que es de 25 t/ha.

La mejor dosis de fertilización orgánica fue el tratamiento tres con un rendimiento comercial de 31.500 t/ha lo cual casi empata a la fertilización

inorgánica con un rendimiento de 31.880 t/ha. Queda de manifiesto que el lixiviado de vermicompost puede ser una alternativa en la Comarca Lagunera para la producción hortícola, en este caso el tomate, ya que muestra muy buenos rendimientos y calidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|---------------|
| ÍNDICE..... | Página |
| ÍNDICE DE CUADROS.....IX | DE |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....XI | DE |
| INTRODUCCIÓN..... | |
| a. REVISIÓN LITERATURA..... | DE |
|4 | |
| 2.1 Generalidades del tomate.....4 | del |
| 2.1.1 Origen del tomate.....5 | del |
| 2.1.2 Estadísticas de producción.....5 | de |
| 2.2 taxonómica.....6 | Clasificación |
| 2.3 morfológica.....6 | Descripción |
| 2.3.1 Planta.....6 | 6 |
| 2.3.2 radicular.....7 | Sistema |
| 2.3.3 Tallo.....7 | 7 |
| 2.3.4 Hoja.....7 | 7 |
| 2.3.5 Flor.....8 | 8 |
| 2.3.6 Fruto.....8 | 8 |
| 2.4 agroecología.....9 | Agro |
| | 9 |

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| 2.5 | Prácticas |
| culturales..... | 12 |
| 2.5.1 | |
| Propagación..... | 12 |
| 2.5.2 | |
| Transplante..... | 12 |
| 2.5.3 | Densidad de |
| poblacional..... | 13 |
| 2.5.4 | Riego por goteo en tomates en |
| campo..... | 14 |
| 2.5.5 | |
| Fertirriego..... | 14 |
| 2.5.6 | Acolchado en tomates, ventajas y |
| desventajas..... | 15 |
| 2.5.6.1 | Ventajas del |
| acolchado..... | 16 |
| 2.5.6.2 | Desventajas del |
| acolchado..... | 18 |
| 2.6 | Etapas |
| fenológicas..... | 18 |
| 2.7 | |
| Vermicompóst..... | 20 |
| 2.8 | Nutrientes mayores y |
| menores..... | 22 |
| 2.9 | |
| Recolección..... | 24 |
| 2.9.1 | |
| Calidad..... | 24 |
| 2.9.2 | Composición |
| química..... | 26 |
| 2.10 | Análisis de |
| crecimiento..... | 28 |
| 2.10.1 | Número de |
| hojas..... | 29 |
| 2.10.2 | Área |
| foliar..... | 30 |
| 2.11 | Índices de |
| crecimiento..... | 30 |
| 2.11.1 | Tasa de asimilación neta |
| (TAN)..... | 30 |
| 2.11.2 | Índice de área foliar |
| (IAF)..... | 31 |
| 2.11.3 | índices de |
| cosecha..... | 33 |

| | |
|--|--|
| b. MATERIALES Y MÉTODOS..... | |
| 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera | |
|34 | |
| 3.1.1 Localización del | |
| Experimento.....34 | |
| 3.2 Características del | |
| Suelo.....35 | |
| 3.3 Material | |
| genético.....35 | |
| 3.4 Diseño | |
| experimental.....36 | |
| 3.5 Practicas | |
| culturales.....36 | |
| 3.5.1 Preparación del | |
| terreno.....36 | |
| 3.5.2 Trazo de camas | |
|37 | |
| 3.5.3 Colocación del sistema de | |
| riego.....37 | |
| 3.5.4 Colocación de acolchado | |
| plástico.....37 | |
| 3.5.5 Siembra en | |
| charolas.....38 | |
| 3.5.6 | |
| Trasplante.....38 | |
| 3.5.7 | |
| Deshierbes.....38 | |
| 3.5.8 Riegos y | |
| fertilización.....39 | |
| 3.5.9 Control de plagas y | |
| enfermedades.....39 | |
| 3.6 Análisis de | |
| crecimiento.....40 | |
| 3.7 | |
| Cosecha.....40 | |
| 3.7.1 | |
| Rendimiento.....41 | |
| 3.8 Análisis | |
| estadísticos.....41 | |

c. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....

d. CONCLUSIONES.....

e. BIBLIOGRAFÍA.....

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----------------|
| Número de cuadro..... | Página. |
| Cuadro No. 1 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero, ppm). Según (Zaidan y Avidan, 1997)..... | 23 |
| Cuadro No. 2 Genes aislados de los tomates y características del fruto afectadas..... | 25 |
| Cuadro No. 3 Composición química representativa de los tomates para venta en fresco..... | 26 |
| Cuadro No. 4 Análisis de suelo..... | 35 |
| Cuadro No. 5 Dosis en litros de lixiviado de vermicompost. | 36 |
| Cuadro No. 6 Fertilizantes foliares aplicados durante el experimento 2007..... | 39 |
| Cuadro No. 7 Productos aplicados para control de plagas y enfermedades..... | 39 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| Cuadro No 8 | Media de rendimientos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica, obtenido en cuatro cortes | |
| | 2007..... | 42 |
| Cuadro Nº 9 | Índice de área foliar de tomate híbrido maya con fertilización orgánica vs. inorgánica a los 40, 60, 80 DDT | |
| | 2007..... | 43 |
| Cuadro Nº 10 | TAN del tomate híbrido maya con fertilización orgánica vs. inorgánica a los 40, 60, 80 DDT | |
| | 2007..... | 45 |
| Cuadro No. 11 | Media de peso seco total de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. inorgánica | |
| | 2007..... | 46 |
| Cuadro No. 12 | Media de peso seco de frutos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. inorgánica 2007. | |
| | | 47 |
| Cuadro No. 13 | Media de peso seco de tallos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. inorgánica 2007. | |
| | | 48 |
| Cuadro No. 14 | Media de peso seco de hojas de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. inorgánica 2007. | |
| | | 49 |
| Cuadro No. 15 | Media de Índice de Cosecha de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. inorgánica 2007. | |
| | | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| figura..... | Número de | Pagina |
|---------------------|---|---------------|
| Figura No. 1 | Peso seco total de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica | |
| 2007..... | | 46 |
| Figura No. 2 | Peso seco de frutos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica | |
| 2007..... | | 47 |
| Figura No. 3 | Peso seco de tallos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica | |

2007.
.....49

Figura No. 4 Peso seco de hojas de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica

2007......50

Figura No. 5 Índice de Cosecha de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica

2007.
.....51

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su consumo en fresco y constituye la materia prima de importantes industrias alimenticias (Ruano, 2000).

Actualmente, los consumidores están más interesados en el origen de los **productos**, de cómo fueron cultivados o si son **seguros** para el consumo, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible **contaminación** con agroquímicos, especialmente por los de **consumo** en fresco (Brentlinger, 2002). Por lo anterior, es necesario encontrar **sistemas de producción** apegados lo más cercano posible a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la **agricultura** orgánica (Ortiz, 2006).

La producción orgánica surge en nuestro país en la década de los 80, promovida por empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y algunas comercializadoras de otros países para atender la creciente demanda en el exterior de productos sanos. La producción orgánica nacional representa un rubro con una superficie de 216 mil hectáreas y genera 280 millones de dólares de divisas. La horticultura orgánica es la cuarta rama en importancia en la producción orgánica del

país, con una superficie cultivada de 3 mil 831 has. y una generación de divisas que representa los 47 millones de dólares, entre los estados en orden de importancia esta Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Tlaxcala y Yucatán. El 85% de la producción orgánica nacional se destina al mercado de exportación (Schwentesi, 2004).

Una alternativa en la Comarca Lagunera es crear compostas o vermicompost a base de estiércol del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de **materia** seca cada año (Luévano y Velásquez, 2001), y el lixiviado de vermicompost utilizar como fuente de fertilizante orgánico, lo cual contienen una gran cantidad de materia orgánica, en consecuencia contienen una cantidad significativa de sustancias húmicas (Chang – Chien, 2003). Los ácidos húmicos son los que se encuentran en mayor abundancia. Sus características físico químicas le permiten tener una gran capacidad de retención de agua y una fuerte carga negativa, que mejora significativamente la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Los ácidos húmicos pueden formar sustancias complejas con iones metálicos y son responsables de la formación de la estructura del suelo y de la disponibilidad y movilidad de determinados elementos nutritivos (Maturana s/f).

1.1 OBJETIVO

Evaluar dosis de lixiviado de vermicompost en el cultivo de tomate mediante fertirrigación, que minimice la polución al evitar la fertilización inorgánica, su efecto en el rendimiento y respuesta fisiológica.

1.2 HIPÓTESIS

Ho= No hay efectos en cuanto al rendimiento de tomate fertilizado con lixiviado de vermicompost (orgánico) en relación con el testigo (Fertilización inorgánico).

Hi= Si hay efectos en cuanto al rendimiento de tomate fertilizado con lixiviado de vermicompost (orgánico) en relación con el testigo (Fertilización inorgánico).

1.3 METAS

Obtener la dosis adecuada de lixiviado de vermicompost para fertilización de tomate a campo abierto mediante fertirrigación, que garantice un rendimiento superior a una fertilización inorgánica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

La producción de tomate en México durante los últimos diez años ha sido de 19 millones de toneladas en total con un rendimiento promedio de 25 t·ha⁻¹ en una superficie cercana a las 80 mil hectáreas (2 millones de toneladas al año); concentrándose el 70% de la producción nacional en los estados de Sinaloa (39.9 %), Baja California (14.7 %), San Luís Potosí (7.9 %) y Michoacán (6.7 %), (SIAP 2002).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o baya, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990). Como se puede apreciar, el tomate es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembran en México. Se produce en los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano. La gran variedad de condiciones en las que se cultiva esta hortaliza ha llevado a desarrollar una notable diversidad de técnicas y a crear cultivares adaptadas a condiciones que en muchas ocasiones son poco favorables (Santiago, 1995).

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México ocupan el 66% del territorio nacional (alrededor de 1,360,000 km²), donde la rentabilidad agrícola es escasa o nula, debido a condiciones adversas para el crecimiento vegetal,

sobre todo por escasez de precipitación (cantidad y distribución), elevadas temperaturas, heladas tempranas y tardías, suelos superficiales y calichosos, entre otros, condicionando que las actividades agrícolas de temporal fracasen; lo que trae como consecuencia que los productores agrícolas de éstas regiones, no produzcan los alimentos suficientes, haciendo necesario su traslado de las zonas productoras, incrementando de manera considerable los precios por el costo del flete, manejo e intermediarios (GII EZAPUAAAAN, 1991).

Este fruto es también de gran importancia socioeconómica por su amplio y variado consumo en fresco y procesado como purés, pastas, polvos, catsup, salsas, sopas y frutas enteras enlatadas (Salunkhe, 1984).

2.1.1 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 el en cual daban frutos de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos. Fue introducida en Europa, en oriente medio, África y países Asiáticos en el siglo XVI como especie ornamental, y no se empezó a cultivarse con fines alimenticios hasta el siglo XVIII (Ruano, 2000).

2.1.2 Estadísticas de producción

El tomate por su superficie cultivada, volumen en el mercado nacional y divisas que genera por exportación, es la principal hortaliza que se cultiva en México (SIAP, 2002). La superficie cultivada de tomate en México, ha sido variable a través del tiempo. En 1980 y 1990 fue de 88,286 y 105,124 hectáreas, aportando 1.5 y 2.2 millones de toneladas. Posteriormente en 1997, 1998 y 1999 la superficie tiende a decrecer de 102,872; 79,140 y 71,900 hectáreas, manteniendo el mismo nivel de producción de 2.3 millones de toneladas, lo cual se debió principalmente a mejoras en los sistemas de riego, introducción de la técnica de fertirrigación y uso de híbridos con mayor potencial productivo (Castellanos J. *et al.*, 2003).

2.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo a (Anderlini, 1989) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Nombre común: Tomate o Jitomate

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

2.3 Descripción morfológica

2.3.1 Planta

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Se desarrolla de forma semierecta y puede ser de crecimiento determinado o indeterminado. Los tipos determinados, el brote primario termina en un

racimo de flores, forzando el desarrollo de brotes laterales. Las ramas terminan su crecimiento aproximadamente la misma distancia de la corona, resultando en un crecimiento compacto y simétricamente circular (Swaider, 1992).

2.3.2 Sistema radicular

Raíz principal corta y débil, pivotante que crece 3 cm. al día hasta que alcanza los 60 cm. de profundidad. Raíces secundarias son numerosas y potentes que pueden formar una masa densa, raíces adventicias. Los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Rodríguez, 2000).

2.3.3 Tallo

Tallo erecto al principio de desarrollo, se inclina luego por el peso de sus frutos. Llega a medir de 60 a 80cm de altura los de crecimiento determinado. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias (Rodríguez, 2000).

2.3.4 Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares o pubescencia, que al romperse manchan las manos del operario. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo. En las axilas de las hojas están las yemas que producen chupones o tallos laterales. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Atonio, 1999)

2.3.5 Flor

Las flores son bisexuales y se polinizan, principalmente por medio del viento. El pedúnculo de la flor tiene un nudo de absición que facilita la recolección cuando el fruto esta maduro. La flor es perfecta, regular e hipogina 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 envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (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 autógena. (Guzman, 1991).

2.3.6 Fruto

Fruto baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, 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 el cuajado hasta la madurez. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo (Swaider, 1992).

Los cultivares desarrollados para tomates de venta en fresco y procesado tienen características distintas. Los frutos deben ser firmes, bien coloreados y con sabor aceptable. Los tomates que se transportan tienen frutos firmes y bien coloreados y plantas con suficiente follaje como para dar sombra a los frutos a los frutos. Los frutos cosechados con maquinaria deben tener ramas pequeñas y determinadas, que el conjunto de frutas este concentrado y madurado uniforme (Swaider, 1992).

Los cultivares de tomate varían ampliamente en la forma, tamaño de la fruta, color, tipo de planta, resistencia a las enfermedades, tiempo de maduración y características del procesado. La mayoría de los cultivares

modernos incorporan resistencia múltiple a muchas plagas y enfermedades (McGlasson, 1993).

2.4 Agroecología

El desarrollo del fruto del tomate se asocia a un crecimiento vegetativo moderado y a un adecuado balance entre el nivel del nitrógeno y carbohidratos en la planta. Cuando el suministro de nitrógeno es abundante, el crecimiento vegetativo es rápido con una reducción en la concentración de carbohidratos, y las plantas no fructifican incluso cuando la floración es abundante (Thompson, 1957). El desarrollo del fruto de tomate depende de la acumulación de un considerable exceso de carbohidratos por encima de las necesidades reales de la planta para el crecimiento vegetativo (Salunkhe, *et al*; 1984).

El tomate puede resistir durante la fase vegetativa temperaturas elevadas, siempre que la humedad relativa del aire no sea demasiado baja. Estas condiciones sin embargo; son desfavorables para el cuajado de los frutos, momento en el que la humedad relativa debe mantenerse entre 55 y 60 por ciento. No resisten las heladas, y las bajas temperaturas provocan retrasos en su desarrollo.

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 está en torno a 22 °C o 23 °C; la actividad vegetativa se paraliza por debajo de

12°C provocando flores de difícil fecundación (Ruano, 2000). La alta intensidad de la luz acompañada de alta temperatura era dañina para el desarrollo del fruto según las observaciones de (Moore y Thomas 1952).

La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación es de 20°C a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento de transplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero dependen de la variedad de tomate, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento (Ruano, 2000).

Los tomates tardan desde la floración entre 6 y 7 semanas, dependiendo de la temperatura, en alcanzar el tamaño completo. El incremento del tamaño del fruto es el resultado de la expansión celular. En cultivares normales, la primera aparición del color rojo o rosa al final del botón floral señala la terminación del crecimiento y comienzo de la maduración. Los estudios de laboratorio con fruta cosechada en estado de maduración aun en verde han mostrado que la maduración realmente comienza a los 2 días antes de que el color externo cambie, con un pequeño incremento en la producción de etileno que puede ser medida con un macrófago de gases sensible (McGlasson, 1993).

El tomate es una fruta climatérica en la que la maduración se acompaña por un incremento tanto en la respiración. La desaparición del almidón, la degradación de la clorofila, la síntesis de licopeno, los componentes del sabor y poligalacturosana, un enzima que hidroliza la

pared celular, están muy relacionados con los cambios en la respiración y la producción de etileno. (McGlasson, 1993).

Se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante. (Ruano, 2000). La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos llamada licopeno. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24 °C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. Por esta razón, se requiere suficiente follaje para la protección de los frutos y favorecer una coloración pareja (Ruano, 2000).

Se ha demostrado que cuando la luz falta en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

2. 5 Prácticas culturales

2.5.1 Propagación

La propagación comercial del tomate se realiza mediante semillas. Las semillas de tomate son de color blanco mate con pelos diminutos en la superficie de la cubierta de la semilla. Hay aproximadamente 30,000 semillas

cada 100 gramos. Bajo condiciones ideales, las semillas permanecen viables durante aproximadamente 3 o 4 años, esperándose hasta un 90% de germinación. El tratamiento anterior a la siembra de las semillas con ácido giberelico, ácido 3-indolpropionico, ácido betanofitoxiacético, ácido 2,4-diclorofenoxiacético producen germinación más rápida y plántulas más saludables (Adlakha, 1964).

2.5.2 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 un día nublado. Antes de retirar las plántulas debe 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).

2.5.3 Densidad poblacional

El arreglo topológico o el marco de plantación se establecen en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuente empleado es de 1.5 m entre líneas y 0.5m entre plantas, cuando se trata de plantas de porte bajo es común aumentar la densidad de plantación. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por metro cuadrado (Howard, 1995). Cuando las plantas se destinan al consumo en fresco, se transplantan en surcos separados de 0.8 a 1.6 m y se dejan de 25 a 50 cm entre plantas.

(Ruano, 2000). En esta investigación se transplantó a 1.60 m entre surcos y 50 cm entre plantas; con una densidad de población de 12,500 plantas/hectárea.

2.5.4 Riego por goteo en tomates en campo

Con este sistema el agua se aplica al suelo lenta y frecuentemente, mediante goteros situados sobre tuberías flexibles, de manera que el suelo queda saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento). El sistema comenzó a usarse en los desiertos de Israel. Por cada orificio sale un caudal pequeño, por lo que la frecuencia de riego debe ser alta. Con este sistema se puede regar suelos con cualquier pendiente (Ruano, 2000).

El riego se emplea para mantener la humedad y se debe evitar el encharcamiento en todo momento durante el crecimiento del cultivo. La frecuencia de riego depende del tipo de suelo, de la estación y de la variedad. Durante la estación lluviosa, el riego no es necesario. Siempre que haya estancamiento de agua, se debe de realizar un drenaje adicional. Un cultivo de invierno puede necesitar un riego cada 2 a 3 semanas, mientras un cultivo de verano puede necesitar uno a la semana. El riego de las plantas durante periodos de heladas ayuda a mantener la temperatura por encima del punto de congelación. Un riego excesivo después de una larga temporada seca sin un riego ligero previo es dañino debido a que produce rotura del fruto. De la misma forma, el riego tardío en la estación de

crecimiento produce frutas acuosas que son de una baja calidad (Shukla, 1993).

2.5.5 Fertirrigación

La fertirrigación es un sistema de riego y fertilización más cercano al concepto de nutrición vegetal. Las nuevas aplicaciones de los renovados sistemas de fertilización facilitan la inyección directa de sales minerales y ácidos que permiten equilibrar de manera adecuada la solución de nutrientes, con base a la calidad del agua y las características físico - químicas del suelo. En el cultivo tradicional en suelo, tanto los componentes orgánicos como inorgánicos deberán ser descompuestos los elementos en sales inorgánicas antes de ser asimilados por la raíz (Burt et al; 1998)

Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo el riego por goteo solo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo, ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Burt et al; 1998).

Cabe mencionar algunas de las principales ventajas del sistema de fertirrigación como son la dosificación racional de los fertilizantes, un

considerable ahorro de agua, existe una nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos, así como mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes y automatización de la fertilización (Cadahia, 1999).

El cultivo del tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación, los mejores rendimientos se obtiene 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 (González, 1991).

2.5.6 Acolchado en tomate, ventajas y desventajas

El acolchado con plástico, consiste en cubrir el suelo con material plástico, por lo que es factible aumentar la eficiencia en el uso del agua ya que la cubierta de plástico sobre el suelo evita la pérdida de humedad por evaporación; además, el fruto tiene mayor precocidad por el aumento de la temperatura debido a la conservación de calor en el suelo. También se tiene mayor disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes y un mejor control de maleza (Martínez et al 2003).

Los acolchados se pueden establecer en la mayoría de los cultivos hortícolas. Entre los más representativos de este sistema de producción están el tomate rojo, tomate verde, chile, melón, sandía, ajo, brócoli y otros (Castaños 2000).

2.5.6.1 Ventajas del acolchado

Dentro de las ventajas del acolchado se pueden mencionar los siguientes; de acuerdo a Robledo y Martín, 1981; Papaseit et al, 1997; Díaz, 2001.

Reducción de la evaporación del agua en el suelo. Debido a que el material plástico impermeable a los líquidos impide la evaporación, quedando el agua disponible únicamente para el cultivo.

Aumento en la temperatura del suelo. El plástico produce un efecto de invernadero al conservar el calor almacenado en el suelo durante el día, ya que durante la noche cuando el flujo de calor se invierte, el plástico retiene el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. Esto les proporciona a las plantas mayor energía y un medio de defensa contra las bajas temperaturas.

Control de malas hierbas. Las películas de plástico frenan considerablemente el desarrollo de maleza debido al incremento de las temperaturas existentes bajo el plástico, y en el caso de plásticos que no permiten pasar la luz, por la imposibilidad de que se realice la fotosíntesis.

Mejoramiento de la estructura del suelo. Un suelo acolchado con plástico presenta condiciones ideales para el desarrollo de las raíces de la

planta; estas se hacen más numerosas y largas en sentido horizontal debido a la mayor disponibilidad de humedad. Con el incremento de raicillas, además de que se mejora la estructura del suelo, se asegura a la planta mayor absorción de agua, sales minerales y nutrimentos.

Conservación de la fertilidad del suelo. Con el acolchado del suelo se eleva la temperatura y se mantiene por más tiempo la humedad del mismo; estos factores favorecen el proceso de nitrificación y, como consecuencia, la disponibilidad de nitrógeno para la planta.

Mayor calidad de los frutos. El plástico, al actuar como barrera de separación entre el suelo y la parte aérea de la planta, evita que los frutos estén en contacto con el terreno, lo que ayuda a conservar su calidad y mejorar su comercialización.

Adelanto de la cosecha. El suelo acolchado y la disponibilidad de mayor cantidades calor proporciona a las plantas mejores condiciones para su desarrollo y hacen que su reloj fisiológico se adelante, que se traduce en la producción temprana de frutos con el consecuente beneficio económico.

2.5.6.2 Desventajas del acolchado

Cuando la operación del acolchado se realiza en forma manual es bastante laborioso y requiere abundante la mano de obra.

El costo del material de plástico que se utiliza para acolchar es alto, lo que condiciona que solo pueda emplearse en aquellos cultivos que sean altamente renumerativos. Se requieren conocimientos técnicos para la aplicación del plástico, ya que si no se maneja adecuadamente puede originar problemas serios como exceso de humedad que se traducen en enfermedades, aumento en la población de insectos y salinización del suelo. Se tiene dificultad con la eliminación de desechos o residuos del plástico por tratarse de un material no degradable (Martínez, 1991).

2.6 Etapas fenológicas

Durante su crecimiento, las plantas anuales pasan por estadios sucesivos durante los cuales sus exigencias en agua, calor, luz, espacio y sales minerales son sensiblemente diferentes. Habitualmente se distingue los siguientes periodos: (Diehl y Mateo; 1982).

Periodo inicial: comienza desde el momento de la siembra hasta la emergencia que transcurren entre 6 y 12 días. Se caracteriza por el desarrollo rápido de la plántula, invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

Periodo vegetativo: se caracteriza por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), esta etapa inicia a partir de los 21 días después de la germinación y requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de los órganos en crecimiento y desarrollo.

Periodo reproductivo: Se caracteriza en que crecimiento vegetativo se detiene, comprende los estadios de floración, fecundación y maduración de los frutos y las semillas.

2.7 Vermicompóst

El lombricompost es una biotecnología que, utilizando ciertas especies de lombrices de tierra, permite recuperar de los desechos orgánicos, los mejores nutrientes naturales para utilizarlos como fertilizante orgánico, denominado humus de lombriz. Además, aprovechar de una excelente fuente de proteínas, aminoácidos, vitaminas y sales minerales. Su práctica se constituye en un buen instrumento de defensa del medio ambiente. Actualmente, en Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombrices como de [humus de lombriz](#).

La sensibilidad social se orienta hacia los sectores agroalimentarios con la generación de alimentos de “calidad” que abre el camino a las agriculturas orgánica, o ecológica. Esta corriente de opinión se pone de manifiesto con un cambio de cultura en el manejo de los suelos, de auto limitación en la aplicación de fertilizantes inorgánicos, y de desarrollo de la agricultura orgánica mediante la composta y vermicompost que se originan a partir de diferentes tipos de estiércol, contienen una gran cantidad de materia orgánica, en consecuencia contienen una cantidad significativa de

substancias húmicas, fúlvicos y alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) (Chang – Chien, 2003).

Diversos resultados de investigación señalan que la vermicomposta, generada por la lombriz de tierra (*Eisenia foétida*) es un abono orgánico, con características propias, que lo hacen prácticamente insuperable, ya que puede incrementar hasta en un 300 % la producción de hortalizas.

Los ácidos húmicos son los que se encuentran en mayor abundancia. Sus características físico químicas le permiten tener una gran capacidad de retención de agua y una fuerte carga negativa, que mejora significativamente la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Los ácidos húmicos pueden formar sustancias complejas con iones metálicos y son responsables de la formación de la estructura del suelo y de la disponibilidad y movilidad de determinados elementos nutritivos (Maturana s/f).

La única forma de restituir la fertilidad de un campo que ha sido explotado con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con **humus de lombriz**. Un campo que ya no sirve para cultivos, puede producir aún más de lo que producía en su mejor época, solo con la aplicación del único abono 100% orgánico (**humus de lombriz**). Los excrementos de la lombriz contienen: 5 veces más nitrógeno; 7 veces más fósforo; 5 veces más potasio; 2 veces más calcio; que el material orgánico que ingirieron.

La vermicompost en si es el material orgánico en proceso de descomposición por lombrices de tierra. La especie más utilizada es la Eisenia foétida (Roja californiana), es de gran actividad reproductiva y resistente a los cambios bruscos de su medio. Lixiviado es el jugo o extracto; fluido orgánico formado en el tracto digestivo de la lombriz.

La adición de materiales biodegradables conlleva a la síntesis de complejos orgánicos que unen las partículas en agregados, se incrementa el espacio poroso, mejora la infiltración y el almacenamiento del agua. Los compuestos orgánicos constituyen además, reservorios de nutrientes esenciales, secundarios y elementos traza. Se ha estimado que la materia orgánica contiene más del 75 por ciento del fósforo disponible en el suelo y 50 por ciento del carbono que sirve como fuente de energía para la población microbiana encargada de descomponer los residuos (Darst y Murphy, 1990).

El compostaje es un proceso aeróbico y biológico de degradación de la materia orgánica bajo condiciones controladas. Es una técnica muy antigua que consiste en mezclar desechos animales, vegetales, ceniza, elementos minerales proporcionándoles niveles de humedad, aireación y temperatura favorables a la actividad de los microorganismos capaces de convertir esos materiales en compuestos orgánicos estabilizados (Pereira y Stentiford, 1992).

El compost maduro, producto final del proceso de descomposición, es un abono orgánico altamente humificado en el cual ha ocurrido una ganancia neta de nitrógeno y reducción del 50 por ciento en peso respecto a la mezcla original. Las altas temperaturas (45 - 65°C), durante la fase termofílica del compostaje, causan la muerte efectiva de patógenos y semillas de malezas evitando que sean transferidos a cultivos sucesivos.

2.8 Nutrientes Mayores y Menores

La nutrición juega un papel principal en el incremento de la productividad de las plantas y en la calidad de los frutos. La mayoría de los trabajos de investigación ha mostrado que el tomate absorbe grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Un cultivo con una producción de aproximadamente de 40 toneladas de frutos extrae en torno a 93 kg de N, 20 kg de P y 126 kg de potasa en una hectárea (Shukla, 1993). La cantidad de fertilizantes que debe de aplicarse depende de la fertilidad del suelo, de la estación y del cultivar (Anand, *et al*; 1974).

La dosis completa de estiércol, fósforo y potasio se aplican antes del transplante. El estiércol de establo se mezcla antes de la labor final, mientras el fósforo y el potasio se aplican en ambos lados de las líneas y se mezclan con los 8 – 10 cm superiores de suelo. Los fertilizantes nitrogenados se aplican en dos dosis iguales durante el invierno o en tres dosis iguales durante la estación lluviosa. La primera dosis se aplica antes del transplante, la segunda después de un mes y medio y la tercera en la

floración. Los fertilizantes nitrogenados se pueden aplicar también mediante pulverización foliar. El boro también es un elemento que requiere especial atención debido a que su deficiencia causa la rotura de los frutos. La deficiencia de boro también afecta la formación y utilización de diferentes carbohidratos. Presencia de áreas deprimidas y acorchadas, malformaciones y madurez desigual del fruto. El Zinc se requiere para la formación de ácido ascórbico en los frutos, pero con niveles altos puede causar una reducción en el contenido de carbohidratos (Thompson, 1957). Las necesidades de nutrientes a aplicarse son diferentes en cada ciclo de crecimiento según las etapas fenológicas de la planta se definen las concentraciones. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Zaidan y Avidan, 1997).

Cuadro No. 1 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero, ppm). Según (Zaidan y Avidan, 1997).

| Etapa Fenológica | N | P | K | Ca | Mg |
|--------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Plantación y establecimiento | 100-120 | 40-50 | 150-160 | 100-120 | 40-50 |
| Floración y cuajado | 150-180 | 40-50 | 200-220 | 100-120 | 40-50 |
| Inicio de maduración y cosecha | 80-200 | 40-50 | 230-250 | 100-120 | 40-50 |
| Época calurosa (verano) | 130-150 | 35-40 | 200-220 | 100-120 | 40-50 |

2.9 Recolección

Los tomates se recolectan en varios estados de madurez, desde un verde maduro hasta ligeramente rosa, separando fácilmente de la mata mediante un medio giro o retorcimiento. El estado de madurez al que los tomates se recogen depende del propósito al que hayan sido cultivados y la

distancia a la que tienen que ser transportados. Los distintos estados que se reconocen son verde inmaduro, verde maduro, comienzo de madurez, rosa, plena maduración y sobre maduración. Para el transporte a larga distancia, los tomates que se comercializa en fresco se recogen al estado verde maduro o comienzo de maduración, mientras que para ventas en mercados locales, las frutas se recogen a un estado más próximo a la madurez. Los tomates para procesado se cosechan en plena madurez para optimizar varios parámetros de calidad como el color, textura, acidez y sólidos totales (Schuch, 1994)

2.9.1 Calidad

Los tomates que se destinan tanto para venta en fresco como para procesado tienen distintas características cualitativas. Para consumo en fresco deben tener unos parámetros de calidad como el sabor, color, textura aceptables para el consumidor y los requerimientos de manipulado. Los tomates para procesado, por otra parte, deben tener características intrínsecas que los hagan adecuados a varias aplicaciones de transformación, como la producción de zumo, ketchup o salsa (Schuch, 1994)

En los tomates, el comienzo de la maduración del fruto es consecuencia de la iniciación de varios procesos bioquímicos y fisiológicos que afectan la calidad del fruto. Algunos de esos cambios incluyen la modificación de la estructura y la composición de las paredes celulares que afectan a la firmeza del fruto, el metabolismo de los azúcares y ácidos que

contribuyen a la determinación del sabor, la biosíntesis y la deposición de carotenoides que determinan el color del fruto y la síntesis de hormonas responsables de la velocidad de maduración (Schuch, 1994).

En los últimos 10 años se han hecho estudios a nivel molecular para la comprensión de la madurez del fruto, lo que ha resultado en el aislamiento e identificación de un número de genes expresados exclusivamente en la maduración y la madurez de los tomates (Schuch, 1994).

Cuadro No. 2 Genes aislados de los tomates y características del fruto afectadas.

| Características del fruto | Determinado por | Gen |
|---|--------------------------------|--|
| Viscosidad | Estructura de la pared celular | Poligalacturonasa Pectinesterasa |
| Características de de Manipulación | Estructura de la pared celular | Poligalacturonasa Pectinesterasa |
| | Velocidad de maduración | Etileno sintetasa Etileno oxidasa |
| Sólidos Solubles | Azúcares Pectinas | Invertasa Poligalacturonasa Pectinesterasa |
| Color | Licopeno | Fitoeno sintetasa |
| Sabor | Relación azúcares/ácidos | Invertasa |

2.9.2 Composición química

La composición química de los frutos del tomate dependen de factores tales como los cultivares, madurez y condiciones ambientales y de cultivo. Los constituyentes químicos son importantes para evaluar la calidad

con respecto a color, textura, apariencia, valor nutritivo, gusto y sabor de los frutos (McGlasson, 1993).

Cuadro No. 3 Composición química representativa de los tomates para venta en fresco.

| Constituyentes | Contenido |
|----------------------------------|----------------------------------|
| | (Por 100g de porción comestible) |
| Energía (KJ) | 56 |
| Constituyentes brutos (g) | |
| Agua | 94.7 |
| Proteína | 1 |
| Grasa | 0.1 |
| Fibra dietética | 1.6 |
| Carbohidratos (g) | |
| Glucosa | 0.9 |
| Fructosa | 1 |
| Sacarosa | 0 |
| Almidón | 0 |
| Ácidos orgánicos (g) | |
| Cítrico | 0.43 |
| Málico | 0.08 |
| Oxálico | 0 |
| Otros | 0 |
| Vitaminas (mg) | |
| Vitamina C | 18 |
| Tiamina | |
| Riboflavina | 0.02 |
| Acido nicotínico | 0.7 |
| B-Caroteno (equivalente) | 0.34 |
| Minerales (mg) | |
| Potasio | 200 |
| Sodio | 6 |
| Calcio | 8 |
| Magnesio | 10 |
| Hierro | 0.3 |
| Zinc | 0.2 |

Fuente: (McGlasson, 1993).

Los sólidos solubles o grados brix en los tomates son predominantemente azúcares, los cuales contribuyen al sabor de forma importante. En general, el sabor del fruto llega a ser mas intenso cuando el contenido de azúcares alcanzan un máximo. Los azúcares libres, que representan más de un 60% de los sólidos en los tomates, son

principalmente D-glucosa y D-fructosa, con trazas de sacarosa, un cetoheptosa y rafinosa. El *L. chmielewski* se ha cruzado con *L. esculentum* para producir líneas reproductoras de alto contenido de azúcares (Yu, M., H, 1967).

La fracción lipídica de los tomates se componen de triglicéridos, esteroides, éter esteroides, ácidos grasos libres e hidrocarburos. Los ácidos linoleico, linolénico, oleico, esteárico, palmítico y mirístico comprenden la porción principal de la fracción de ácidos grasos e incrementan durante el periodo de mayor desarrollo del color (Kapp, 1966).

Se ha mostrado que los tomates maduros contienen 20 aminoácidos además de pequeñas cantidades de triptamina, 5-hidroxitriptamina y tiramina (Salunkhe, *et al*; 1974). La concentración de aminoácidos individuales varía con los distintos estados de madurez. Se han determinado incrementos significativos en ácido glutámico y aspártico y una reducción en los niveles de alanina, arginina, leucina y valina con la madurez (Yu, M. H., 1967; Freeman, *et al*; 1967; Hamdy, *et al*; 1962). El ácido glutámico, el ácido aspártico, el ácido γ -aminobutírico y la glutamina comprenden casi el 80% de los aminoácidos libres y contribuyen al sabor del fruto del tomate (Salunkhe, *et al*; 1974).

2.10 Análisis de Crecimiento

El crecimiento vegetal, entendido como un aumento irreversible en tamaño de los organismos, implica a nivel fisiológico una serie de cambios y reacciones de tipo bioquímico, de las cuales dependerá finalmente el comportamiento agronómico y el rendimiento potencial del cultivo (Salisbury y Ross, 1994).

Generalmente, el crecimiento se determina mediante medidas directas (altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, masa seca) e indirectas como la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo, índice de área foliar, etc. Cabe anotar que el crecimiento está ligado a factores ambientales como luz, temperatura y humedad, entre otros (Salisbury y Ross, 1994).

El crecimiento de la planta se constituye en un fiel reflejo de que en ella tienen lugar una serie de cambios estructurales de tamaño, peso y forma específicos, que ocurren de acuerdo con los patrones de división celular y diferenciación, los cuales no pueden considerarse fuera del contexto ambiental. En efecto, la densidad de población, que afecta en los agroecosistemas la intercepción de radiación solar y el suministro de agua y nutrientes, es un aspecto de importante estudio en los cultivos, debido a que se encuentra directamente relacionado con eventos fisiológicos que afectan la producción y acumulación de materia seca entre los diferentes órganos (Rodríguez, 2000).

Por su parte, los índices de crecimiento (tasa de crecimiento del cultivo, tasa de asimilación neta, relación área foliar, área foliar específica, relación peso foliar e índice de área foliar) se estiman con la misma frecuencia que las medidas directas.

2.10.1 Número de hojas

El comportamiento del número de hojas a través del tiempo es de tipo sigmoideal (Fogg, 1967) y (Salisbury y Ross, 1994).

La actividad fotosintética laminar y el crecimiento están estrechamente relacionados, ya que la cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende de la superficie de la hoja u órganos fotosintéticos que posea y de la actividad fotosintética por unidad de área de estos tejidos (Fogg, 1967). Al mismo tiempo, el área foliar depende del número de hojas, de su velocidad de crecimiento y de su tamaño final (Barraza, 2000b).

El manejo de poblaciones más altas en el cultivo de tomate, pueden llegar hasta 55.555 plantas·ha⁻¹ (indeterminadas) siempre y cuando se tenga en cuenta realizar labores culturales como la poda y deshijado de la planta, ya que su efecto contribuye al control de la luz en el cultivo, factor que se puede modificar para aumentar los rendimientos de los cultivos (Guzmán, 1991). En general, se obtienen altas producciones por unidad de superficie, por el uso eficiente de la luz durante las etapas iniciales de crecimiento de los cultivos (Cayón, 1992).

2.10.2 Área foliar

El mayor valor de área foliar se presenta entre los 90 a 105 días después del trasplante, época en la que también se observaron los máximos valores en el número de hojas (indeterminadas). Esta situación es favorable para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta, el cual contribuye a obtener más altos rendimientos, ya que según Petoseed Co. Inc. (s.f.), a medida que se desarrolla la planta de tomate, las hojas se vuelven más complejas y por lo tanto más funcionales.

El comportamiento de respuesta de la materia seca a incrementos de densidad de población depende en gran medida del área foliar (Rodríguez, 2000), y a su vez, las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable, son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente (Jarma *et al*, 1999).

2.11 Índices de crecimiento

Con los valores área foliar, peso seco de hoja y materia seca total se calculan los índices de crecimiento, de acuerdo con (Hunt, 1982)

2.11.1 Tasa de asimilación neta (TAN)

La tasa de asimilación neta es un estimador de la eficiencia fotosintética de la planta.

$$\text{TAN} = (\text{PS}_2 - \text{PS}_1 / \text{AF}_2 - \text{AF}_1) \times (\text{Log}_e \text{AF}_2 - \text{Log}_e \text{AF}_1) / t_2 - t_1, \text{ g ms m}^2 \text{ dia}^{-1}$$

Donde:

Log_e = Logaritmo natural

PS = Peso seco de las muestras en t_1 y t_2 .

AF = Área foliar en el periodo t_1 y t_2 .

Al ser la fotosíntesis el proceso responsable de la mayor producción de asimilados y con ello de un mayor rendimiento y la capacidad de dicha población para absorber mayor cantidad de energía lumínica, depende de la efectividad para absorberla con el área de hojas que las plantas son capaces de sostener (Barraza 2000b).

En general, entre los 90 y 120 días posteriores al trasplante de tomate indeterminado, se presenta una disminución en la velocidad de asimilación neta de foto - asimilados, lo cual es un reflejo de que en la medida que se producen más hojas, las inferiores van quedando sombreadas y sus tasas fotosintéticas disminuyen en relación directa a la disponibilidad de radiación solar (Barraza 2000b).

2.11.2 Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar es el área foliar por unidad de superficie de suelo.

$$\text{IAF} = \text{AFT}/\text{S}, \text{ m}^2 / \text{m}^2$$

Donde:

AFT = Área Foliar Total

S = Área de Suelo ocupada

La cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende, además de la superficie de la hoja u otros órganos fotosintéticos que posea, del índice de área foliar, es decir del área de los limbos foliares sobre la unidad de superficie de suelo (Fogg 1967) y (Gómez *et al.* 1999).

Si bien el IAF expresa el rendimiento de los cultivos por unidad de área foliar y por unidad de área de suelo ocupada por el cultivo (Gómez *et al.*, 1999), IAF es un concepto que representa para todo cultivo, un promedio de los estratos de follaje que están expandidos, situación que se ve afectada por el hecho de que las hojas no se despliegan sin dejar de encontrarse unas con otras, sino que lo hacen en diferentes ángulos que varían con la morfología de las especies y con las condiciones ambientales en que estén creciendo (Barraza, 2000b). Algunos valores altos del IAF pueden ocurrir cuando el follaje del cultivo no cubre toda la superficie del suelo (Hunt, 1982)

La tasa de incremento de la productividad en una comunidad de plantas aumenta con el IAF hasta un valor óptimo, debido a una captación más efectiva de la radiación. Valores por encima de este óptimo, hacen caer la productividad por el excesivo gasto energético que demanda la respiración y por la utilización ineficiente de la luz por parte de las hojas inferiores sombreadas, pues éstas no reciben la cantidad suficiente de luz para mantener positivo su balance de carbono. A bajas intensidades luminosas, los valores del IAF no son tan altos como a altas intensidades, en parte

porque las hojas inferiores entran en senescencia y mueren más rápido (Cayón, 1992).

2.11.3 Índice de cosecha

El término índice de cosecha, introducido por Donald (1962), expresa el rendimiento económico (granos o frutos) en porcentaje del rendimiento biológico (materia seca total de la parte aérea de la planta a la madurez). El índice de cosecha son medidas de eficiencia de planta (Barriga, 1972).

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 $101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ de longitud Oeste, y los paralelos $25^{\circ} 05'$ y $26^{\circ} 54'$ 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)

3.1.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en periodo de primavera - verano del 2007 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna (UAAAN- UL), ubicado entre Periférico y Carr. a Sta. Fé s/n. Torreón, Coahuila, México, dentro de la Comarca Lagunera, entre las coordenadas geográficas de $103^{\circ} 25'57''$ de longitud oeste al meridiano

de Greenwich 25° 31'11'' de latitud norte con una altura de 1123 msnm (SIMAS, 2002)

3.2 Características del suelo

El análisis del suelo se realizó el 12 de febrero de 2007, en el cual se tomaron 5 muestras representativas del terreno, para determinar los niveles de fertilidad y de otras características de la parcela experimental.

Cuadro No. 4 Análisis de suelo.

| PARAMETROS | Contenido |
|---------------------|--------------------|
| Textura | Migajón-.Arcilloso |
| % Arena | 24.72 |
| % Limo | 30.92 |
| % Arcilla | 44.36 |
| CIC (meq/100gr) | 7 |
| pH | 8.01 |
| Fósforo (pmp) | 10.2 |
| Potasio (meq/100gr) | 0.21 |
| Calcio (meq/lit) | 11.07 |
| Magnesio (meq/lit) | 1.48 |
| Azufre (meq/lit) | 7.88 |
| Cobre (pmp) | 0.88 |
| Fierro (pmp) | 1.7 |
| Zinc (pmp) | 1.98 |
| Manganeso (pmp) | 3.4 |

3.3 Material genético

Se utilizará un híbrido de tomate: Híbrido Maya (Seminis seed), es un tipo un saladette determinado, los frutos son de excelente pared y

firmeza, de color rojo muy atractivo. Resistente a N, F-1,2, ASC, ToMV y V. Las semillas se sembraron en charolas de 200 cavidades utilizadas como sustrato peat moss.

3.4 Diseño experimental

Se realizó en una parcela experimental de 405 m². Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos dosis de fertilización orgánica y tres repeticiones, con 20 plantas por unidad experimental. Las dosis de lixiviado de vermicomposta se inyectaran al sistema de fertirrigación mediante un venturi. Las plántulas de tomate se establecieron, en camas meloneras de 1.60 m con acolchado plástico a una distancia entre plantas de 50 cm. bajo riego por goteo y una superficie de 1.6 x 10 metros por unidad experimental..

Cuadro No. 5 Dosis en litros de lixiviado de vermicompost.

| Tratamiento | Etapa Vegetativa | Etapa Reproductiva |
|-------------|------------------|--------------------|
| 1 | 40 | 45 |
| 2 | 50 | 55 |
| 3 | 60 | 65 |

3.5 Prácticas culturales

3.5.1 Preparación del terreno

Consistió en un conjunto de operaciones, barbecho y rastra, que tiene por objeto preparar el perfil en que se van a desarrollar las raíces, de

manera que nada interfiera con su crecimiento, y lograr que, en el momento del trasplante, se den unas condiciones que favorezcan el desarrollo y crecimiento de la planta.

3.5.2 Trazo de camas

Se trazo las camas con un implemento bordeadora de 1.6 m de ancho.

3.5.3 Colocación del sistema de riego

El sistema de riego que se utilizó en este experimento fue por goteo o por cintilla. Con este sistema el agua se aplica al suelo lenta y frecuentemente, mediante goteros situados sobre tuberías flexibles, de manera que el suelo queda saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento).

3.5.4 Colocación de acolchado plástico

Esta práctica se realizó manualmente. El acolchado con plástico, consistió en cubrir el suelo con material plástico, por lo que es factible aumentar la eficiencia en el uso del agua ya que la cubierta de plástico sobre el suelo evita la pérdida de humedad por evaporación; además, el fruto tiene mayor precocidad por el aumento de la temperatura debido a la conservación de calor en el suelo. También se tiene mayor disponibilidad y

aprovechamiento de los nutrimentos y un mejor control de maleza (Martínez et al 2003).

3.5.5 Siembra en charolas

La siembra se realizó el 23 de febrero de 2007 en charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss y semilla híbrido maya, tipo saladette, de crecimiento determinado.

3.5.6 Transplante

El trasplante se efectuó el 2 de abril de 2007 a campo abierto en el Campo Experimental de la UAAAN- UL, la distancia entre plantas fue de 0.5 m y entre surcos de 1.6 m, con una densidad de población de 12,500 plantas por hectárea.

3.5.7 Deshierbes

Tiene como fin de mantener limpio de malas hierbas el experimento, de modo que nada interfiera en el crecimiento y desarrollo de cada planta. Esta labor se realizó en forma manual. Cabe mencionar que el acolchado plástico no es efectivo al 100% principalmente por las gramíneas ya que estas son capaces de romper el plástico en los primeros días de su desarrollo y por la forma de su crecimiento de los primordios foliares en forma de agujas.

3.5.8 Riegos y Fertilización

La aplicación del riego se realizó 2 veces por semana hasta dejarlo a capacidad de campo. Con respecto a la fertilización se aplicó una vez por semana; la fertilización orgánica con lixiviado de vermicomposta en tres diferentes tratamientos, la inorgánica (testigo) con Nitrato de Calcio, Nitrato de Potasio y Ácido Fosfórico.

Cuadro No. 6 Fertilizantes foliares aplicados durante el experimento.

| Producto | Dosis | Tipo de Fertilizante | Frec. de Aplicación |
|--------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Maxiquel | 4 gr/litro de agua | Micronutrientes | Cada 2 semanas |
| Urea Foliar | 4 gr/ litro de agua | Fertilizante Foliar | Cada 2 semanas |
| Biozymen | 1 ml/litro de agua | Regulador | Cada semana |
| Poliquel de Calcio | 3 ml/litro de agua | Deficiencia de calcio | Cada semana |

3.5.9 Control de Plagas y Enfermedades

La plaga que mayor daño ocasionó fue el Trips y la Mosquita Blanca, y de menor grado el minador de la hoja; las cuales se hizo aplicaciones como se menciona en la tabla:

Cuadro No. 7 Productos aplicados para control de plagas y enfermedades

| Producto | Dosis | Control de: | Frec. de Aplicación |
|-----------------|--------------|--------------------|----------------------------|
| Confidór | 1.0 litro/ha | Mosca blanca | Cada 2 semanas |
| Cupertrón | 3.5 litro/ha | Patógenos | Cada 2 semanas |
| Thiodán | 2 litro/ha | Mosca blanca | Cada 2 semanas |
| Abamectina | 2 litro/ha | Trips y minador | Cada 2 semanas |

3.6 Análisis de Crecimiento

Para el análisis de crecimiento se realizaron muestreos a los 40, 60, 80 y 100 DDT, se cortaron 2 plantas con competencia completa por parcela, las cuales se tomaron datos de las siguientes variables separándolo de la planta, frutos, tallos y hojas, la suma de estos represento el peso seco total por planta. También se tomo área foliar en cm^2 . Para el secado de estos órganos los frutos, tallos y hojas se colocaron en bolsas por separado y se sometieron a secado en una estufa a una temperatura de $62\text{ }^\circ\text{C}$, hasta que quedaban secos por completo, después de lo cual se obtuvo el peso seco total por planta.

El objetivo de este trabajo tiene como fin para obtener los siguientes índices de crecimiento:

TAN: Tasa de asimilación neta (estimador de la eficiencia fotosintética de la planta)

IAF: Índice de área foliar (área foliar por unidad de superficie de suelo)

3.7 Cosecha

La cosecha se realizó una vez por semana, cuando los frutos eran de un color rosado a rojo marrón. Se cosecharon 8 plantas por unidad experimental tanto frutos comerciales como de rezaga.

3.7.1 Rendimiento

Las variables a evaluar de la Cosecha:

- a) Rendimiento: Esta variable se tomará por cada corte.
- b) Rendimiento comercial y número de frutos comercial: Es el rendimiento en Ton/ Ha. y el número de frutos por Ha. en la clasificación comercial.
- c) Rendimiento y número de frutos de rezaga: Es el rendimiento en Ton/ Ha. y el número de frutos por hectárea en la clasificación de rezaga.
- d) Calidad y número de frutos comercial: En esta variable la calidad se clasificará de acuerdo al peso en Ton/Ha. y número de frutos por hectárea en cada una de las categorías, extrachico, chico, mediano, grande y extragrande.
- e) Calidad y número de frutos de rezaga: Esta variable se clasificará de acuerdo al tipo de daño que presentan los frutos en: Daño por insecto, enfermedad, mecánico, fisiológico.

3.8 Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico The SAS System for Windows, versión 9.0 en Castellano del 2004. Para todas las variables se realizaron análisis de varianza por muestreo y la comparación de medias se realizó con la prueba de DMS al 0.05 de significancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Respuesta del rendimiento al Tipo de Fertilización

Una apreciación a la respuesta del rendimiento del tomate al tipo de fertilización es presentada en el cuadro N° 8 el rango fue de 45.302 a 47.833 Ton ha⁻¹ para una fertilización orgánica y para fertilización inorgánica fue de 39.344 Ton ha⁻¹. En fertilización orgánica los rendimientos totales superan al tipo de fertilización inorgánica encontrándose diferencias estadísticas significativas, sin embargo se observa que la media de producción comercial de la fertilización inorgánica superó a la fertilización orgánica con un rendimiento de 31.880 ton/ha. No obstante, las medias de los tratamientos de fertilización orgánica (1, 2 y 3) obtenidos superan el rendimiento promedio regional que es de 25 t/ha. La media de rendimiento en el tipo rezaga fue dos veces menor en la fertilización inorgánica, esto es deseable y pone en desventaja al tipo de fertilización orgánica, ya presenta medias de rendimiento totales superiores pero con altos porcentajes de rezaga.

Cuadro No 8 Media de rendimientos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs. Inorgánica, obtenido en cuatro cortes 2007.

| TRATAMIENTOS | | TONELADAS/HECTAREA | | | | | |
|--------------|---|--------------------|---|--------|---|---------|---|
| | | COMERCIAL | | REZAGA | | TOTALES | |
| F. Orgánica | 1 | 29.104 | A | 17.990 | A | 47.094 | A |
| F. Orgánica | 2 | 28.308 | A | 16.995 | A | 45.302 | A |
| F. Orgánica | 3 | 31.500 | A | 16.333 | A | 47.833 | A |

| | | | | | | |
|----------------------|--------|---|-------|---|--------|---|
| F. Inorgánica | 31.880 | A | 7.464 | B | 39.344 | B |
| C.V % | 14.5 | | 17.8 | | 10.6 | |
| DMS | ns | | ** | | ** | |

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo.

4.2 Características del Dosel y Eficiencia del uso de Radiación

En la producción de cultivos, el rendimiento, significa atrapar la energía solar y convertirla en alimento y otros materiales utilizables. Las estrategias de producción de cultivos están generalmente diseñadas para interceptar la máxima cantidad de luz, tal que la planta alcance a cubrir completamente el terreno a través de manipular la densidad de plantas y el arreglo espacial y promocionar una rápida expansión foliar (Gardner et al. 1985). El índice de área foliar (LAI) expresa la relación de la superficie foliar (un lado únicamente) con el área de terreno ocupado por el cultivo. En el experimento el IAF a los 40 y 60 DDT la fertilización orgánica presenta valores inferiores a la inorgánica Cuadro N° 9, sin embargo es a los 80 DDT donde la fertilización orgánica alcanza sus valores máximos en su expansión foliar sobresaliendo el tratamiento orgánico 3 con un valor de 1.62, superiores a la fertilización inorgánica. En el experimento, IAF fue mayor en la fertilización inorgánica a los 40 días.

Cuadro N° 9 Índice de Área Foliar de tomate Híbrido Maya con Fertilización Orgánica vs. Inorgánica a los 40, 60, 80 DDT 2007.

| TRATAMIENTOS | | IAF | | | | | |
|----------------------|----------|--------|---|--------|---|--------|---|
| | | 40 DDT | | 60 DDT | | 80 DDT | |
| F. Orgánica | 1 | 0.112 | B | 0.413 | B | 1.025 | B |
| F. Orgánica | 2 | 0.128 | B | 0.440 | B | 0.996 | B |
| F. Orgánica | 3 | 0.146 | B | 0.346 | B | 1.62 | A |
| F. Inorgánica | | 0.640 | A | 0.656 | A | 0.70 | B |
| C.V. (%) | | 11.21 | | 14.86 | | 21.2 | |

DMS (0.05)

**

**

**

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes IAF: Índice de Área Foliar
ns: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo.

4.2.1. Los efectos del tipo de fertilización en la asimilación neta

La tasa de asimilación neta (TAN), o tasa foliar unitaria, es la ganancia neta de asimilados, principalmente fotosintéticos, por unidad de área foliar y tiempo. Esto también incluye ganancia de minerales, pero no es una fracción grande donde los minerales constituyen únicamente el 5% o menos del peso total (Gardner et al. 1985). La TAN no es una constante en el tiempo ya que muestra una tendencia descendente a medida que el desarrollo avanza con la edad de la planta. Los resultados de estos valores se presentan en el Cuadro N° 10 se observa una mayor tasa de asimilación neta en la fertilización orgánica en sus primeras etapas y posteriormente principalmente debido a competencia para nutrientes, la ganancia de materia seca por unidad de superficie de área decrece por la presencia de hojas nuevas debido al sombreado recíproco. Esta descendencia puede acelerarse por un ambiente desfavorable (Hunt, 1978). En este cuadro N° 3 se aprecia una mayor ganancia de asimilados por parte de la fertilización orgánica en los primeros 40 días siendo estadísticamente iguales a los tres tratamientos de dosis de lixiviado, sin embargo a medida que avanza el cultivo solo la dosis alta de lixiviado (tratamiento 3) pudo compararse al del tipo de fertilización inorgánica, siendo estos dos los que mas ganancia de asimilados obtuvieron por unidad de área foliar y tiempo, esta ganancia se ve disminuida al avanzar la edad de la planta de tomate en los dos tipos de

fertilización orgánica e inorgánica, siendo todos los tratamientos estadísticamente iguales.

Cuadro N° 10 TAN del tomate híbrido maya con Fertilización Orgánica vs. Inorgánica a los 40, 60, 80 DDT 2007.

| TRATAMIENTOS | | TAN (g/m ² /día) | | | | | |
|---------------|---|-----------------------------|---|--------|---|--------|---|
| | | 40 DDT | | 60 DDT | | 80 DDT | |
| F. Orgánica | 1 | 3.560 | A | .790 | B | 1.110 | A |
| F. Orgánica | 2 | 3.710 | A | .515 | B | 1.433 | A |
| F. Orgánica | 3 | 3.893 | A | 1.510 | A | 0.880 | A |
| F. Inorgánica | | 1.333 | B | 1.503 | A | 1.063 | A |
| C.V. (%) | | 12.91 | | 25.75 | | 4.87 | |
| DMS | | ** | | * | | ns | |

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes

TAN: Tasa de Asimilación Neta

4.3 Acumulación de Materia Seca

La distribución de la materia seca entre varias partes de la planta se ha descrito como un equilibrio funcional (Brouwer, 1962) o como funciones de distribución dependientes del tiempo o estado de desarrollo (Heuvelink y Marcelis, 1989); esto ha facilitado predecir de manera razonable la producción de materia seca a lo largo del ciclo de crecimiento en cultivos de crecimiento determinado, como maíz y trigo. Sin embargo, en plantas de crecimiento indeterminado como tomate, pepino y pimiento morrón es necesario considerar otros factores, ya que la dinámica de acumulación de materia seca es diferente (De Koning, 1989).

La tasa de crecimiento absoluto para tomate en una fertilización orgánica se incrementó de 43.4 g . m² a un máximo de 51.6 g . m² a los 40 d después del transplante sin embargo la fertilización Inorgánica fue superior

con un valor de 59.4 g . m² (Cuadro 11, Fig. 1), esta misma relación se presentó a los 60. En 80 y 100 d después del transplante todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales aunque sobresale la fertilización orgánica en su dosis más alta y la f. inorgánica con valores más altos.

Cuadro No. 11 Media de peso seco total de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

| TRATAMIENTOS | PESO SECO TOTAL (PST)g . M ² | | | |
|----------------------|---|---------|---------|----------|
| | 40 DDT | 60 DDT | 80 DDT | 100 DDT |
| F. Orgánica 1 | 43.42 B | 56.72 B | 76.37 A | 96.45 A |
| F. Orgánica 2 | 44.90 B | 59.73 B | 71.20 A | 93.88 A |
| F. Orgánica 3 | 51.62 A B | 60.03 B | 85.23 A | 101.70 A |
| F. Inorgánica | 59.48 A | 74.48 A | 90.00 A | 101.08 A |
| C.V. (%) | 12.01 | 4.14 | 14.7 | 9.44 |
| DMS (0.05) | * | ** | ns | ns |

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo;

** : Altamente significativo.

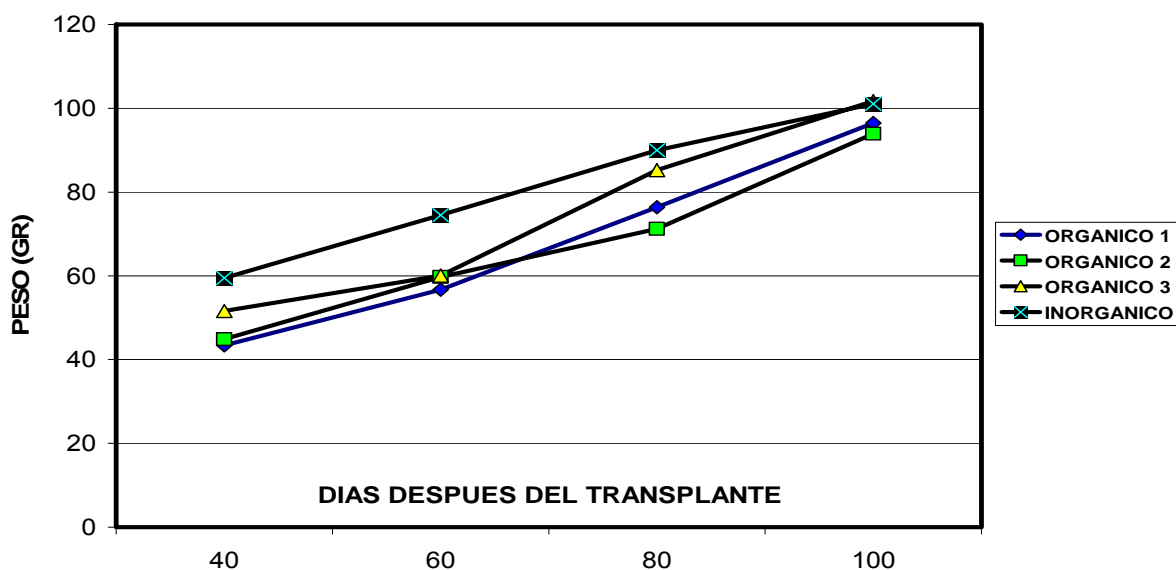


Figura No. 1 Peso seco total de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

El peso seco del fruto (Cuadro N° 12) en la fertilización orgánica presenta un valor de 10.85 a 10.91 g . m² inferiores a la f. inorgánico de 15.8 g . m² a los 40 d después del transplante, esta misma relación se presenta

en los muestreos de 60, 80 d después del transplante. En los 100 d después del transplante todos los tratamientos son estadísticamente iguales. (Cuadro N° 12, Fig. N° 2).

Cuadro No. 12 Media de peso seco de frutos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

| TRATAMIENTOS | PESO SECO DE FRUTOS (PSF) | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | 40 DDT | 60 DDT | 80 DDT | 100 DDT | 40 DDT | 60 DDT | 80 DDT | 100 DDT |
| F. Orgánica 1 | 10.8500 | 15.5167 | 17.283 | 23.750 | B | B | B | A |
| F. Orgánica 2 | 10.9167 | 15.4167 | 14.500 | 23.583 | B | B | B | A |
| F. Orgánica 3 | 10.8500 | 15.1333 | 16.767 | 21.500 | B | B | B | A |
| F. Inorgánica | 15.8167 | 21.3333 | 25.583 | 29.250 | A | A | A | A |
| C.V. (%) | 2.55 | 4.65 | 13.89 | 27.18 | | | | |
| DMS (0.05) | ** | ** | ** | ns | | | | |

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo

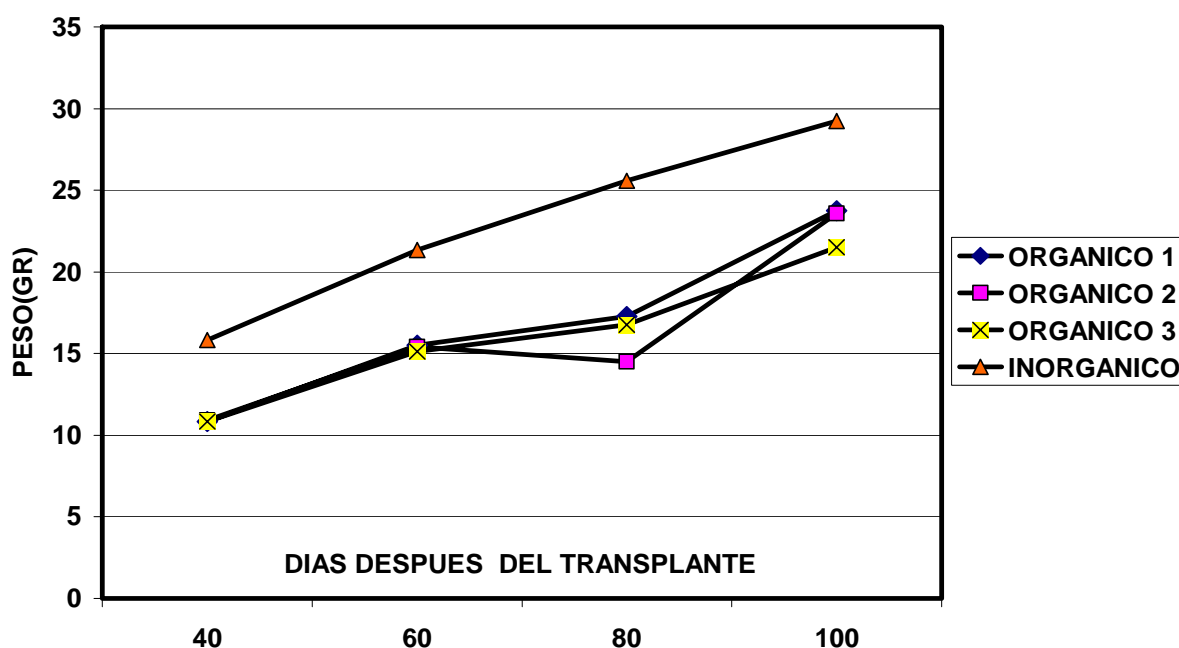


Figura No. 2 Peso seco de frutos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

En relación a los componentes de la planta, se observa que hubo variación no significativa para tallos y hojas. Además, es posible apreciar que los tallos contribuyen con mayor cantidad de peso seco al peso seco

total (Cuadros 13 y 14) (Fig. 3 y 4). Así se observa que en promedio, los tallos contribuyeron con el 35.8%, 34.5, 40.6, 35.1% del peso seco total de la planta a los 40 d después del transplante esta relación en porcentaje en forma similar se presenta en los muestreos a los 60, 80 y 100 d después del transplante comparado con las hojas que contribuyeron al peso seco total por metro cuadrado en el siguiente porcentaje de 39.1, 41.0, 38.3 y 38.2% esta relación en porcentaje en forma similar se presenta en los muestreos a los 60, 80 y 100 d después del transplante. Es importante mencionar que el tratamiento tres de dosis de fertilización orgánica es el de un mayor porcentaje para una distribución de materia seca hacia tallos, de igual manera hacia las hojas, ante esto se pone de manifiesto que la dosis menor de lixiviado (tratamiento 1) es el más adecuado por un mayor porcentaje de asimilados hacia el fruto ya que a dosis mayores de fertilización orgánica, el cultivo de tomate, distribuye los asimilados mayormente hacia tallos o hojas y en menor proporción a los frutos. La distribución de asimilados varía con las especies mientras en tomate se distribuye un alto porcentaje de este hacia los tallos y hojas en cultivos como el trigo de invierno, los tallos incidieron en un 33% y las hojas en un 9% respectivamente, del peso seco total de la planta (Singh y Stoskopf 1971).

Cuadro No. 13 Media de peso seco de tallos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

| | | PESO SECO DE TALLOS (PST) | | | | |
|----------------------|----------|---------------------------|-----------|----------|----------|--|
| TRATAMIENTOS | | 40 DDT | 60 DDT | 80 DDT | 100 DDT | |
| F. Orgánica | 1 | 15.567 A | 19.2000 C | 32.683 A | 33.033 A | |
| F. Orgánica | 2 | 15.533 A | 21.0167 B | 27.683 A | 31.350 A | |
| F. Orgánica | 3 | 20.967 A | 21.1000 B | 36.183 A | 38.033 A | |
| F. Inorgánica | | 20.917 A | 25.4833 A | 32.083 A | 34.667 A | |
| C.V. (%) | | 26.52 | 2.05 | 25.67 | 13.15 | |

DMS (0.05)

ns

*

ns

ns

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo;

** : Altamente significativo

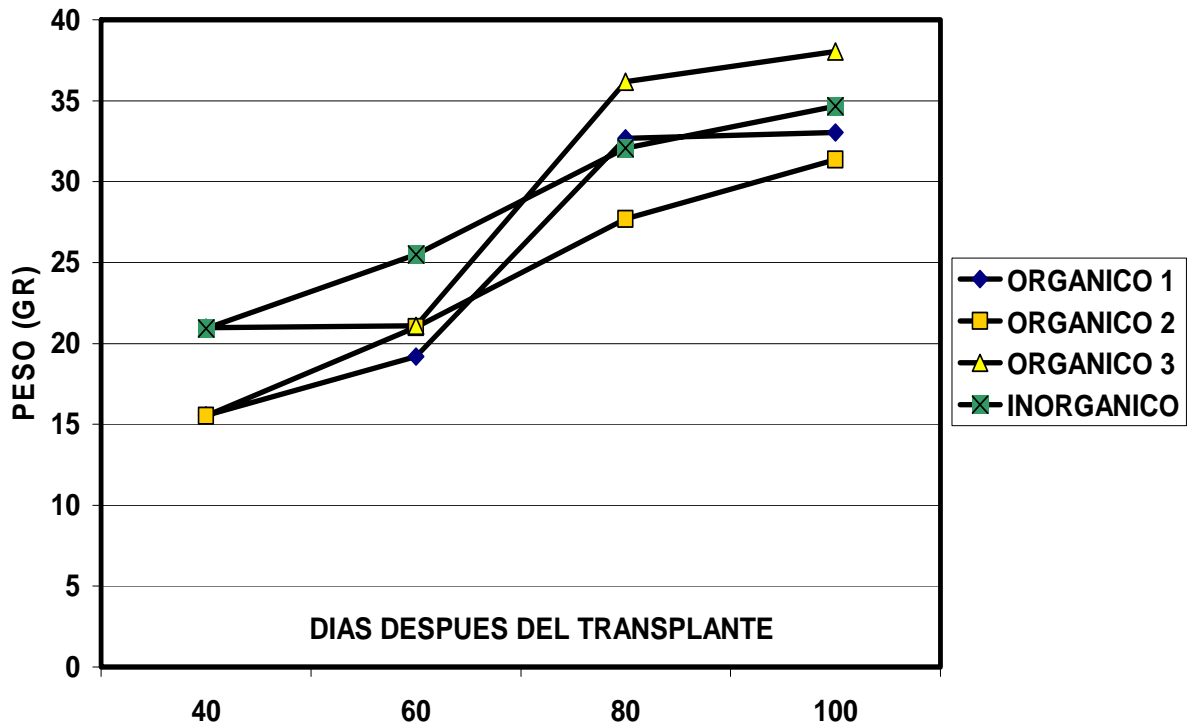


Figura No.3 Peso seco de tallos de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

Cuadro No. 14 Media de peso seco de hojas de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

| | | PESO SECO DE HOJAS (PSH) | | | | | | | |
|---------------|---|--------------------------|----|--------|----|--------|---|---------|---|
| TRATAMIENTOS | | 40 DDT | | 60 DDT | | 80 DDT | | 100 DDT | |
| F. Orgánica | 1 | 17.000 | B | 22.000 | B | 26.400 | A | 39.667 | A |
| F. Orgánica | 2 | 18.450 | B | 23.300 | AB | 29.017 | A | 38.950 | A |
| F. Orgánica | 3 | 19.800 | AB | 23.800 | AB | 32.283 | A | 42.167 | A |
| F. Inorgánica | | 22.750 | A | 27.667 | A | 32.333 | A | 37.167 | A |
| C.V. (%) | | 8.07 | | 9.06 | | 18.73 | | 10.23 | |
| DMS (0.05) | | * | | * | | ns | | ns | |

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo;

** : Altamente significativo

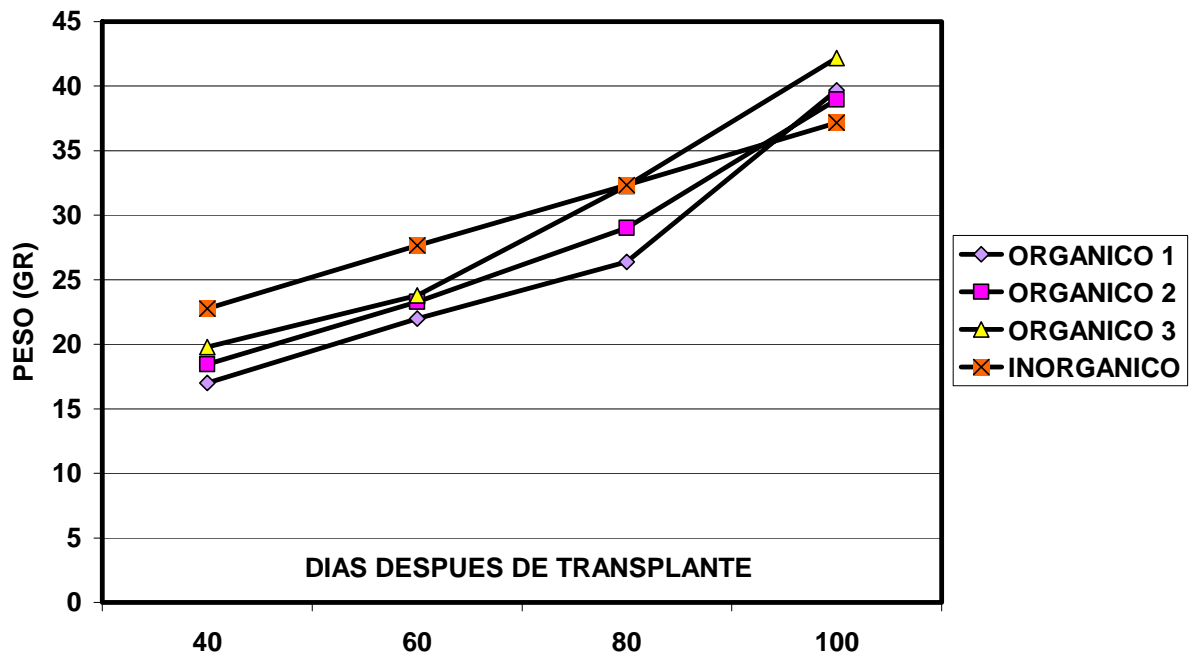


Figura No. 4 Peso seco de hojas de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs. Inorgánica 2007.

4.4 Índice de Cosecha

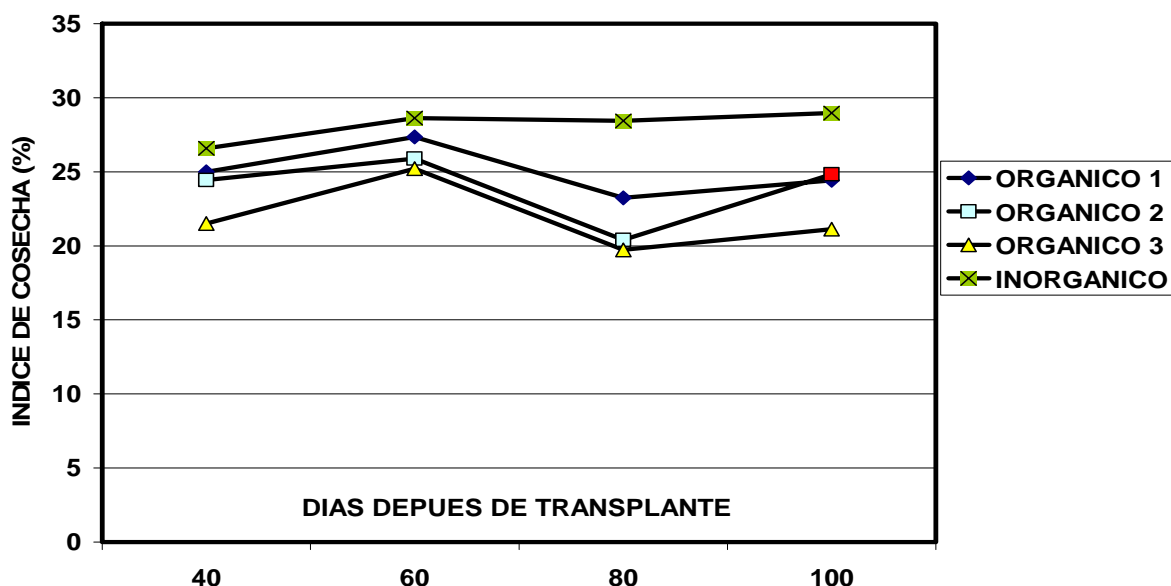
El rendimiento económico ha sido usado para referirse al volumen o peso de aquellos órganos de la planta que constituyen el producto de valor económico, la proporción del rendimiento biológico representado por el rendimiento económico ha sido llamado índice de cosecha (Gardner et al. 1985). En varios cultivos de grano el incremento en rendimiento de semilla ha sido primeramente debido al incremento al índice de cosecha. (Donald y Hamblin 1976) reportaron que el incremento en rendimiento de grano fue debido primeramente al incremento al índice de cosecha. Los valores de índice de cosecha son presentados en el Cuadro N° 15 y Fig. N° 5, el mayor índice de cosecha del fruto (peso seco del fruto / peso seco total cosechado por m²) fue para el tratamiento f. inorgánico y orgánico en el nivel mas bajo

de dosis de lixiviado (trat. 1) esto mismo se presenta en los 60 y 80 d después del transplante. En el muestreo a los 100 d después del transplante todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Sholberg 2000; menciona que una alta fertilización de N resulta en una distribución inicial baja de asimilados a los frutos y favorece el envío de los asimilados al crecimiento vegetativo.

Cuadro No. 15 Media de Índice de Cosecha de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs. Inorgánica 2007.

| TRATAMIENTOS | ÍNDICE DE COSECHA (IC) | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-----|--------|---|--------|---|---------|---|
| | 40 DDT | | 60 DDT | | 80 DDT | | 100 DDT | |
| F. Orgánica 1 | 24.99 | A | 27.36 | A | 23.24 | A | 24.42 | A |
| F. Orgánica 2 | 24.45 | A B | 25.88 | B | 20.4 | B | 24.81 | A |
| F. Orgánica 3 | 21.5 | B | 25.22 | B | 19.72 | B | 21.12 | A |
| F. Inorgánica | 26.58 | A | 28.62 | A | 28.43 | A | 28.96 | A |
| C.V. (%) | 10.03 | | 2.49 | | 16.55 | | 21.62 | |
| DMS (0.05) | * | | * | | * | | ns | |

Valores con letra diferente son estadísticamente diferentes; ns: No significativo; *: Significativo;



** : Altamente significativo

Figura No. 5 Índice de Cosecha de tomate híbrido maya con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs. Inorgánica 2007.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio en plantas de tomate conducidas en dos tipos de fertilización inorgánica y orgánica en campo abierto se formula las siguientes conclusiones.

1.- Los rendimientos de tomate en la fertilización orgánica superan al tipo de fertilización inorgánica encontrándose diferencias estadísticas significativas, pero con altos porcentajes de rezaga, es decir más susceptible a daños biológicos y físicos.

2.- El índice de área foliar (IAF) a los 40 y 60 días después del transplante, la fertilización orgánica presenta valores inferiores a la inorgánica, pero es superior a los 80 DDT donde alcanza sus valores máximos en su expansión foliar en la dosis más alta (tratamiento 3) de vermicompost.

3.- Se aprecia una mayor ganancia de asimilados (TAN) por parte de la fertilización orgánica en los primeros 40 días sin embargo a medida que avanza el cultivo esta disminuye y por el tipo de fertilización inorgánica aumenta el TAN.

4.- Los valores más altos de peso seco (MS) total en plantas de tomate fueron para el tipo de fertilización inorgánica aunque estadísticamente igual que la fertilización orgánica en su dosis más alta (tratamiento 3).

5.- El peso seco del fruto en la fertilización orgánica presenta valores más inferiores a la f. inorgánico, esta misma relación se presenta en los muestreos de 60, 80 d después del transplante, en los 100 d después del transplante todos los tratamientos son estadísticamente iguales para esta variable.

6.- El peso seco de las hojas en la fertilización orgánica presenta valores más inferiores a la f. inorgánico, en los muestreos de 40, 60 d después del transplante, y en los muestreos de 80 y 100 d después del transplante son estadísticamente iguales.

7.- El peso seco de tallos de las plantas de tomate es similar estadísticamente en ambos tipos de fertilización a los 40 días, es a los 60 días en que se encuentra diferencias siendo menor en el tipo de fertilización orgánica, a los 80 y 100 días no existe diferencias estadísticas ambos tipos de fertilización.

8.- El mayor índice de cosecha del fruto fue para el tratamiento f. inorgánico y orgánico en el nivel mas bajo de dosis de lixiviado (tratamiento 1) esto mismo se presenta en los 60 y 80 d después del transplante. En el muestreo a los 100 d después del transplante todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Se concluye que los objetivos planeados de la presente investigación se cumplieron satisfactoriamente.

VI. LITERATURA CITADA

- Adlakha, P. A., and S. K. Verma, 1964. Use of Plant Growth regulators for transplantings to notice their effect on grow and yield.
- Anderlini, Roberto (1989). El cultivo del tomate. Guías de agricultura y ganadería. Ediciones Creac. Barcelona.
- Antonio Turihi (1999). "Guía Practica de Horticultura". Ediciones CEAC S.A. España. P.206.
- Anand, N., and C. R. Muthukrishnan, 1974. Efect of Potassium on Growth, Yield, and quality of tomato, Potash.
- Barraza, F.V. 2000b. Crecimiento del Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 142 p.
- Arriga, P. 1972. Mejoramiento por idiotipo en maíz. Turrialba 22:454-461.
- Brentlinger D. 2002. Certified Organic Tomato Production.
- Brouwer, R. 1962. Distribution of dry matter in the plant. Neth. J. Agric. Sci. 10: 361- 376.
- Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. 1998. Fertirrigation. The Irrigation, Training and Reseach Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.
- Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. Pp. 169-186 . En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi- Prensa Mexico.
- Castellanos J. et al.(2003)." Curso Internacional Sobre Producción de Hortalizas en Invernadero", inifap celaya. Guanajuato, 2003.
- Castaños M., C. 2000. Horticultura Manejo Simplificado. Ficha Técnica. Pp 123- 228. Universidad de Autónoma de Chapingo.
- Cayón, G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista COMALFI 19(2), 23-31.

- Chang – Chien, S. W., Huang, C. C., and Wang, M. C. 2003. Analytical and Spectroscopic Characteristics of Refuse Compost-Derived Humic Substances. *Int. J. Appl. Sci. Engineering*. 1(1):62-71
- Darst, B. and L. Murphy. 1990. Soil Organic Matter. An integral ingredient in crop production. *Better Crops with Plant Food*. 74 (1):10-11.
- De Koning, A.N.M. 1989. Development and growth of a commercially grown tomato crop. *Acta Horticulturae* 260: 267-273.
- Díaz S., T. 2001. Los acolchados. Capítulo 9. Los Filmes Plásticos en la Producción Agrícola. Pp 275-283. Editorial Mundi Prensa.
- Diehl R. y J. M. Mateo Box (1982) "Fitotecnia General". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 324-325
- Donald, C. M., and J. Hamblin. 1976. *Adv. Agron.* 28: 361-405
- Donald, C.M. 1962. In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Se.* 28: 171-178
- Fogg, G.E. 1967. El crecimiento de las plantas. Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA). 327 p.
- Freeman, J. A., and C. G. Woodbridge, 1967. Effect of maturation, ripening, and truss position on the free amino acid content of tomato fruits, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci* 46:515
- Gardner F.P., R.B Pearce., R.L Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press
- GIIEZAP-UAAAN. 1991. Diagnóstico del Grupo Interdisciplinario de Investigación en Especies de Zonas Áridas con Potencial. Dirección de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gómez, C., C. Buitrago, M. Cante y B. Huertas. 1999. Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para consumo fresco y para la industria. *Revista COMALFI* 26(1-3), 42-55.
- 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.
- Gould, W. A., *Tomato Production, Processing, and Technology*, CTI Publications, Inc., Baltimore, 1992.
- Guzmán, J. 1991. El cultivo del tomate. Cuarta edición. Espasande, S.R.L. Chacaito, Caracas. 61 p.

Hamdy, M. M., and W. A. Gould, 1962. Varietal differences in tomatoes; A study of α -keto acids, α -amino compounds and citric acid in eight tomato varieties before and after processing, J. Agric. Food Chem 10:499.

Heuvelink, E. y L.F.M. Marcelis. 1989. Dry matter distribution in tomato and cucumber. Acta Horticulturae 260: 149-157.

Howard, W. 1995. Producción de Tomate en Invernadero en malla sombra en Israel. Pp 163-171.

Hunt, R. 1978 Plant Grow Analysis. London : Edward Arnold.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers Ltd., Londres. 67 p.

Jarma, A.; C. Buitrago y S. Gutiérrez. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. Revista COMALFI 26(1-3), 62-73. Agronomía Colombiana 90 Vol. 22 · No. 1

Kapp, P. P., 1966. Some effects of variety, maturity, and Storage on fatty acids in fruit pericarp of *Lycopersicon esculentum* Mill. Dissertation Abst. 27:77B.

Luévano G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año Vol.:9 (2) 306-318.

Martínez S., J., y L. F. Flores L. 2003. Agricultura Protegida. Pp. 105-127. INIFAP CENID-RASPA.

Martínez S., J. 1991. Uso de las Películas Plástico en la Producción Agrícola. Manejo del Agrosistema con Arropado Plástico. Pp 117-140.

Maturana M.L., y Acevedo E. Cambios en la fertilidad del suelo asociados a cero labranza. Laboratorio de Relación Suelo-Agua-Planta. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Disponible en: <http://www.sap.uchile.cl/>

McGlasson, B., Tomatoes, 1993. Encyclopedia of Food Science, Food Technology, and Nutrition (R. MaCrea. R. K. Robinson, and M. J. Sandler, eds.), Academic Press, New York,.

Moore, E. L., and W. O. Thomas, 1952. Some Effects of shading and para – chlorophenoxyacetic acid on fruitfulness tomatoes, Procc. Am.Soc. Hort. Sci.

- Ortiz F. 2006 "Revista TECNOAGRO, Especial Orgánicos". Año 7 No. 30 Agosto- Septiembre del 2006 Naucálpán Estado de México. pp 30 - 35.
- Papaseit P., J. Badiola y E. Armengol. 1997. Los Plásticos y la Agricultura. Acolchados. Ediciones de Horticultura, S. L. Pp 51-64
- Pereira J. and E. Stentiford.1992. A low cost controlled windrow system. Acta Horticulturae (302):141 -152.
- Petoseed Co. Inc. s.f. Siembre los híbridos Petoseed. La compañía de las semillas híbridas. Luis Alberto Arroyave H. y Cía Ltda., Bogotá. 20 p.
- Resh M. H. 1997. ¿Es la hidroponía orgánico o inorgánico? Revista de Horticultura,1998. Numero, 29, Vol XVII. Pp 25-28.
- Rodríguez, L. 2000. Densidad de población vegetal y producción de materia seca. Revista COMALFI 27(1-2), 31-38.
- Robledo de P., F. y L. Martín V. 1981. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Acolchamiento de Suelos con Filmes de Plásticos. Pp. 145-183
- Ruano, B. S. 2000. "Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería 2000". Editorial océano. Barcelona España. 2000; p.p. 637-640.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A., México. 759 p.
- Salunkhe, D. K., and B. B. Desai, 1984. .Postharvest Biotechnology of Vegetables, Vol. 1, CRS Press, Boca Raton, FL,
- Salunkhe, D. K. S. J. Jadhav, and M. H. Yu. 1974. Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes, qual. Plant. 24:85
- Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México, p. 14.
- Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de Invernadero, Considerando Criterios Fenológicos y Fisiológicos. UAAAN. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- SIAP. 2002. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
(siap.sagarpa.gob.mx).
- Simas, 2002. Folleto Anual Sobre el Uso y Conservación del Agua.

Singh, I.D. and Stoskopf, N.C. 1971. Harvest index in cereals. *Agron. J.* 63: 224-226.

Schwentesi R. R. 2004. "Revista de Riego" Año 3 No.13 Agosto-Septiembre del 2004.

Scholberg J.M., B.L McNeal., K.J Broote., J.W. Jones, S.J. Locascio, S.M Olson. 2000 Nitrogen Stress Effects on Growth and Nitrogen Accumulation by Field- Grown Tomato. *Agronomy Journal.*; 92:159-167

Schuch, W., 1994. Improving tomato quality through biotechnology, *Food Technol.* Pp. 48-78

Shukla, V., and L.M. Naik, 1993, Agro-techniques for solanaceous vegetables, in *Advances in horticulture*, Vol. 5. L. Chadha and G. Kalloo, eds.), Malhotra Publishing House, New Delhi, p 365.

Swaidner, J. M., G. W. Ware, and J. P. McCollum, 1992. *Producing Vegetable Crops*, interstate Publishers, Inc., Danville, IL,

Thompson, H. C., and W. C. Kelly, 1957.. *Vegetable Crops*, McGrawHill, New York.

Williams D; E. 1990 A Review of Sources for the Study of Nahuatl Plant Clasification. *Adv Econ Bot* 8 pp 249-270.

Yu, M., H., L. E. Olson, and D. K. Salunke, 1967 Precursors of volatile components in tomato fruit-I. Compositional changes during development, *Phytochemistry.*

Zaidan, O, y Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.