

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Estudio de Efectividad Biológica con Fertilizante Orgánico (Green Turf) sobre
Caracteres Agronómicos y Calidad de Tomate

Por:

ENEIDA ADILENE PÉREZ VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Abril 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Estudio de Efectividad Biológica con Fertilizante Orgánico (Green Turf) sobre
Caracteres Agronómicos y Calidad de Tomate

Por:

ENEIDA ADILENE PÉREZ VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesor Principal



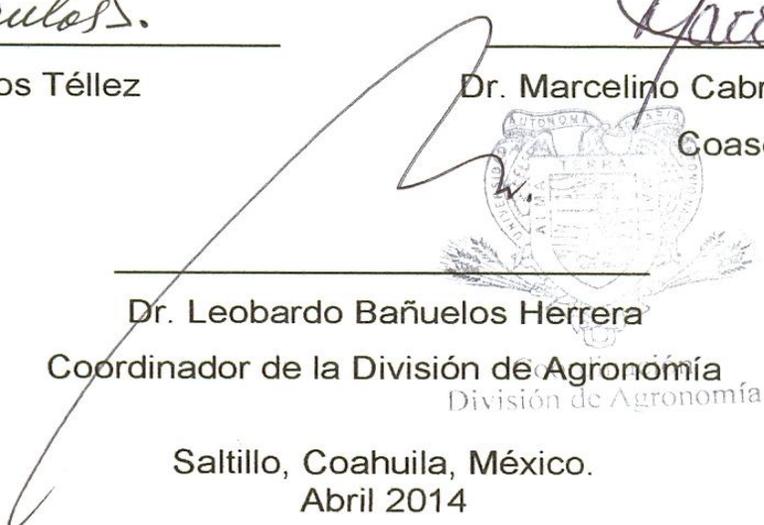
Ing. Elyn Bacópulos Téllez

Coasesor



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Abril 2014

Agradecimientos

Esta tesis es el resultado de un conjunto de situaciones, lugares, sentimientos, hechos y personas; sin las cuales, no hubiera podido ser posible, pero sobre todo por la gente que creyó en mí, por mostrarme que los sueños pueden hacerse realidad, en estos tiempos que tanto requerí de la mano amiga.

Expreso un profundo agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A la *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* por abrirme sus puertas para permitir mi formación profesional; en especial al Departamento de Horticultura por su apoyo en todo y permitir ser parte de sus egresados.

A la empresa LIDAG por facilitarnos los materiales necesarios para la realización de esta investigación.

A *mis profesores* que bueno llegar a este momento y compartirlo con ustedes, los que me impartieron clases; gracias por sus enseñanzas, su dedicación y su tiempo; en especial a los profesores del Departamento de Horticultura, quienes además de enseñarme lo que sé de esta carrera hicieron que mi paso por esta universidad fuera agradable. “Nosotros, sus pupilos no los odiamos, pero no son objeto de nuestro amor”.

A la Dra. *Rosalinda Mendoza Villarreal* con gran admiración y respeto, por brindarme su confianza, su tiempo y paciencia para asesorar la realización del presente trabajo.

A mis amigos *Antonio Mariano Vega y Raúl Ramos*, gracias por su amistad, por los buenos y malos momentos que compartimos, ha llegado el momento de que cada uno tome su camino pero les deseo éxito en su vida y siempre los recordaré.

Dedicatoria

A *Dios*, por darme la vida y permitirme cumplir uno de mis grandes sueños y colocar en mi camino a las personas y las herramientas para lograrlo, pero sobre todo Señor te agradezco por permitirme ser parte de la familia que me diste.

A mi madre:

Flor Velasco Méndez

Le dedico este trabajo que simboliza la culminación de una etapa importante de mi vida y el inicio de una nueva, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltan muchas cosas por vivir juntas, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. Por ser la incansable formadora de mi persona a lo largo de toda mi vida dándome su ejemplo y humildad que siempre la ha caracterizado, por todos aquellos sacrificios de parte tuya, desvelos y preocupaciones que pasaste pensando en mí, para lograr que uno de mis más grandes sueños se hiciera realidad, porque siempre estás ahí, a mi lado pase lo que pase, por la más grande herencia que me has dado te estaré eternamente agradecida, con cariño, amor y respeto a quien para mí es la mejor madre del mundo.

A mis hermanos:

Francisco Javier, Selene del Rocío y Conchita

Gracias por todo su apoyo incondicional, por los momentos felices y tristes que pasamos juntos, por los obstáculos que siempre se nos presentaron como familia pero siempre con la mirada hacia enfrente, luchando como nuestra madre nos enseñó y nunca darnos por vencidos. Los amo.

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG	
Cuadro 1	Recomendaciones de uso de Green Turf	29
Cuadro 2	Componentes nutricionales del Green Turf	30
Cuadro 3	Tratamientos del producto Green Turf, aplicado al cultivo de tomate tipo Saladette F1 Toro en General Cepeda, Coahuila. 2011.	32
Cuadro 4	Cuadrados medios de variables agronómicas en plantas de tomate tipo Saladette F1 Toro con diferentes concentraciones de Green turf en General Cepeda, Coahuila. 2011.	36
Cuadro 5	Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para las variables agronómicas aplicando Green Turf en General Cepeda, Coahuila. 2011.	38
Cuadro 6	Cuadrados medios de las variables de calidad en tomate tipo Saladette F1 Toro con Green Turf en General Cepeda, Coahuila. 2011.	39
Cuadro 7	Prueba de comparación de medias de Tukey para las variables de calidad, en tomate Saladette en General Cepeda, Coahuila. 2011.	40
Cuadro 8	Cuadrados medios de Rendimiento y número de frutos en plantas de tomate tipo Saladette F1 Toro en General Cepeda, Coahuila. 2011.	40
Cuadro 9	Prueba de comparación de medias de Tukey para rendimiento en plantas de tomate tipo Saladette F1 Toro en General Cepeda, Coahuila. 2011.	41

CONTENIDO

	PÁG.
ÍNDICE DE CUADROS	4
RESUMEN	8
I.- INTRODUCCIÓN	9
II.- OBJETIVOS	11
III.- HIPÓTESIS	11
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA	12
Importancia económica del tomate	12
Internacional	12
Nacional	13
Regional	14
Calidad del fruto en tomate	14
Color	16
Diámetro polar y ecuatorial	16
Firmeza	17
Sólidos solubles	17
Ph	18
Variables agronómicas	18
Peso de follaje	18
Raíz	18
Altura de planta	19
Definición de fertilizante	19
Importancia del uso de los fertilizantes en la agricultura	20
Fertilizante mineral	20
Ventajas	21
Desventaja	21
Fertilizante orgánico	22
Beneficios de la fertilización orgánica	23
Tipos de fertilizante orgánico	25
Sustancias húmicas	25

Efectos de las sustancias húmicas	26
Efectos sobre la germinación y el crecimiento radicular	26
Té de composta	27
Bocashi	28
Green Turf	28
Fertilización orgánica-mineral	30
V.- MATERIALES Y MÉTODOS	32
Ubicación del área de estudio	32
Descripción del área	32
Descripción de tratamientos	32
Actividades para el establecimiento del estudio	33
Siembra	33
Preparación del terreno	33
Trasplante	33
Fertilización del cultivo	33
Variables evaluadas	33
Variables agronómicas	33
Rendimiento	34
Firmeza	34
Sólidos solubles	35
Ph	35
Diámetro polar y ecuatorial	35
Diseño experimental	35
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
Variables agronómicas	36
Prueba de comparación de medias de Tukey para las variables agronómicas	37
Variables de calidad de tomate	38
Prueba de comparación de medias de Tukey para las variables de calidad	39
Variables de rendimiento y número de frutos	40

Prueba de comparación de medias de Tukey en variables de rendimiento y número de frutos	41
VII.- CONCLUSIÓN	42
Recomendaciones	42
Programa de aplicación de la fertilización química	43
IX.- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	46

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los caracteres agronómicos y el rendimiento en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), con la aplicación de diferentes dosis de un tipo de fertilizante orgánico complementado con fertilización química en campo abierto, utilizándose un genotipo F1 Toro, de crecimiento determinado.

Se establecieron cuatro tratamientos: Testigo químico (T4), tres tratamientos (T1), (T2) y (T3) con 2, 4 y 6 Ton ha⁻¹ de fertilizante orgánico (Green Turf). Evaluándose, altura de planta, número de hojas, flores y frutos, longitud de raíz, peso seco de follaje, raíz y fruto; y en fruto las variables de calidad; firmeza, sólidos solubles, pH, diámetro polar y ecuatorial; finalmente el rendimiento y número de frutos cosechados. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

Con la dosis de 6 Ton ha⁻¹ se obtuvieron 114.30 Ton ha⁻¹ de rendimiento en 5 cortes realizados y 68.68 frutos por planta, en cuanto a las variables de calidad: sólidos solubles totales, firmeza y diámetro polar y ecuatorial este tratamiento es el que muestra mejores resultados. El tratamiento de 2 Ton ha⁻¹ es el que arroja mejores resultados en cuanto a la variable de calidad de pH, con 4.36.

Se concluye que las plantas tratadas con 6 Ton ha⁻¹ de Green Turf aplicado al cultivo de tomate tipo Saladette F1 Toro incrementan el número de frutos y el rendimiento, sin embargo, con 2 Ton ha⁻¹ de Green Turf incrementan el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo el Green Turf una alternativa de fertilización orgánica.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill., Green Turf, caracteres agronómicos, calidad.

I.- INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en los últimos años se ha convertido no solo en un medio para obtener ingresos económicos, sino en una vía para mejorar el régimen alimenticio de los habitantes de zonas urbanas y rurales. Este tipo de producción, permite la conservación y el mejoramiento del medio ambiente, al emplear tecnologías apropiadas a las condiciones de cada localidad en plena consonancia con los principios de la agricultura sostenible. En México como en otros países existe un gran interés por la producción de hortalizas de forma orgánica, sin embargo, el manejo de los cultivos en estas condiciones es frecuentemente difícil, principalmente por el control de plagas y la nutrición de las plantas (Montano *et al.*, 2003).

El tomate o jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes en México. Mundialmente ocupa el segundo lugar al ser superado solo por la papa. Ucanet *al.*, (2005) señalan que para aumentar la calidad del tomate, en los últimos años se han implementado sistemas especiales de producción que incluyen: invernadero, hidroponía, fertirrigación y uso de productos químicos, como los ácidos húmicos, ácidos cítricos y otras sustancias que estimulan el desarrollo vegetal.

El alto consumo de fertilizantes minerales en la agricultura intensiva ha provocado afectaciones en el agroecosistema, que de no tomarse en cuenta conllevarán a la pérdida de la materia orgánica del suelo, así como al desequilibrio de la comunidad biológica que le da vida a este sistema. Debido al incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, es necesario encontrar alternativas de fertilización más eficientes que no solo ayuden a incrementar la producción, sino también a acondicionar el suelo, interaccionando con las micelas para liberar los nutrientes y hacerlos disponibles para las plantas. El uso excesivo de productos químicos en la agricultura preocupa a los consumidores por el nivel de contaminantes que los frutos pudieran contener, los problemas ambientales y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas. En la búsqueda de alternativas que permitan disminuir las aplicaciones de fertilizantes minerales,

surgen en el mundo un sin número de variantes, que permiten una nutrición ecológicamente sostenible con tendencia a proteger el medio ambiente sin afectar la producción, de manera que se pueda satisfacer la demanda de alimentos cada día más creciente en el mundo. La utilización combinada de fuentes orgánicas de nutrientes y fertilizantes minerales no es un tema ampliamente abordado en la literatura internacional, como alternativa para la nutrición y producción de las plantas (Hernández *et al.*, 2006).

Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos, se recomiendan sistemas de producción orgánica que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos (Miles y Peet, 2001).

Debido a la aceptación de los productos de este tipo, la superficie destinada a la agricultura orgánica ha registrado tasas de crecimiento mundiales superiores a 25% anual; además, los productos orgánicos tienen sobrepuestos de 20 a 40 % con respecto a los productos tradicionales. Los productos orgánicos conquistan cada vez más rápido las estructuras de mercado de alimentos a nivel mundial. En el 2002, las ventas de estos productos alcanzaron 23 mil millones de dólares, superando los 19 mil millones de dólares alcanzados en el 2001. El mercado de los Estados Unidos registra el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor por 11.75 mil millones de dólares en el 2002. El mercado alemán ocupa el segundo lugar con 3.06 mil millones de dólares (Willer y Yussefi, 2004).

Por lo anterior el presente trabajo estuvo encaminado a la evaluación de la efectividad biológica de un fertilizante orgánico que mejore las características morfológicas, calidad y rendimiento de fruto en el tomate.

II.- OBJETIVOS

Encontrar la dosis de fertilizante orgánico (Green Turf) que mejore los caracteres agronómicos y calidad del tomate tipo Saladette F1 Toro.

III.- HIPÓTESIS

Al menos una concentración de fertilizante orgánico (Green turf) provocará el mayor desarrollo agronómicos, calidad y rendimiento en tomate.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia económica del tomate

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio (Infoagro, 2009).

Su popularidad se debe al aceptable sabor y disponibilidad del fruto en una amplia gama de ambientes, así como su relativa facilidad para ser cultivado. Dicho cultivo tiene las siguientes ventajas: genera empleo debido a que requiere mucha mano de obra desde la siembra hasta el empaque; estimula el empleo urbano proporcionando oportunidades de negocios en aspectos como manufactura, venta de agroquímicos, maquinaria y equipo; se necesita semilla de calidad; su exportación va en aumento, lo mismo que los precios pagados a los productores, generando importantes cantidades de divisas; mejora la nutrición de los consumidores; es muy versátil en su uso porque se puede consumir en fresco, cocinado, frito y procesado industrialmente en conservas, salsas, jugos y en polvo (Cruz, 2007).

Internacional

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es considerada como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sinnúmero de subproductos que se obtiene de él y las divisas que aporta (Santiago, 1998).

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el tomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas.

En 2005 se cultivaron 4550 miles de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 125015 miles de toneladas. En el 2009 la FAO dio a conocer que se usa aproximadamente 75% de la producción global de tomate para el consumo fresco, mientras que el 25% es para propósitos industriales (ej. pasta

concentrada, ketchup, salsas, tomate pelado o rebanado). Son 5 los países responsables del 56% de la producción mundial y del 55% del área cosechada: China (45 365 543 MT), EEUU (14141900 MT), India (11148800 MT), Turquía (10745600 MT) y Egipto (10000000 MT)(FAO, 2009).

Nacional

El cultivo del tomate en México es una de las hortalizas más importantes, no solo para México, sino para una gran parte del mundo, debido a la gran cantidad de divisas que genera a los países donde se cultiva. El tomate es el segundo producto de consumo en el mundo que asociado con la papa aportan el 50% de la producción de hortalizas.

El tomate es el principal producto agroalimentario de exportación de México con un valor promedio anual de \$899 millones de USD en periodo 2000-2009; Norteamérica es su principal mercado con el 95% (Estados Unidos y Canadá).

Los principales estados productores de tomate durante el 2010 fueron Sinaloa (687,056 Ton), Baja California Norte (221,626 Ton), Michoacán (155,354 Ton) y Zacatecas (144,360 Ton) (SIAP, 2010).

En México la oferta de tomate es sustentable con producción de 2 millones de toneladas promedio al año con activos rurales de un poco más de 70 mil hectáreas dedicadas a la siembra de tomate (SAGARPA, 2009).

Regional

Las zonas áridas y semiáridas del norte de México, abarcan 2/5 partes de la superficie del país, y comprende parte de los estados de Coahuila, Durango, Chihuahua, Sonora, Zacatecas, Nuevo León, entre otros; en esta área la agricultura de temporal es altamente riesgosa principalmente por las condiciones agrometeorológicas que condicionan la aridez, por otro lado, la agricultura de riego es muy costosa, sin embargo, existen cultivos altamente redituables como lo es el tomate (Santiago, 1998).

Entre los factores que afectan las principales etapas fenológicas del cultivo (fecha a floración, fertilidad, número y tamaño de frutos, y rendimiento) se encuentra la temperatura, la captación de energía solar (fotosíntesis), la transpiración y el buen suministro de agua (Santiago, 1998)

La producción de tomate Saladette en el estado de Coahuila (2009) fue de 561.35 toneladas con una producción muy baja en comparación con 2008 (1,677.00 toneladas), con una producción mayor en 2006 (29,427.45 toneladas). En el municipio de General Cepeda en el 2009 la producción de tomate Saladette fue de 69.33 toneladas en una superficie de 3 hectáreas, teniendo un rendimiento de 23.11 t ha., con un valor de \$ 589,300.00, una producción bastante baja comparado con el año 2008 donde se obtuvo una producción de 108.75 toneladas con un valor de \$ 706, 880 (SIAP, 2009).

La producción de tomate Saladette en el estado de Coahuila tiene como mayor productor al municipio de “Ramos Arizpe” con 25.00 hectáreas de siembra y presentando una producción de 545.75 toneladas con un rendimiento de 21.83 Ton ha⁻¹ (SIAP, 2009).

Calidad de frutos en tomate

Son diversos los factores que afectan la calidad, entre los cuales se encuentra el cultivar, la temperatura, el suelo, aspectos nutrimentales, riegos, prácticas de manejo, oportunidad de cosecha, almacenamiento, etc. (Acosta, 1997).

La calidad de un producto es la combinación de atributos que éste presenta y es determinada por el grado de aceptación del consumidor. La calidad del fruto de tomate se mide por tres factores: apariencia física, textura y sabor. (Jones, 1999). Sin embargo la calidad nutricional es importante porque los frutos frescos son fuente de vitaminas (A, B, C) minerales y fibra (Kader, 1986).

Para una misma variedad de tomate, el calibre de un fruto depende de la temperatura, del riego, del abonado, de los ataques parasitarios y de los accidentes fisiológicos. Finalmente la firmeza está relacionada con el espesor de

la piel, deformabilidad, etc., pero asimismo con la forma de realizar el riego e incluso con la hora y el estado en que se recoge el fruto (Rodríguez, 2001).

La calidad se evalúa por la apariencia, color, textura, valor nutricional, composición en madurez de consumo, sanidad, sabor y aroma. El sabor es medido por los sólidos solubles y ácidos orgánicos (Kader, 2002; Cantwell, 2007). La calidad postcosecha y la vida de anaquel de los frutos de tomate son controlados por el estado de madurez en la cosecha (Alam, 2006; Padmini, 2006).

La calidad del fruto de tomate depende de la época de cosecha; el contenido de vitamina C y azúcar disminuye cuando el tomate se corta en la etapa verde-maduro y su maduración ocurre durante el transporte y almacenamiento; por lo contrario los frutos que maduran en la planta, presentan un mejor sabor (Villarreal, 1982).

El sabor del tomate es el resultado de diversos componentes aromáticos volátiles y no volátiles y de una compleja interacción entre éstos (Yilmaz, 2001).

Para un sabor mejor se requiere un contenido alto de azúcares y ácidos; un contenido alto de ácidos y bajos de azúcares produce un sabor ácido, uno alto en azúcares y bajo en ácidos dan un sabor suave y ambos bajos dan un fruto insípido (Kader, 1986). Los frutos de tomate contienen: azúcares reductores como fructosa y glucosa y trazas de sacarosa que constituyen 53 a 65 % de los sólidos solubles, ácidos, cítrico (9 %) y málico (4 %) principalmente, la vitamina C (ácido ascórbico), aminoácidos (2-2.5 %), carotenoides, compuestos volátiles responsables del aroma, sales minerales (8 %) y sustancias pécticas de la pared celular (Davies y Hobson, 1981; Petro-Turza, 1986).

Los tomates son frutos climatéricos y su maduración es acompañada por cambios en el sabor, textura, color y aroma. Durante este proceso se degrada la clorofila y se sintetizan carotenoides, como el licopeno (antioxidante que da el color rojo) y el caroteno (precursor de la vitamina A), giberelinas, quinonas y esteroides (Fraser, 1994). El fruto pierde firmeza debido a cambios físicos y químicos asociados con la degradación de la pared celular y la solubilización de las pectinas por las

enzimas pectinesterasa (PE), poligalacturonasa (PG) y pectatoliasa (PL) (Marín-Rodríguez, 2002; White, 2002).

Color

El color es uno de los factores más importantes asociados con la aceptación de todos los productos alimenticios ya que esta característica proporciona ideas subjetivas y preconcebidas de otros factores de calidad tales como sabor, aroma y frescura. En el caso del tomate y sus productos industriales, el color representa una medida de calidad total y en muchas ocasiones puede ser la más importante y/o única a considerar; además la coloración determina la cantidad de frutos requeridos para preparar productos de alta calidad (Atherthon y Rudich, 1986; Gould, 1992).

El color en el fruto de tomate es el resultado de la presencia de carotenos y carotenoides. Se han aislado diferentes tipos de pigmentos en el fruto, pero los más importantes en la coloración son el β -caroteno y α -caroteno (Gould, 1992).

Diámetro ecuatorial y polar

Las variables diámetro ecuatorial y polar, están relacionadas directamente con el tamaño de fruto y por ende con el rendimiento.

En un estudio en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) se observó mayor producción en el caso de las plantas fertilizadas con fertilizante orgánico aunque centrada solo en los primeros meses, a diferencia de las plantas con fertilizante químico los cuales mostraron menos producción (Carlos, 2012).

Cambios en la arquitectura de la planta, tales como la poda apical y de frutos, son acciones que pueden adoptarse para lograr producciones de frutos, principalmente de mayor tamaño, que son preferidos por los consumidores (Caliman, 2003; Guimarães, 2007).

Firmeza

Después de la apariencia visual, el factor más importante en la calidad del tomate es la firmeza, la cual está íntimamente ligada con el estado de madurez y variedad considerada. La mayoría de los consumidores prefieren frutos firmes, ya que lo asocian a una mejor conservación de los mismos (Shewfelt, 1993).

La pérdida de la firmeza es resultante de la acción de tres enzimas principalmente: celulasa, pectinesterasa y poligalacturonasa siendo esta última la que se relaciona con el ablandamiento. Frutos de tomate poco firmes son más susceptibles al daño físico y consecuentemente, se reduce su resistencia al transporte. La calidad de los tomates es influenciada por la dureza de la epidermis, la firmeza de la pulpa y la estructura interna del fruto (relación material pericarpio / material lóculos) (Tucker, 1980).

Sólidos solubles (°Brix)

Los grados Brix son una característica química de los frutos, representan el % de sacarosa determinado en el jugo. Kurahashi y Takahashi (1995) afirmaron que los frutos expuestos relativamente a una iluminación intensa tienden a ser más dulces que los frutos que crecen a la sombra; puesto que la planta es más eficiente fotosintéticamente, también aumenta la evapotranspiración, permitiéndole intercambio gaseoso que mejora el metabolismo y la formación de azúcares.

Las variaciones en el sabor se deben al grado de madurez y a las diferentes concentraciones de azúcares, ácidos y su composición entre el tejido locular y del pericarpio, este último contiene 20% más azúcares reductores y 36% más glucosa que el tejido locular, sin embargo en ambos tejidos no existe diferencia en la concentración de fructosa y ácido málico (Atherhon y Rudich, 1986).

Los grados Brix determinan la concentración de azúcares en soluciones acuosas, mediante un refractómetro de azúcares.

Se ha investigado el papel del contenido de los sólidos solubles totales, ácidos y azúcares en la intensidad del sabor del tomate; la dulzura tiene alta asociación con

el contenido de sólidos solubles, pH, y la conversión de almidones en azúcares reductores (Bernabé y Solís, 1999; Fernández, 2004).

pH

El grado de la maduración afecta el pH de jugo del fruto, el cual oscila entre 4 y 4.8 (Jones, 1999; Renquist y Reid, 1998). Para ser industrializado el tomate debe tener un pH de 4.4 (Hidalgo, 1994), aunque este puede aumentar con el tiempo de conservación (Hernández, 2002). Valores menores a 4.3 reduce significativamente el riesgo de crecimiento bacterial (Rezende, 2000).

Después de la cosecha, el pH en frutos del tomate reporta severas disminuciones, desde cuando los frutos son verdes hasta un estado de madurez fisiológica; luego, el pH se incrementa hasta alcanzar un grado de madurez de 100% rojos, tanto en híbridos como en otras especies de *Lycopersicon* (Young, 1993).

Variables agronómicas

Peso de follaje

El follaje es un parámetro ampliamente utilizado en estudios de ecofisiología de cultivos. Sin duda la cantidad de hojas presentes en las plantas juega un papel muy importante, ya que existe una relación follaje/fruto muy estrecha. Cuando el área foliar incrementa también existe un aumento en la concentración de azúcares (+follaje+ fotosíntesis +fruto)(Coombs y Hall, 1982).

Raíz

Cada vez más investigaciones se dirigen a puntualizar la salud radicular como la clave para el aumento de productividad de los cultivos en el futuro. El suelo es un factor importante en el desarrollo del sistema radicular, si este es demasiado compacto existe dificultad para la penetración de la raíz y por consecuencia menor desarrollo de ésta (Muratalla, 2003).

Para un mejor desarrollo la raíz debe contar con un buen nivel de O₂ en el medio y espacio suficiente, para que los tejidos desarrollen tasas respiratorias adecuadas y superficie de contacto amplia que permita la absorción balanceada de los nutrimentos. Sistemas de raíces fuertes y sanas en todas las etapas de la planta, conducen hacia la mejora en rendimientos (Azcón-Bieto, 2000):

- Mayor eficiencia en absorción de agua y nutrientes.
- Tallos más grandes y mayor follaje que soportan mejor los estreses ambientales.
- Protección del potencial genético de los cultivos.

Altura de planta

Carlos (2012) demuestra en un estudio en Chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) que los tratamientos con fertilización orgánica presentaron valores menores a los alcanzados por las plantas fertilizadas con dosis químicas.

Definición de fertilizante

Puede definirse como fertilizante, también conocido como “abono”, cualquier producto utilizable en la agricultura para aportar uno o varios elementos requeridos como nutrientes por las plantas (alguno de los 16 elementos que requieren todas las especies vegetales, o alguno de los requeridos sólo por algunas, hasta 21 en total). Existe una gran diversidad de sustancias que pueden conseguir el propósito de fertilizar. Diversidad que se amplía aún más al considerar los productos "afines", entre los que cabe diferenciar dos grandes grupos (FEADER, 2011):

- Productos especiales: que son capaces de mejorar el comportamiento de las plantas (a menudo formas especiales de nutrientes) al aplicarlos sobre las plantas o al suelo, como ácidos húmicos, quelatos (suelo), aminoácidos, inhibidores de la nitrificación (suelo), etc.,
- Enmiendas: productos que aplicados al suelo pueden mejorar su fertilidad (y no por su contenido en nutrientes, o no sólo por eso), como las

enmiendas calizas (para neutralizar suelos ácidos), las enmiendas orgánicas (para mejorar suelos pobres, muy arenosos, muy arcillosos, salinizados... etc.), o el yeso (para corregir químicamente suelos sódicos).

Todos ellos se agrupan como "fertilizantes y afines", en el sentido de que todos persiguen mejorar el rendimiento de los cultivos o la calidad de las cosechas, directa o indirectamente, a través de la nutrición. Y es común utilizar una definición de fertilizante más amplia, para abarcarlos a todos (FEADER, 2011).

Importancia del uso de los fertilizantes en la agricultura

La fertilización, conjuntamente con el desarrollo de fenotipos cada vez más rendidores, han sido las dos vías que han causado mayor impacto en el aumento de la producción de la mayoría de los cultivos en todo el mundo (Solórzano 2001).

Hernández *et al.*, (2002) mencionan que la aplicación constante de nutrientes en el riego desde las primeras etapas vegetativas de una planta ayuda a que el cultivo desarrolle gran cantidad de biomasa, lo que le permite una buena producción.

Sin embargo, para obtener todos los beneficios de los fertilizantes es necesario conocer de ellos, así como de los nutrientes que los cultivos necesitan. En la actualidad, existen un sin fin de clasificación sobre los fertilizantes, pero la manera más general e importante es la clasificación por su origen, como son: fertilizantes orgánicos y químicos.

Fertilizante mineral

Abono obtenido mediante extracción o mediante procedimientos industriales de carácter físico o químico, cuyos nutrientes declarados se presentan en forma mineral (FEADER, 2011).

El uso de fertilizantes químicos se considera como un complemento del mantenimiento de la fertilidad del suelo y del equilibrio necesario entre los nutrimentos que presentan relaciones antagónicas. Además para intensificar interrelaciones suelo-planta-microorganismos (Carlos, 2012).

Ventajas

Son los más conocidos y usados, especialmente en agricultura. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes nada más echarlos o pocos días después.

- Poseen concentraciones altas por lo que la cantidad que se usa es menor.
- Poseen formas de absorción más fáciles para las plantas.
- Pueden ser formulados para aportar todos los micros y macro elementos necesarios para las plantas.

Desventajas

Los fertilizantes químicos son preparados a base de materias primas importadas y sus procesamientos son altamente dependientes de energía. Tanto las materias primas como los productos terminados están en las manos de unas pocas empresas a nivel mundial, lo que crea una dependencia un tanto riesgosa para los agricultores y en última instancia para el país que basa su desarrollo agrícola en estos insumos (Carlos, 2012).

- La mayoría usan para su elaboración energías no renovables, por lo que no son sustentables a largo plazo.
- Debido a sus altas concentraciones, si son usados en exceso contaminan los mantos freáticos (Reservas subterráneas de agua)
- Su precio es muy volátil y generalmente está relacionado con el precio del petróleo.
- Como no poseen materia orgánica, un uso recurrente puede empobrecer el suelo y disminuir la porosidad, capacidad de amortiguamiento y friabilidad del suelo.
- Disminuyen la fauna bacteriana del suelo.

Fertilizante orgánico

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos industriales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es la forma más natural de fertilizar al suelo. Los fertilizantes inorgánicos actúan de la misma manera que los orgánicos en término de su asimilación por la planta, ya que ambos tienen que ser descompuestos en formas iónicas y unirse a los coloides del suelo y luego ser liberados (FIRA, 2003).

Fertilizante o abono orgánico es aquel que procede de residuos animales o vegetales, el cual debe contener los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutrientes (FEADER, 2011).

Las ventajas de la utilización de fertilizantes orgánicos según la empresa LIDAG S.A de C.V. son: aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumento de la capacidad de regulación química del suelo, aporte de sustancias de crecimiento, aumento del porcentaje de CO_2 en el suelo capaz de acidificar suelos alcalinos, aumento del porcentaje del CO_2 en la parte aérea que tengan restringidas la circulación de aire, promoviendo por lo tanto un aumento de la fotosíntesis, aumento en la disponibilidad de nutrientes, no solo por ser una fuente si no principalmente por los cationes nutrientes quelatados, reducción de la actividad del aluminio en solución, a través de las fuertes ligaduras del mismo con grupos carboxílicos y fenólicos, fuente de calcio, magnesio y micronutrientes, aumento de la disponibilidad del fósforo, no solo por su aporte directo si no también al reducir su precipitación con hierro y aluminio, mejora la estructura del suelo, promoviendo una mejor aireación y crecimiento radicular, mayor protección del suelo al encostramiento, aumento de la capacidad retención de agua, mayor estabilización de la temperatura del suelo, aumento de la actividad microbiana.

A partir de este tipo de fertilización nace la agricultura orgánica la cual es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes

del hogar, la agricultura, mercado entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos.

Existen diferentes procesos de producción de humus, están las compostas de superficie, el lombricomposta, el bocashi y también tenemos ciertos elementos que van a enriquecer ese humus, como son las harinas y los bioles o fermentos, todo esto con la finalidad de tener un humus de mejor calidad y que mejore la fertilidad del suelo (Félix *et al.*, 2008).

Beneficios de la fertilización orgánica

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas) que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son:

- A) mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos,
- B) mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua,
- C) estimula el desarrollo de plantas,
- D) mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial,
- E) su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta,

F) el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Félix *et al.*, 2008).

Dos de los componentes importantes en la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos los cuales son los responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus, las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta (Chenet *et al.*, 2001).

Las ventajas de la utilización de fertilizantes orgánicos según la empresa LIDAG S.A de C.V. son: enriquece al suelo con materia orgánica, aporta nitrógeno de fácil asimilación, fomenta la conservación y aprovechamiento de nutrientes, potencializa la flora microbiana, estimula el crecimiento de microorganismos benéficos del suelo aumentando la actividad microbiana y por consiguiente, las transformaciones enzimáticas, limita el uso de fertilizantes derivados del petróleo, incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas, prolonga la vida útil del suelo y por lo tanto incrementa el valor de los terrenos, atenúa los efectos de la salinidad de los suelos, mejora las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos, favorece la biorremediación de los suelos, producto biodegradable, por lo tanto no contamina el suelo ni el medio ambiente.

Un ejemplo de producto orgánico procesado es el Green Turf, elaborado por la empresa LIDAG S.A de C.V., que aporta suficiente cantidad de macroelementos, micronutrientes, materia orgánica, ácido húmico y húmico. Actúa como acondicionador del suelo, interacciona con las micelas del suelo, liberando los nutrientes retenidos y no disponibles para las plantas.

Tipos de fertilizantes orgánicos

Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas son macromoléculas orgánicas diferentes y más estables que los compuestos de donde provienen, constituyen al humus e incluyen los ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR).

La humificación de materiales orgánicos, origina las sustancias húmicas (SH), las cuales son una mezcla heterogéneas de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Stevenson, 1982) y sus características generales son: color de amarillo a oscuro, ácidas, predominantemente aromáticas, hidrófilas, químicamente complejas, polielectrolíticas, con un amplio rango de peso molecular, el cual va desde algunos cientos hasta algunos miles (Schnitzer, 1978) y constituyen del 70 al 80 por ciento p/p de la materia orgánica de la mayoría de los suelos (Schnitzer, 2000).

De acuerdo a su solubilidad, las sustancias húmicas se clasifican en ácidos húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF), los que son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con aminoácidos, amino-azúcares, péptidos y compuestos alifáticos (Stevenson, 1982; Schnitzer, 1978-2000).

En este sentido, es posible realizar un fraccionamiento de las sustancias húmicas en distintos componentes que presentan propiedades físicas y químicas diversas. La técnica de fraccionamiento más común y aceptado es la basada en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. Así, Aiken *et al.*, (1985) distingue entre:

- **Ácidos húmicos:** Como la fracción insoluble en agua en condiciones ácidas (pH<2) pero soluble a valores mayores de pH.
- **Ácidos fúlvicos:** A la fracción soluble en agua en todo el intervalo de pH.
- **Humina:** Fracción insoluble a cualquier valor de pH.

Efectos de las sustancias húmicas

El crecimiento y producción de las plantas depende de su nutrición mineral, del agua, el aire y de otros parámetros medioambientales como luz y temperatura. Sin embargo, el efecto positivo de la materia orgánica sobre el desarrollo vegetal también está sobradamente demostrado (Galli, 1994; Barón, 1995).

Sin duda, la genética es la principal artífice de la enorme mejora productiva de muchas especies vegetales. Sin embargo, esta ciencia no puede ser considerada como la única responsable de los éxitos alcanzados.

Resulta obvio que la creciente capacidad de control de los parásitos y el mayor conocimiento de la fisiología vegetal, sobre todo desde el punto de vista nutricional, han contribuido de manera muy significativa, a dichos avances. Y es aquí donde entran a jugar un papel decisivo productos tales como las sustancias húmicas, que exaltan la capacidad de absorción y traslocación de nutrientes por las plantas, de manera que cada proceso de biosíntesis se ve optimizado con beneficios productivos y cualitativos (Ramos, 2000).

Hasta ahora, las sustancias húmicas se han venido empleando mayoritariamente como mejoradores de las condiciones de fertilidad de los suelos, es decir, para optimizar la estructura, permeabilidad, niveles de materia orgánica etc, de los suelos. O sea, se han aprovechado sus efectos indirectos sobre los cultivos. Pero con las dosis empleadas, la incidencia sobre las propiedades del suelo es muy escasa. Debido a los altos precios que han regido en el mercado para estos productos, se han venido realizando aplicaciones en dosis que podríamos denominar "comerciales". Es decir, son criterios económicos y no científicos los que dictaminan la dosificación de estas sustancias (Ramos, 2000).

Efectos de las sustancias húmicas sobre la germinación y el crecimiento radicular

Las sustancias húmicas muestran mayores efectos sobre las raíces que sobre la parte aérea. Aiken *et al.*, (1985) revelan marcados efectos beneficiosos para la germinación de semillas de tabaco en condiciones *in vitro*, por la aplicación de

humatos potásicos o ácidos fúlvicos, apareciendo los mejores resultados para la dosis de 200 mg L⁻¹ de humato-K. Los efectos beneficiosos son explicados en función de la capacidad de las sustancias húmicas de actuar como donadores de electrones, de manera que pueden intervenir en la cadena respiratoria celular, incrementando el suministro de energía a las células.

En relación a este hecho Chukovet *al.*, (1996) estudiaron la relación entre los efectos fisiológicos de sustancias húmicas y su actividad paramagnética, o lo que es lo mismo de su concentración de radicales libres.

Según este autor, la concentración de radicales libres de las sustancias húmicas está directamente relacionada con la actividad fisiológica de las mismas. Sus estudios sobre germinación de semillas de lechuga en condiciones *in vitro*, muestran que el efecto beneficioso de sustancias húmicas y otros preparados bioactivadores, crecen simultáneamente a la concentración de radicales libres de dichos materiales, hasta una cierta “dosis óptima” a partir de la cual el efecto es inhibitorio. Csicsoret *al.*, (1994) justifican el hecho de que los humatos potásicos son más efectivos que los ácidos fúlvicos por el hecho de que la concentración de radicales libres en los primeros es mayor, de manera que su influencia en la cadena respiratoria es superior.

Según Jurcsik (1994), el mecanismo de acción fisiológica consiste en la absorción de O₂ atmosférico por los radicales semiquinónicos, formándose radicales superóxido o hidrógenoperóxido capaces de donar electrones a las cadenas respiratorias. Los electrones perdidos son repuestos por moléculas de agua, o por ciertos microorganismos del suelo (Lovley *et al.*, 1996).

Té de composta

El té de composta, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, según (Ingham, 2005) puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrientes solubles y microorganismos benéficos. El té de composta se ha utilizado para prevenir enfermedades, tanto en aspersión foliar (Ingham *et al.*, 2005) como aplicado al sustrato. No hay muchas referencias del uso de té de composta como fuente de nutrientes. Rippy *et al.*, (2004) utilizaron un fertilizante

orgánico a base de té de composta proveniente de gallinaza, para producir tomate en invernadero, con lo que obtuvieron rendimientos de 4 kg.planta⁻¹ más, comparado con la fertilización convencional, aunque las diferencias no fueron significativas. De manera similar se han utilizado extractos de estiércol como fuente de nutrimentos en pasto ballico y extractos de vermicomposta en tomate (Rodríguez *et al.*, 2008).

Un ejemplo de producto orgánico procesado es el Green Turf, elaborado por la empresa LIDAG S.A de C.V., que aporta suficiente cantidad de macroelementos, micronutrientes, materia orgánica, ácido húmico y húmico. Actúa como acondicionador del suelo, interacciona con las micelas del suelo, liberando los nutrientes retenidos y no disponibles para las plantas.

Bocashi

Otro abono utilizado es el bocashi que es definido por Soto (2003) como una mezcla de cereales, plantas oleaginosas y harinas de origen animal fermentado con variados microorganismos (bacterias, levaduras, actinomicetes y hongos del género *Aspergillus* y *Penicillium*).

Éstos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas. Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen (Meléndez, 2003).

Green Turf

El Green Turf es un fertilizante natural con suficiente contenido de macroelementos, micronutrientes, materia orgánica, ácido húmico y húmico y micro-flora benéfico que provee de nutrientes esenciales y micro-flora benéfica al suelo, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, restaura el suelo, regenera la flora microbiana e incrementa la población de microorganismos benéficos (LIDAG, 2001).

Este fertilizante natural está formulado para promover los nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas, y los asimilen en forma rápida y eficiente.

Actúa como acondicionador del suelo, favoreciendo el desarrollo de las especies vegetales. Interacciona con las micelas del suelo liberando los nutrientes retenidos y no disponibles para las plantas.

Mecanismo de acción: el Green Turf interacciona con las micelas del suelo formando complejos orgánicos-minerales (coloides de alta actividad) que incrementa la capacidad de intercambio catiónico que favorece la absorción del nutriente.

Método de aplicación: es totalmente ecológico, excelente para aplicarlo en cualquier clase de cultivos, viveros, campos de golf, campos deportivos y jardines. El producto es de fácil manejo y aplicación, puede esparcirse o incorporarse mecánicamente o manualmente. Puede aplicarse en mezcla con agroquímicos convencionales y productos ecorracionales.

Cuadro 1. Recomendaciones de uso de Green Turf

Cultivo	Dosis	Forma de aplicación
Cucurbitáceas Melón, pepino, sandía	1.3 Ton ha ⁻¹	Aplicar al surco en presiembr a o durante la siembra.
Gramíneas Maíz, sorgo, trigo	1.2 Ton ha ⁻¹	Aplicar al surco en presiembr a o durante la siembra.
Solanáceas Chile, papa, tomate	1.2 Ton ha ⁻¹	Adicionar al surco antes o después del trasplante.
Frutales Cítricos, mango, nopal	120 g/pulgada de diámetro de tallos	Suministrar en el área de goteo.
Ornamentales Árboles	120 g/pulgada de diámetro de tallos	Suministrar en el área de goteo.
Plantas herbáceas	15 g/planta	Agregar a 2 ^o cm de distancia de la planta.
Césped Campos de golf parques, jardines	130 g/cm ² 1260 g/cm ²	En fertilización: esparcir al voleo. En arroje: dispersar al voleo una lámina de aproximadamente 1.5 cm de espesor.

Cuadro 2. Composición nutrimental del Green Turf

Ácidos fúlvicos	5.5 %
Ácidos húmicos	8.1 %
Materia orgánica	56.3 %
Nitrógeno total (N)	8.96 %
Nitratos solubles (NO ₃)	0.39 %
Fósforo total (P)	1.29 %
Fósforo soluble (PO ₄)	0.63 %
Potasio	2.78 %
Potasa (K ₂ O)	3.35 %
Sodio (Ca)	0.80 %
Calcio (Ca)	3.92 %
Magnesio (Mg)	1.25 %
Zinc (Zn)	220 ppm
Fierro (Fe)	150 ppm
Manganeso (Mn)	328 ppm
Cobre (Cu)	38 ppm
Boro (B)	10 ppm
Azufre (S)	1000 ppm

Fertilización Orgánica-Mineral

Para optimizar el aprovechamiento de los fertilizantes por las plantas también se pueden realizar aplicaciones mixtas.

Mendoza y Proaño (2008) realizaron la evaluación del efecto de tres niveles de NPK ((T1) con 300-100-450, (T2) con 225-70-275 y (T3) con 150-50-150 kg ha⁻¹) y dos biofertilizantes (preparado con agua sin tratar, estiércol de vaca, melaza, leche y ceniza de leña) a través del fertirriego en el cultivo de tomate, para efectos del T4 se hizo la combinación con el T3. Los resultados de la investigación indicaron que T1 (82.2) tuvo el más alto rendimiento, seguido T2 (80.1) T4 (79.4) T3 (74.2) Ton ha⁻¹ en este orden.

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico / materia orgánica y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico / la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan (FAO, 2002).

Además de tener uso como cobertura del suelo, como fertilizante orgánico, también pueden usarse como aditivos en fertilizantes químicos (Arancon *et al.*, 2004). Rodríguez *et al.*, (2012) señalan que empleando el 50% de fertilización mineral + humus de lombriz + micorriza + *Azotobacter*, ejerce un efecto muy positivo en las variables de crecimiento y rendimiento en tomate (*Solanumlycopersicum* L.).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en la parcela 17 Ejido El Pilar antes La Gloria, municipio de General Cepeda, Coahuila, ubicado en 25°22'35"N101°28'30" O, y a una altitud de 1,410 msnm en un valle rodeado por serranías y ubicado en una zona predominantemente desértica. Se encuentra a 70 km al suroeste de la ciudad de Saltillo.

Descripción del área

Se caracteriza por un clima semi-seco, templado durante la mayor parte del año, y su temporada de lluvias comprende las estaciones de primavera y verano principalmente y con una precipitación media anual de 400 a 500 mm.

Descripción de tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos de fertilizante orgánico Green Turf (cuadro 3), en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, donde cada repetición constó de un surco de 25 m de longitud a 1.6 m entre surcos, plantado a hilera sencilla con 0.30 cm entre plantas, lo cual da un total de 83 plantas por repetición.

Cuadro 3. Tratamientos del producto Green Turf, aplicado al cultivo de tomatetipo Saladette F1 Toro, establecidos en el municipio de General Cepeda. 2011.

Tratamiento	Dosis
1	2 Ton ha ⁻¹
2	4 Ton ha ⁻¹
3	6 Ton ha ⁻¹
4	Fertilización química (200-100-150)

Actividades para el establecimiento del estudio

Siembra

La siembra se llevó a cabo en charolas de poliestireno con sustrato de Peat Moss al 70% más perlita y vermiculita, se colocó una semilla de tomate por cada orificio, y se realizó el riego manual cada 2 días.

Preparación del terreno

Se preparó el terreno con acolchado, para ello se utilizó polietileno negro de 100 µm de 1.20 de ancho y para el fertirriego se colocó cintilla T-Tape, calibre 6mil, con goteros cada 12 pulgadas y un gasto de 1 L/h.

Trasplante

En campo se llevó a cabo el día 7 de julio del año 2011.

Fertilización del cultivo.

La fertilización se llevó en base al programa de nutrición (pág. 43), elaborado a partir de la demanda-meta del cultivo y los aportes del agua y el suelo del sitio. Se utilizó un total de N, P, K, Ca, Mg en dosis de 200, 100, 150, 60 y 30 Kg ha⁻¹, las cuales se aplicaron de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo.

Variables evaluadas

Variables agronómicas

Se realizaron 3 muestreos, en las etapas fenológicas: vegetativa, floración y fructificación, para determinar las variables agronómicas, para ello se extrajeron 4 plantas al azar por cada repetición y tratamiento, a las cuales se les determinaron:

- Altura de la planta: ésta se midió con una cinta métrica (cm) a partir de la base del tallo hasta la parte terminal de su inflorescencia.
- Número de hojas: se contabilizaron todas las hojas verdaderas formadas completamente.
- Número de flores y frutos: se contaron cada una de las flores y frutos ya formados.

- Longitud de raíz: se hizo la extracción de la raíz para determinar su longitud. Se cuidó que ésta no se separara de la base del tallo, las raíces se limpiaron con una brocha y se separaron del tallo mediante cortes con navaja. La longitud se midió con una regla graduada de 30 cm.
- Peso seco: en el laboratorio de análisis de minerales y cultivo de tejido del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se realizaron las determinaciones de peso fresco y seco de follaje, raíz y fruto. Las muestras de follaje y raíz fueron colocadas en una estufa Modelo HDP-334 a una temperatura de 70° C durante tres días para su secado; transcurridos los tres días se retiraron para pesarlas. En el caso de los frutos, se pesaron todos los tomates para obtener el total, luego se utilizó un tomate al azar, se tomó el peso fresco y luego se cortó en trozos pequeños para acelerar el proceso de secado, una vez deshidratado en una malla sombra se colocaron en una estufa Modelo HDP-334 a una temperatura de 70° C durante 1 día, procediendo a la toma de su peso para luego sacar los cálculos y obtener el porcentaje de humedad total.

Rendimiento.

Se comenzó a registrar a partir del primer corte 70-75 DDT, en cada evaluación se contó el número de frutos por planta y luego se procedía a tomar el peso total con la ayuda de una balanza analítica de la marca AND EK-1200i y posteriormente multiplicar por el número de plantas en una hectárea, de esta forma se obtiene el rendimiento en Ton ha⁻¹.

Firmeza

Se utilizó un penetrómetro Modelo EFFEGI Fruit- Tester FT 327 con puntilla de 8mm con el cual se realizaron 2 penetraciones (uno por cada lado ecuatorial) por cada tomate muestreado, luego a los datos obtenidos se le hicieron los cálculos correspondientes.

Sólidos solubles

Para la determinación de esta variable se utilizó un refractómetro ATAGO MASTER T, colocando una gota de la solución líquida del tomate y luego se tomaba el dato para después analizarlo.

pH

En esta actividad, se maceró un tomate por muestra y luego se le tomó el dato con un potenciómetro Modelo CORNING pH meter 320.

Diámetro polar y ecuatorial

Se realizaron las respectivas mediciones de los lados polares y ecuatoriales con la ayuda de un vernier, se utilizaron tres tomates al azar de cada muestra registrada.

Diseño experimental

Se usa un diseño experimental factorial utilizando bloques al azar, el modelo es el modelo siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

μ : media general

τ_i : efecto del i -ésimo tratamiento

β_j : efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} : error del i -ésimo tratamiento y j -ésimo bloque

Se realizó la prueba de comparación de medias (Tukey) ($p \leq 0.01$) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables se evaluaron con el programa SAS 9.0.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas

Los cuadrados medios del ANVA del cuadro 4, indican que en los muestreos existe diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para altura de planta, número de hojas, número de flores, peso fresco de follaje, peso seco de follaje, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, longitud de raíz, peso fresco de fruto y peso seco de fruto.

Para los tratamientos (dosis de fertilizante) existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el número de hojas y peso seco de raíz, la diferencia altamente significativa, en cuanto a la dosis de Green turf, se encuentran en las variables número de flores, peso fresco de follaje, peso seco de follaje y peso fresco de fruto. En la interacción muestreo por repetición No existe diferencia significativa; en la interacción fertilización por muestreo existe diferencia significativa en peso fresco de raíz y peso seco de raíz, y la diferencia altamente significativa se presenta en número de flores, peso fresco de follaje, peso seco de follaje.

Cuadro 4. Cuadrados medios de variables agronómicas en plantas de tomate tipo SaladetteF1 Toro con diferentes concentraciones de Green turf, en General Cepeda, Coahuila. 2011.

Fuente	GL	Variables					
		Al		H		Flo	
		CM	F	CM	F	CM	F
Rep	3	210.43	6.95 **	22.25	0.64 NS	21.05	2.33 *
Muestreo	2	7318	241.64 **	9674.42	278.87 **	4229.01	468.70 **
M*Rep	6	28.74	0.95 NS	16.52	0.48 NS	14.81	1.64 NS
Trat	3	41.21	1.36 NS	90.11	2.60 *	251.78	27.91 **
Trat*M	6	31.25	1.03 NS	47.52	1.37NS	199.48	22.11 **
Error	27	30.28		34.69		9.02	
Total	47						

Fuente	GL	Pff		Psf		Pfr	
		CM	F	CM	F	CM	F
Rep	3	8164.74	2.19 NS	77.73	1.04 NS	17.14	0.35 NS
Muestreo	2	3348107	896.84 **	80605	1076.76 **	15045	307.08 **
M*Rep	6	6585.25	1.76 NS	92.51	1.24 NS	13.25	0.57 NS
Trat	3	50733	13.59 **	2125.11	28.39 **	76.72	1.57 NS
Trat*M	6	23249.2	6.23 **	121.04	16.18 **	126.75	2.59 *
Error	27	3733.2		74.85		48.99	
Total	47						

Fuente	GL	Psr		Lr		Pffr	
		CM	F	CM	F	CM	F
Rep	3	1.44	0.60 NS	30.67	3.42 *	25301.2	1.62 NS
Muestreo	2	531.27	220.05 **	557.29	62.08 **	4717225	302.31 **
M*Rep	6	1.9	0.79 NS	12.35	1.38 NS	33989	2.18 NS
Trat	3	8.1	3.36 *	12.48	1.39 NS	215077	13.79 **
Trat*M	6	7.37	3.05 *	4.45	0.50 NS	182691	11.17 **
Error	27	2.41		8.97		15602	
Total	47						

Fuente	GL	Psfr	
		CM	F
Rep	3	41.87	0.40 NS
Muestreo	2	30153	288.72 **
M*Rep	6	63.46	0.61 NS
Trat	3	237.59	2.27 NS
Trat*M	6	142.56	1.37 NS
Error	27	104.43	
Total	47		

*Significativo ($p \leq 0.05$): ** Altamente significativo ($p \leq 0.01$), NS= no significativo, Al= altura de planta, H= número de hojas, Flo= número de flores, Pff= peso fresco de follaje, Psf= peso seco de follaje, Pfr= peso fresco de raíz, Psr= peso seco de raíz, Lr= longitud de raíz, Pffr= peso fresco de fruto, Psfr= peso seco de fruto.

Prueba de comparación de medias de Tukey para variables agronómicas

En el cuadro 5 se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias, encontrando que para las variables Al, H, Pff, Pfr, Lr y Psfr, no se alcanzó diferencia estadística al aplicar las dosis de Green Turf y el fertilizante químico.

Para la variable número de flores el T1 (2 Ton ha⁻¹) es el que muestran mejor resultado, T1 (2 Ton ha⁻¹) y T3 (6 Ton ha⁻¹) son los mejores tratamientos en peso

seco de follaje con un incremento de 29.57 % en relación al testigo químico, en cuanto el peso seco de raíz T1 (2 Ton ha⁻¹), T3 (6 Ton ha⁻¹), y T4 (testigo químico) son estadísticamente iguales. En el peso fresco de fruto el tratamiento de 4 Ton ha⁻¹ (T2) es el tratamiento con mejor resultado con un incremento de 46% con relación al testigo químico.

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para las variables agronómicas aplicando Green Turf en tomate tipo Saladette F1 Toro en General Cepeda, Coahuila, 2011.

TRAT	Al (cm)	H	Flo	Pff (g)	Psf (g)
1	45.92 A	36.22 A	28.76 A	464.83 A	85.35 A
2	42.58 A	31.72 A	18.51 C	398.23 A	55.19 C
3	45.47 A	36.92 A	25.09 B	468.79 A	85.35 A
4	46.88 A	37.91 A	27.58 AB	422.32 A	65.87 B
CV %	12.17	16.49	12.01	14.5	12.16

TRAT	Pfr (g)	Psr (g)	Lr (cm)	Pffr (g)	Psfr (g)
1	32.69 A	7.59 AB	20.60 A	285.23 C	30.40 A
2	30.59 A	6.07 B	28.20 A	682.73 A	42.75 A
3	36.65 A	7.46 AB	27.26 A	424.19 BC	38.11 A
4	33.91 A	7.93 A	28.63 A	467.62 B	33.20 A
CV %	20.91	21.38	10.57	26.72	28.29

Al= altura de planta, H= número de hojas, Flo= floración, Pff= peso fresco de follaje, Psf= peso seco de follaje, Pfr= peso fresco de raíz, Psr= peso seco de raíz, Lr= longitud de raíz, Pffr= peso fresco de fruto, Psfr= peso seco de fruto.

Variables de calidad de tomate

Los cuadrados medios del ANVA del cuadro 6 indican que en las repeticiones existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en grado Brix, firmeza y pH. En la dosis de fertilizante se observa que hay diferencia significativa en cuanto a sólidos solubles totales, y alta diferencia significativa ($p \leq 0.01$) en variables pH, diámetro ecuatorial y diámetro polar.

Cuadro 6. Cuadrados medios de las variables de calidad en tomate tipo SaladetteF1 Toro con Green Turf, en General Cepeda, Coahuila. 2011.

Fuente	GL	SST (°Brix)		Fir (kg cm ⁻²)		pH	
		CM	F	CM	F	CM	F
Rep	3	0.29	6.16 *	0.4	2.75 *	0.07	3.75 *
Trat	3	0.18	3.75 *	0.02	0.17 NS	0.25	12.80 **
Error	57	0.04		0.14		0.01	
Total	63						

De (cm)		Dp (cm)	
CM	F	CM	F
0	0.26 NS	0.25	0.81 NS
1.2	7.31 **	2.27	7.29 **
0.17		0.31	

*Significativo ($p \leq 0.05$): ** Altamente significativo ($p \leq 0.01$), NS= no significativo, SST = sólidos solubles totales (°Brix), Fir= firmeza, pH= potencial hidrógeno, De=diámetro ecuatorial, Dp= diámetro polar.

Prueba de comparación de medias de Tukey para variables de calidad

En la prueba de comparación de medias de Tukey se indica que no existe diferencia estadística en cuanto a firmeza al aplicar las dosis de fertilizante orgánico y el fertilizante químico. En los grados Brix las dosis de fertilizante en T1(2 Ton ha⁻¹) T2 (4 Ton ha⁻¹) y T3 (6 Ton ha⁻¹)exponen mejores resultados; T1 (2 Ton ha⁻¹) y T4 (testigo químico) muestran mejores efectos en la variable de pH; respecto a diámetro ecuatorial y diámetro polar el T1, T3 y T4 son los que arrojan mejores resultados.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey para las variables de calidad, en tomate Saladette. General Cepeda, Coahuila, 2011.

TRAT	SST °Brix	Fir (kg cm ⁻²)	pH	De (cm)	Dp (cm)
1	3.87 AB	3.17 A	4.36 A	5.03 A	6.88 A
2	3.92 A	3.24 A	4.13 B	4.53 B	6.11 B
3	3.92 A	3.17 A	4.07 B	5.08 A	6.74 A
4	3.69 B	3.16 A	4.19 AB	5.18 A	6.92 A
CV(%)	5.7	12.05	3.33	8.34	8.38

Variables de rendimiento y número de frutos

El cuadro 8 indica que, en la dosis de fertilizante, existe diferencia altamente significativa en la variable de rendimiento, en cuanto al número de frutos existe diferencia significativa.

Cuadro 8. Cuadrados medios de Rendimiento y número de frutos en plantas de tomate tipo Saladette F1 Toro aplicando Greenturf, en General Cepeda, Coahuila. 2011.

Fuente	GL	Ren		Ft	
		CM	F	CM	F
Trat	3	6570086	1082 **	526.08	5.66 *
Rep	3	1323779	2.18 NS	91.29	0.98 NS
Error	9	607091		38.09	
Total	15				

Prueba de comparación de medias de Tukey en variables de rendimiento y número de frutos

En el cuadro 9 se expone que en el T3 (6 Ton ha⁻¹) se obtuvieron 114.30 Ton ha⁻¹ considerándolo el más sobresaliente con un incremento de 12.70% con relación al testigo químico. El T1 (2 Ton ha⁻¹) muestra un rendimiento de 110.04 Ton ha⁻¹ con un incremento de 8.33% con respecto al testigo químico.

Con los datos que se exponen se manifiesta que en el tratamiento de 2 Ton ha⁻¹ (T1) se disminuye el número de frutos pero aumenta el peso de estos y como resultado se eleva el rendimiento. A pesar de haber un menor número de frutos el rendimiento en Ton ha⁻¹ no se ve afectado.

En tanto al tratamiento de 6 Ton ha⁻¹ el número de frutos es mayor, pero de menor peso, sin embargo como se muestra en el cuadro correspondiente, el rendimiento no es afectado.

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de Tukey para rendimiento en plantas de tomate tipo Saladette F1 Toro, en General Cepeda, Coahuila. 2011.

Trat	Pt (g)	Ft	Peso/Fruto	Rend Ton ha ⁻¹
1	6135 A	55.75 AB	110.04	110.04
2	3563 B	40.87 B	87.18	64.13
3	6359 A	68.8 A	92.43	114.46
4	5643 A	53 AB	106.47	101.57
CV (%)	14.36	17.64		

Ft= Fruto total, Pt= Peso total, Rend = rendimiento

VII.- CONCLUSIONES

La dosis de 2 Ton ha⁻¹ incrementaron el rendimiento en 5 cortes realizados y el la calidad del fruto en cuanto a mayor peso por planta, sin embargo con 6 Ton ha⁻¹ se obtuvo el mayor rendimiento pero con frutos de menor peso.

En cuanto a las variables agronómicas evaluadas la dosis de 2 Ton ha⁻¹ de Green Turf beneficia el número de flores y el peso seco de follaje y con 4 Ton ha⁻¹ favorece el peso fresco del fruto.

Referente a las variables de calidad, las tres dosis de Green Turf incrementaron los sólidos solubles totales.

Recomendaciones

Con relación al rendimiento en las plantas de tomate, se pueden ofrecer dos opciones: si aspira a obtener mayor número de frutos de menor peso y alto rendimiento se aconseja usar el 6 Ton ha⁻¹ de Green Turf, sin embargo si el objetivo es cosechar un menor número de frutos de mayor peso y buen rendimiento se sugiere emplear el 2 Ton ha⁻¹ de Green Turf.

Programa de aplicación de la fertilización química

Del trasplante al inicio de floración-cuajado de frutos

a). Aplicar 1 vez después del trasplante:

3 l de Impact 4700

3 l de Húmico 23

b). Aplicar en el sistema de riego (disolver los productos en el agua e inyectar en el sistema durante el 80% del tiempo de riego) diario:

2.3 unidades de nitrógeno

0.56 unidades de fósforo

1.3 unidades de potasio

0.21 unidades de calcio

0.11 unidad de magnesio

0.125 l de Impact (Micro elementos) o 0.250 kg de Polyfeed Micro

0.125 l de Nutriquel Fe o 75 g de Quelato de Fe al 19%.

c) En caso de estrés, aplicar en forma foliar/ha 1 vez cada 15 días (un máximo de 2 aplicaciones):

1.0 l de Impact

250 cc de Agromil por cada 250 litros de agua aplicados

1 cc de Maxiader por cada litro de agua aplicado.

De floración-cuajado al primer corte

a). Aplicar en el sistema de riego (disolver los productos en el agua e inyectar en el sistema durante el 80% del tiempo de riego) diario:

3.0 unidades de nitrógeno

1.42 unidades de fósforo

2.14 unidades de potasio

0.35 unidades de calcio

0.21 unidad de magnesio

0.250 l de Impact (Micro elementos) o 0.350 kg de Polyfeed Micro

0.250 l de Nutriquel Fe o 100 grs de Quelato de Fe al 19%

b). Aplicar en forma foliar/ha 1 vez cada 15 días (un máximo de 2 aplicaciones):

1 cc de Maxiader por cada litro de agua aplicado.

1 l de Impact

2 kg de Fósforo F49

c). Aplicar en forma foliar/ha 1 vez cada 15 días , intercalar con la aplicación anterior:

150 g de Amarrador

1 l de Calcio BoMo

1 l de Impact

1 cc de Maxiader por cada litro de agua aplicado.

Del inicio del primer corte hasta finalizar

a). Aplicar en el sistema de riego (disolver los productos en el agua e inyectar en el sistema durante el 80% del tiempo de riego) diario:

1.14 unidades de nitrógeno

1.0 unidades de fósforo

2.5 unidades de potasio

0.8 unidades de calcio

0.2 unidad de magnesio

0.500 l de Impact (Micro elementos) o 0.500 kg de Polyfeed Micro

0.300 l de Nutriquel Fe o 125 grs de Quelato de Fe al 19%

1.0 l de Potasio fertirriego

1.0 l de Calcio fertirriego

b). Aplicar en el sistema de riego (disolver los productos en el agua e inyectar en el sistema durante el 80% del tiempo de riego) 1 vez cada 21 días:

1.0 l de Algarroot o enraizador plus

5 l de Húmico 23

c). Aplicar en forma foliar/ha, después de cada corte.

1 cc de Maxiader por cada litro de agua aplicado.

125 cc de activador

2 l de Impact

0.5 l de Quate

IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta R. M. 1997.** Calidad de tres cultivares de papaya (*Carica papaya* L.) Cera, Maradol y Subset, y la susceptibilidad a la antracnosis en postcosecha. Universidad Autónoma de Chapingo. Revista Chapingo, 7(1): 119-130.
- Alam M. J.; Rahman H. M.; Mamun M.; Ahmad I. and Islam K. 2006.** Enzyme activities in relation to sugar accumulation in tomato. Proc. Pak. Acad. 43 (4): 241-248.
- Aiken G. R.; McKnight D. M.; Wershaw R. L. and McCarthy P. 1985.** Humic substances in soil, sediment and water. Wiley, New York. 692 p.
- Atherthon J. and Rudich J. 1986.** The tomato crop. University Press. Cambridge. 661 p.
- Arancon N.; Edwards C.A.; Atiyeh R.; Metzger J.D. 2004.** Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresour. Technol. 93 (2):139-144
- Azcón-Bieto J. y Talón M. 2000.** Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ediciones McGraw Hill, Madrid, España: 235 p.
- Barón R.; Benítez I. C., y González J. L. 1995.** Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. Agrochimica XXXIX, 5 (6): 280-289.
- Bernabé A. y Solís V. 1999.** Evaluación del rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero en Chapingo. Tesis de licenciatura. México: 85p.

- Caliman F. R. 2003.** Producción y calidad de los genotipos de tomate en el ámbito del medio ambiente protegido. Tesis de maestría. Universidad Federal de Viçosa, Brasil.
- Cantwell, M.; Stoddard M.; LeStrange and Aegerter. 2007.** Report to the California tomato commission. Tomato variety trials: postharvest evaluations for 2006. UCCE Fresh Market Tomato Variety Trial 2006 Postharvest Evaluation. UC Davis, Davis Ca. USA. 16 p.
- Chen J. H.; Wu J. and Huang Tin W. 2001.** Effects of compost on the availability of nitrogen and phosphorus in strongly acidic soils. Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan ROC: 1-9.
- Coombs J., and Hall O. 1982.** Whole Plant Photosynthesis and Productivity. In: Techniques in Bioproduci-tivity and Photosynthesis. Pergamon Press, Oxford: 171 p.
- Carlos M. R. 2012.** Fertilización orgánica Vs mineral en el rendimiento y contenido de capsaicina en chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México.
- Chukov S.N.; Talishkina V.D. and Nadporozhskaya M.A. 1996.** Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. Biological Research Institute, St. Petersburg State University, 28 (4): 30-39.
- Cruz L. B. 2007.** Calidad de la semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) por efecto de potenciales osmóticos, calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México: 177p.

Csicsor J.; Gerce, J. and Titkos, A. 1994. The Bioestimulant effect of different Humic substance fractions on seed germination. In N. SENSEI, T. M. MIANO (Eds.). Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science. B. V. Amsterdam: 557-562.

Davies, J. and Hobson G. E. 1981. The constituents of tomato fruit--the influence of environment, nutrition, and genotype. Crit Rev Food Sci Nutr. 15(3): 205-280.

Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario, 2011. Fertilización con subproductos orgánicos (Hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura). Informaciones Técnicas No. 232, pp 31-32.

FAO. 2009. Organización para la Agricultura y la Alimentación. Inversiones en la agricultura.

FAO e IFA. 2002. Los fertilizantes y su uso; una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. ISBN 92-5-304414-4.

FEADER. 2011. Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural. Contaminación de origen agrícola. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/files/mutual-recognition/fertilisers/guidance-document-fertilisers_es.pdf (Consulta: marzo/14)

Félix -Herrán J. A; Sañudo-Torres R; Rojo- Martínez G; Martínez- Ruiz R. y Olalde- Portugal V; 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui, 4 (1), pp 57-68.

Fernández R.; Sánchez M.; Torija M.; Galiana B. y Rosello S. 2004. Caracterización de la calidad interna de los frutos de tomate fresco. Ciencias hortícolas, 39 (2): 339-345.

Fraser, P.D.; M.R. Truesdale; C.R. Bird; W. Schuch y P.M. Bramley. 1994.
Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. 105 (1): 405-413.

Galli E.; Cegarra J. and Tomati. 1994. Effect of humified material on plant metabolism. (Eds.). Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier science. B. V. Amsterdam.

Gould W. A. 1992. Tomato juice manufacture. In: Gould W, editor. Tomato production, processing & technology. Baltimore. USA: CTI Publications Universidad de Ohio: 347-365.

Guimarães M.; Henriques J. y Rezende C. 2007. Production and flavor of tomato fruits subjected to top-shoot and floral cluster pruning. Centro de Ciencias Agrícolas. Universidad Federal de Viçosa, Brasil, 25 (2): 32-36.

Hernández- Díaz M. I.; Marrero -González V.; McDonald- Cusa J.; Ojeda - Velóz. A.; y Salgado- Pulido J. 2002. Efecto de la fertilización nitrogenada y la biofertilización en la calidad y conservación postcosecha del tomate. Universidad Tecnológica de la Mixteca, 6 (17):17-24.

Hernández Díaz M. I.; Chailloux Laffita M. y Ojeda Velóz A. 2006. Cultivo protegido de las hortalizas: Medio ambiente y sociedad. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba, 10 (30):25-29.

http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/TOMATE.pdf. (Consulta marzo/14).

Infoagro (2009). El cultivo de tomate disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. (Consulta marzo/14).

Ingham E. R. 2005.The Compost Tea Brewing Manual.5th Edition. Soil FoodwebInc, Corvallis, Oregon. USA: 79 p.

Jones Jr. B. 1999.Tomato plant culture in the field, greenhouse and home garden.Ed. CRC. USA. ISBN: 0849320259: 216 p.

Jurcsiki. 1994.Investigations in the mechanism of electron transmission and active oxygen generating humic acids supported by redox indicator. Humic substances in the global environment and implications on human health: Proceedings of the 6th International Meeting of the International Humic Substances Society, Monopoli Bari, Italy: 311-316.

Kader A. A. 1986.Effects of posharvest handling procedures on tomato quality.Actahorticulturae190: 209-217.

Kader, A. A. 2002. Quality and safety factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops. In: Kader, A. A. (Ed). Postharvest Technology of Horticultural Crops.Third edition.University of California, Agriculture and Natural Resources Pub. 3311. USA: 279-286.

Kurahashi Takao; Takahashi Kuniaki. 1995.Comparison in lightcondition, fruit quality and photosyntheticrate between canopies of 'Fuji' apple treestrained to a Y-trellis and a central leader. Jap.Soc. Hort. Sci. ISSN: 0013-7626, 64 (3): 499-508.

Lamas-Nolasco A.; Neri-Flores O.; Sánchez-Rodríguez G.; Galaviz-Rivas R. 2003. Agricultura orgánica: Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. 35 (322). FIRA.

LIDAG S.A. de C.V. 2011. (<http://www.lidag.com/>)

Lovley D. R.; Coates, J. D.; Blunt-Harris, E. L.; Phillips, E. J. P. and Woodward, J. C. 1996. Humic substances as electron acceptors for microbial respiration, 382: 445-448.

Lucero Flores J. M y Sánchez Verdugo C. 2012. Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo. "Inteligencia de mercado de tomate saladette". Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, B. C., México: 84 p.

Márquez-Hernández C.; Cano R.P; García H.J.; Rodríguez D.N; Preciado R.P.; Moreno R.A.; Salazar S.E; Castañeda G.G. y De la Cruz L.E. 2010. Agricultura orgánica: el caso de México. Agricultura Orgánica, Tercera parte. Universidad Juárez del Estado de Durango, México. Capítulo I: 1-28.

Marín-Rodríguez, M. C.; Orchard J. y Seymour G.2002. Pectatylases, cell wall degradation and fruit softening. J. Exp. Bot. 53: 2115-2119.

Meléndez G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: Abonos orgánicos: Principios, características e impacto en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica: 50-63.

Mendoza M. y Proaño J. 2008. Evaluación del efecto de tres niveles de N-P-K y dos de biofertilizante a través del fertirriego en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la zona de Daular, Provincia del Guayas. Universidad Agraria del Ecuador.

Miles, J. and Peet M. 2001.2002. Maintaining nutrient balances in systems utilizing soluble organic fertilizers. Horticultural Science Department. North Carolina State University, 36(3): 483-484.

Montano R.; González A. y Gómez A. 2003. Diferentes dosis de fitomas en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), variedad Amalia en la provincia Guantánamo.

Muratalla L. S. 2003. Paja de maíz como sustrato alternativo en la producción de plántulas de jitomate y plantas de frambuesa. Tesis de maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. Méx. 163 p.

Ochoa -Martínez E; Figueroa- Viramontes U; Cano- Ríos P; Preciado- Rangel P; Moreno- Reséndez A; Rodríguez- Dimas N; 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo México. Serie horticultura, 15 (3), pp. 245-250.

Padmini T. 2006. Studies on storage behavior of tomatoes coated with chitosan-lysozyme films. Department of Bioresource. Engineering.McGill University. Montreal, Canadá, 2 p.

Pacheco-Rodríguez F. 2003. Evaluación del efecto de un abono líquido orgánico fermentado (biofermento) sobre el crecimiento de morera (*morus alba*) en bancos de forraje en la región tropical húmeda de costa rica. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/2000075.pdf>. (Consulta marzo/14).

Petro-Turza, M. 1986. Flavor of tomato and tomato products. Food Rev. Int. 2(3): 309-351.

Ramos-Ruíz.R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes: efectos frente al estrés salino. Universidad de Alicante, pp 1-176.

<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/10018>. (Consulta marzo/14).

- Renquist A. y Reid J.B. 1998.** Quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruit from four bloom dates in relation to optimal harvest timing. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 26: 161-168.
- Rezende-Fontes P.; Arruda Sampaio R.; Luiz Finger F. 2000.** Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. *Pesq. Agropec. Bras.* 35 (1): 21-24.
- Rippy J. F.; Peet M. M.; Louis F. J. and Nelson P. V. 2004.** Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39 (2): 223-229.
- Rodríguez A; Riera-Nelson M.; Ramos H. L.; Borrero R. Y.; Rojas M. O.; Pablos R. D. y Morales I. E. 2012.** Alternativa Órgano-Mineral para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en suelos pardos sialíticos del municipio Palma Soriano. Universidad de Guantánamo, Cuba.
- Rodríguez D. N; Cano R. P.; Figueroa-Viramontes U; Palomo-Gil A.; Favela C. E.; Álvarez-Reyna V; Márquez-Hernández C y Moreno R. A. 2008.** Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (3). Sociedad Mexicana de fitogenética, A.C. Chapingo, México, pp 265-272.
- Rodríguez D. N.; Cano R. P.; Figueroa-Viramontes U; Favela C. E.; Moreno R. A.; Márquez-Hernández C.; Ochoa M.E. y Rangel P.P. 2009.** Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Latinoamericana* 4 (27): 319-327.
- Rodríguez R; J.M. Tabares R y J.A. Medina. 2001.** Cultivo moderno del tomate, 2ª ed. Grupo mundi-prensa, España. 215 p.

SAGARPA. 2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

San Martín H. C.; Ordaz C. V.; Sánchez G. P. y Colinas L. M. 2012. Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle. *Agrociencia*, Colegio de Postgraduados, Texcoco México, 46 (3): 244.

Santiago J.; Mendoza M. y Borrego F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía mesoamericana*, 9 (1): 59-65.

Schnitzer, M. 1978. Humic Substances: Chemistry and Reactions: in *Soil Organic Matter* (Ed.) Schnitzer and Khan. *Soil Organic Matter*. Elsevier, Amsterdam: 1-37.

Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks(Ed.). *Advances in Agronomy*, Academic Press. 98: 3-58.

Shewfelt, R. L. 1993. Measuring quality and maturity. In: *Postharvest Handling. A Systems Approach*. Academic Press Inc (ed.). San Diego Cal., USA. pp: 99-124.

SIAP.2009-2010. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. (siap.sagarpa.gob.mx).

Solórzano P. 2001. Manual para la Fertilización de Cultivos en Venezuela. Editor Agrosileña. *Biblioteca de Agronomía* [631.809 87 S6897] (2): 215 p.

Soto M. G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica: 20-49.

Stevenson F. J. 1982. Humus Chemistry. 2 edition, New York, 72 (4): 93-120.

Tucker, G.A.; Robertson N.G. and Grierson D. 1980. Changes in poligalacturonase isoenzymes during the ripening of normal and mutant tomato fruit. Biochem. 112:119-124.

Terry E.; Leyva A. y Díaz M. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Cultivos Tropicales, 26 (3): 77-81.

Ucan Chan I.; Sánchez Del Castillo F.; Contreras Magaña E. y Corona Sáez T. 2005. Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate. Revista Fitotecnia Mexicana. Sociedad Mexicana de Fitogenética, 28(1): 33-38.

Villanueva G; Corven J. y Campos A.; 1991. Importancia de las hortalizas en México. Taller regional centroamericano y consulta sobre planificación de investigación hortícola: 113-126.

Villarreal R. R. 1982. Tomates. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica, 184 p.

White, P. J. 2002. Recent advances in fruit development and ripening: an overview. J. Exp. Bot. 53(377): 1995-2000.

Willer H. and Yussefi M. 2004. The World of Organic Agriculture 2004 Statistics and Emerging Trends. (Eds.), IFOAM Publicación, sexta edición revisada, Bonn, Alemania. ISBN 3-934055-33-8: 21-26.

Yilmaz E. 2001. The chemistry of fresh tomato flavor. Turk J. Agric. For. 25: 149-155.

Young T.E.; J.A. Juvik; Sullivan J.G. 1993. Accumulation of the Components of Total Solids in Ripening Fruits of Tomato. Department of Horticulture, University of Illinois, 118 (2): 286-292.