

UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



“Comportamiento del Tomate Híbrido Rougella Rz. (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Con Tres Sustratos Orgánicos y la Aplicación de Productos de Algas, Bajo Condiciones de Invernadero”

POR:

Julio César Molina González

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre del 2006***

UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**“Comportamiento del Tomate Híbrido Rougella Rz. (*Lycopersicon
esculentum Mill.*), Con Tres Sustratos Orgánicos y la Aplicación de
Productos de Algas, Bajo Condiciones de Invernadero”**

POR:

Julio César Molina González

TESIS

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Aprobada por:

Presidente del Jurado

Sinodal

ING. José Ángel de la Cruz Bretón

Ing. Benito Canales López

Sinodal

Sinodal

Ing. René de la Cruz Rodríguez

M. C. Carlos I. Suárez Flores

EL CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGONOMIA

M. C Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2006

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, Nuestro señor, por darme la oportunidad de estar en esta vida y cuidarme durante el tiempo que estuve lejos de mi familia, ya que has estado conmigo en las buenas y en las malas. Mil gracias por todo lo que me has dado en la vida y ayudarme a terminar mi carrera profesional.

A mi “**ALMA MATER**” por haberme formado y llenarme de conocimientos dentro de sus aulas permitiendo terminar mis estudios profesionales.

Al **ING. José Ángel de la Cruz Bretón**, Gracias por sus consejos, por ser una excelente persona y amigo dentro y fuera de la universidad, por toda la confianza brindada y la oportunidad para la realización del proyecto de Tesis, así como brindarme su sincera amistad durante todo este tiempo que estuve en la universidad.

Al **ING. Benito Canales López**, Gracias Por formar parte del jurado, por darme toda la ayuda, y confianza en este proyecto, que dios lo bendiga.

Al **ING. Rene de la Cruz Rodríguez**, por ser un buen maestro y amigo dentro y fuera de las aulas, por la confianza brindada y por formar parte del jurado, que dios lo bendiga.

Al **M. C. Carlos I. Suárez Flores**, Gracias por brindarme su amistad, por todos sus consejos y orientación, por formar parte del jurado, que dios lo bendiga.

A **Moy, Manuel y Beto**, Gracias por brindarme su amistad sincera, por todos los consejos, los conocimientos técnicos transferidos y por haber participado en el proyecto de la tesis, que Dios los cuide siempre.

Sandra López Betancourt gracias por todas las detalles de las impresiones y enumeración de la tesis; que dios te bendiga hoy y siempre.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Con todo respeto, admiración y amor, teniendo la dicha de contar con ellos para apoyarme en las buenas y en las malas, por todos los consejos para salir adelante y poder terminar una carrera profesional, me siento muy orgulloso de ser su hijo y por tener unos padres incomparables, los quiero mucho, gracias por darme la vida.

**Al Sr. Magdaleno Molina Cancino
Sra. Cristina González Sántiz.**

A MIS HERMANOS

Por contar con ustedes en todos los momentos de nuestra niñez, por el apoyo incondicional que me dieron sin recibir nada a cambio, porque siempre seremos hermanos y sobre todo amigos. Los quiero mucho y gracias por ser parte de la familia.

Ramiro Molina González y Mari Dalia Molina González.

A MIS ABUELOS

Con mucho cariño, respeto, admiración por contar con ustedes y ser parte de la guía de aprendizaje en la vida, de doy gracias por tenerlos como abuelos y como mis mejores amigos, los quiero mucho.

***Sr. Raúl Molina Flores y la Sra. Carmen Cancino Jiménez.
Sr. Santiago González y la Sra. Marcela Sántiz.***

A MIS TIOS

Con mucho cariño y respeto, gracias por brindarme su amistad incondicional y todos sus consejos para poder lograr terminar mis estudios y tener una carrera profesional. ***Teresa, Guadalupe, Esperanza, José, Martín, Manuel, Pedro, Antonio.***

A MIS PRIMOS

Por ser parte importante de la trayectoria de mi vida y convivencia. Todos y cada uno de ellos gracias por formar parte de la familia. ***Carmen, Esperanza, Rigoberto, Miguel A, José, Cesar, Dayani, Juan, Luis, Daniel, Brayan***

A MI NOVIA

Eva Berenisse Martínez Pérez, con todo mi amor sincero, por ser parte de mi vida y apoyo incondicional para poder terminar mi carrera.

A LA FAMILIA PEREZ

A todos y cada uno de ellos, con cariño y respeto, por brindarme su amistad y abrir las puertas de su casa durante la estancia en Saltillo.

A LA FAMILIA UTRILLA

A Don Manuel, la Sra. Mercedes, a sus hijos Don Carlos y su Esposa, Don Mario y su Esposa, Marielena, Flor. Con todo respeto y cariño, gracias por brindarme su amistad.

A MIS AMIGOS

José Manuel, Alejandro, Samuel, Rafael, Josué, Brissia, Leopoldo y todos de la generación CII de la Carrera de Producción.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iX
INDICE DE FIGURAS.....	Xi
INTRODUCCION.....	1
Justificación.....	3
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen.....	5
Clasificación botánica.....	5
Características botánicas.....	6
Características morfológicas.....	6
Plántula.....	6
Raíz.....	7
Tallo.....	8
Hojas.....	8
Flor.....	9
Frutos.....	10
Estadísticas y distribución.....	10
Principales países productores.....	11
Situación nacional.....	12
Requerimientos edafoclimaticos.....	12
Suelo.....	12
Humedad.....	13
Luminosidad.....	13
Particularidades del Cultivo.....	14
Marco de plantación.....	14
Fertilización.....	14
Poda de formación.....	15
Poda de brote apical.....	15

Tutorado.....	16
Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	16
Uso de invernadero.....	17
Ventajas del uso de invernaderos.....	18
Desventaja del uso de invernadero.....	18
Control de los factores ambientales dentro de un invernadero.....	18
Temperatura.....	18
Humedad relativa.....	19
La luminosidad.....	20
Co ₂	21
Riego.....	22
Fertirrigación.....	23
Tipos de producción de jitomate en invernadero.....	24
Sustratos.....	24
¿Qué es un sustrato?	24
Sustratos Hortícolas.....	24
Propiedades Físicas de los Sustratos.....	25
Porosidad.....	25
Agua fácilmente disponible.....	25
Densidad.....	26
Estructura.....	26
Granulometría.....	26
Espacio poroso total.....	27
Capacidad de aireación.....	28
Temperatura del sustrato.....	28
Propiedades químicas de los Sustratos.....	29
Capacidad de intercambio catiónico.....	29
Ph del medio.....	30
Salinidad.....	30
Relación carbono / nitrógeno (C/N).....	31
Características del sustrato ideal.....	31
a) Físicas.	31
b) Químicas.	32
c) Otras propiedades.	32

Composta.....	32
Proceso de composteo.....	33
Fases del proceso de compostaje	34
Lombricomposta	35
Las Sustancias húmicas	36
Acciones de las sustancias húmicas	37
Sobre el suelo	37
Sobre la planta	38
Producción de plántulas.	38
El semillero.	38
Tipos de semilleros	40
Cuidados del semillero	41
El Uso de las Algas en la Producción Agrícola	42
Composición Química de las Algas	43
Tipos de Abonos de Algas	44
Importancia de las algas	45
Alga Root ^{MR}	45
ALGAENZIMS ^{MR}	45
CUAJAENZIMS ^{MR} (Cuajador de frutos)	46
FRUTOENZIMS ^{MR} (Llenador de frutos)	46
TURBOENZIMS ^{MR}	46
Métodos de aplicación de ALGAENZIMS ^{MR} , dosis y tiempos	47
ALGAENZIMS ^{MR} Aplicadas en forma Foliar	47
Nutrición Foliar	48
MATERIALES Y METODOS	51
Localización del área experimental	51
Material vegetativo	51
Materiales utilizados	52
Sustrato para almacigo	52
Sustrato para el establecimiento del cultivo	53
Fertilizantes sólidos utilizados	53
Fertilizantes foliares utilizados	53
Descripción de los fertilizantes foliares	54
Foli – Gro (20 – 30 – 10)	54

MASTERGROW	54
FertiDrip 11-02-42	55
Sequestrene 138 Fe	56
Sinercalcio	56
Insecticidas	57
Descripción de los insecticidas utilizados	57
DANAMIM ^{MR} 40 CE	57
CONFIDOR ^R 350 SC	57
Funguicidas	58
Descripción de fungicidas utilizados	58
Captan ^R 50 PH.	58
Manzate ^R 200 DF.	58
Cuperhidro	59
Tecto ^R 60	59
Viretrol 20500	60
Descripción del invernadero	60
Diseño experimental	61
Arreglo Factorial 3X2X 2	61
Metodología	64
Desinfección de charolas	64
Siembra del Almacigo	64
Cuidados del Almacigo	65
Esterilización del Sustrato	65
Desinfección del Invernadero	65
Llenado de Bolsas	66
Establecimiento del Cultivo	67
Transplante	67
Riegos	67
Podas	68
Fertilización	68
Tratamiento Palau	68
Control de Plagas y Enfermedades	70
Cosecha	70
Variables evaluadas	71

Altura de planta	71
Número de hojas por planta	71
Cobertura de planta	71
Numero de flores	71
Numero de flores amarradas	72
Numero de Frutos cosechados	72
Diámetro Ecuatorial y Polar del fruto por planta	72
Peso de los frutos por planta	72
Rendimiento en Kg	72
RESULTADOS Y DISCUSIONES	73
Altura final de la planta	73
Número de hojas por planta	76
Cobertura final de la planta en cm ²	78
Número de flores	80
Número de flores amarradas	82
Número de frutos cosechados	84
Diámetro ecuatorial del fruto	86
Diámetro polar del fruto	88
Peso de los frutos por planta	90
Rendimiento en Kg. / ha	92
CONCLUSIÓN	94
RECOMENDACIONES	95
LITERATURA CITADA	96

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. Principales países productores de jitomate 1997–2003 (Millones de ton.)	11
2.2. Concentración de nitratos y potasio para pecíolos de hojas Jóvenes completamente expeditas de jitomate.	23
2.3. La relación entre las temperaturas de germinación y días que tarda en nacer la semilla	42
2.4. Composición química de <i>Sargassum acinarium</i>	43
3.1. Descripción de los 12 tratamientos, como resultado del arreglo factorial.	62
3.2. Arreglo de los tratamientos completamente al azar dentro del invernadero.	63
3.3. Contenido de peso y volumen, de acuerdo al sustrato de la bolsa	66
3.4. Programa de aplicaciones de los productos de PALAU BIOQUIM. S. A. de C. V. en el cultivo de tomate	69
4.1. Análisis de varianza y significancia, para la altura final de las plantas de tomate híbrido Rougella Rz.	74
4.2 Comparación de medias para la altura final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	74
4.3 Análisis de varianza y significancia para el número de hojas al final del trabajo, para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	76
4.4 Comparación de medias para el número de hojas presente al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	77
4.5 Análisis de varianza y significancia para la cobertura de la planta en cm ² , al final del trabajo, para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	78
4.6 Comparación de medias para la cobertura de la planta en cm ² al final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	79
4.7 Análisis de varianza y significancia para el número de flores al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	80

4. 8 Comparación de medias para el número de flores contabilizadas al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	81
4. 9 Análisis de varianza y significancia para el número de flores amarradas al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	82
4.10 Comparaciones de medias para el número de flores amarradas, contabilizadas al final del trabajo de la planta de Tomate híbrido Rougella Rz.....	83
4.11 Análisis de varianza y significancia para el numero de frutos cosechados al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	84
4.12 Comparación de medias para el número de frutos cosechados contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	85
4.13 Análisis de varianza y significancia para el diámetro ecuatorial de los frutos cosechados al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	86
4.14 Comparación de medias para el diámetro ecuatorial del fruto en (mm) contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	87
4.15 Análisis de varianza y significancia para el diámetro polar en (mm), para los frutos cosechados en la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	88
4.16 Comparación de medias para el diámetro polar del fruto en (mm) contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	89
4.17 Análisis de varianza y significancia para el peso total de los frutos en grs., para los frutos cosechados en la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	90
4.18 Comparación de medias para el peso total de los frutos en (grs.) contabilizados en la cosecha de los frutos de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
2. 1 Plántulas en charolas de poliestireno.....	7
2. 2. Sistema radicular de la plántula de tomate.....	7
2. 3 Tallo de la planta de tomate.....	8
2. 4 Hojas de la planta de tomate.....	9
2. 5. Inflorescencia de la planta de tomate.....	9
2. 6 Racimo de fruto de la planta de tomate.....	10
2. 7. Poda de brotes axilares o “chupones”.....	15
3.1 Siembra de las semillas de tomate híbrido Rougella Rz en las charolas de poliestireno.....	64
3. 2 Transplante de las plántulas de tomate híbrido Rougella Rz.....	67
4.1 Graficación de la altura final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	75
4.2 Comportamiento de la planta de tomate híbrido Raugella Rz. Después del transplante, hasta el último corte.....	75
4.3 Graficación del número de hojas presentes al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	77
4. 4 Graficación de la cobertura de la planta en cm^2 final por tratamientos en el tomate híbrido Rougella Rz.....	79
4. 5 Graficación del número de flores presentes al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	81
4. 6 Graficación del número de flores amarradas contabilizadas al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	83
4. 7 Graficación del número de frutos cosechados presentes al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.	85
4. 8 Graficación del diámetro ecuatorial de los frutos cosechados en (mm), para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	87

4. 9 Graficación del diámetro polar de los frutos cosechados en (mm), para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	89
4. 10 Graficación del peso total de los frutos cosechados en (grs.), en la planta de tomate híbrido Rougella Rz.....	91

INTRODUCCIÓN

El jitomate o “tomate rojo” es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país, debido a su valor de su producción y la demanda de mano de obra que genera, ya que es el principal producto hortícola de exportación. En México se produce para su comercialización distintas variedades como el tomate “bola” y “saladett” que son los de mayor producción, sin olvidar algunas como el tomate “cherry” cuya participación es reducida.

En México como en otras partes del mundo, preferimos consumir el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc., gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado.

Por la importancia que tiene el tomate en nuestro país, es necesario tener buenas condiciones de manejo y una de esas formas es bajo invernadero, ya que con este tipo de producción se obtiene altos rendimientos y una mejor calidad del fruto para los mercados extranjeros. Además del éxito de la producción depende en gran medida de las características de las plántulas, es uno de los métodos que nos permite tener grandes beneficios, así como de sanidad y poblaciones homogéneas.

A través del tiempo, el hombre ha hecho lo necesario para hacer mas eficiente la producción de los cultivos, para que de esta forma obtener la mayor disponibilidad de los recursos que dispone (agua, suelo, fertilizante, etc.), para los cuales se deben de crearse o aportarse técnicas que permitan tener mayor rendimiento posible, mayor calidad y en épocas precisas para su venta en el exterior, con la mínima inversión. El uso de plásticos en la agricultura, que mediante su aplicación en sus diversas modalidades (invernaderos, macro túneles, acolchados, cintillas, etc.) proporcionan condiciones mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos, obteniéndose mayor cantidad y calidad de los productos, así como adelantar el inicio de cosechas y producir en épocas no programadas, entre otras ventajas.

La producción tecnificada de jitomate implica entre otros aspectos, el establecimiento del cultivo por transplante, lo que hace necesario la producción de plántulas en viveros. en esta etapa, es imprescindible la utilización de sustratos apropiados para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas de alta calidad y vigor, ya que con esas características tendrán la capacidad de continuar su desarrollo y expresar su potencial productivo cuando se establezcan en el campo.

Cuando se busca obtener buenos rendimientos en los cultivos, es indispensable considerar un factor de suma importancia, como es el caso de la nutrición vegetal, siendo un aspecto vital para la calidad del producto que se espera obtener. Proporcionándole a la planta los nutrientes necesarios en las cantidades adecuadas, ya que el suelo no puede abastecer en su totalidad los requerimientos del cultivo, mucho menos cuando este demanda más aplicaciones de nutrientes en sus diferentes etapas fenológicas. Un buen programa de nutrición busca y persigue que la planta exprese al máximo su potencial genético, el cual se refleja en un buen establecimiento del cultivo, un desarrollo y crecimiento vigoroso, y como consecuencia un alto rendimiento y calidad del producto.

Otro aspecto que ha contribuido al incremento de la producción agrícola es el uso de las semillas seleccionadas, el buen control de las plagas, enfermedades y malezas, sin embargo, en la mayoría de los casos habría sido imposible aumentar dichos rendimientos si no se hubiera dispuesto de los productos orgánicos que proporcionan los nutrientes necesarios requeridos para los cultivos.

Justificación.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es dar a conocer cuáles son los beneficios que trae la aplicación de productos orgánicos a base de algas (PALAU BIOQUIM), con la fertilización convencional, en un material de tomate Híbrido (ROUGELLA RZ) con resistencia a TmC5VF₂, bajo condiciones de invernadero.

OBJETIVOS

- Estimar los efectos del tomate Híbrido ROUGELLA RZ, aplicando un programa de aplicaciones de Tratamiento Palau (PALAU BIOQUÍM.), con tres sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.
- Observar los comportamientos de rendimiento de la planta de Tomate Híbrido Rougella Rz., bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar las aplicaciones del tratamiento Palau y los efectos de rendimiento en las plantas de Tomate Híbrido ROUGELLA RZ, establecidos en tres sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

HIPOTESIS

- Se asume que al menos uno de los tres sustratos orgánicos utilizados en este experimento presentara mayor rendimiento sobre los otros.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es miembro de la familia de las solanáceas, es una planta de nativa de América tropical cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. (León y Arosemena, 1980).

El jitomate o “tomate rojo” es originario de América del sur, se considera a México como centro más importante de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo.

Clasificación botánica

El tomate ha sido clasificado de la siguiente manera: (Flores, 1980).

Reino..... Vegetal

División..... Tracheophyta

Subdivisión.....Peteropsidae

Clase.....Angiospermae

Subclase.....Personatae

Familia.....Solanaceae

Género.....Lycopersicon

Especie.....esculentum

Características botánicas

Morato (1992), reporta que el genero Lycopersicon contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceas que crecen en forma y tamaño diferente, esto es de acuerdo con los métodos de cultivo, existiendo variedades que llegan alcanzar hasta tres metros de altura o un poco mas, esta depende de la velocidad de crecimiento. Es una planta hermafrodita, autógama, con tres o cinco por ciento de polinización cruzada debido a los insectos.

Anderlini (1979), señala que la planta de tomate es muy sensible a las heladas, es un cultivo anual, cuya altura de la planta joven esta precedida por el desarrollo del tallo, que después de haber producido hojas sobre sus diversos nudos acaba en una inflorescencia apical o en un racimo estéril. El retoño que aparece en la axila en la última hoja prosigue su alargamiento procediendo hojas y terminando en una inflorescencia.

Características morfológicas

Plántula

El termino plántula se le designa aquella planta pequeña producida por semilla de pocas semanas de edad y que se utiliza en los cultivos de transplante, se recomienda hacer primero un almacigo, pues esta tiene la capacidad de reproducir sus raicillas y pelos absorbentes rápidamente (Cásseres, 1981).

Figura 2. 1. Plántulas en charolas de poliestireno.



Raíz

El sistema radicular del tomate esta constituido por la raíz principal, raíces secundarias raíces adventicias, haciendo que el tomate tenga sistema radicular muy extenso (Piquen, et al., 1986).

Valadéz (1993), reporta que el sistema radicular del tomate es fibroso y robusto, pudiendo llegar a medir hasta 1.8 metros de profundidad.

Figura 2. 2. Sistema radicular de la plántula de tomate.



Tallo

Los tallos en los tomates son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, con un diámetro de 2 a 4 centímetros en la base; alcanzan altura de 2 a 4 metros; presentando un crecimiento simpódico. Esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el cortex cuya células más externas tiene clorofila y son fotosintéticas, mientras las tiernas son del tipo colénquima y ayudan a soportar al tallo (Valadéz, 1993 y Piquen, 1986).

Figura 2. 3. Tallo de la planta de tomate.



Hojas

Las hojas son grandes de 15 a 20 centímetros de largo con poco menos de ancho, compuesta de un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales divididas en diferentes tonalidades de color verde y distintas formas, según la variedad. En las axilas de las hojas se forman las yemas que producen los tallos secundarios (Coleman y Greyson, 1976).

Figura 2. 4. Hojas de la planta de tomate.



Flor

El racimo floral “inflorescencia” esta compuesto de varios ejes en las cuales tienen una flor de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestas de cinco sépalos respectivamente, las anteras contienen el polen y se encuentran unidas en forma de tubo, de arreglo angosto que rodea y cubre el estilo y estigma, dicho arreglo asegura e mecanismo de autofecundación. La inflorescencia se forma a partir del sexto o séptimo nudo y cada una o dos hojas se encuentran las flores en plantas de habito determinado (Anderlini, 1979 y León, 1980).

Figura 2. 5. Inflorescencia de la planta de tomate.



Fruto

Valadéz (1993), señala que el fruto del tomate es una baya compuesta por varios lóculos, pudiendo contar con dos lóculos (bilocular) o mas (multi o plurilocular). El color mas común es el rojo y existen amarillos, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial desde 10 cm., su peso final a la madurez oscila entre los 5 y los 500 gramos, este estará en función de la variedad y condiciones de desarrollo.

Figura 2. 6. Racimo de fruto de la planta de tomate.



Estadísticas y distribución

El tomate se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas de los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la Producción en el mundo. La papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este ultimo cultivo representa no solo en el comercio, si no en el sistema alimentario mundial (Agrored, 2004).

Principales países productores

Con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), los principales productores de jitomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la Producción mundial.

China ha sido el principal productor mundial de jitomate al promediar 14.4 millones de toneladas anuales lo que representa el 16.45% mundial, seguida por los Estados Unidos de América en el mismo periodo, se ubico en 11.16 millones de toneladas lo que representó el 12.51%, Turquía el promedio anual de Producción, a sido de 6.80 millones de toneladas, representa el 7.62%, Italia con 6.03 millones de toneladas el 6.76%. la India con un promedio de 6.37 millones toneladas producidas, representando el 7.14% de la Producción mundial. En Egipto 5.50 millones de toneladas de jitomate producido en el mismo periodo que los anteriores y representa el 6.17%.

Cuadra 2.1. Principales países productores de jitomate 1997–2003

(Millones de ton.)

País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
China	13.17	15.53	16.36	17.09	17.90	19.32	20.13
E. U. A	11.78	11.87	10.53	10.00	13.31	11.27	10.25
Turquía	7.25	7.80	6.60	6.60	7.80	6.80	6.80
Egipto	5.03	5.99	5.87	5.75	6.27	6.78	6.57
India	5.26	6.00	7.00	7.50	8.27	8.50	8.50
Italia	5.18	6.52	5.57	5.97	7.25	7.53	6.33
Mundial	86.73	92.93	89.31	94.33	104.36	101.97	100.25

Fuente: FAOSTAT, 2004

Por lo que respecta a las exportaciones mundiales de jitomate éstas representan un crecimiento cercano al 61.55% de 1993/ 2003, los principales exportadores son Holanda, España, México y Bélgica-Luxemburgo, los cuales en conjunto exportan cerca del 70% del total mundial.

Situación nacional

Según los datos que reporta (Agrored, 2004), la situación geográfica de México y el uso intensivo de tecnologías de Producción permite la explotación en dos ciclos agrícolas: otoño-Invierno se produce el 55% y el resto en Primavera-Verano; además el 85% de su Producción proviene de zonas de riego y el 25% de las áreas de temporal. En el 2003 los principales estados productores de jitomate fueron: Sinaloa es el estado productor por excelencia con 16,533 hectáreas, seguido de Michoacán con 8,576 has; San Luís Potosí con 7,670 has; Morelos con 4,216 has; Jalisco con 3,330 has. Nayarit con 1,783 has. Hasta el año 2003, sumando casi el 78% del total de las casi 59 mil hectáreas sembradas en todo el país.

Requerimiento edafoclimaticos

Suelo

El cultivo requiere suelos profundos, francos o franco-arcillosos, ricos en materia orgánica y suelos ligeramente ácidos, con pH entre 6 y 7. A pH menor de 5.5 o mayor de 7 se recomienda realizar las enmiendas necesarias al suelo, para aprovechar los nutrientes al máximo. Las variedades en producción en el país se adaptan mejor a altitudes entre 0 y 1,500 msnm. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo se encuentra a entre 16 y 25 °C.

Selección del material por región: En adición a las características del suelo y clima, el material que se sembrará debe ser seleccionado por su rendimiento potencial, adaptabilidad a la zona, hábitos de crecimiento, tiempo de maduración y resistencia a plagas, particularmente patógenos. Una descripción muy completa de las variedades en el país incluyendo las que han sido evaluadas por ICTA, se encuentran en Villela (1993).

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

Particularidades del cultivo

Marcos de plantación

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm. (www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm - 148k).

Fertilización

Las pérdidas de extracciones de nutrientes del suelo pueden variar bastante según el material cultivado y el rendimiento obtenido, incluso dentro de una variedad, la extracción, esta en función de las técnicas de cultivo empleadas, como termino medio y en el cultivo normal. En el cultivo del tomate se puede recomendar la siguiente formula. Esta formula variara de acuerdo al tipo de suelo, y al tipo de material a utilizar.

500 – 700 Kg. De N/ha

100 – 200 Kg. De P_2O_5 /ha

1000 – 1200 Kg. De K_2O /ha

100 – 200 Kg. De MgO/ha

Poda de formación

La poda de formación es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, y se realiza a los 15-20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Disagro, 1996).

Figura 2. 7. Poda de brotes axilares o “chupones”.



Poda de brote apical

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

Tutorado

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

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anulado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre.

Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre. (www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm - 148k).

Uso de invernaderos

Un invernadero es un espacio delimitado por una estructura metálica cubierta por materiales tan diversos como vidrio, plásticos transparentes, placas de policarbonato, PVC o Acrílico y cuyo objetivo es aislar el cultivo del medio (frío, insectos y lluvia) y tener un mayor control de la fertilización, el riego y clima interno (temperatura y humedad relativa). Los dos principales enfoques del uso de invernaderos en México son: 1) obtener cosechas en épocas en que las condiciones climáticas no son favorables para conseguir el desarrollo, floración, fructificación y producción adecuados y superiores a los que los agricultores consideran aceptables, 2) mejorar la calidad de los productos cosechados, aumentar la productividad y reducir los riesgos de pérdidas debidas a las incidencias recurrente a las enfermedades y de plagas. (Bautista y Alvarado, 2005).

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de rendimientos y de la calidad del producto final.

Ventajas del uso de invernadero.

Las ventajas que tienen los invernaderos para la buena obtención de los cultivos son:

- Aumento en el rendimiento.
- Obtener cosechas fuera de época.
- Frutos de mayor calidad.
- Ahorro de agua.
- Control de plagas y enfermedades.
- Instalación de riego automático.
- Siembra de variedades selectas con mayores rendimientos.
- Obtener de dos a tres cosechas al año en la misma parcela.

Desventaja del uso de invernadero.

Teniendo como desventaja principal el costo de inversión, con la necesidad de desarrollar tecnología que se ajuste a las condiciones de los agricultores (Hanan, et al, 1978).

Control de los factores ambientales dentro de un invernadero.

Temperatura

Según Benavente (2000), este es uno de los parámetros más importantes a tomar en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es uno de los que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Normalmente la temperatura óptima para las plantas se encuentra entre los 10 y 20°C. En los invernaderos puede influirse sobre temperatura mediante: riego, ventilación y diferentes tipos de plásticos en techumbre (efectos del invernadero).

Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Así mismo se deben aclarar los siguientes conceptos de temperaturas, que indican los valores objetivos a tener en cuenta para el buen funcionamiento del cultivo y sus limitaciones:

- Temperatura mínima letal. Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta.
- Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.
- Temperaturas óptimas nocturnas y diurnas. Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta.

Humedad relativa

La humedad relativa ideal bajo invernadero para tomates es de 50-60% (Rodríguez, 1997), la HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva, las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de bajo amarre de fruto.

Para que la HR se encuentre lo más cerca posible del óptimo, el agricultor debe ayudarse del higrómetro. El exceso puede reducirse mediante ventilado, aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo, La falta puede corregirse con riesgos, llenando canalillas o balsetas de agua, pulverizando agua en el ambiente, ventilando y sombreado. La ventilación cenital en invernaderos con anchura superior a 40m es muy recomendable, tanto para el control de la temperatura como de la HR.

La luminosidad

Según Matallana (1995), a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores.

Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

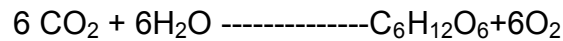
- Materiales de cubierta con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.
- Acolchado del suelo con plástico blanco.

En verano para reducir la luminosidad se emplean:

- Blanqueo de cubiertas.
- Mallas de sombreado.
- Acolchados de plástico negro.

CO₂

El dióxido de carbono (CO₂), forma parte de la composición del aire y es imprescindible para la realización de la fotosíntesis.



Como se ve en la reacción se ha obtenido mediante la fotosíntesis materia orgánica más oxígeno libre.

A lo largo de 24 días evoluciona entre 200 y 500 ppm, pudiéndose considerar que su valor medio es de 300ppm. Este valor lo podemos considerar general deficitario para la mayoría de las plantas y en el supuesto de disponer de suficiente luz, agua y temperatura adecuada constituirá su efecto un freno importante para el desarrollo de las mismas.

En el interior del invernadero no existe por lo común la facilidad de renovación del aire, y con ello durante el día, cuando se realiza la fotosíntesis, el defecto del CO₂ es más acusado. Durante la noche, debido a la respiración vegetal, en el nivel de CO₂ en ppm es superior al exterior.

El CO₂ al invernadero relacionándolo con el aporte energético, de momento se puede considerar que por termino medio las plantas tendrán su óptimo de fotosíntesis entre 600 y 900 ppm de CO₂ (Quezada, 1989).

El anhídrido carbónico de la atmósfera es la materia prima imprescindible de la función clorofílica de las plantas. El enriquecimiento de la atmósfera del invernadero con CO₂, es muy interesante en muchos cultivos, tanto en hortalizas como en flores.

En los invernaderos no se aplique anhídrido carbónico, la concentración de este gas es muy variable a lo largo del día. Alcanza el máximo de la concentración final de la noche y el mínimo a las horas de máxima luz que coinciden con el mediodía. En un invernadero cerrado por la noche, antes de que se inicie la ventilación por la mañana, la concentración de CO₂ puede llegar a límites mínimos de 0,005-0,01%, que los vegetales no pueden tomarlo y la fotosíntesis es nula. En el caso que el invernadero esté cerrado durante todo el día en épocas demasiado frías, esa concentración mínima sigue disminuyendo y los vegetales se encuentran en situación de extrema necesidad en CO₂ para poder realizar la fotosíntesis (Lorenzo, et al, 1997).

Riego

Quezada (1989), cita que el invernadero debe contar con un sistema de ventilación dependiendo del cultivo que se implantará para evitar las enfermedades fungosas por exceso de humedad.

El riego es una práctica agrícola necesaria y muy importante para el adecuado crecimiento de las plantas. Aunque el tomate resiste bien la sequía es preciso suministrar suficiente agua.

Fertirrigación

En invernadero, la densidad de las plantas debe ser el doble o mas de las que se utilizan en campo. Por tal razón, resulta difícil utilizar recomendaciones de campo para cultivo en invernadero. En campo las plantas permanecen por 4 meses; en invernadero pueden permanecer de 6 a 8 meses. Por esta razón se ha desarrollado cuadros en los que se indican la concentración de nitratos, fosfato y de potasio en la savia de pecíolo. Este análisis, junto con el monitoreo de la conductividad de la solución del suelo (esta debe de ser menor que 3.0 dS/m) son referencias que indican al productor cuando y en que magnitud fertilizar.

Cuadro 2.2. Concentración de nitratos y potasio para pecíolos de hojas

Jóvenes completamente expeditas de jitomate.

Estadio	N-NO ₃ '	K	N-NO ₃ ''	N-NO ₃ ⁺
(mg/L o ppm)				
Primeras flore abiertas	1000	1200	700-900	
Frutos de 2 cm. de diámetro	3500	4000	500-600	600-800
Frutos de 5 cm. de diámetro	600	800		
Primera cosecha	3500	4000	400-500	400-600
Segunda cosecha	400	600	300-400	300-400

'U. de florida, "UC-Davis, ⁺ Hochtuth y Clark (1991).

Tipos de producción de jitomate en invernadero

En invernadero se puede optar por sistemas de bajas y de altas densidades de siembras, así como en cultivar en suelo o con sustratos para cultivo hidropónico. El primer sistema se utiliza de tres a cinco plantas de jitomate/ m² por periodos de hasta 8 meses. En el segundo sistema, o de alta densidad, se utiliza una densidad de hasta 8 plantas/ m², pero se cosechan tres o cuatro racimos y se inicia un nuevo ciclo (Bautista y Alvarado, 2005).

Sustratos

¿Qué es un sustrato?

Un sustrato es todo material sólido distinto al suelo natural, de síntesis o residual mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando un papel de soporte para la planta (Ansorena, 1994).

El sustrato adecuado al cultivo es aquel capaz de retener un volumen suficiente de agua, aire y nutrimentos en forma disponible para la planta. Así mismo debe ser bien drenado y permitir el rápido lavado del exceso de sales que se acumulan en el sustrato y daña las plantas (Avidán, et al, 2004).

Sustratos hortícolas

En horticultura, el termino sustrato se aplica a todo mineral sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un recipiente, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular y, por tanto, desempeña un papel de soporte para la planta (Abad, 1997).

Propiedades físicas de los sustratos.

Ansorena (1994), menciona que la naturaleza y del tamaño de las partículas dependerán principalmente, de las propiedades físicas, que son las que podemos ver y sentir; granulometría, color, retención de agua y aeración.

Abad (1993), reporta también que las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísimo importancia; ya que una vez que el sustrato este en el contenedor la planta creciendo en el, no es posible modificar prácticamente las características del sustrato, debe contener: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que mantendrá las condiciones antes mencionadas, baja densidad aparente, elevada porosidad, estructura estable que impedirá la contracción del medio.

Porosidad

Es el volumen total no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor optimo no debe de ser inferior al 80-85% (Terrez, et al, 1997). La porosidad de un material es el porcentaje del volumen de espacios libres que forman entre las partículas o dentro de las mismas (Bastida, 2002).

Agua fácilmente disponible

El agua contenida por los sustratos, después de haber sido saturado y dejado drenar 10 cm. de columna de agua (c. a.). El agua fácilmente disponible favorece el crecimiento y desarrollote las plantas. Resulta por ello muy importante un valor elevado de esta agua en el sustrato (García, 1999).

Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien de la densidad calculada, considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varia según la materia que se trate y suele oscilar entre 2.5 – 3.0 para la mayoría de los de rigen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo (Terrez, et al, 1997).

Estructura

Se refiere a la forma en que esta compuesto un sustrato, puede ser granular como la mayoría de los sustratos mineral o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable. Acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que en la segunda dependerá de las formas de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cimentación, conserva formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tiene cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (Terrez, et al, 1997).

Granulometría

La granulometría se refiere a la dimensión de las partículas que constituye un material disgregado y la proporción en que se mezcle.

Es común que los sustratos estén formados por la mezcla de partículas (corteza, arena, etc.), o fibras (turba, lana de roca) de diferentes tamaños. Dependiendo de la naturaleza de estos materiales tendrán en su interior poros de diferentes tamaños, que constituyen la porosidad interna o intra particular, pero además quedaran huecos entre partículas, tanto mas grande, mayor será el tamaño de las partículas que lo componen el sustrato, que dan lugar a la porosidad interparticular. De ahí la importancia de la granulometría en las propiedades físicas (Ansorena, 1994).

Espacio poroso total

Se define como el volumen total no ocupado por partículas. Ese es la función de la distribución granulométrica que dará como resultado, la aparición de poros capilares de tamaño pequeño y poros capilares de mayor tamaño, los primeros tienen la capacidad de retención de agua, mientras que los no capilares se vacían después de cada riego, cuando el sustrato se ha drenado, son por los tantos poros de aireación (García, 1999).

Estos espacios se clasifican en porosidad externa e interna. Los espacios porosos que se forman entre las partículas originan la porosidad externa. Estas se generan por la forma de empaquetamiento y grado de compactación a la que se someten los materiales; además, esta influida por el tamaño del recipiente y la forma, tamaño, naturaleza y características de las partículas constituyentes de la fracción sólida (Bastida, 2002).

Capacidad de aireación

Se define como el volumen proporcional del sustrato que queda ocupado por el aire después de haber sido saturado y dejado drenar. Es por eso que aparte del espacio poroso no capilar, como norma general resulta después de una tensión de succión de 10 cm., de columna de agua (c. a.). La capacidad de aireación de un sustrato es modificable como el manejo del riego. Riegos de pequeño volumen y frecuentes van a mantener el sustrato en su máxima capacidad de retención de agua, por lo que la capacidad de aireación no se ve incrementada. Pero riegos amplios y espaciados van a promover que el espacio poroso capilar pierda agua y sea ocupado por aire, incrementando así la capacidad de aireación del sustrato. El déficit de oxígeno a nivel radicular promueve la muerte de las raíces y la aparición de enfermedades causadas por hongos (García, 1999).

Temperatura del sustrato

La temperatura juega un papel muy importante sobre el oxígeno y la solución nutritiva. La disponibilidad del oxígeno disminuye con el aumento de la temperatura, pero, sin embargo, aumenta la capacidad de difusión del mismo, así parece que ambos fenómenos se compensan, además se ha descrito una fuerte disminución en la absorción de diversas sustancias nutritivas como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio cuando la temperatura baja de 10 – 13 °C.

Para el tomate los valores a respetar son:

Mínimo 13 °C por de bajo de esta, el crecimiento es mínimo y los accidentes son posibles si la temperatura del aire es elevada. La planta manifiesta carencia.

Ótimo: 18 – 22 °C varían según las variedades.

Máximo: 30 °C si el sistema radicular esta demasiado caliente se produce un desequilibrio en el crecimiento de la planta, baja la Producción y la calidad del fruto (García 1999).

Propiedades químicas de los sustratos

Las propiedades químicas e los sustratos caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato: reacciones de disolución e hidrólisis de los constituyentes minerales (química), reacciones de intercambio de iones (Fisicoquímica) y reacciones de biodegradación de la materia orgánica (bioquímica), (Bautista y Alvarado, 2005).

Abad (1993), menciona que los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interaccionan con la solución nutritiva, suministrando nutrimento, actuando como reserva de los mismos, a través de la capacidad de intercambio catiónico, que a su vez depende del pH.

Capacidad de intercambio catiónico

Se define como la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o volumen del sustrato. Estos cationes quedan fuertemente retenidos, frente al efecto lixiviante del agua y están usualmente disponibles para la planta (Abad, 1997).

El valor óptimo del sustrato dependerá de la frecuencia del Fertirriego que se maneje. Si la fertirrigación es permanente, la C. I. C de los materiales no representa ninguna ventaja, recomendándose mejor el uso de materiales inertes con nula o muy baja C. I. C. en cambio si la fertirrigación es intermitente será mejor la utilización de materiales con moderada o alta C. I. C en todo caso superior a los 20 meq/100 gr. (Abad, 1993).

pH del medio

El pH ejerce un efecto muy importante sobre la asimilación de los elementos nutritivos por la planta. Existe un rango óptimo de pH para la absorción de cada elemento, aunque este rango es lo suficientemente amplio como para no generar serios problemas, con pH de 5.0 – 6.5 la mayoría de las sustancias nutritivas mantienen su máximo nivel de asimilación (García, 1999).

Salinidad

La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, es modificable por: disponibilidad de humedad del sustrato, el aporte de sustancias nutritivas y sus formas de ser aportadas, el estado vegetativo del cultivo, la época del año, la humedad del ambiente, la presencia de raíces en descomposición que incrementa la C. I. C (García, 1999).

Relación carbono / nitrógeno (C/N)

La relación carbono/nitrógeno en sustrato de origen orgánico informa sobre su estado de descomposición, en la que intervienen los microorganismos que, en el proceso de transformación del material, consume nitrógeno y oxígeno, principalmente. Estos datos son importantes debido a que el cultivo en sustrato orgánico puede verse limitado en la disponibilidad de estos elementos necesarios. Los materiales con relación C/N alta, son pocos estables y han de sufrir una transformación, a lo largo del tiempo, que hace variar, no solo sus propiedades químicas si no también las físicas, como reducir el volumen, la porosidad y la capacidad de aireación. La relación C/N permite apreciar el estado de degradación en el que se encuentra el material a emplear como sustrato y su estabilidad a lo largo del cultivo (Florián, 1997).

Características del sustrato ideal

a) Físicas.

- 1.- elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- 2.- suficiente suministro de aire.
- 3.- baja densidad aparente.
- 4.- elevada porosidad que permite una buena aireación y capacidad de retención de agua.
- 5.- estructura estable que impide la contracción o hinchazón del medio.

b) Químicas.

- 1.- baja capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de la fertirrigación que se utilice.
- 2.- suficiente nivel de sustancias nutritivas asimilables.
- 3.- baja salinidad.
- 4.- elevada la capacidad de tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- 5.- mínima velocidad de descomposición.

c) Otras propiedades.

- 1.- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- 2.- Reproductividad y disponibilidad.
- 3.- Bajo coste.
- 4.- Fácil de mezclar.
- 5.- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- 6.- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

Composta

La Composta es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable, permitiendo obtener “compost”, abono excelente para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión ayuda a la absorción de agua y de nutrientes por parte de las plantas (Haug, 1997).

Deffis (1991), define a la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos, al mismo tiempo, es un producto húmico y calcico; es un fertilizante químico por su aportación de microelementos al suelo, y su valor es muy apreciado.

Proceso de composteo

El proceso de la composta se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, esos seres microscópicos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora, necesita condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

El proceso de composteo con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias. Los microorganismos se desarrollan y comienzan el proceso de descomposición en el momento que se presenta condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad microbiana producirá un aumento de temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica, esta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir la descomposición. (Gliessman, 2000).

Fases del proceso de compostaje

Según Ansorena (1994), el proceso de compostaje puede dividirse en cuatro pasos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

Mesofilico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica, la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

Termofilico. Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen esporigenas actinomiceto. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de la 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Lombricomposta

Es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición; asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otra para la excreta. Es conocida también como vermicomposta y humus de lombriz (Martínez, 1999). Estas excretas son conocidas por su alto contenido de fósforo, nitrógeno otros nutrimentos, también contiene polisacáridos que aglutinan las partículas del suelo y ayudan en el desarrollo de la materia orgánica del suelo (Gliessman, 2000).

Es el mejor abono orgánico existente, completo, equilibrado y de fácil manejo, ideal para la fruticultura, floricultura, viveros, horticultura y agricultura en general. Al haber pasado por el intestino de la lombriz, y contadas las transformaciones que allí a sufrido, el compost es perfecto para la nutrición inmediata de las plantas. Las deyecciones de la lombriz han demostrado ser muy útiles para estimular el crecimiento de las plantas, dándoles además fuerza y robustez (Bellapart, 1998).

Características:

- Proporciona a los suelos permeabilidad tanto para el aire como para el agua.
- Aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.

- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin riesgo de quemar las plantas, la química del humus de lombriz es equilibrada y nos permite colocar una semilla en él sin ningún riesgo.
- No contiene productos químicos que alteren el ecosistema del suelo
- Presenta una alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo; esta flora bacteriana es la que desempeña las funciones vinculadas a la absorción de nutrientes por las raíces.

Aportando humus de lombriz al suelo de cultivo se incrementa notablemente el número de microorganismos, por esta razón hay que presentarlo como un corrector de suelos, es decir, un material indicado para mejorar el equilibrio biológico del suelo (www.lombricor.com.mx).

Las Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas son compuestos de color amarillento a negro, amorfos, muy polimerizados, con peso molecular muy elevado, naturaleza coloidal y que presentan núcleos de carácter aromático (benceno, naftaleno, furano, etc.). en estado natural todas estas sustancias están íntimamente ligadas unas con otras y con otros constituyentes orgánicos (carbohidratos, proteínas, etc.) y el papel de los distintos componentes del humus es difícil de determinar. De hecho, las diferentes fracciones húmicas representan un sistema de polímeros que varían en cuanto a su composición elemental, acidez, grados de polimerización y peso molecular (Stevenson, 1981).

Acciones de las sustancias húmicas

Sobre el suelo

La no presencia de materia orgánica en el suelo conduce a un deterioro de sus propiedades físico-químicas, mayor erosión y pérdida de productividad a medio y largo plazo. Por lo tanto, la aplicación de materia orgánica en el suelo está sobradamente justificada. Entre los efectos indirectos de las sustancias húmicas sobre la planta hay que incluir los efectos que provoca ésta en el suelo:

- Aporte de nutrientes minerales a las raíces.
- Mejora de la estructura del suelo.
- Aumento de la actividad microbiana del suelo.
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y de la capacidad tamponante del suelo a nivel de pH.
- Formación de complejos estables con cationes polivalentes y aumento así de la disponibilidad de micronutrientes para las plantas.
- Aporte de sustancias húmicas que actúan como transportadores de nutrientes.
- Facilitar el calentamiento del suelo debido a que lo oscurecen
- Afectar a la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de plaguicidas por combinarse con ellos.

Pero debemos tener en cuenta que para conseguir estas propiedades debemos aportar grandes cantidades de materia orgánica y de buena calidad.

Sobre la planta

Las sustancias húmicas presentan efectos fisiológicos en la planta. Esto implica que la planta absorbe dichas sustancias. Los ácidos húmicos se desplazan a la parte aérea en menor cantidad que los fúlvicos siendo estos últimos los que la planta absorbe mejor.

Las sustancias húmicas ejercen un efecto favorable sobre la toma y contenido de nutrientes. Para algunos elementos como el cloro, la adición de sustancias húmicas tiene efectos inhibidores por lo que puede contrarrestar los síntomas de salinidad. Pueden influir directamente en la toma de micronutrientes debido a su capacidad de formar complejos con determinados cationes como hierro, manganeso, cinc, etc. Aumentan la solubilidad del hierro en la disolución del suelo y mejoran su traslocación en el interior de la planta (www.fertiberia.com).

Producción de plántulas.

El semillero

En esta labor de cultivo es de destacar el cambio sufrido en estos últimos años. La utilización de los nuevos híbridos de alto coste trae consigo el mejoramiento y mecanización del tipo de semilleros, llegándose a generalizar estas nuevas formas dada la adaptación a la vez de estos mismos híbridos al aire libre (Rodríguez, 1997).

Por ello se han buscado sistemas de semillero que se ajusten al máximo a los siguientes puntos:

- a) Aprovechamiento máximo de las semillas.
- b) Conseguir una mayor defensa contra plagas y enfermedades.
- c) Permitir una mayor adaptación al medio donde vayan a cultivarse.
- d) Permitir una máxima mecanización.

Intentando conseguir con ello:

- Individualizar las semillas para obtener un mejor aprovechamiento y por tanto ahorro.
- Obtener plantas sanas y homogéneas al utilizar substratos estériles y de igual constitución.
- Realizar el semillero en el mismo medio que luego se cultivará.
- Ahorrar en mano de obra al poder mecanizar muchas de las fases de esta labor.

Anteriormente, los semilleros se realizaban en tajos o pocetas de terreno normal desinfectado previamente al cual se amparaba de los fuertes vientos, así como de los rayos directos del sol inicialmente mediante cañizos. En ellos se conseguían plantas a raíz desnuda, con un fuerte sistema radicular y adaptado al medio donde iban a ser cultivadas. Ahora bien muchos de estos semilleros tenían ciertas deficiencias, las cuales causaban en algunos casos plántulas enfermas a la vez que se desaprovechaban muchas al tener que realizar aclareos continuados, ya que la siembra se realizaba a voleo (Rodríguez, 1997).

Tipos de semilleros

Soil – Blocks. Es un cuadrado de sustrato o compost prensado realizado mecánicamente teniendo distintas medidas según qué tipo de plantas se siembre. Hoy en día es la forma más utilizada por los sustratos en el mercado. A veces mezclas de estos sustratos con turba son interesantes.

Jiffy – pot. Es una pastilla de turba deshidratada que al introducirse en agua adquiere la forma de una maceta rodeada de una fina malla de plástico.

Las ventajas de este sistema es su fácil preparación, esterilidad garantizada y fácil manejo. Como inconveniente principal es su alto precio. Es recomendable en cultivos de superficies pequeñas.

Paper – Pots o Maceta de papel. Suele rellenarse con compost o sustrato estéril. Tiene ciertos inconvenientes en su preparación.

Bolsa plástica. Igual que la anterior cambiando solamente el material con que están realizadas, además de ser individuales.

Su costo es relativamente alto, es difícil su mecanización en llenado aunque la bolsa dura varios años.

Maceta plástica y maceta de turba. Tiene las mismas ventajas e inconvenientes que la anterior, siendo quizá algo más caras (plástico), aunque con mayor durabilidad.

Bandeja de poliestireno expandido. Este sistema ha comenzado hace muy poco tiempo y podría ser de interés si se logrará su mecanización en llenado. Tiene como ventaja destacable que la bandeja puede llevarse con facilidad al terreno de siembra y, al regarse, las plantas con capellán salen con facilidad.

Cuidados del semillero

- ❖ Eligiendo cualquier tipo de semillero existen unos cuidados o labores comunes del mismo. Tanto mecánico como manualmente después de la siembra, la semilla debe quedar cubierta con una fina capa del mismo compost utilizando, debiendo como mínimo tener una altura de dos veces el tamaño de la semilla.
- ❖ El semillero para planta que van a ser cultivadas bajo invernadero debe realizarse en los mismos, igual que para el aire libre.
- ❖ Es conveniente hacerlo en franjas que no excedan de 1.5 m. de ancho, con pasillos de 0.5 m. entre las mismas para así tener el mejor acceso posible y mejor manipulación en cualquier caso.
- ❖ Se debe colocar plástico sobre el suelo antes de colocar los soil –blocks o jiffy – ots si se utilizarán éstos. Pasándose luego a bandejas para su distribución.
- ❖ El riego ideal a emplear será la aspersión colocada a 1 – 1.5 m. de altura con respecto a las camas. Recomendamos colocar los aspersores al revés para evitar goteras que puedan determinar las plántulas jóvenes que quedan debajo de las mismas.
- ❖ Es de gran importancia el obtener una rápida germinación, para ello es recomendable utilizar semillas con plenas garantías en cuanto a sanidad y poder germinativo. A la vez de ser la variedad que hayamos elegido.
- ❖ Las temperaturas críticas para la germinación:

Mínima	10° C
Optima	25 – 30° C
Máxima	35° C

Cuadro 2.3. La relación entre las temperaturas de germinación y días que tarda en nacer la semilla.

Temperatura °C	8	10	15	20	20	25	30	35	40
Días	No nacen	45	15	10	10	6	6	9	No nacen
Porcentaje de plantas bien germinadas.	0	0	75	95	98	98	95	70	0

- ❖ La humedad relativa debe estar en 50 – 60 %
- ❖ Siendo la luminosidad de importancia sobre todo si es escasa, perjudicando en este caso a la regularidad del semillero.

El Uso de las Algas en la Producción Agrícola

Hoy en día, hay muchas opciones más convenientes para conseguir los mismos beneficios en su huerto y campo de cultivo. Estando dos tercios de la superficie de la tierra cubierta de agua, no es sorprendente que las algas marinas comprendan la mayor parte de la vegetación y suplan la mayor cantidad del planeta. Y mientras que el número de especies de especies diferentes de algas marinas encontradas por todo el mundo es incalculable, solo unas pocas especies se cosechan para uso comercial (Norrie, 2000 b).

Las algas marinas mas usadas en la extracción de productos para la agricultura es la *Ascophyllum nodosum* del orden las Fucáceas. Estas especies es la que ha sido más extensivamente investigada con fines agrícolas. Su modo de acción ha sido atribuido a la presencia natural de los reguladores de crecimiento y a los macro y micronutrientes en las algas (Norrie, 2000 b).

Composición Química de las Algas

Por lo general las algas marinas contienen todos los macro y micro elementos, además contienen una gran variedad de compuestos orgánicos; por lo menos diecisiete de los aminoácidos comunes se encuentran en las macroalgas. Además contiene un amplio rango de vitaminas que pueden ser utilizadas por los cultivos (Canales, 1997).

Cuadro 2.4. Composición química de *Sargassum acinarium*.

Elemento	<i>Sargassum acinarium</i> (%)
Nitrógeno (N)	13.9
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.84
Potasio (K ₂ O)	2.5
Calcio (Ca)	1.2
Magnesio (Mg)	0.75
Azufre (S)	17.3
Sodio (Na)	1.0
Fierro (Fe)	0.37
Zinc (Zn)	< 0.01
Manganeso (Mn)	0.095
Cobre (Cu)	< 0.01
Boro (B)	0.22
Molibdeno (Mo)	< 0.01

Tipos de Abonos de Algas

Los abonos de las algas marinas existen en forma de polvo de aplicación inmediata para su uso en campo de cultivos y jardines públicos y privados. Además, los extractos líquidos y en polvos de algas marinas de alta calidad se presentan, en forma pura o en formulaciones específicas enriquecidos o no que van desde lo tradicionales (fertilizantes, pesticidas, etc.), hasta los productos no tradicionales (humus derivados del pescado). El número de especies de algas marinas que se encuentran a hora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*. Por supuesto los métodos de procesamiento, la calidad y la eficiencia del producto varían ampliamente según la especie de algas marinas utilizadas. Entre todas las algas marinas y los extractos que se encuentran a hora en el mercado, *Ascophyllum nodosum* quizá es la especie mas investigada y usada en aplicaciones agrícolas (Norrie, 200d).

Las aplicaciones agrícolas pueden ser foliares y/o al suelo con productos quedan desde suspensiones de una mezcla de algas marinas en polvo hasta extractos finos y solubles en agua. Las aplicaciones foliares son las populares entre las aplicaciones directas. Además, se ha demostrado que su aplicación a semillas promueve una germinación mas temprana y proporciona alas plantas mas resistencia al estrés durante su crecimiento juvenil. Las aplicaciones al suelo y la inmersión de las raíces en una solución del extracto de algas marinas se han practicado también bajo ciertas condiciones.

Importancia de las algas

Estas son utilizadas por el ser humano de diferentes maneras, por ejemplo, para la obtención de agar, como alimentos para el hombre y se han aplicado también como fertilizante (Marshall, 1987).

El uso de las algas en el sector agrícola ha ido creciendo en popularidad, por lo que esta presentando una tendencia a desarrollar un gran número de productos de algas procesadas: en forma de harina, que se aplica en el suelo del sustrato en plantas en suelo de invernadero, extractos líquidos o en polvos y, concentrados como fertilizantes foliares (Meeting, 1998).

Alga Root^{MR}

Es un bioestimulante vegetal líquido formulado en base orgánica de extractos vegetales, cuya función, es gracias a su contenido de auxinas, fósforo y ácido fúlvicos, que induce, estimula y acelera el crecimiento del sistema de raíces en la producción de plantas en charolas, almácigos, viveros o en campo (www.PALAU BIOQUIM.com).

ALGAENZIMS^{MR}

Es un producto biológico obtenido a base de extractos de algas marinas, por un proceso que se le extrae al máximo de sus componentes sin perder sus atributos. Es un producto elaborado por PALAU BIOQUIM. Es un producto puro, orgánico, con sustancias naturales, viable, con efectos similares a los reguladores de crecimiento de la planta tales como: citoquininas, giberelina, complejos enzimáticos, agentes quelantes, ácidos alginicos, carbohidratos, proteínas, vitaminas y sustancias biocidas (www.PALAU BIOQUIM.com).

CUAJAENZIMS^{MR} (Cuajador de frutos)

Es un regulador de crecimiento de aplicación foliar, diseñado para mejorar y fortalecer el proceso de fecundación y el amarre de flores y frutos en condiciones normales de desarrollo del cultivo y muy eficaz cuando las temperaturas se vuelven extremas, las cuales afectan drásticamente los rendimientos (PALAU BIOQUÍM).

FRUTOENZIMS^{MR} (Llenador de frutos)

Es un regulador de crecimiento de aplicación foliar, elaborado con extractos de algas marinas, plantas desérticas, N, P, K, Ca, Mg, S, B y Mo, y un refuerzo de citoquinina, que en conjunto incrementan la división celular, el tamaño y la calidad de los frutos y la formación de fotosintatos, necesarios para la síntesis de aminoácidos, vitaminas, azúcares y materia seca en los frutos y en la planta (PALAU BIOQUÍM).

TURBOENZIMS^{MR}

Es un complejo nutricional formulado a partir de extracto de algas marinas y plantas desérticas, con promotores de crecimiento (Auxinas, Giberelinas, Citocininas, ácido fúlvicos, ácido salicílico y betaina, entre otros), elementos mayores (N, P, K), menores (Fe, Cu, B, Zn y Mo) y benéficos (Ti, Ni, Ba, y Si) que fortalecen los mecanismos de desarrollo y de resistencia de las plantas (PALAU BIOQUÍM).

Métodos de aplicación de AlgaEnzims^{MR}, dosis y tiempos.

Las aplicaciones de estos extractos en dosis diversas y tiempos sobre un gran rango muy variable en las temperaturas para cultivos tropicales y subtropicales, así como al césped y a plantas ornamentales, han sido estudiadas con regularidad. Las dosis y tiempos de aplicación de varios extractos de algas marinas han demostrado ser específicos para los diferentes cultivos, pudiendo producir kilogramos de algas sólidas por hectárea (Jeff, 2000).

Los programas de investigación internacional están actualmente generando una riquísima información, que completa la literatura existente para la búsqueda de respuesta a las reacciones de las plantas al tratamiento con los extractos de algas marinas. Sin embargo, una gran parte de la investigación básica y aplicada sigue siendo confidencial o bien constituye un secreto profesional de los fabricantes y productores de extractos de algas marinas (Jeff, 2000).

AlgaEnzims^{MR} Aplicadas en forma Foliar

Debido a que los compuestos que constituyen, estos son solubles y balanceados, son fácilmente absorbidos por las plantas jóvenes, y de esta manera ayudan a movilizar los nutrientes en el interior de las plantas, así como también ayuda a la división celular.

La aplicación de 5 ml/litro de AlgaEnzims^{MR} en forma foliar en el cultivo de tomate “saladette”, se obtuvo en la prueba de rango múltiple (DMS = 0.05) una producción de los mejores tratamiento comparados con el testigo, fueron la aplicación foliar y al sustrato (57.9% mas que el testigo), siguiendo la aplicación foliar (21% mas que el testigo), siguiendo la aplicación al sustrato (13% mas que el testigo), (López, 2004). Las aspersiones foliares a razón de 250 ml/ha de ROOTIN en la producción de tomate variedad Río Grande en acolchado, incrementa los rendimientos en 21 ton/ha mas que el testigo (70% mas), con el 70% de fruta de primera (Álvarez, 2000).

Nutrición Foliar

Este tipo de fertilización existe desde antes de 1914 es un sistema de agricultura que consiste en suministrar por medio de aspersiones los principales nutrimentos necesarios para lograr una nutrición oportuna en los elementos críticos del desarrollo vegetal. Se ha comprobado experimentalmente que la toma de nutrimentos por la vía foliar es más rápida que por las vías comunes de la raíz y transporta a través del xilema, que es el sistema circulatorio de las plantas (Frinck, 1989).

La nutrición foliar, consiste en aportar pequeñas cantidades de minerales en forma asimilable a la planta. Es un complemento de la fertilización de suelo con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento mas oportuno (Barrenque, 1991).

SARH (1987). Menciona que la fertilización foliar tiene el propósito fundamental de corregir rápidamente las deficiencias nutricionales de carácter temporal. Para llevar en buen término esta práctica, es preciso conocer los niveles óptimos de los nutrientes más importantes en cada una de las etapas críticas del desarrollo del cultivo y su balance nutricional. En repetidas ocasiones la deficiencia de nutrimentos en los cultivos es provocada por el mal manejo de fertilizantes en cuanto a dosis, forma y época de aplicación al suelo o por vía foliar; el exceso de algunos da lugar a desvalances nutricionales y la aplicación incorrecta disminuye el aprovechamiento del fertilizante. Las plantas presentan deficiencias ligeras y agudas, que se identifican mediante análisis foliares o visualmente. También se presentan casos de toxicidad en el follaje por sobredosis de agroquímicos foliares (fungicidas, insecticidas, bioestimulantes y fertilizantes mezclados).

Fitzpatrick (1984). Menciona que los problemas nutricionales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causados por deficiencias o accesos de nutrimentos agregados al suelo o al follaje los cuales directamente inciden en la calidad y producción de los frutos.

Al nutrir las diferentes clases de plantas por las hojas se demostró científicamente en los mejores centros de investigación agrícola del mundo con resultados muy satisfactorios. Las hojas, tallos, flores, y frutos absorben los nutrimentos suministrados por aspersion en muy corto tiempo y en cantidades suficientes para corregir la mayoría de deficiencias y así evitar la caída de flores y frutos y tallos de maduración (Barbosa, 1993).

La fertilización foliar es de 10 a 15 veces mas eficiente que la del suelo y por lo general hasta el 95% de los nutrimentos son tomados por la planta y la acción de estas es rápida y no se debe únicamente a la cantidad que tiene cada elemento, si no al efecto cinético de los elementos agrupados.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área experimental

El siguiente trabajo se realizó el 12 de enero del 2006, cuando se inició con la siembra de las semillas en charolas de poliestireno; esto se llevó a cabo en el invernadero No. 1 de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Que se encuentra ubicada a 25° 23' de latitud norte y 101° 00' de longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y una altura de 1743 metros sobre el nivel del mar. Esta área está localizada en Buenavista, a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

Material vegetativo

Las semillas utilizadas se encontraban herméticamente selladas en un sobre de 100 semillas, es un tomate híbrido F₁ Rougella RZ, de crecimiento indeterminado y con resistencia TmC₅VF₂ de la casa comercial Rijk Zwaan.

Tm = Resistente a la raza 0.1 y 2 del virus del mosaico del Tabaco.

C₅ = Resistente al fulvum A, B, C, D, y E Picio de cladosporium.

V = Resistente a las tensiones comunes del Verticillium.

F = Resistente al Oxysporium o Picio de fusarium.

Materiales utilizados

- Charola de Poliestireno de 60 cavidades.
- Bolsas de polietileno negro calibre 600.
- Bascula.
- Vernier.
- Aspersor de mochila.
- Probeta.
- Tijera podadora.
- Termómetro de máximas y mínimas.
- Invernadero tipo túnel.
- Bromuro de metilo.
- Cloro al 6%.
- Hidrómetro.
- Regadera.
- Rafia.
- Alambrón.
- Cinta métrica.
- Lápiz.
- Cuaderno de notas.
- Recipiente.
- Marcador.
- Etiquetas.

Sustrato para almacigo

- Pro-mix (2).
- Vermiculita (1).
- Perlita (1/2).

Sustrato para el establecimiento del cultivo

- Composta 100 % (C).
- Lombricomposta 100 % (LB).
- Suelo de bosque 100 % (SB).

Fertilizantes sólidos utilizados

1. Urea	250 Kg./ha
2. Fosfato monoamonico	150 Kg./ha
3. Nitrato de Potasio.	400 Kg./ha
4. Nitrato de calcio.	120 Kg./ha
5. Sulfato de magnesio.	150 Kg./ha

Fertilizantes foliares utilizados

1. Foli – Gro. (20-30-10)	6. ALGAENZIMS ^{MR} .
2. MASTERGROW.	7. Alga Root ^{MR} .
3. FertiDrip 11-02-42	8. CUAJAENZIMS ^{MR} .
4. SINERCALCIO.	9. FRUTOENZIMS ^{MR} .
5. Sequestrene. 138 Fe	10. TURBOENZIMS ^{MR} .

Descripción de los fertilizantes foliares

Foli – Gro (20 – 30 – 10)

Es un fertilizante foliar recomendado para cultivos que carecen de los elementos que posee, en especial de nitrógeno, de fósforo, potasio y de elementos menores. Se recomienda aplicar a una dosis de 3 Kg. / ha; se realizó dos aplicaciones, cuando las plantas estuvieron en las charolas a una dosis de 2.5 g. / litro de agua, y una más tres días después del transplante, el 29 de febrero del 2006 a una dosis de 5 g. / ha

Composición porcentual.

- Nitrogeno ----- 20 %
- Fosforo ----- 30 %
- Potasio ----- 10 %
- Fierro ----- 0.15 %
- Zinc ----- 0.2 %
- Manganese ----- 0.1 %
- Magnesio ----- 0.1 %
- Cobre ----- 0.05 %
- Boro ----- 0.1 %

MASTERGROW

Es un compuesto químico inorgánico que se aplica en aspersión foliar, que contiene de manera concentrada los microelementos necesarios para la alimentación de las plantas de cualquier especie. Este producto se empezó a aplicar el lunes 6 de marzo del 2006, después del transplante a una dosis de 5 gr./litro de agua, a partir de la primera aplicación, se utilizó dos veces por mes hasta el final del cultivo.

Composición porcentual.

- | | | | |
|-------------------|--------|--------------------|---------|
| • Nitrógeno total | 20 % | • Cobre | 0.10 % |
| • Fósforo total | 30 % | • Manganeso | 0.10 % |
| • Potasio total | 10 % | • Zinc | 0.10 % |
| • Calcio | 1.0 % | • Molibdeno | 0.01 % |
| • Magnesio | 1.0 % | • Cobalto | 0.10 % |
| • Hierro | 0.10 % | • Azufre | 0.10 % |
| • Boro | 0.10 % | • Agentes químicos | 37.29 % |

FertiDrip 11-02-42

Es un fertilizante foliar ultra soluble enriquecido con ácidos fúlvicos y húmicos. Recomendado durante la etapa de fructificación y llenado de tubérculo a una dosis de 4 Kg. /ha, para el trabajo se realizaron tres aplicaciones; la primera en el amarre de frutos, la segunda después del primer corte y la tercera aplicación en el cuarto corte, con una dosis de 10 g. / litro de agua.

Composición porcentual.

- Nitrógeno total 11 %
- Fósforo asimilable 02 %
- Potasio soluble 42 %
- Ac. Fúlvico y húmico 02 %

Sequestrene 138 Fe

Es un quelato de fierro al 6 % en forma de polvo, que se disuelve en suficiente cantidad de agua, se aplica en forma foliar a una dosis de 500 gr. / 100 litros de agua. Se realizaron tres aplicaciones la primera el 21 de marzo del 2006, la segunda el 31 de marzo y la tercera aplicación se realizó el 10 de abril a una dosis de 5 gr. / litro de agua.

Composición porcentual.

- Fierro ----- 6 %.

SINERCALCIO

Es un fertilizante líquido a base de calcio y de nitrógeno orgánico activado con aminoácido, ácido pantoténico, nicotínico y glutámico. Se aplica en forma foliar y en el riego, es de rápida asimilación, traslocación, así como sus funciones fisiológicas y metabólicas en la planta. Se recomienda aplicar al inicio de la formación de frutos y desarrollo de frutos a una dosis de 5 litros por hectárea, y repetir a los ocho días.

Composición porcentual.

- Calcio (CaO) ----- 18 %
- Aminoácidos----- 10 %
- Nitrógeno total----- 08 %
- Acondicionadores----- 64 %

Insecticidas

- DANAMIM^{MR} 40 CE
- CONFIDOR^R 350 SC

Descripción de los insecticidas utilizados

DANAMIM^{MR} 40 CE.

Es un insecticida agrícola organofosforado en concentrado emulsionable de amplio espectro de acción, es utilizado para el cultivo de tomate a dosis de 1 l / ha, se utilizó una aplicación por mes a razón de 3 ml por litro de agua.

Composición porcentual.

- Dimetoato: 0,0-dimetil-s-(N-metilcarbamoilometilol) fosforoditioato-- 38.70 %
- Ingrediente inerte ----- 61.30 %

CONFIDOR^R 350 SC.

Insecticida agrícola de suspensión concentrada, usado para el control de insectos plagas que se presentan en los cultivos como lo son: Mosquita blanca, Diabroticas, Pulgones, Paratrioza y Trips, a dosis de 1 litro por hectárea. Para el caso del experimento se utilizaba una aplicación por mes, a razón de 3 ml por litro de agua.

Composición porcentual.

- Imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-nitroimidazolidim-2-ilidenamina
----- 30.20 %
- Ingrediente inerte ----- 69.80 %

Fungicidas.

- Captan^R 50 PH.
- Manzate^R 200 DF.
- Cuperhidro.
- Tecto^R 60
- Viretrol 20500.

Descripción de fungicidas utilizados.

Captan^R 50 PH.

Es un fungicida agrícola, de polvo humectable, es utilizado para las protecciones de las plantas atacadas por hongos. Es recomendado aplicar 2 Kg. /ha, en cultivo se aplico una ves por mes a una dosis de 6 gr. Por litro de agua.

Composición porcentual.

- N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1.2-dicarboximida ----- 50 %
- Ingrediente inerte ----- 50 %

Manzate^R 200 DF.

Fungicida agrícola de gránulos dispersables, recomendado para el control de las enfermedades fungosas que se presentan en los cultivo a una dosis de 2 kg. /ha, en el experimento se utilizo dos veces por mes después del transplante a razón de 6 gr. Por litro de agua.

Composición porcentual.

- Mancozeb ----- 75 %
- Ingrediente inerte ----- 25 %

Cuperhidro

Es un fungicida agrícola sistémico, utilizado para la aplicación de hongos en los cultivo, a una dosis de 3.5 litros / ha, la aplicación de este producto fue el 6 de marzo del 2006, a una semana después del transplante a razón de 11 ml. / litro de agua.

Composición porcentual.

- Hidróxido cuprico -----23.46 %
- Ingrediente inerte ----- 76.54%

Tecto^R 60

Es un fungicida agrícola sistémico y de contacto, para la prevención de hongos en los cultivos, se aplica 500 gr., En 100 litros de agua, se utilizo 2 gr. Por litro de agua en día del transplante el 26 de febrero del 2006.

Composición porcentual.

- Tiabendazol: 2 – (4 – Tiazolil) – Benzimidazol. ----- 60 %
- Ingredientes inertes -----40 %

Viretrol 20500

Es un producto inorgánico con alto contenido de antioxidante y de promotores regeneradores de nuevos tejidos vegetales. Se puede aplicaren forma foliar y a través del riego a una dosis de 2 l. / 400 l. de agua. En el cultivo se empezó aplicar el 27 de marzo del 2006, después las aplicaciones realizaron cada dos semanas a razón de 5 ml. / litro de agua, en forma foliar.

Contenido.

- Aminoácidos -----03.46 %
- Citocininas ----- 00.97 %
- Acondicionadores ----- 95.57 %

Descripción del invernadero.

Para el establecimiento del cultivo se utilizo el invernadero No. 2, que es de tipo túnel, semicircular o green House, que tiene un ancho de 9.15 metros, por 30.50 metros y 4.75 metros de altura al centro. La cubierta es de acrílico (Acrylt T12), con buenas condiciones de luz; controlando temperaturas no mas de 35 °C y humedad relativa mayores a 65%. También cuenta con una pared húmeda de cartón corrugado, el sistema de ventilación es por medio de extractores (ventilación activa); y en el interior cuenta con doce camas, cada cama tiene un largo de 12 metros por 0.9 metros de ancho.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para este trabajo de investigación, fue el de completamente al azar con un arreglo factorial de 3 X 2 X 2, que hacen un total de 12 tratamientos con cuatro repeticiones cada tratamiento, haciendo 48 plantas, cada una tomada como unidad experimental.

Arreglo Factorial 3X2X 2

Factor A	Factor B	Factor C
Composta 100%	Con Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau
	Sin Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau
Suelo de Bosque 100%	Con Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau
	Sin Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau
Lombricomposta 100%	Con Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau
	Sin Polvo de AlgaEnzims	Sin Tratamiento Palau
		Con Tratamiento Palau

Cuadro 3.1. Descripción de los 12 tratamientos, como resultado del arreglo factorial.

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Polvo de Algaenzims)	Factor C (Tratamiento Palau)	Color de etiqueta
1	Composta	Sin polvo de A.	Sin Trat. Palau	Morado
2	Composta	Con polvo de A.	Sin Trat. Palau	Morado
3	Composta	Sin polvo de A.	Con Trat. Palau	Morado
4	Composta	Con polvo de A.	Con Trat. Palau	Morado
5	S. de Bosque	Sin polvo de A.	Sin Trat. Palau	Verde
6	S. de Bosque	Con polvo de A.	Sin Trat. Palau	Verde
7	S. de Bosque	Sin polvo de A.	Con Trat. Palau	Verde
8	S. de Bosque	Con polvo de A.	Con Trat. Palau	Verde
9	Lombricomposta	Sin polvo de A.	Sin Trat. Palau	Rojo
10	Lombricomposta	Con polvo de A.	Sin Trat. Palau	Rojo
11	Lombricomposta	Sin polvo de A.	Con Trat. Palau	Rojo
12	Lombricomposta	Con polvo de A.	Con Trat. Palau	Rojo

Cuadro 3.2. Arreglo de los tratamientos completamente al azar dentro del invernadero.

Numero de planta	Tratamiento	Tratamiento	Numero de planta
1	T2 R3	T12 R1	25
2	T5 R1	T4 R2	26
3	T7 R3	T6 R1	27
4	T3 R4	T1 R2	28
5	T11 2R	T10 R3	29
6	T8 R3	T2 R4	30
7	T9 R4	T5 R2	31
8	T1 R1	T4 R4	32
9	T11 R4	T9 R3	33
10	T6 R2	T3 R1	34
11	T10 R4	T7 R4	35
12	T9 R1	T8 R4	36
13	T12 R2	T11 R1	37
14	T5 R3	T1 R4	38
15	T10 R1	T8 R2	39
16	T2 R2	T4 R3	40
17	T7 R2	T4 R1	41
18	T9 R2	T11 R3	42
19	T3 R2	T5 R4	43
20	T6 R4	T2 R1	44
21	T8 R1	T7 R4	45
22	T1 R3	T10 R2	46
23	T4 R3	T12 R3	47
24	T12 R4	T3 R3	48

Metodología.

Desinfección de charolas

Esta actividad se comenzó el día 11 de enero del 2006, se escogieron dos charolas de poliestireno de 60 cavidades cada una, se lavaron con jabón y después se dejaron remojando por cinco horas en un tonel que contenía cloro al 6%.

Siembra del Almacigo

Se llenaron las charolas de poliestireno con un sustrato especial, que contenía una mezcla de los siguientes sustratos: dos cubetas de Pro-mix, una de Vermiculita y media de Perlita. Unas ves llenadas las charolas con el sustrato, las semillas fueron depositadas en cada cavidad (una semilla por cavidad), se apilaron las charolas y se taparon con plástico de polietileno de color negro, destapándolas a los tres días.

Figura 3.1 Siembra de las semillas de tomate híbrido Rougella Rz en las charolas de poliestireno.



Cuidados del Almacigo

Durante el tiempo que estuvieron las plántulas en las charolas, se realizaron dos aplicaciones de enraizador (Alga Root) a una dosis de 0.5 ml/litro de agua. La primera aplicación fue el 24 de enero del 2006 y la segunda el 2 de febrero del mismo año. También se realizó una fertilización foliar con Foli-Gro con una dosis de 2.5 gr. / litro de agua. Los riegos se aplicaron todos los días y se dieron por la mañana.

Esterilización del Sustrato

Para el experimento se utilizó tres sustratos que son: Composta, suelo de Bosque y Lombricomposta, los cuales fueron esterilizados con Bromuro de metilo, durante tres días permaneció sellado con una cubierta de plástico, al cuarto día se destapó para que se aireara.

Desinfección del Invernadero

Para poder establecer el cultivo, antes se barrió, se desecharon restos de plantas, plásticos, etc., y se llevó a cabo la desinfección del invernadero con la aplicación de dos productos químicos que son: Cuperhidro 3 ml / litro de agua, mezclado con Tecto^R 60 5 gr./litro de agua y se asperjaron con una bomba de mochila en todo el invernadero, especialmente en la parte donde se estableció el cultivo.

Llenado de Bolsas

Las bolsas que se utilizó fueron de polietileno calibre 600 de color negro. Para el llenado se utilizó tres sustratos como ya se mencionó anteriormente previamente esterilizado, las bolsas contenían los kilogramos y el volumen total de cada sustrato correspondiente:

Cuadro 3. 3. Contenido de peso y volumen, de acuerdo al sustrato de la bolsa.

sustrato	Masa (Kg.)	Volumen (litro)
Composta	11.0	16
Suelo de Bosque	8.0	16
Lombricomposta	10.0	16

En total se llenaron 48 bolsas los cuales correspondía a las unidades experimentales antes mencionadas, 16 bolsas de Composta, 16 bolsas de Suelo de bosque y 16 bolsas de Lombricomposta.

Los tratamientos 2 y 4 y sus repeticiones de composta, 6 y 8 más de repeticiones de suelo de Bosque, así como los tratamientos 10 y 12 con sus repeticiones de Lombricomposta se le agregó 1 gramo de polvo de AlgaEnzims por cada kilogramo de sustrato, esto va de acuerdo al arreglo factorial de los tratamientos.

Establecimiento del Cultivo

Transplante

El transplante se llevo a cabo el día lunes 27 de febrero del 2006, por la tarde, dicha actividad se realizo en el Invernadero No. 2, se manejo una distancia entre plantas de 40 centímetros, y una distancia entre surcos de 55 cm. Las plántulas presentaban una altura de 22 cm. Con un número de 8 hojas.

Figura 3. 2. Transplante de las plántulas de tomate híbrido Rougella Rz.



Riegos

Los riegos fueron aplicados todos los días, riegos ligeros por las mañanas y riegos mas fuertes por la tarde. Se opto de esta manera debido a que se presento altas temperaturas durante el transcurso del ciclo del cultivo, lo que hacia que se perdiera rápidamente la humedad del sustrato. Además los tratamientos que contenían los sustratos de Suelo de Bosque y Lombricomposta presentaban mayor dren del agua debido que tiene mayor espacio poroso entre sus partículas.

Podas

Esta actividad se realizó manualmente y se llevó a cabo cuando los brotes axilares, también llamados comúnmente “Chupones”, presentaban un tamaño aproximado de 1.5 cm. La planta se manejó a un solo tallo (Tallo principal). También se realizaron podas de hojas viejas que se encontraban por debajo de los racimos frutales con la intención de darle aireación y buena iluminación a los frutos, para su madurez.

Fertilización

La fertilización consistió por medio de dos vías, una a base de fertilizantes sólidos (macro nutriente), que se aplicó cada 10 días al momento del riego. Y la otra vía fue a base de fertilizantes foliares (micronutrientes), que se realizaba dos veces por mes, de acuerdo a los fertilizantes antes mencionados.

Tratamiento Palau

El tratamiento consistió en la aplicación de cinco productos en forma foliar, de la empresa Palau Bioquím. S. A. de C. V., y dichos productos fueron: AlgaEnzims^{MR}, Alga Root^{MR}, TURBOENZIMS^{MR}, CUAJAENZIMS^{MR} y FRUTOENZIMS^{MR}. Con la siguiente descripción del programa de aplicación, que inició después del trasplante.

Cuadro. 3.4. Programa de aplicaciones de los productos de PALAU BIOQUIM. S. A. de C. V. en el cultivo de tomate

Productos	28/02/06	10/03/06	18/03/06	28/03/06	7/04/06	17/04/06	27/04/06	1/05/06	7/05/06	15/05/06	22/05/06	29/05/06
AlgaEnzims ^{MR}	1 ml/L. agua					0.5 ml/L. agua			0.5 ml/L. agua		0.5 ml/L. agua	
AlgaRoot ^{MR}	0.5 ml/L. agua											
TurboEnzims ^{MR}		0.25 ml/plant a		0.25 ml/plant a								
CuajaEnzims ^{MR}			2 ml/L. agua		2 ml/L. agua			2 ml/L. agua				
FrutoEnzims ^{MR}							2 ml/L. agua			2 ml/L. agua		2 ml/L. agua

Control de Plagas y Enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas y enfermedades:

- Mosquita blanca ----- Bemisia tabaci
- Trips ----- Frankliniella occidentales
- Tizón tardío ----- Fhythophtora infestans
- Tizón temprano ----- Alternaría solani
- Podredumbre blanda ----- Erwinia carotovora
- Virus del bronceado del tomate- (TSWV)

Cosecha

La cosecha se llevo a cabo en forma manual, el criterio para determinar el corte fue el cambio del color del fruto (rojo).

Variables evaluadas

Altura de planta

La medición se realizó desde la base del tallo a nivel del suelo, hasta el meristemo de crecimiento más alto. Al principio la medición se realizó con una regla graduada, posteriormente cuando las plantas fueron creciendo, dicha actividad se llevó a cabo con una cinta métrica.

Número de hojas por planta

El registro de datos se realizaba cada dos semanas, se hizo el conteo del número de hojas por planta, desde el transplante hasta el final del trabajo, sumando la totalidad de hojas por planta.

Cobertura de planta

Fue tomada en cm^2 , determinando el área foliar de la planta con una cinta métrica aproximadamente a un metro de altura desde la superficie del suelo. La medición se realizó de norte a sur y de este a oeste, cada dos semanas.

Número de flores

El número de flores se contabilizaban visualmente cada dos semanas, al final del trabajo se sumaban el total por planta y por tratamiento.

Número de flores amarradas

Las flores amarradas se contabilizaron visualmente a partir desde la aparición del pequeño fruto en el racimo floral. Sumando al final del trabajo el número de flores amarradas por planta y por tratamiento.

Número de Frutos cosechados

Se realizó el conteo de los frutos por planta de cada corte y al final se totalizaron los frutos cosechados en todo el ciclo del cultivo.

Diámetro Ecuatorial y Polar del fruto por planta

Se midieron los diámetros ecuatorial y polar de cada fruto con un vernier, y al final se obtuvo una media de cada uno de los tratamientos.

Peso de los frutos por planta

Los frutos se pesaron en una báscula por cada corte realizado y al final se obtuvo el peso total de cada planta en gramos.

Rendimiento en Kg.

Una vez obtenido los pesos totales de los tratamientos se realizó a una extrapolación a una hectárea y tener el rendimiento total por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos fueron procesados en el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), bajo el análisis de varianza de completamente al azar.

Altura final de la planta.

El análisis de varianza para esta variable podemos observar como resultado de que existe una diferencia significativa en los tratamientos, esto quiere decir que las plantas reaccionaron de forma diferente a los tratamientos aplicados. Realizando la comparación de medias al 0.05, nos da como mejores tratamiento al N° 9 que esta constituido de Lombricomposta, sin Polvo de AlgaEnzims y sin tratamiento Palau. Con una altura de 233.25 cm; aunque estadísticamente se le compare con el de Suelo de Bosque, con Polvo de AlgaEnzims y con tratamiento Palau N° 8, con una altura de 229.75 cm. Seguido de Lombricomposta, con Polvo de AlgaEnzims sin tratamiento Palau No. 10 con 222.25 cm.

El tratamiento N° 3 que esta constituido por Composta sin Polvo de AlgaEnzims y sin tratamiento Palau, fue el que presento menor altura con 174.50 cm. Teniendo una diferencia de altura de 58.75 entre los tratamientos No. 9 y No. 3.

A continuación se muestra la tabla y la grafica del crecimiento de las plantas por tratamiento al final del trabajo.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza y significancia, para la altura final de las plantas de tomate híbrido Rougella Rz.

F V	GL	S C	C M	F_c	P > F
Tratamientos	11	17323.750000	1574.886353	2.4511 *	0.021
ERROR	36	23130.750000	642.520813		
TOTAL	47	40454.500000			

C.V. = 12.20 %

Cuadro 4.2 Comparación de medias para la altura final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	MEDIAS
9	233.2500 A
8	229.7500 A
10	222.2500 A
7	219.0000 AB
11	219.0000 AB
5	211.5000 ABC
12	211.0000 ABC
6	210.5000 ABCD
4	202.7500 ABCD
2	182.7500 BCD
1	177.0000 CD
3	174.5000 D

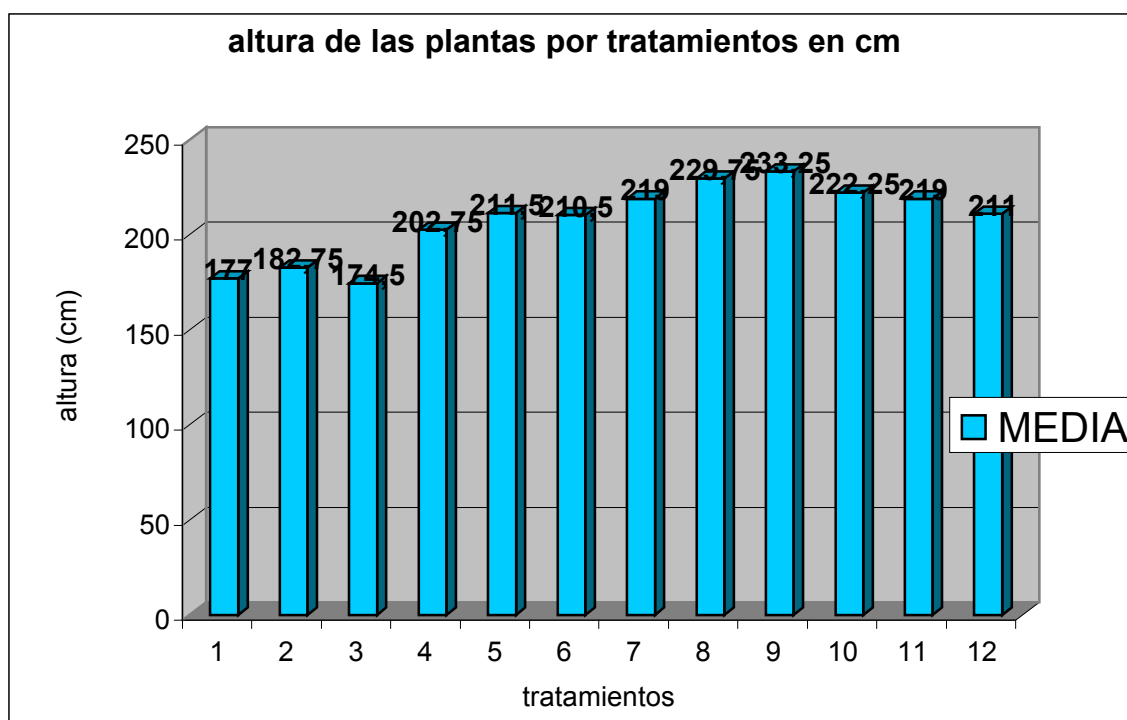


Figura. 4.1 Graficación de la altura final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

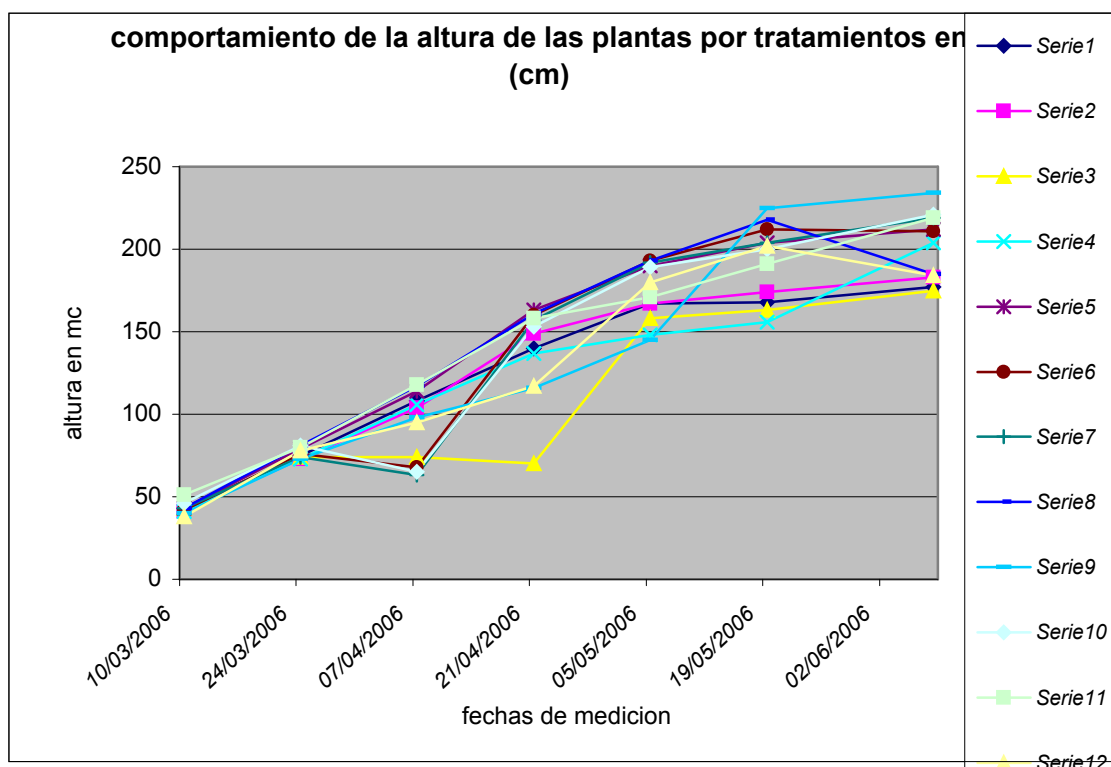


Figura. 4.2 Comportamiento de la planta de tomate híbrido Raugella Rz. Después del transplante, hasta el ultimo corte.

Número de hojas por planta

Realizando el análisis de varianza, nos indica que no existen diferencias significativas en los tratamientos; esto nos indica que las plantas reaccionaron de igual forma a los tratamientos aplicados. Por lo tanto no se realiza estadísticamente la comparación de medias. Podemos representar los datos comparando las medias numéricamente, resultando mejor tratamiento el N° 9, con 38.5 numero de hojas; seguidos de los tratamientos N° 5, N° 8 y N° 10, con 37.75 y 37.50 respectivamente, hasta llegar al tratamiento N° 1 que presento un número de hojas de 29.0, por lo tanto se considera el peor.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza y significancia para el número de hojas al final del trabajo, para la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

FV	GL	S C	CM	F	P > F
Tratamientos	11	499.417969	45.401634	1.9776 ^{N. S}	0.061
ERROR	36	826.500000	22.958334		
TOTAL	47	1325.917969			

C.V. = 13.81 %

Cuadro 4.4 Comparación de medias para el numero de hojas presente al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	REPETICION	MEDIAS
1	4	29.000000
2	4	30.000000
3	4	30.000000
4	4	33.000000
5	4	37.500000
6	4	36.500000
7	4	35.250000
8	4	37.500000
9	4	38.500000
10	4	37.750000
11	4	35.500000
12	4	36.000000

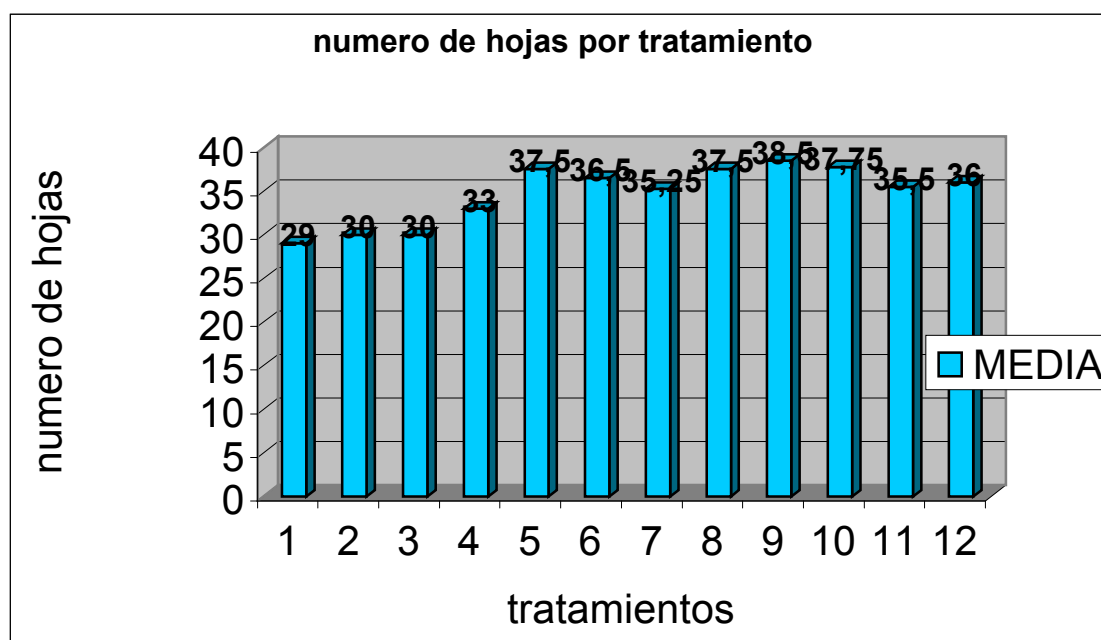


Figura. 4.3 Graficación del número de hojas presentes al final del trabajo para la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

Cobertura final de la planta en cm²

Observando el análisis de varianza arrojado por el programa estadístico, nos indica de que existe una diferencia altamente significativa, esto es igual, a que uno o más de los tratamientos es o son diferentes a los demás. Para esto se realiza la comparación de medias (DMS) para saber cual o cuales fueron los mejores tratamientos con significancia de 0.05.

El resultados final de la comparación de medias, nos indica que el mejor tratamiento para esta variable fue el N° 5 con una cobertura de planta de 6285.25 cm², y que la menor cobertura fue de 3302.25 cm² registrado por el tratamiento N° 3, resultando así el peor tratamiento. Se registra una diferencia entre estos dos tratamientos de 2983.00 cm² de cobertura de planta.

Cuadro 4. 5 Análisis de varianza y significancia para la cobertura de la planta en cm², al final del trabajo, para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

F V	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	11	29477888.000000	2679808.00000	3.3853 **	0.003
ERROR	36	28497920.000000	791608.875000		
TOTAL	47	57975808.000000			

C.V. = 18.43 %

Cuadro 4. 6 Comparación de medias para la cobertura de la planta en cm^2 al final de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	MEDIAS
5	6285.2500 A
12	5567.2500 AB
11	5552.7500 AB
6	5313.0000 ABC
7	5243.7500 ABCD
8	4966.2500 BCD
10	4593.0000 BCD
2	4521.7500 BCDE
9	4375.5000 BCDE
4	4193.7500 CDE
1	4013.7500 DE
3	3302.2500 E

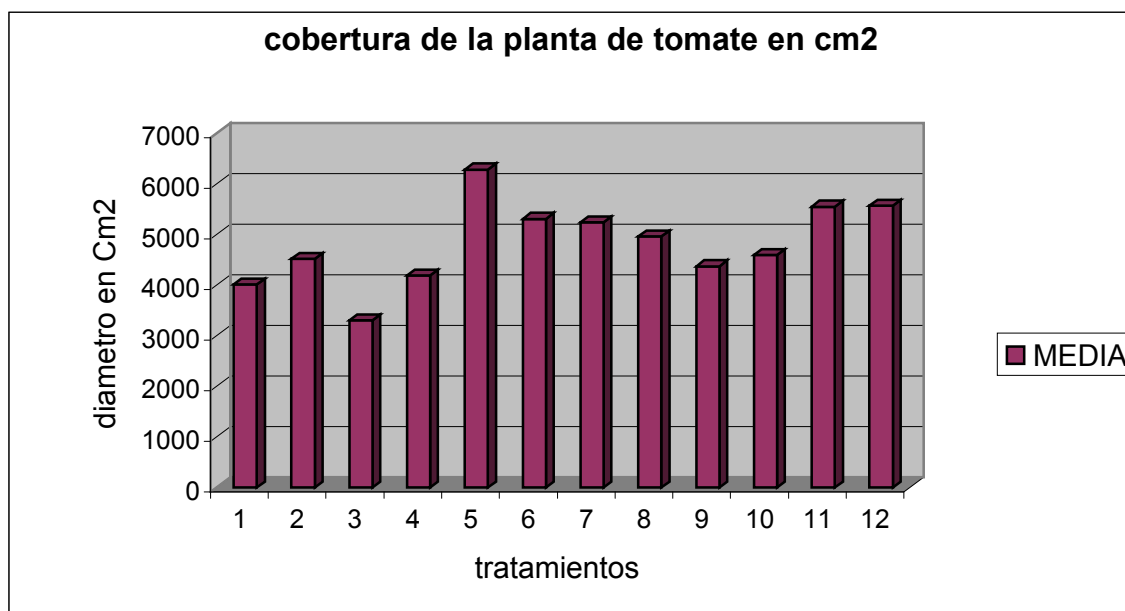


Figura 4. 4 Graficación de la cobertura de la planta en cm^2 final por tratamientos en el tomate híbrido Rougella Rz.

Número de flores

Teniendo los resultados del ANVA, observamos que no existe diferencias significativas en cuanto al número de flores contabilizadas en las plantas de tomate híbrido Roaugella Rz; esto quiere decir, que no hay variación de los tratamientos para esta variable, por lo tanto, no se realiza la comparación de medias, debido a que los datos no son significativos.

Haciendo la comparación numérica de la media de flores por tratamientos, podemos observar que el mejor tratamiento fue el N° 7, con un promedio de 68 flores contabilizadas y resultando como el peor tratamiento el N° 4, registrando una media de 50.5 flores presentes. Teniendo una diferencia de 17.5 flores presentes entre el tratamiento N° 7 y el tratamiento N° 4, como se muestra en el siguiente cuadro de medias de flores y su graficación.

Cuadro 4. 7 Análisis de varianza y significancia para el número de flores al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

F V	GL	S. C	C M	F	P > F
Tratamientos	11	1348.062500	122.551140	0.6483 ^{N. S}	0.776
ERROR	36	6805.250000	189.034729		
TOTAL	47	8153.312500			

C.V. = 23.23 %

Cuadro 4. 8 Comparación de medias para el número de flores contabilizadas al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	REPETICION	MEDIAS
1	4	55.000000
2	4	52.500000
3	4	56.750000
4	4	50.500000
5	4	65.500000
6	4	63.000000
7	4	68.000000
8	4	64.250000
9	4	57.750000
10	4	62.500000
11	4	60.000000
12	4	54.500000

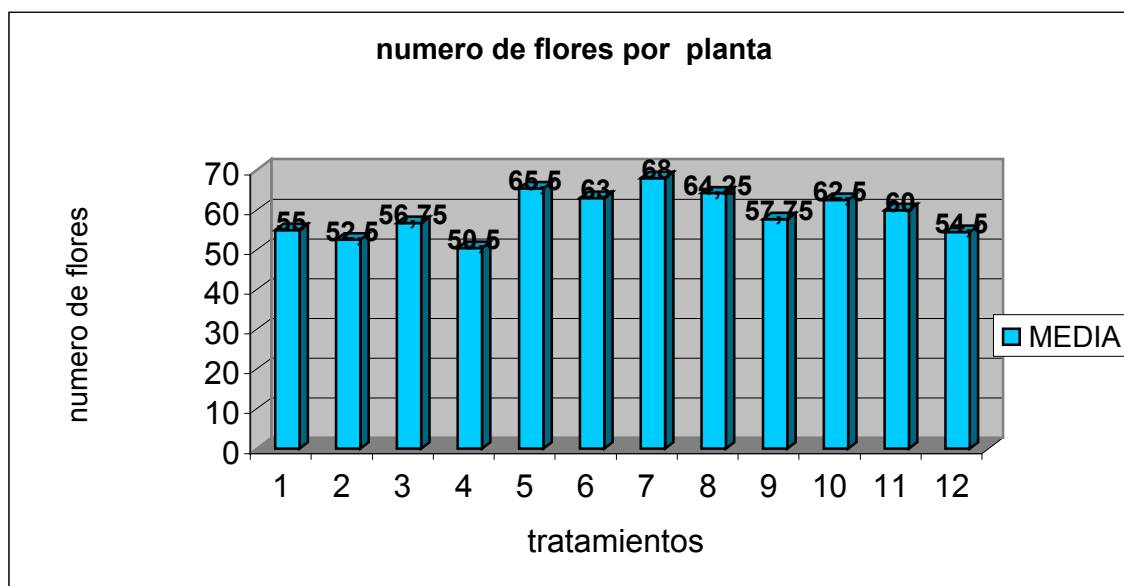


Figura 4. 5 Graficación del número de flores presentes al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

Número de flores amarradas

En el análisis de varianza, como podemos observar nos indica que existe una diferencia altamente significativa, esto quiere decir, que uno o más de los tratamientos son estadísticamente diferentes a los demás para esta variable. Para saber que tratamiento se comporto diferente, es necesario realizar la comparación múltiples de medias (DMS), con un nivel de significancia de 0.05.

El resultado de la comparación de medias, nos indica, que los mejores tratamientos estadísticamente fueron el N° 8, con una media de 60.75 flores amarradas, el N° 7; con 60.50 y el N° 5, con una media de flores amarradas de 59.50, y el peor tratamiento lo presenta el N° 2, con una media de 39.75 flores amarradas. Teniendo una diferencia entre el mejor y el peor tratamiento de 21 flores amarradas.

Cuadro 4. 9 Análisis de varianza y significancia para el número de flores amarradas al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

FV	GL	SC	CM	F
Tratamientos	11	2059.164063	187.196732	3.2834**
Errores	36	2052.500000	57.013889	
Total	47	4111.664063		

C.V. = 14.69 %

Cuadro 4. 10 Comparaciones de medias para el número de flores amarradas, contabilizadas al final del trabajo de la planta de Tomate híbrido Rougella Rz.

Tratamiento	media
8	60.7500 A
7	60.5000 A
5	59.5000 A
10	54.5000 AB
11	53.2500 ABC
9	52.5000 ABC
6	51.5000 ABC
12	48.5000 BCD
3	48.2500 BCD
1	44.7500 BCD
4	43.2500 CD
2	39.7500 D

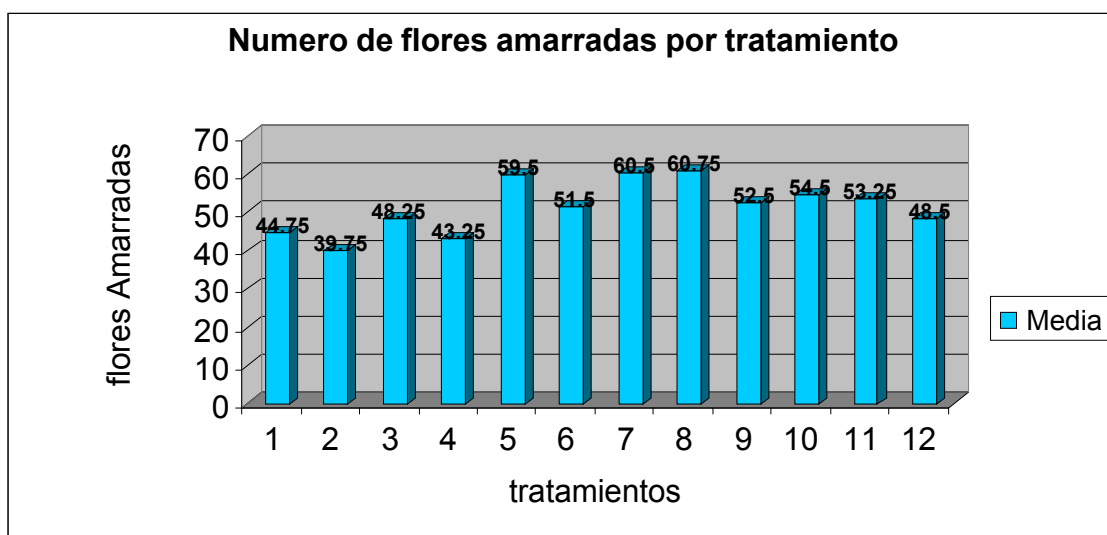


Figura 4. 6 Graficación del número de flores amarradas contabilizadas al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

Número de frutos cosechados

En el análisis de varianza, nos indica que existe una diferencia altamente significativa en los tratamientos, esto quiere decir, que uno o más de los tratamientos son diferentes a los demás para esta variable. Para saber que tratamiento es diferente, se realizara la comparación múltiples de medias (DMS), con un nivel de significancia de 0.05.

El resultado de la comparación de medias, nos indica, que los mejores tratamientos estadísticamente fueron el N° 5 y el N° 7, con una media de 54.75 número de frutos cosechados, presentando el peor tratamiento el N° 2, con una media de 36 frutos cosechados. Teniendo una diferencia de 18.75 frutos cosechados entre el mejor y el peor tratamiento. Considerando esta variable como una de las más importantes, debido a que los frutos cosechados repercuten en el rendimiento final del cultivo.

Cuadro 4. 11 Análisis de varianza y significancia para el número de frutos cosechados al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	2048.414063	186.219467	3.4039**	0.003
Errores	36	1969.500000	54.708332		
Total	47	4017.914063			

C.V. = 16.33 %

Cuadro 4. 12 Comparación de medias para el número de frutos cosechados contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

Tratamiento	media
5	54.7500 A
7	54.7500 A
8	51.7500 AB
10	48.5000 ABC
9	48.0000 ABC
11	47.2500 ABCD
6	46.7500 ABCD
3	42.7500 BCDE
4	38.0000 CDE
12	38.0000 CDE
1	37.0000 DE
2	36.0000 E

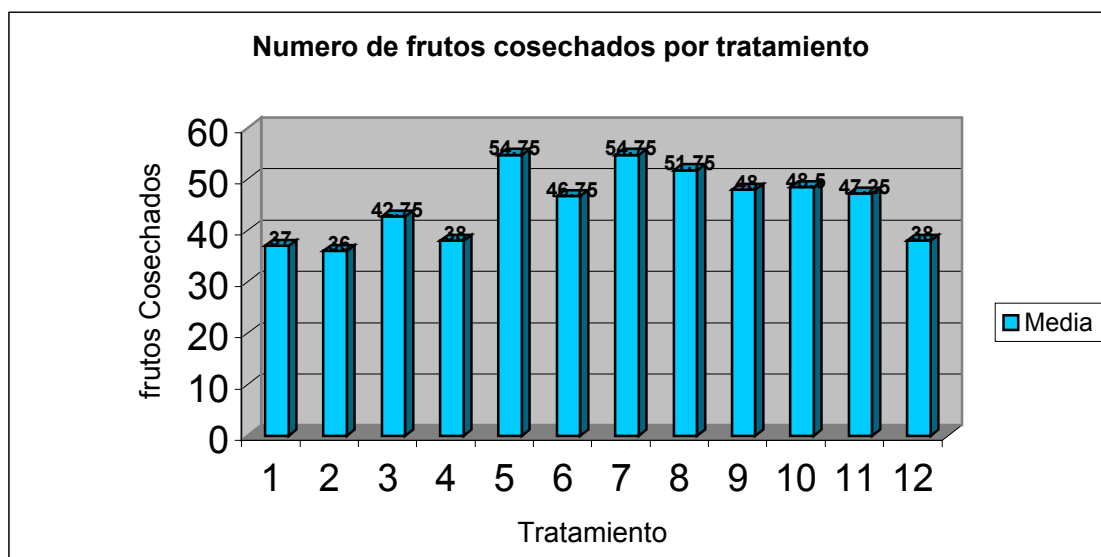


Figura 4. 7 Graficación del número de frutos cosechados presentes al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

Diámetro ecuatorial del fruto

En el análisis de varianza nos indica que existe una diferencia altamente significativa, lo cual quiere decir, que uno o mas de los tratamientos es diferente a los demás, para saber cual tratamiento fue mejor para esta variable se realizo la comparación múltiple de medias (DMS), con un nivel de significancia del 0.05.

El resultado de la comparación de medias, nos indica, que el mejor tratamientos fue el N° 7 con 49.75 mm de diámetro ecuatorial del fruto, resultando como el peor tratamiento el N° 2 con 41.75 mm de diámetro ecuatorial. Teniendo una diferencia entre el mejor y el peor tratamiento de 8 mm de diámetro ecuatorial.

Cuadro 4. 13 Análisis de varianza y significancia para el diámetro ecuatorial de los frutos cosechados al final del trabajo para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	11	278.664063	25.333097	5.6296 **	0.000
ERROR	36	162.000000	4.500000		
TOTAL	47	440.664063			

C.V. = 4.59 %

Cuadro 4. 14 Comparación de medias para el diámetro ecuatorial del fruto en (mm) contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	MEDIAS
7	49.7500 A
6	48.5000 AB
5	48.5000 AB
11	48.0000 AB
9	47.5000 AB
8	47.2500 AB
10	46.0000 BC
12	46.0000 BC
1	43.7500 CD
3	43.5000 CD
4	43.5000 CD
2	41.7500 D

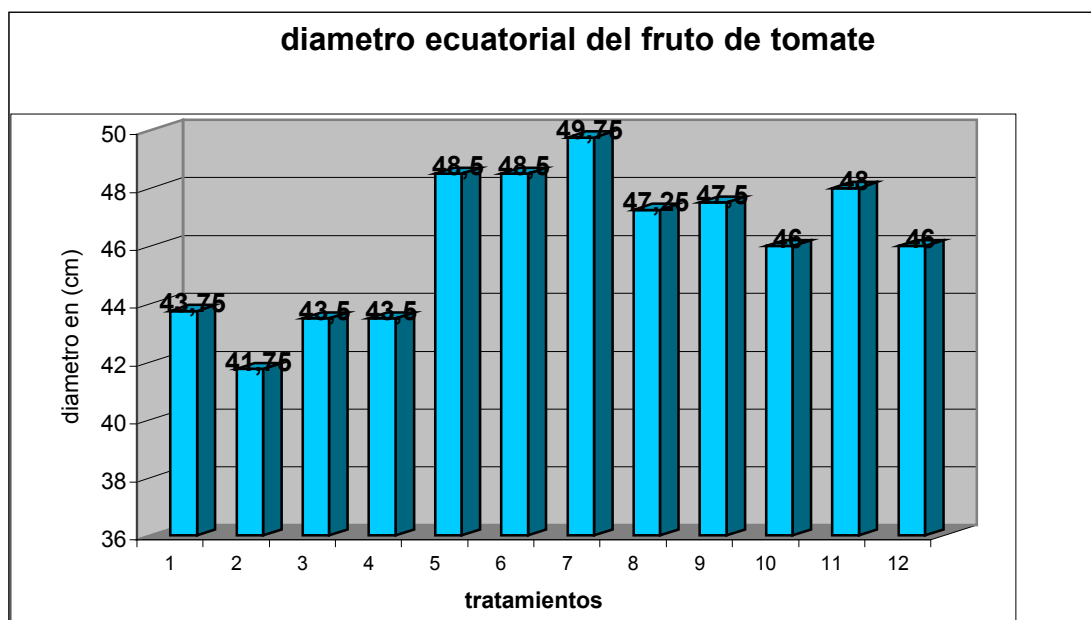


Figura 4. 8 Graficación del diámetro ecuatorial de los frutos cosechados en (mm), para la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

Diámetro polar del fruto

Los resultados arrojados por el análisis de varianza, nos indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, esto quiere decir que uno o mas de los tratamientos es diferente a los demás. Para saber cual tratamiento es mejor para esta variable, se realizo la comparación de medias significativas (DMS), con un nivel de significancia de 0.05.

Teniendo los resultados estadísticos de la comparación de medias, nos da como mejor tratamiento el N° 6 teniendo un diámetro polar de 44.75 mm; mientras que el tratamiento N° 2 fue el peor con un diámetro polar de 37.75 mm, se realiza una diferencia entre el mejor y el peor tratamiento y se reporta que existe 7 mm de diferencia.

Cuadro 4. 15 Análisis de varianza y significancia para el diámetro polar en (mm), para los frutos cosechados en la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

F V	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	11	187.000000	17.000000	8.6197 **	0.000
ERROR	36	71.000000	1.972222		
TOTAL	47	258.000000			

C.V. = 3.38 %

Cuadro 4. 16 Comparación de medias para el diámetro polar del fruto en (mm) contabilizados al final del trabajo de la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

TRATAMIENTOS	MEDIAS
6	44.7500 A
5	43.5000 AB
7	43.5000 AB
8	42.2500 BC
9	42.2500 BC
10	42.2500 BC
11	42.2500 BC
12	40.7500 CD
1	40.0000 D
3	39.5000 DE
4	39.2500 DE
2	37.7500 E

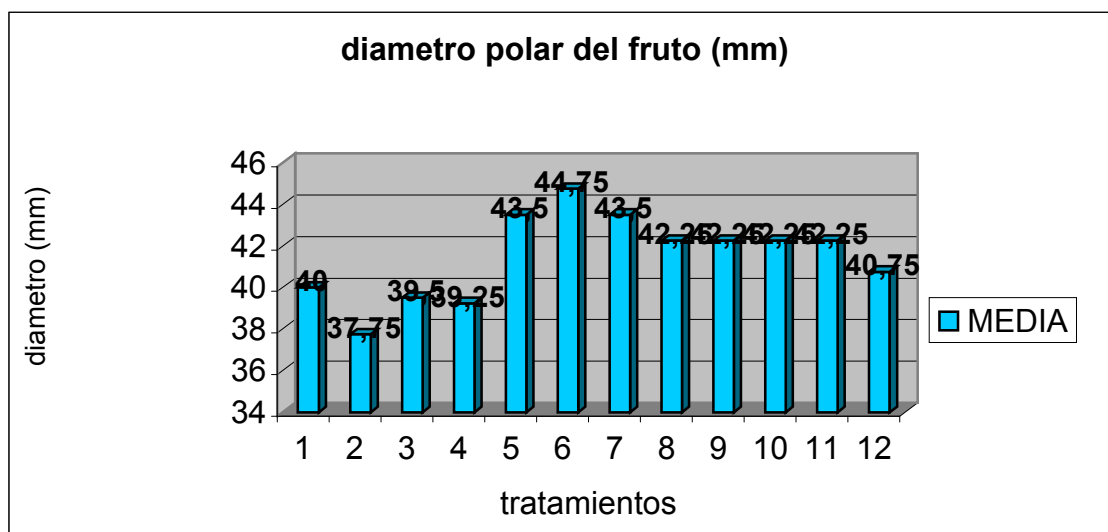


Figura 4. 9 Graficación del diámetro polar de los frutos cosechados en (mm), para la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

Peso de los frutos por planta

En el análisis de varianza arrojado por el programa estadístico UANL. Nos indica que existe o se encuentra una diferencia altamente significativa en los tratamientos aplicados, es decir, que uno o más de los tratamientos son diferentes a los demás para la variable del peso de los frutos. Para saber que tratamiento es diferente, se realizara la comparación múltiples de medias (DMS), con un nivel de significancia de 0.05.

Comparando estadísticamente las medias de los pesos de los frutos por tratamientos, se tiene que el mejor tratamiento fue el N° 7, con un peso de 2604.75 gramos y resultando el tratamiento N° 2, el peor que presento una media de 1268.00 gramos. Si realizamos una diferencia entre estos dos tratamientos se tiene que entre el mejor y el peor es de 1341.75 gramos.

Cuadro 4. 17 Análisis de varianza y significancia para el peso total de los frutos en grs., para los frutos cosechados en la planta de tomate híbrido Rougella Rz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	11	9198720.000000	836247.250000	3.5971**	0.002
Errores	36	8369216.000000	232478.218750		
Total	47	17567936.000000			

C.V. = 24.75 %

Cuadro 4. 18 Comparación de medias para el peso total de los frutos en (grs.) contabilizados en la cosecha de los frutos de la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

Tratamiento	media
7	2604.7500 A
5	2486.7500 AB
8	2470.2500 AB
6	2217.5000 ABC
11	2124.7500 ABCD
9	2037.2500 ABCDE
10	1952.5000 ABCDEF
12	1824.0000 BCDEF
3	1552.5000 CDEF
4	1459.7500 DEF
1	1381.5000 EF
2	1268.0000 F

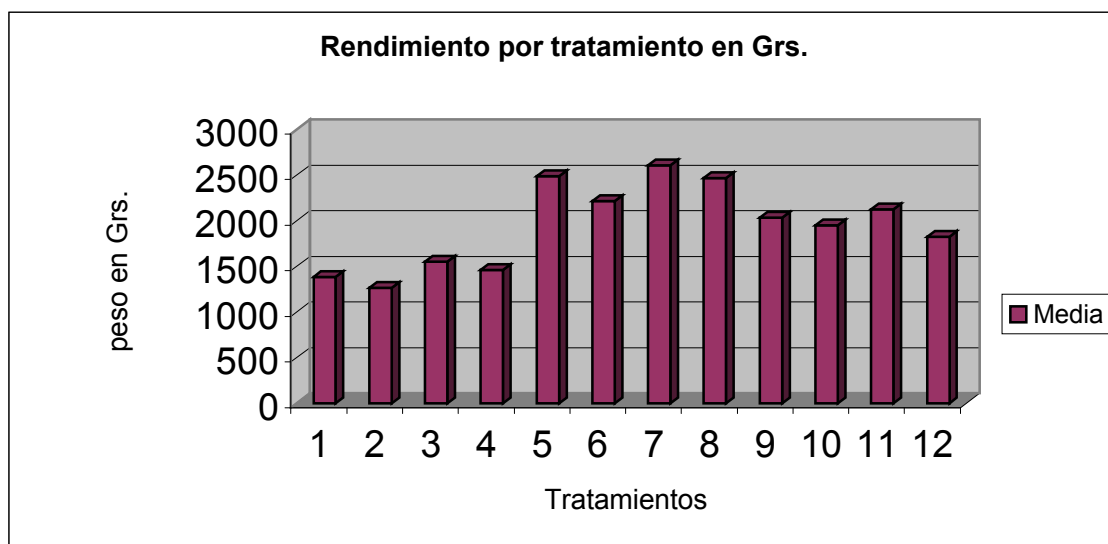


Figura 4. 10 Graficación del peso total de los frutos cosechados en (grs.), en la planta de tomate hibrido Rougella Rz.

Rendimiento en Kg. / ha

Teniendo todas las medias de los pesos en gramos de los frutos por tratamiento, se convirtió en kilogramos cada una y se calculo el rendimiento para una hectárea bajo condiciones de invernadero, con una distancia entre plantas de 40 cm y entre hileras de 55 cm. Obteniendo los siguientes rendimientos con una densidad de 45, 000 plantas / ha aproximado.

Tratamiento No. 1

1 planta registra una media de ----- 1.3815 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **62, 167.5 Kg. / ha**

Tratamiento No. 2

1 planta registra una media de ----- 1.268 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **57, 060 Kg. / ha**

Tratamiento No. 3

1 planta registra una media de ----- 1.5525 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **69, 862.5 Kg. / ha**

Tratamiento No. 4

1 planta registra una media de ----- 1.45975 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **65, 688.75 Kg. / ha**

Tratamiento No. 5

1 planta registra una media de ----- 2.48675 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **111, 903.75 Kg. / ha**

Tratamiento No. 6

1 planta registra una media de ----- 2.2175 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **99, 787.5 Kg. / ha**

Tratamiento No. 7

1 planta registra una media de ----- 2.60475 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ---- **117, 2013.75 Kg. / ha**

Tratamiento No. 8

1 planta registra una media de ----- 2.47025 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **111, 161.25 Kg. / ha**

Tratamiento No. 9

1 planta registra una media de ----- 2.03725 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **91, 676.25 Kg. / ha**

Tratamiento No. 10

1 planta registra una media de ----- 1.9525 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **87, 862.5 Kg. / ha**

Tratamiento No. 11

1 planta registra una media de ----- 2.12475 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **95, 613.75 Kg. / ha**

Tratamiento No. 12

1 planta registra una media de ----- 1.824 kg.

En 45 000 plantas se tendrá un rendimiento de ----- **82, 080 Kg. / ha**

CONCLUSIÓN

Al realizar todos y cada uno de los cálculos de los resultados obtenidos, concluimos que los sustratos orgánicos utilizados en el cultivo de tomate híbrido Rougella Rz, el que mejor funciono y dio mejores resultados de los tres, es el de Suelo de bosque, seguido del sustrato de Lombricomposta, y teniendo como el peor de los sustratos orgánico el de Composta, ya que se registraron menor tamaño, calidad y rendimiento de los frutos, así como plantas muy delgadas.

En cuanto a los 12 tratamientos utilizados, el mejor en la mayoría de las variables evaluadas estadísticamente fue el tratamiento N° 7 (Suelo de bosque, Sin Polvo de AlgaEnzims y con Tratamiento Palau), y que el peor tratamiento estadísticamente en todas las variables evaluadas fue el N° 2 (Composta, con Polvo de AlgaEnzims y sin tratamiento Palau).

El comportamiento de las plantas de tomate híbrido Rougella Rz, fue mejor favorecido en el comportamiento de crecimiento, desarrollo de la planta, tamaño del fruto mas uniforme y mayor rendimiento se obtuvo en el sustrato de Suelo de bosque y que las aplicaciones de productos de Algas (tratamiento Palau), contribuyeron a dichas características mencionadas de la planta y el fruto.

RECOMENDACIONES

- Cuando se desee trabajar con sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero, no se recomienda utilizar sustratos orgánicos 100 %, sobre todo en composta ya que los tallos de las plantas crecen muy delgados, con pocas hojas y chicas, y los frutos son pequeños, por lo cual se tendrá bajos rendimientos. Mejor se debe de realizar mezclas con suelos pobres en materia orgánica.
- Para tener mayor rendimiento en tomate, Se recomienda usar soluciones nutritivas (Fertirriego) para las planta de tomate de crecimiento indeterminado en condiciones de invernaderos.
- Se recomienda que las aplicaciones de productos de algas se mezclen con fertilizantes químicos en forma foliar y al riego, ya que se forma una asociación muy fuerte y es mas asimilable para la planta. También se ahorra tiempo, esfuerzo y costos de aplicaciones.

LITERATURA CITADA.

Abad, B. M. 1993. Sustratos y características y propiedades. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería España pp. 47-61

Abad, B., M. 1997. Sustratos: propiedades y manejo de materiales orgánicos, minerales y sintéticos inertes y activos. España.

Agrored. 2004. El jitomate el rey de las hortalizas. Año V No. 44 p. 2 – 5.

Álvarez, M. V. J. 2000. Los extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*). Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Anderlini, R. 1979. El cultivo del Tomate 3ª. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Ed. Mundi - Prensa. España.

Avidán, A., O. Ziadán, y Y. Zachs, 2004. La producción de jitomate en suelo y en sustrato artificial. Recomendaciones. X curso Internacional del Sistema de Riego, Departamento de Irrigación, Chapingo México.

Barbosa, V. R., 1993. Uso y manejo de fertilizantes Foliares. Monografía para el título de Ing. Agrónomo en Suelos. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Barrenque, O. J. R. 1991. Evaluación de ácidos Húmicos (Huitron), y del Fertilizante foliar (Faltron Plus) en el sistema de conducción del Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Tesis para obtener el título de Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Bastida T., A. 2002. Sustratos hidropónicos. Serie de publicaciones Agribot. Chapingo, México.

Bautista, M. N., Alvarado L. J. 2005. Producción de jitomate en invernadero. Colegio de posgraduados, México.

Bellapart, V. C. 1998. Agricultura biológica en el equilibrio con la agricultura Química. Edit. 1ª. Editorial Aedos. Barcelona, España.

Benavente, R. M., García, J. L., Pastor, M., luna, L. y Nolasco, J. 2000. Sistemas para la automatización de los invernaderos. Vida rural. No. 118 pp. 66-70.

Canales, L. B. 1997. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Primera Edición. Consejo Editorial del Estado. Saltillo, Coahuila, México.

Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3ª. Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.

Coleman, W. K; Greyson, R. I., 1976. the growth and development of the leaf in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) leaf ontogeny. Can. J. Bot.

Deffis, C. A. 1991. La basura es la solución. Edit. CONCEPTO. México, D. F. 227p.

Disagro. 1996. Cultivo. Cultivo del tomate. Boletín Disagro 4(1): pp. 1-8.

Fitzpatrick, E. A. 1984. Suelos su formación, clasificación y distribución. Editorial continental. Primera edición en español. México, D. F.

Flores, I. R. 1980. Cultivo del tomate. I. T. E. S. M. Monterrey, Nuevo León, México.

Florián, M., P. 1997. sustratos: propiedades, ventajas y desventajas. Conferencia Internacional en hidroponía Comercial. UNA La Molina, Lima Perú.

Frinck, A. 1989. Fertilizantes y fertilización.

García, P. J. M. 1999. Propiedades y características de los sustratos, perlita. Pp. 29-45.

Gliessman. 2000. Agroecology: Ecological processes in sustainable Agricultural. Lewis Publishers. E. U. A.

Haug, R. T. 1997. Journal of Composting Recycling Biocycle. Feedstock's, conditioning and fire prevention. U. S. A.

Hochtmuth, G. J. y G. A. Clark. 1991. fertilizar applycation and management for micro (or drip) irigated vegetables in florida. Uiversity of Florida, IFAS.

Jeff, N. 2000. Aplicaciones practicas de productos de algas marinas en la agricultura. Ediciones Agrotecnicas S. L. Revista Terralia No. 15 y 16.

León G. H. M. y Arosemena D. M. 1980. El Cultivo del Tomate en el Valle de Culiacán para consumo fresco. INIA. Culiacán, Sinaloa, México.

López, R. J. D. 2004. Efecto de las ALGAENZIMAS^{MR} en tomate saladette en Hidroponía. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Lorenzo, P., Sánchez-Guerrero, M. C. Medrano, E., Pérez, J. y Morato, C. 1997. El enriquecimiento carbónico en invernaderos del sur del Mediterráneo, Horticultura. No. 118 pp. 66-67.

Marshall, D. W. 1987. Biología de las algas “Enfoque Fisiológico”. Editorial Limusa; México, D. F.

Matallana. Y J. I., Montero. 1995. invernadero. Diseños, construcciones y Ambientación. Ed. Mundi-prensa.

Meeting, B., 1998. Microalgae and agricultura. In M. A. Browitzka (eds.). Microalgae Biotechnology. Cambridge. Univ. Press. Cambridge.

Morato, J. V. 1992. Horticultura herbácea especial aplicación. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.

Norrie, J. 2000 b. Aplicaciones Practicas de Productos de Algas Marinas en la Agricultura. Terralia. Vol. 15. pp 26 – 31 . Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid, España.

Norrie, J. 2000 d. Futuro Aplicación e investigación de Algas Marinas: Aditivos para el suelo, nutricionales y otras nuevas aplicaciones. Terralia. Vol. 17. pp 22. Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid, España.

Pérez G., M y R. castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernaderos. Boletín de divulgación 3. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México.

Piquen, A. J., F; Stewart, K; Klapwijk, D. 1986. Germans and vegetative Development. The tomato crop chapman; New York, E. U. A.

Quezada, M. M. 1989. Primer curso nacional de plásticos en la agricultura. Producción en invernadero. Centro de investigación de química aplicada. CIQA. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 2-8, 23-25.

Rodríguez, R. R., Tabares, R. J. M. y Medina, S. J. J. A. 1997. Cultivo moderno del tomate. Ed. Mundi-prensa.

Romero, F. E. 1998. Invernaderos para la producción de hortalizas y flores. CENID-RASPA-INIFAP-SARH. Folleto técnico No. 2. Gómez palacio, Durango, México.

SARH. 1987. Fertilización en el tomate. Folleto Técnico, No. 8. Mexico, D. F.

Stevenson, F. L. and Schnitzer, M. 1981. Transmission electron microscopy of extracted fulvic and humic acids. Soil Sci. 133: 197-185p.

Terrez, V; Artetxe, A; Beunza, A. 1997. Características físicas de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura No. 125 pp. 15-17.

Valadéz, L. A. 1993. Producción de hortalizas. 4ª. Edición. Editorial Limusa. México D. F.

Villela, J. D. 1993. El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID), Guatemala.

CITAS EN INTERNET

www.FAO.com

www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/otros/sustancias_hu
[micas.html](http://www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/otros/sustancias_hu) - 15k -

www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm-148k

www.lombricor.com.mx/prod02.htm - 15k -

www.PALAUUBIOQUIM.COM