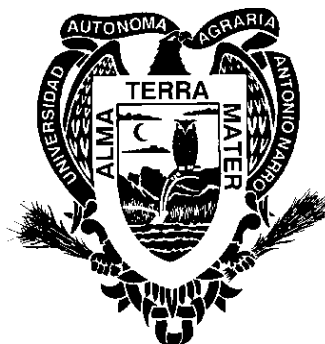


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



Efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de campo abierto.

**Por:**

**OCTAVIO DEL CARMEN LÓPEZ MARTÍNEZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre de 2003**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

Efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de campo abierto.

**Por:**

**OCTAVIO DEL CARMEN LÓPEZ MARTÍNEZ**

**TESIS**

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

---

**Ing. René A. de la Cruz Rodríguez**  
Presidente del Jurado

---

**Q.F.B. Ma. del Carmen Julia García**  
Sinodal

---

**Ing. José Ángel de la Cruz Bretón**  
Sinodal

---

**M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez**  
Sinodal

---

**M.C. Arnoldo Oyervides García**  
Coordinador de la División de Agronomía

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**  
**DICIEMBRE DE 2003**

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** nuestro señor creador del cielo y la tierra por darme la vida. Que es Él, quien me dio la inteligencia, además de ser Él quien hace posible que el sol salga y que la semilla germine, que son la fuente de nuestro trabajo y existencia.

A mí “ALMA TERRA MATER” por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y por hacerme formar parte de los ingenieros agrónomos egresados de la Narro.

Al Ing. Rene A. de la Cruz Rodríguez, generador de la idea de este trabajo de investigación, agradezco su confianza, orientación, y por su apoyo incondicional durante la revisión de mi trabajo.

A la Q.F.B. Ma. del Carmen Julia García, por su asesoría en la parte de los análisis bromatológicos de frutos y en la revisión del trabajo de investigación, gracias por su valiosa colaboración.

Al Ing. José Ángel de la Cruz Bretón, por su apoyo para llevar a cabo esta investigación y por su valioso tiempo durante la revisión de este trabajo, gracias por su colaboración.

Al M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez, por su apoyo incondicional y valioso tiempo en la revisión de este trabajo de investigación.

A las T.A. del Laboratorio de Genética, T.L.Q. Beatriz J. y L.C.N. Ursula C., por su apoyo, a la Ing. Diana R., a la L.C.N. Graciela M., del Laboratorio de Bioquímica y a la T.L.Q. Ma. De Jesús (Chacha) de apoyo a la investigación.

A los profesores del departamento de Fitomejoramiento, por transmitirme dentro y fuera del aula sus conocimientos para poder defenderme en el ámbito profesional y laboral.

A los M.C. Lindolfo, Rojas P. y M.C. Rolando Sandino S., por su amistad durante mi estancia en la Narro y apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos: Tony, Macoy, Cruz, y al Ing. Nemorio y en especial a mi gran amigo Nelson A., y los que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo de investigación mil gracias.

## DEDICATORIAS

A mis Padres: Con todo cariño, respeto y admiración para quienes me dieron la vida, por su confianza y por sus ayuda incondicional durante mis estudios profesionales.

Sr. Octavio López Rodríguez. Y Sra. Ana María Martínez Mendoza

Por el gran amor, y comprensión por que a pesar de las adversidades siempre han sabido apoyarme para poder llegar a mi meta propuesta, por sus valiosos consejos, regaños y oraciones diarias que son la fé de ustedes y la mía gracias a eso todo ha sido posible.

A mis hermanos:

Cesar de J.

Gabino

J. Luis

A quienes tengo presente en cada uno de mis actos y deseo triunfen en la vida, y muy especial a J. Luis, exhortándolo a que proporcione a nuestros padres la satisfacción y alegría de ver que sus esfuerzos no fueren en vano.

Para mis tíos y primos, gracias por sus consejos y en especial a mí tío Virgilio por los momentos que compartimos durante la adolescencia.

A mis cuñadas: Candelaria, Laura y en especial a mis sobrinas Margarita, Cecilia y al pequeño Cesar Octavio.

A mis compañeros de la generación XCVI, por la amistad que compartimos durante nuestra estancia en la Universidad.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1 Que Indica el arreglo de los tratamientos y sus repeticiones----	26
3.2 Que indica las plagas y enfermedades que se presentaron durante la fenología del cultivo-----	30
4.1 Análisis bromatológico de los seis tratamientos de los frutos de tomate provenientes del trabajo de tesis-----	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

No. de Figura	Página
4.1 Comportamiento del peso fresco de las plantas evaluadas.-----	36
4.2 Comportamiento del comportamiento del peso seco de las plantas evaluadas.-----	37
4.3 Comportamiento de la altura de plantas a los 81 días después del trasplante en el cultivo de tomate.-----	38
4.4 Comportamiento del Número de frutos por tratamiento-----	39
4.5 Comportamiento del rendimiento por tratamientos en (Kg/Trat).-----	40
4.6 Comportamiento del contenido en porciento de nitrógeno total en los frutos por tratamientos-----	42
4.7 Comportamiento del contenido en porciento Nitrógeno Proteico por tratamiento-----	43
4.8 Comportamiento del contenido en porciento de Materia Sec Total por tratamiento. -----	44
4.9 Comportamiento del contenido en de porciento de Fibra Curda por tratamiento.-----	45
4.10 Comportamiento en porciento del porciento de Grasa en los frutos de cada tratamiento.-----	46
4.11 Comportamiento del contenido en porciento de ceniza en los frutos de tomate cosechados-----	47
4.12 Comportamiento del contenido en porciento de humedad en los frutos de tomate cosechados en cada tratamiento-----	48
4.13 Comportamiento del contenido en porciento extracto libre de nitrógeno los frutos de cada tratamiento.-----	49
4.14 Contenido de grados Brix en los frutos cosechados por tratamiento.-----	50



# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS-----	i
DEDICATORIAS -----	ii
ÍNDICE DE CUADROS-----	iii
ÍNDICE DE FIGURAS -----	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO-----	v
I. INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivos -----	4
Hipótesis -----	4
Antecedentes -----	5
La producción orgánica en México -----	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	7
1. Generalidades del cultivo-----	7
1.1. Origen e historia-----	7
1.2. Clasificación Botánica -----	8
1.3. Clasificación Taxonómica -----	9
1.4. Clasificación Agronómica -----	9
1.5. Morfología del Tomate-----	10
Sistema radicular -----	10
Tallo principal -----	10
Hoja -----	10
Flor -----	11
Fruto-----	11
1.6. Fisiología del Tomate-----	11
1.7. Agronomía del Tomate-----	13
2. NUTRICIÓN VEGETAL -----	14



2.1. Generalidades -----	14
2.2. Elementos esenciales para las Plantas-----	15
2.3. Nutrición del Tomate -----	16
2.4. Cantidad y calidad de raíz -----	17
3. LA COMPOSTA-----	18
3.1. Generalidades-----	18
3.2. Proceso de Compostaje-----	18
3.3. Cantidad a aplicar -----	19
3.4. Beneficios de la composta sobre el suelo-----	19
3.5. Composición Química-----	20
4. LOS BIODIGESTADOS LÍQUIDOS DE LOMBRIZ-----	21
4.1. Generalidades -----	21
4.2. Aplicación en el sistema de riego-----	21
4.3. Algunos abonos líquidos-----	22
4.4. Las experiencias de un productor -----	22
4.5. Características Físico-Químicas de la solución aplicada----	23
4.6. Beneficios de los Biodigestados líquidos-----	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS-----	24
1. Localización geográfica del sitio experimental -----	24
2. Clima -----	2

3. Los materiales utilizados -----	25
Material de campo-----	25
Material de Laboratorio-----	25
Reactivos-----	25
4. Diseño experimental-----	25
5. METODOLOGÍA-----	26
5.1 Obtención de plántulas-----	26
5.2 Preparación del terreno -----	26
5.3 Barbecho-----	27
5.4 Rastra-----	27
5.5 Surcado-----	27
5.6 Fertilización-----	27
6. Manejo del cultivo-----	28
6.1 Riego-----	28
6.2 Riego por Goteo-----	29
6.3 Ventajas del Riego por Goteo -----	29
6.4 Desventajas del Riego por Goteo -----	30
6.5 Control de Malezas-----	30
6.6 Control de plagas y enfermedades -----	30
6.7 Poda -----	31
6.8 Tutorio -----	31
6.9 Cosecha -----	31
7. Variables Evaluadas -----	32

7.1 Variables agronómicas-----	32
7.2 Variables Bioquímicas -----	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	36
4.1 Peso fresco de planta-----	36
4.2 Peso seco de planta -----	37
4.3 Altura de Planta -----	38
4.4 Número de frutos -----	39
4.5 Rendimiento -----	40
4.6 Calidad de frutos-----	41
4.7 Porciento de Nitrógeno Total-----	42
4.8 Porciento de N. Proteico-----	43
4.9 Porciento de Materia Seca Total-----	44
4.10 Porciento de Fibra Cruda-----	45
4.11 Porciento de Grasa-----	46
4.12 Porciento de Ceniza-----	47
4.13 Porciento de humedad-----	48
4.14 Porciento de Estrato Libre de Nitrógeno-----	49
4.15 Porciento de grados Brix.-----	50
4.16 Contenido de Carotenoides-----	51
5. Correlaciones-----	51
V. CONCLUSIONES -----	53
Vi. RECOMENDACIONES-----	55
VII. LITERATURA CITADA -----	57
VIII. APÉNDICE -----	60

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la alimentación de los pueblos, de acuerdo a su tradición y características climáticas siempre ha habido productos que se han caracterizado en su dieta alimenticia. En el caso específico de México, dentro de estos productos se encuentran como los más importantes de dicha dieta alimenticia el maíz, frijol y chile, y como de uso común y frecuentemente al tomate y a la cebolla. El cultivo de tomate en México es uno de los más importantes dentro del renglón de las hortalizas, seguido sólo por el chile.

En México se producen distintos tipos de tomate, según sus características y mercados de consumo: "cherry" para mercados selectos nacionales y extranjeros; bola, que puede ser cortado en alguna tonalidad de rojo a verde maduro y tomates industriales (roma, saladette y otros). Además de las múltiples presentaciones para su consumo: frascos, salsas, ensalada, etc. También es una hortaliza de gran importancia social ya que representa una de las fuentes de empleo más importantes en México, dado el carácter intensivo en el uso de mano de obra que lo caracteriza, de 140 jornales por hectárea. En lo que respecta a superficie sembrada existen más de 90,000 hectáreas (UNPH, 1986), de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el Estado de Sinaloa. [Monografias.html](#).

En México, el Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Ocupa el primer lugar entre las hortalizas comerciales y de exportación (SAGAR, 1996). Sin embargo, para incrementar y mantener su producción comercial en sus valores

óptimos, es necesario controlar todos los factores que benefician su producción, destacando el uso eficiente del agua y la nutrición.

En la generación de divisas el tomate es la hortaliza más importante para México. En la producción de esta hortaliza destaca EUA como el principal productor, así como el primer importador del mismo. EUA produjo 78% en 2002 e importó 79% del total del TLCAN en 2001. Mientras que México produjo en el mismo año 16%.

La agricultura convencional o moderna es un sistema de manejo agrícola que se basa en el uso intensivo de insumos, maquinaria y de energía fósil. Esta forma de producir ha demostrado al pasar el tiempo, su agresividad sobre los agroecosistemas y la alta destrucción del ambiente, a través de la contaminación con los agroquímicos (fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas, funguicidas, fitorreguladores, nematocidas, entre otros) los cuales se acumulan en los mantos freáticos, suelos, agua y atmósfera, representando una amenaza para la vida, por su alto grado de toxicidad (Noriega, et al 2002).

Si no fuera por los macro y microorganismos del suelo, los residuos orgánicos jamás podrían ser aprovechados por las plantas. Los macroorganismos son por todos conocidos: las lombrices, hormigas y muchos otros. Los microorganismos son menos conocidos, por ser muy pequeños, la mayor parte invisible al ojo humano. Son las amebas, las bacterias, los hongos, etc., juntos, trituran la materia orgánica hasta que se transforma en gas carbónico, agua y nutrientes líquidos.

Ante el riesgo de degradar más los recursos naturales, base para garantizar el abasto de alimentos, es necesario intensificar la alternativa de hacer producir la tierra pero de forma que garantice la producción a largo plazo

sin el peligro de destruir el medio ambiente a esta forma de producir se le llama comúnmente agricultura sustentable y agricultura orgánica.

Debido a que la agricultura de hoy requiere del uso de productos que no sean agresivos con el medio ambiente, nos vemos obligados a integrar nuestros conocimientos para lograr una mejor rendimiento y mayor calidad, buscando nuevas y mejores formas de fertilización. Tal es el propósito de este trabajo de investigación, cuya finalidad es generar información en esta área para integrarlo en el paquete tecnológico de producción de este cultivo, bajo las condiciones de campo abierto.

## Objetivos

Evaluar en el cultivo del tomate el efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en combinación con fertilizantes químicos, combinándolos entre ellos y solos.

Observar la calidad del fruto de tomate como respuesta a la aplicación de las diferentes fuentes de nutrición aplicadas por separado y la interacción al aplicarlas en combinación.

## Hipótesis

H0: Se asume que con la aplicación de fertilizantes orgánicos como fuentes de nutrición se obtienen un rendimiento igual ó mayor que con la nutrición química.

H1: La aplicación de fuentes orgánicas como nutrición incrementan la calidad del fruto sobre las fuentes químicas.

H2: Con la aplicación conjunta de fertilizantes químicos y orgánicos se potencializa la nutrición del cultivo originando un incremento en el rendimiento.

## Antecedentes

La agricultura orgánica, también denominada agricultura biológica, biodinámica, entre otros calificativos, no es nueva, ya que se practica desde tiempos seculares por los chinos, los pueblos prehispánicos de Mesoamérica y los Incas del Perú. Algunas características en común fueron las de conservar los suelos e incrementar la fertilidad de los mismos a través de la aplicación de la materia orgánica; otra característica fue la de la alta diversidad de los agroecosistemas que favorecieron que una amplia variedad genética en una parcela maximizara la productividad y minimizara los riesgos, concluyendo que los policultivos eran más eficientes en espacio, agua y nutrientes; además la disposición de individuos intraespecíficos en el agroecosistema no favorecía a las plagas; el suelo además; se encontraba cubierto, disminuyendo así, los efectos degradativos del agua y viento (Noriega, et al, 2002).

En el México prehispánico la aplicación de abonos y la conservación de la fertilidad del suelo en el valle de México fue a base de incorporación de peces muertos, huesos de pescado y compostas; posteriormente, en la época de la Colonia en nuestro país se introdujo la práctica del uso de estiércoles. Es hasta 1915 que se inició la cultura del uso de fertilizantes químicos, cuya producción provino de Nueva Rosita, Coahuila. (Noriega, et al, 2002).

En el México de hoy se replantean alternativas para el uso de la fertilización orgánica; abonos orgánicos, incluyendo estiércoles composteados y uso de abonos verdes en base a leguminosas y otros cultivos más.

Respecto al control biológico en nuestro país éste se inicia en 1900 con la creación de la Comisión de Parasitología Agrícola, cuyos objetivos fueron identificar los enemigos naturales de las plagas más importante de la época, en



1908 éste organismo cesó sus funciones, pero los esfuerzos en este rubro continuaron, para 1981 existían 17 centros de reproducción de insectos benéficos en México.

De lo anterior, se rescata que la agricultura que hoy identificamos como agricultura orgánica es un sistema de producción que no es novedoso, que fue usada por nuestros antepasados, más bien lo novedoso es la certificación; ya que en nuestros tiempos existen empresas certificadoras.

### La producción orgánica en México

En México se producen alrededor de 30 productos orgánicos, donde destaca el café con 37,941 hectáreas; las hortalizas, plantas aromáticas, mango, maíz, etc.

Las ventajas de los productos son:

- Mejores precios en el mercado
- Producir alimentos sanos
- Empleo reenumerado
- Ambiente limpio.

En el café cultivado bajo sistema orgánico, se observan normas de producción donde destaca el cultivo bajo sombra, situación que garantiza mayor diversidad a nivel parcela, abatimiento en la tasa de erosión hídrica, eliminación de la contaminación de las aguas por verter en los ríos y arroyos el agua residual de los beneficios húmedos; incremento a las condiciones favorables para el desarrollo de la vida silvestre, fomento a la reforestación y en consecuencia a la fijación de carbono y a la producción de oxígeno, (Noriega, et al, 2002).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. Generalidades del cultivo

#### 1.1. Origen e historia

Varios investigadores señalan que el centro de origen del tomate es la región comprendida por Perú y Ecuador. Así mismo, algunos creen que el área de entre Puebla y Veracruz, es un centro de diversificación varietal que ha dado origen a formas cultivadas, el tomate no es autóctono de México, sino que fue introducido a este país en tiempos antiguos. El tomate de los aztecas era una forma de *physalis*, y a una especie de *lycopersicon* probablemente cerasiforme, bilocular, le llamaron "JITOMATE", la cual se transformo en multilocular. Cuando se descubrió América ya se usaba el jitomate en México se usa el termino de jitomate, el cual gradualmente va siendo sustituido por tomate, (Cássceres, 1981).

La primera mención del tomate en el viejo mundo se debe a las descripciones publicadas en 1554 por el herborista italiano Pietro Andrea Mattioli, en cuyos comentarios, relaciona al tomate con la belladona y mandrágora, plantas extremadamente venenosas.

La creencia sobre la toxicidad del fruto de tomate restringió durante siglos su uso como alimento, permaneciendo solamente como planta ornamental y curiosidad botánica. En muchas regiones estas supersticiones infundadas persistieron ampliamente hasta el siglo XX, incluyendo los Estados unidos, donde la planta fue introducida por los colonos.

Robert Gibbon Johnson, que no es conocido nada más por la historia, sino que logró cierto grado de celebridad ( y dio un gran paso por la causa justa del tomate como alimento) al comerse uno en las escaleras de la corte de justicia de Salem New Jersey, en 1820. (VERGARA, 1995).

## 1.2. Clasificación Botánica

Allard (1967) indica que el color del fruto, la posición del estigma y algunas otras características, nos ayudan a clasificar a este genero, además el genero *Lycopersicon* se divide naturalmente en dos subgéneros. *Eulycopersicon*, (plantas con fruto rojo) y *Ericopersicon* (plantas con frutos verdes).

Cásseres (1981) menciona que desde 1940, en que Muller publicó su revisión del género que incluye el tomate, se ha considerado como correcta la designación *Lycopersicon esculentum*, que es la más usada y aceptada. Así mismo que Bailey (1949) reconoció solamente dos especies que corresponden al subgénero *Eulycopersicon*: *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum*, esta última con variaciones agronómicas:

- Commune: tomate común
- Grandifolium: tomate hoja de papa
- Validum: erecto o arbusto
- Cerasiforme: tomate cereza
- Periforme: tomate pera

Además se menciona que Muller reconoce cuatro especies adicionales a las antes mencionadas, que corresponden al subgénero *Ericopersicon*:

- *L. glandulosum*
- *L. cheesnanii*

- *L. peruvianum*
- *L. hirsutum*

### 1.3. Clasificación Taxonómica

Siguiendo a Nuez (1996) citado por Hernández, (2000) nos dice la taxonomía es generalmente aceptada de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsidae

Clase: Dicotyledoneas

Orden: Solanales (Personatae)

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

### 1.4. Clasificación Agronómica

Sánchez (1991) y SEP (1988) dicen que según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos distintos, que son los determinados y los indeterminados.

La planta determinada es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precóz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice.

El tomate de tipo indeterminado crece hasta 2 metros, o más, según el tutorado que se utilice. El crecimiento vegetativo es continuo, unas seis semanas después del trasplante inicia su comportamiento generativo

produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos los axilares o se dejan 2 ó 3 tallos.

### 1.5. Morfología del Tomate

El cultivo de tomate es perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

**Sistema radicular:** raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia adentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema, (infoagro, 1999).

**Tallo principal:** eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm de diámetro en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia adentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales, (infoagro, 1999).

**Hoja:** compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido

parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal, (infoagro, 1999).

**Flor:** Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso, generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta. Las flores pueden tener desde una hasta 70 flores (Hernández 2000). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal.

**Fruto:** baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto, (infoagro, 1999).

## 1.6. Fisiología del Tomate

Hernández (1991) y SEP (1988) citan que los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones de clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad.

Del momento de la siembra hasta la emergencia transcurren entre 3 y 6 días. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20 a

25°C. Desde emergencia hasta el momento de trasplante ocurren entre 22 y 38 días.

El tiempo que las plantas permanecen en el semillero dependen de la variedad del tomate, así como las técnicas de cultivo que empleamos para su crecimiento.

Medellín (1990) menciona que se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 110 días después del trasplante.

Durante el desarrollo se guía la planta y se efectúan diferentes podas para asegurar una producción de alto volumen y de buena calidad.

El tomate es neutro en cuanto a la duración de luz por día. Por lo tanto, florece a su debido tiempo de acuerdo con la edad y el desarrollo que tiene.

Las temperaturas bajas y un crecimiento exuberante retardan la floración y provocan flores de difícil fecundación. La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos.

La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24°C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel.

## 1.7. Agronomía del Tomate

SEP (1988) dice que el tomate es una planta de clima cálido. Resistente al calor y a la falta de agua. La producción de tomate se efectúa en una gran variedad de suelos.

El cultivo del tomate se da bien en climas con temperaturas entre 18 a 26°C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22 y 16°C respectivamente. El tomate no resiste heladas en ninguna etapa de su desarrollo.

El clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75%, es poco apropiado para el tomate, debido a los ataques de enfermedades fungosas. Por esto, se debe cultivar el tomate con preferencia en áreas áridas o semiáridas. El tomate es bastante resistente a la sequía, sin embargo requiere de riego para evitar el rajado de frutos y obtener altos rendimientos.

Requejo (2001) indica que para obtener una buena producción y frutos de alta calidad, se requiere de un terreno que permita la fácil penetración de las raíces a 80 cm de profundidad como mínimo. el suelo no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo del tomate requiere un suelo poroso que favorezca el desarrollo y la nutrición del sistema radicular.

Tanto el agua para riego como el suelo mismo deben tener una baja salinidad. Dentro del grupo de las hortalizas de la familia de las solanáceas, el tomate es el más tolerante a la salinidad. No obstante su intermedia tolerancia, la elevada salinidad constituye un factor adverso al desarrollo de la planta.



El tomate puede producirse en suelos con un rango bastante amplio en reacción ó pH. La reacción puede ser moderadamente ácida hasta ligeramente alcalina, o sea, con un pH = 6.0 a pH = 7.2.

Los suelos de textura franca tienden a favorecer una producción precoz y una maduración uniforme y simultanea. Los suelos arcillosos provocan un crecimiento lento y parejo. Este tipo de suelos es apropiado para el tomate de mesa o de consumo fresco. Los suelos de textura intermedia arenosa, se adaptan más para la producción mecanizada de tomates para la industria, por su efecto de maduración más uniforme y simultanea.

## 2. NUTRICIÓN VEGETAL

### 2.1. Generalidades

Alonso (1991) cita que la materia orgánica de los vegetales está compuesta principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno (C,H,N,O). Las plantas, por el fenómeno de la fotosíntesis, utilizan la luz solar como fuente de energía, produciendo los compuestos orgánicos a partir del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera y el agua (H<sub>2</sub>O), que extraen fundamentalmente con las raíces.

Estos compuestos elaborados poseen en su composición carbono, hidrógeno y oxígeno, constituyendo químicamente los hidratos de carbono (C<sub>n</sub>, O<sub>n</sub>, H<sub>n</sub>). Para la síntesis de otras sustancias básicas como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, etc., necesitan de otros elementos básicos como el nitrógeno, fósforo, magnesio, etc., que las plantas extraen de su medio (principalmente por raíces).

El crecimiento y desarrollo normal de los vegetales está determinado por la disponibilidad de los elementos esenciales para el metabolismo de sus organismos.

## 2.2. Elementos esenciales para las Plantas

Según National Plant Food Institute (1990) menciona que entre los elementos disponibles en la naturaleza se encuentra con los no esenciales y los esenciales. Entre los no esenciales (respecto a la utilización fisiológica de la planta) están: la Plata (Ag), Oro (Au) y Silicio (Si). Los elementos esenciales reciben específicamente el nombre de nutrientes vegetales. Ellos son, además del Carbono (C), Hidrógeno (H) y oxígeno (O):

<u>ELEMENTO</u>	<u>SIMBOLO</u>
Nitrógeno	N
Fósforo	P
Potasio	K
Calcio	Ca
Magnesio	Mg
Azufre	S
Hierro	Fe
Cloro	Cl
Boro	B
Cobre	Cu
Manganeso	Mn
Molibdeno	Mo
Cinc	Zn

Otros elementos que poseen una esencialidad reducida son el Sodio (Na), el Vanadio (Va), el Cobalto (Co), el Silicio (Si) y el Yodo ( I ).

ESAIN, (1982) menciona que los principales nutrientes requeridos por el tomate son potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio, azufre y calcio. Éstos pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad absorbida por las plantas. Así, se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes.

- Macronutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Micronutrientes secundarios: calcio, azufre y magnesio.

Los micronutrientes son los elementos absorbidos en menores proporciones; estos se miden en miligramos por litro (mg/lit), o en partes por millón (ppm) que representan la misma concentración. Ellos son el cloro, boro, cinc, manganeso, cobre, molibdeno y hierro.

Los macro nutrientes (primarios y secundarios) poseen un alto umbral de toxicidad, es decir que pueden absorberse en grandes cantidades sin efectos nocivos, en cambio los micronutrientes tienen un nivel de toxicidad bajo, y el límite (referido a la cantidad absorbida) entre la carencia y la toxicidad está muy próximo.

Los nutrientes que se encuentran en el suelo dependen, para su utilización por las plantas, de un aspecto cuantitativo y otro cualitativo. El primero se refiere a la cantidad existente, el segundo depende en cambio, de la disponibilidad real de ese elemento que es biológicamente aceptable y absorbido por las plantas (VERGAGA, 1995).

### 2.3. Nutrición del Tomate

De la Barrera (1989) menciona que los reguladores de crecimiento han tenido un gran auge en la agricultura, como una alternativa para incrementar la

producción hortícola nacional. Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas, las cuales son necesario evaluar para cada cultivo y condiciones climatológicas particulares.

Las necesidades nutricionales del tomate son muy variadas según el tipo de suelo, las condiciones ambientales y del rendimiento que se desea obtener, un ejemplo es como el cuadro siguiente:

CULTIVO	RENDIMIENTO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
TOMATE	40,000 Kg/ha	200-300	50-200	200-300

La principal forma de fertilizar es al suelo en forma mecánica a chorrillo, pero muchas veces ineficiente, para eficientarla y corregir algunas deficiencias es necesario la aplicación de abonos líquidos en el sistema de riego.

#### 2.4. Cantidad y calidad de raíz

La cantidad y calidad de raíz es un factor muy importante y determinante para la absorción de nutrientes, en condiciones normales, el crecimiento y cantidad de la raíz depende sobre todo de la gravedad y de la presencia de agua. La raíz se compone de raíz primaria, raíces secundarias y raíces adventicias que tienden a crecer hacia abajo, salvo que el agua abunde más en la superficie del suelo. En la raíz principal podemos encontrar los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. Además del crecimiento primario en longitud, concentrado en el ápice de la raíz, se produce un crecimiento secundario, que añade xilema o madera en el interior del cilindro radical y floema en el exterior (Enciclopedia Encarta, 2002).

### 3. LA COMPOSTA

#### 3.1. Generalidades

Noriega (2002) como composta se entiende el material que se obtiene producto de la acción microbiana controlada, teniendo como materia prima desechos orgánicos. La composta es materia orgánica de diversas fuentes, mineralizada por microorganismos que pueden ser inoculados; la mezcla de residuos orgánicos, pueden contener materiales minerales como ceniza; en la degradación microbiana.

En la actualidad un número creciente de productores se han interesado en la fertilización orgánica, especialmente en la composta; esta es utilizada para reducir el fertilizante químico y para aumentar la eficiencia de absorción de los nutrientes para las plantas.

La existencia de cantidad suficiente de materia orgánica en el suelo y su constante renovación en forma adecuada es un importante procedimiento para mejorar la costra superficial del terreno y hacerla más apta para el cultivo. La cuantía satisfactoria mínima de materia orgánica para los cultivos de tomate es de 4%. (ESAIN, 1982).

#### 3.2. Proceso de Compostaje

El proceso de degradación de la materia orgánica es un proceso complejo, donde ocurren reacciones bioquímicas e intervienen organismos vivos, en un ambiente cálido y húmedo.

Waskom (1994) menciona que la composta incluye un proceso biológico en el que los microorganismos convierten los materiales orgánicos, como el estiércol, en el material como el suelo. El mismo proceso que causa descomposición de cualquier material orgánico, controla el equilibrio de aire y humedad, así como la proporción de carbono a nitrógeno para que los materiales se descompongan mas rápidamente.

### 3.3. Cantidad a aplicar

Eggert (1984) citado por PACAS, (2002) utilizo alta dosis de composta; 288 a 375 ton/ha, en un primer año, 150 a 230 ton/ha en un segundo y finalmente 45 a 75 ton/ha en un tercer año, para determinar si la materia orgánica podría suministrar nutrimentos equivalentes a los fertilizantes químicos. Y observar el efecto en el rendimiento. Encontró que los rendimientos de hortalizas cultivadas bajo suelo manejado orgánicamente fueron iguales o excedieron a los rendimientos obtenidos bajo suelo manejado comúnmente.

De la Cruz (2002) indica que para mejorar las condiciones de un suelo y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de los frutos de tomate, se requiere una aplicación de 8 a 10 toneladas de composta por hectárea, además aumenta la fertilidad y el contenido de materia orgánica y de esta manera se facilita la absorción de los nutrientes.

### 3.4. Beneficios de la composta sobre el suelo

Se ha señalado que los abonos orgánicos cuando se aplican al suelo aportan beneficio de tipo físico. Aunque no existe una cuantificación abundante de los fenómenos que se llevan acabo.

El efecto floculante y cementante de la composta en el mejoramiento de la estructura es el primer beneficio, y por ende, disminuye la densidad aparente al hacer uso continuo de composta. Además de efectos nutricionales al tener mayor penetración radical y mejor movimiento de aire y agua.

El contenido de materia orgánica de un suelo es determinante en las necesidades de nutrimentos; por influir en la capacidad de intercambio catiónico y en la capacidad del suelo para retener agua. Los suelos que contienen gran cantidad de materia orgánica ( del 2.5 al 10 por ciento) estarán sometidos a un menor grado de lavado y retendrán en forma disponible mayor cantidad de nutrimentos que los suelos con bajo contenido, circunstancias que determinarán que disminuyan las necesidades de nutrimentos (Simpson, 1991).

### 3.5. Composición Química

Una de las cualidades de la composta es el de tener un lento y sostenido flujo de sustancias nutritivas, que al ser aplicada hace a las plantas fuertes y tolerantes al ataque de plagas y enfermedades.

Composición química de una composta

Elemento	Contenido Nutricional
Nitrógeno	0.5 %
Fósforo	0.5 ppm
Potasio	0.5 ppm
Manganeso	0.3 ppm
Calcio	2.3 %
Sustancias orgánicas	10-20 ppm
Microelementos	Rico

Fuente: Kolmans, 1996 y Noriega, 2002.

## 4. EL BIODIGESTADO LÍQUIDO

### 4.1. Generalidades

Las lombrices se cultivan principalmente con la finalidad de producir vermicomposta, que es un abono orgánico para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo en los últimos años esta técnica esta priorizando la producción del bioabono, especialmente del abono foliar y radicular denominado biodigestado.

El biodigestado es un compuesto líquido bioorgánico, natural, inocuo e inodoro que se obtiene del escurrimiento generado al regar la pila donde se encuentran las lombrices, ya que es necesario mantener a una humedad de 70-80%, y del proceso de la descomposición de los desechos orgánicos como el estiércol de bovinos. La técnica empleada para este proceso es la lombriz roja de California (*Eisenia fetida*). Este líquido es una fuente orgánica de fitoreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo y producción de las plantas. Además es uno de los pocos fertilizantes ecológicos con una flora bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cúbico) capaz de enriquecer y regenerar las tierras. Aunque no sustituye totalmente a los nutrientes inorgánicos, su aplicación rebaja hasta en un 40% la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

### 4.2. Aplicación en el sistema de riego

La forma de aplicación es en sistema de riego por goteo, como solución al 10% disuelto en agua y puede ser aplicado en una gran diversidad de cultivos como maíz, y hortalizas principalmente. También es recomendable aplicarlo en etapas jóvenes del cultivo ya que es de mas fácil aprovechamiento.



#### 4.3. Algunos otros fertilizantes orgánicos son:

##### Té de estiércol

El té de estiércol es una preparación que convierte al estiércol sólido en un abono líquido. En el proceso de hacerse té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. Este abono se aplica en banda a los cultivos o alrededor de las plantas frutales. También puede aplicarse a través de la línea de riego por goteo (200 l/ha cada 15 días).

##### El purín

Mezclando el estiércol y la orina de los animales se obtiene el purín, rico en nitrógeno y microelementos, que cumple con la misma función que un abono foliar. Tiene un alto contenido en aminoácidos e incrementa la actividad microbiana del suelo. El purín es una mezcla líquida de un 20 a 25% de estiércol y un 80 a 85% de orinas.

El purín se aplica en el follaje en todos los cultivos como papa, maíz y hortalizas. Se recomienda aplicar 3 litros de purín en 15 litros de agua. Es más recomendable utilizarlo en época de crecimiento de las plantas, dado que en esta etapa las plantas tienen capacidad de absorber el 50% de las sustancias nutritivas del purín.

#### 4.4. Las experiencias de un productor

Las experiencias de un productor de ajo en Zacatecas nos señalan que al aplicar el biodigestado líquido junto con la fertilización química en el cultivo de

ajo aumenta hasta en un 20% el contenido de nitrógeno en el bulbo en comparación con el cultivo no aplicado, así también menciona que el rendimiento aumenta hasta 4 ton/ha más en comparación con la fertilización química.

#### 4.5. Características Físico-Químicas de la solución aplicada

	Unidades	Rango
PH	--	6.8 a 7.2
N Total	%	1.5 a 3.35
P Total	ppm	700 a 2500
K Total	ppm	4400 a 7700
C/N	--	10 a 13
CIC	meq/100 g	75 a 85
Ca Total	%	2.8 a 8.7
Mg Total	ppm	260 a 576
Mn Total	ppm	0.2 a 0.5
Cu Total	ppm	85 a 490
Zn Total	ppm	87 a 404

Fuente: Noriega, 2002.

#### 4.6. Beneficios del Biodigestado Líquidos Lombriz

- Por ser un fertilizante líquido orgánico y homogéneo produce un aumento en el vigor de las plantas.
- Es de gran concentración en sustancias húmicas (ácidos fúlvicos y húmicos).
- Por su elevada carga microbiana contribuye a la protección del sistema radicular de bacterias y nematodos.
- La actividad residual del humus de lombriz es de efecto prolongado.
- Es de fácil manejo y puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. Localización geográfica del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola de primavera-verano, a partir del 21 de mayo del 2003. Este experimento se estableció atrás del invernadero No. 2, ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Geográficamente el lugar se sitúa a  $25^{\circ}23'$  latitud Norte y  $101^{\circ}00'$  de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y una altura de 1743 msnm.

La UAAAN se localiza en Buenavista municipio de Saltillo a siete kilómetros al sur de la misma ciudad, la cual esta ubicada en la región sureste del Estado de Coahuila.

#### 2. Clima

Tipo BWhw (X') (e), el cual es seco y templado, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de  $13.3^{\circ}\text{C}$ , con una oscilación media de  $10.4^{\circ}\text{C}$ . Los meses más cálidos son Junio, Julio, y Agosto con temperaturas máximas de  $37^{\circ}\text{C}$ . Durante Enero y Diciembre se registran las más bajas temperaturas de hasta  $-10.4^{\circ}\text{C}$ , con heladas regulares en el periodo diciembre a febrero.

La precipitación media anual es de 460.7 mm., siendo julio, Agosto y Septiembre los meses más lluviosos.

3. Los materiales utilizados fueron los siguientes:

<b>Material de Campo</b>	<b>Material de Laboratorio</b>	<b>Reactivos</b>
Plántulas de tomate		Mezcla reactiva de Selenio
Var. Río grande	Refractómetro	
Azadón	Báscula	Ácido Sulfúrico
Cintilla	Matraz Erlenmeger	Ácido Clorhídrico
Fertilizantes	Matraz Kjeldahl	Hexano
Composta	Perlitas de Vidrio	Granalla Zn
Biodigestado	Crisol de porcelana	
líquido de lombriz	Balanza analítica	Acetona
Funguicidas	Estufa de secado	Éter de
Insecticidas	Matraz bola f. plano	Petróleo
Rafia	Equipo Soxhleth	
Estacas	Cartuchos de	
Bolsas	celulosa	
Marcadores	Embudos	
Un venturí de ½"	de separación	
	Parrillas de calentamiento	

4. Diseño experimental

El trabajo se realizó a campo abierto con un área de 81 m<sup>2</sup>, cada unidad experimental consta de 5 m lineales por 0.90 m de ancho, dando una superficie de 4.5 m<sup>2</sup>.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con arreglo de 6 tratamientos y 3 repeticiones, dándose un total de 18 unidades experimentales; y tomando 10 plantas por cada unidad de las cuales se evaluaron 8 plantas.

Cuadro No 3.1. Que indica el arreglo de los tratamientos y sus repeticiones en campo.

Trat.	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1	Compost. + Biodigestado	Biodigestado + Químico	Biodigestado solo
T2	Compost. + Químico	Composta sola	Químico solo
T3	Biodigestado solo	Composta + Biodigestado	Biodigestado + Químico
T4	Composta sola	Químico solo	Composta + Químico
T5	Biodigestado + Químico	Biodigestado solo	Compost.+ Biodigest.
T6	Químico solo	Composta + Químico	Composta sola

N  
↑

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Obtención de plántulas

Utilizando 6 charolas de 180 cavidades, se lleno con sustrato premier, se niveló y se dio un riego pesado para uniformizar la humedad. La siembra se llevo acabo el día 6 de abril del 2003, germinando 7 a 10 días después de la siembra. Después de la germinación se aplicaron riegos de auxilio cada día. Para aumentar el vigor de las plantas se aplicaron riegos con biodigestados en solución al 10% cada 3 días, cuando las plantas tenían de 8 a 16 cm de altura y con 4 a 6 hojas verdaderas, se llevo acabo el trasplante en campo.

### 5.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno varía de acuerdo a su topografía y al método de establecimiento a utilizar, ya sea siembra directa o transplante. Es

conveniente resaltar que el respetar los tiempos para cada una de las actividades de preparación, permite eliminar una o más generaciones de malezas. Esto da como resultado una menor competencia con el cultivo durante los primeros 50 días después del trasplante (Hernández, 2000).

### 5.3. Barbecho

La finalidad de esta labor es 1) romper y voltear la capa arable de suelo y así eliminar la mayor cantidad de plagas del mismo; 2) enterrar las malas hierbas y los restos del cultivo anterior; 3) permitir que el aire penetre y circule libremente y 4) favorecer la penetración del agua.

### 5.4. Rastra

Se recomienda efectuar un primer paso de rastra de 20 a 30 días después del barbecho, con el fin de triturar y desmenuzar los terrones y eliminar las malas hierbas presentes en el terreno.

### 5.5. Surcado

La práctica del surco es opcional, ya que esto solo se justifica bajo condiciones de riego por gravedad, suelos pesados o presencia de alta humedad en el terreno; se evita normalmente en suelos ligeros con considerable contenido de arena, para disminuir el riesgo de que el lomo del surco se desbarate por la acción de las lluvias y las plántulas queden destapadas (Hernández, 2000).

## 5.6. Fertilización

En cuanto a la fertilización química con la dosis de 300 – 150 -- 350 unidades/ha se realizó una sola aplicación en los tratamientos 2, 4 y 6 con macro elementos, de fondo con la dosis y durante la etapa fonológica del cultivo de tomate se hicieron aplicaciones de biodigestados líquidos en solución de 25% en el agua de riego.

Los fertilizantes utilizados fueron:

- UREA = 46—00—00
- MAP = 11—52—00
- SK = 00—00—50

## 6. Manejo del cultivo

### 6.1. Riego

El riego puede definirse como la aplicación artificial del agua al suelo con el fin de promover la humedad necesaria para que las plantas se desarrollen normalmente. La humedad del suelo es el factor más importante en la obtención de cosechas. Sin agua aprovechable las plantas no crecerán aunque los demás factores de producción agrícola sean adecuados.

Los riegos fueron aplicados en sistema de riego por goteo, proporcionando riego pesado dos días antes del trasplante y luego riegos de auxilio de 2 a 4 horas por día dependiendo de los requerimientos y necesidades del cultivo.

## 6.2. Riego por Goteo

Rojas (1990), el riego por goteo se define como la aplicación artificial del agua al suelo en forma lenta pero frecuentemente y en pequeñas cantidades, dirigida directamente a la zona radicular en las plantas, llegando hasta ahí a través de emisores.

El agua distribuida en el patrón del suelo describe un patrón de humedecimiento ovoide llamado “bulbo de mojado”; cuyo contorno se extiende más lateralmente en suelos arcillosos mientras que en suelos arenosos es invertido el comportamiento. Dado que la aplicación es intermitente, se mantiene el suelo en condiciones óptimas de humedad durante todo el desarrollo del cultivo.

## 6.3. Ventajas del Riego por Goteo

Rojas (1990) menciona que las ventajas del riego por goteo son:

- a) Ahorro de agua por la proporción de humedad disponible, tasa baja de evapotranspiración y reducción de las pérdidas por precolación profunda.
- b) Respuesta del cultivo a un adecuado nivel de humedad en relación a la aireación del suelo.
- c) Optimización del fertilizante
- d) Menos crecimiento de hierbas
- e) Control de enfermedades y reducción de agroquímicos
- f) Posible uso de agua salina
- g) Operación en suelos con baja tasa de infiltración.



#### 6.4. Desventajas del Riego por Goteo

- a) Peligro a salinidad en una mala racionalización de agua.
- b) Respuesta del cultivo a la distribución de la humedad, no todos los cultivos responden a cierto perfil de humedecimiento.
- c) Alto costo de inversión inicial y de mantenimiento técnico, comparado con otros sistemas de riego por superficie.
- d) Sensibilidad al taponamiento de los orificios.

#### 6.5. Control de Malezas

Se aplicaron 4 deshierbes, el primero a los 15 días después del trasplante y los otros tres conforme el cultivo lo demandaba.

#### 6.6. Control de plagas y enfermedades

Cuadro 3.2. Las plagas y enfermedades que se presentaron durante la fase fenológica del cultivo.

Plagas	Nombre científico	Control	Dosis
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Confidor 350 SC	0.4 ml/lit de agua
		Dimetoato 400	1.5 ml/lit de agua
		Thiodan 35 CE	5 ml/lit de agua
Minador de la hoja	<i>Liriomyza sp</i>	Trigar	0.7 ml/lit
		PEREMETRINA	1.5 ml/lit
Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i>	PERMETRINA CE	1ml/lit

Enfermedad	Nombre científico	Control	dosis
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	MANZATE	3 gr/lt

#### 6.7. Poda

Se realizó una sola poda a los 25 días del trasplante con el fin de evitar un exceso de las ramificaciones, y de esa manera facilitar la entrada de luz, aire y alcanzar un mejor tamaño de frutos. Se eliminaron los brotes ó chupones.

#### 6.8. Tutoreo

El tutoreo se realizó utilizando hilos de rafia para conducir cada tallo o planta de manera que a estos colgaban de los hilos y evitar su contacto con el suelo, y de esta manera proteger los frutos de posibles pudriciones por humedad.

#### 6.9. Cosecha

La cosecha se llevo acabo en forma manual, se realizaron un total de 6 cortes. La primera cosecha se realizó a los 75 días del trasplante iniciando el día 6 de agosto del 2003 tomando como base el rayado de los frutos, y se concluyó con esta etapa el día 8 de Septiembre del mismo año.

## 7. Variables evaluadas

### 7.1 Variables Agronómicas

Las variables que se evaluaron se comenzaron 15 días después del trasplante el 06 de junio de 2003 hasta la última cosecha y terminación del análisis de laboratorio.

#### 7.1.1 Peso fresco de planta

Esta variable fue evaluada cortando dos plantas por cada unidad experimental, el corte se realizó desde la base del cuello y se tomó el peso fresco de las plantas con sus frutos y se sacó la media del peso.

#### 7.1.2 Peso seco de la planta

Esta variable fue evaluada tomando el peso seco de la planta y de sus frutos, previamente secado en un deshidratador solar por 96 horas y los frutos secados a la estufa por 48 horas.

#### 7.1.3 Altura de planta

Esta variable fue medida en cuatro fechas diferentes con una cinta métrica, tomando en centímetros desde la base o cuello del tallo a nivel del suelo hasta el meristemo de crecimiento más alto.

#### 7.1.4 Número de frutos

El número de frutos se obtuvo contabilizando los frutos cosechados por cada tratamiento y dividiéndolo entre el número de plantas.

#### 7.1.5 Rendimiento

Esta variable se determinó en gramos por unidad experimental, surge al pesar el total de frutos cosechados por unidad en cada corte, haciendo una sumatoria final con el número de cortes y dividiendo entre el número de plantas totales (8).

También se determinó el rendimiento medio por cada tratamiento, esto se obtuvo al sumar el total de los pesos del mismo tratamiento y dividiendo entre el número total de plantas del mismo.

### 7.2 Variables Bioquímicas

Esta variable se determinó por medio de un análisis bromatológico de los frutos de tomate cosechados, el cual fue realizado en el laboratorio de bioquímica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### 7.2.1 Porcentaje de Nitrógeno Total

Esta variable se determinó por medio del método de Kjeldahl, realizando una repetición por cada unidad experimental, dando así un total de seis

repeticiones para cada tratamiento; y de esta manera se redujo el error experimental haciendo más confiable los resultados.

#### 7.2.2 Porcentaje de Nitrógeno Proteico

Esta variable se determino por el mismo método que para nitrógeno, cabe señalar que el resultado se obtiene a partir del contenido de nitrógeno multiplicado por un factor constante (que es 6.25) y de esa manera se obtiene los resultados.

#### 7.2.3 Porcentaje de Materia Seca Total

Esta variable se determino por medio de volatilización empleando dos muestras o pruebas para cada repetición dando un total de seis pruebas por tratamiento de esta manera se reduce el error experimental.

#### 7.2.4 Porcentaje de Fibra Cruda

Esta variable se determino por medio del método de Weende, para ello también se realizaron 2 repeticiones por cada repetición experimental de cada tratamiento.

#### 7.2.5 Porcentaje de Grasa

Esta variable se determino por medio del método de Soxleth, el contenido de grasa también es conocido como Extracto Etéreo, para ello también se hicieron seis pruebas por tratamiento.

#### 7.2.6 Por ciento de Ceniza

Esta variable se determino por medio de incineración, y para obtener el resultado también se hicieron seis pruebas para cada tratamiento ya que de esta manera se obtienen resultados de mayor confiabilidad.

#### 7.2.7 Por ciento de humedad

Esta variable se determino por volatilización, y para ello también se emplearon dos repeticiones para cada muestra, obteniendo un total de seis pruebas para cada tratamiento .

#### 7.2.8 Por ciento de Extrato Libre de Nitrógeno

Esta variable se determino por medio de cálculos, la sumatoria de las otras variables se resta a 100, y de está manera nos da el resultado de E.L.N.

#### 7.1.9 Grados Brix

Esta variable fue evaluada con la ayuda de un Refractómetro exprimiendo el jugo del tomate sobre este aparato para obtener la lectura.

#### 7.2.10 Contenido de Carotenoides

Esta variable se determino por medio del manual de practicas de Química y Bioquímica, utilizando una muestra para cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Peso fresco de planta

Para la variable peso fresco de planta se tomo como muestra representativa 2 plantas por repetición, por lo tanto nos dio un total de 6 plantas por tratamiento. El cual se realizo con un solo muestreo a los 41 días después del trasplante.

El análisis de varianza del Cuadro B1, no detecta diferencia entre tratamientos pero al comparar las medidas de los tratamientos, se observa una diferencia numérica para tomarse en cuenta, Cuadro C1 y figura 4.1.

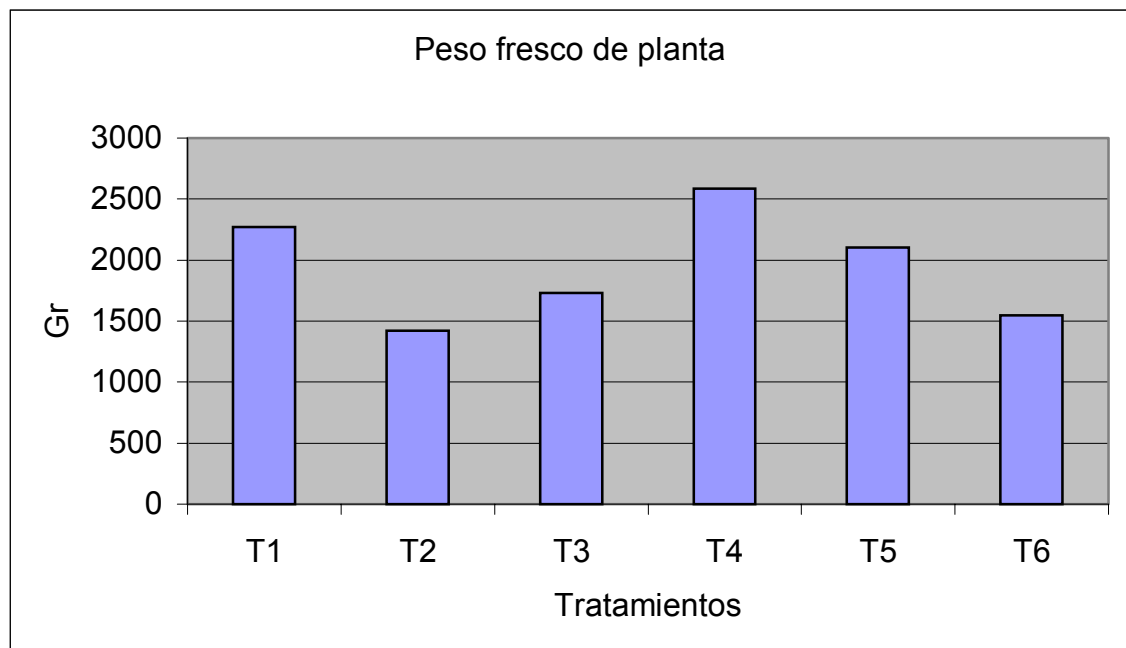


Figura No. 4.1 Comportamiento del peso fresco de las plantas evaluadas.

## 4.2 Peso seco de Planta

Para la variable peso seco de planta se tomo como muestra representativa 2 plantas por repetición, por lo tanto nos dio un total de 6 plantas por tratamiento. El cual se realizo con un solo muestreo a los 41 días después del trasplante. Después se seco por 48 horas en una estufa desecadora.

Al realizar el análisis de varianza, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ver Cuadro B2. (apéndice) pero al igual se detecta una diferencia numérica para también considerarse, esto puede apreciarse en el Cuadro C2. y figura 4.2.

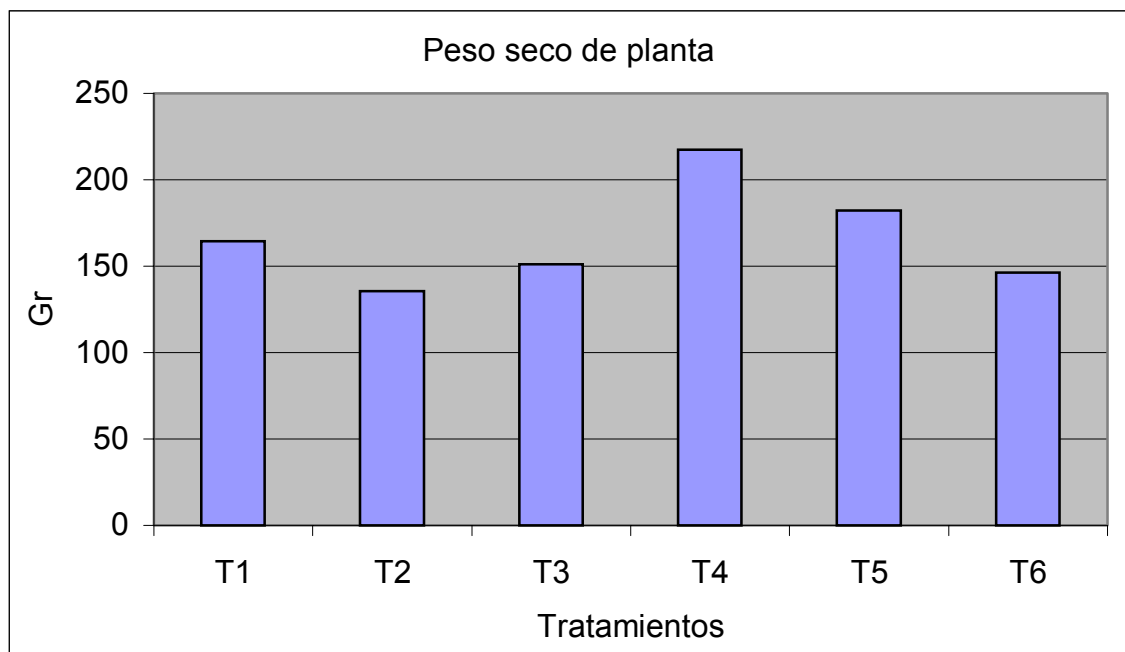


Figura No. 4.2 Comportamiento del peso seco de las plantas evaluadas



### 4.3 Altura de Plantas

Para la variable de altura de plantas se realizó un muestreo durante la etapa fonológica del cultivo a los días 26, 34, 40 y 78 después del trasplante. Para esto se midieron dos plantas previamente seleccionadas en lote experimental y se tomo la media de las medidas.

Al realizarse el análisis de varianza para cada muestreo, no se encontró diferencia significativa, como se aprecia Cuadro B3 (apéndice) respectivamente. Y la diferencia numérica es muy baja, eso demuestra la estabilidad genética de la variedad, como se muestra en el Cuadro C3. También se puede apreciar en la Figura 4.3.

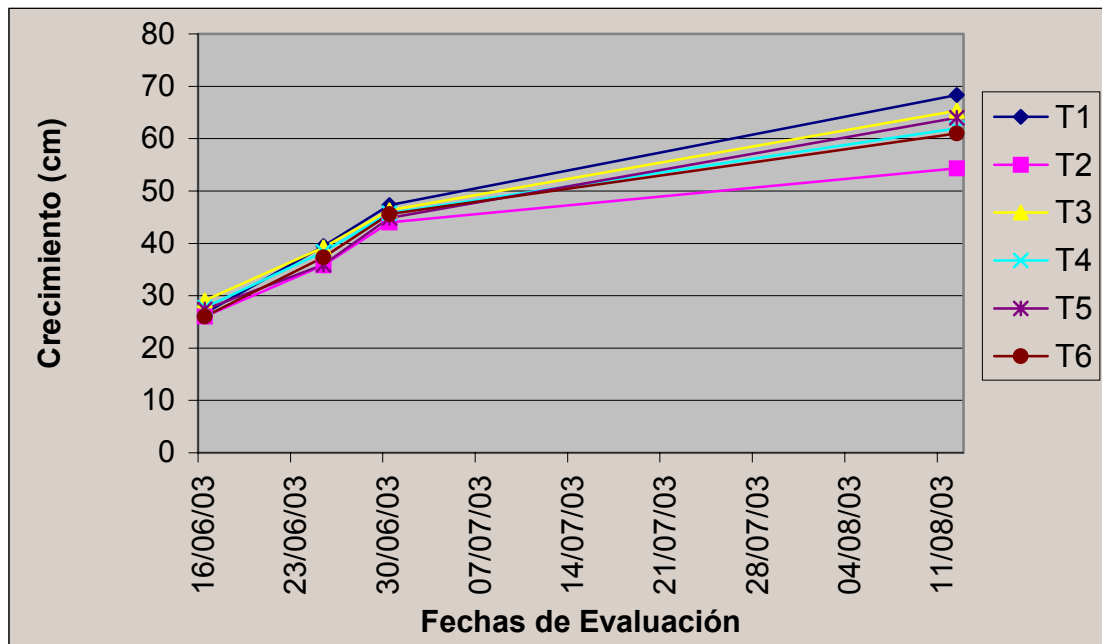


Figura No. 4.3 Comportamiento de la altura de plantas a los 81 días después del trasplante en el cultivo de tomate.

#### 4.4 Número de frutos

Para esta variable se realizaron 6 cortes durante la etapa productiva y al final de los cortes se hizo una sumatoria total de los frutos cosechados y se dividió entre el número de plantas.

Al realizar el análisis de varianza para esta variable, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos como se puede apreciar el Cuadro B4., Cuadro C4. (apéndice) y la Figura 4.4 respectivamente.

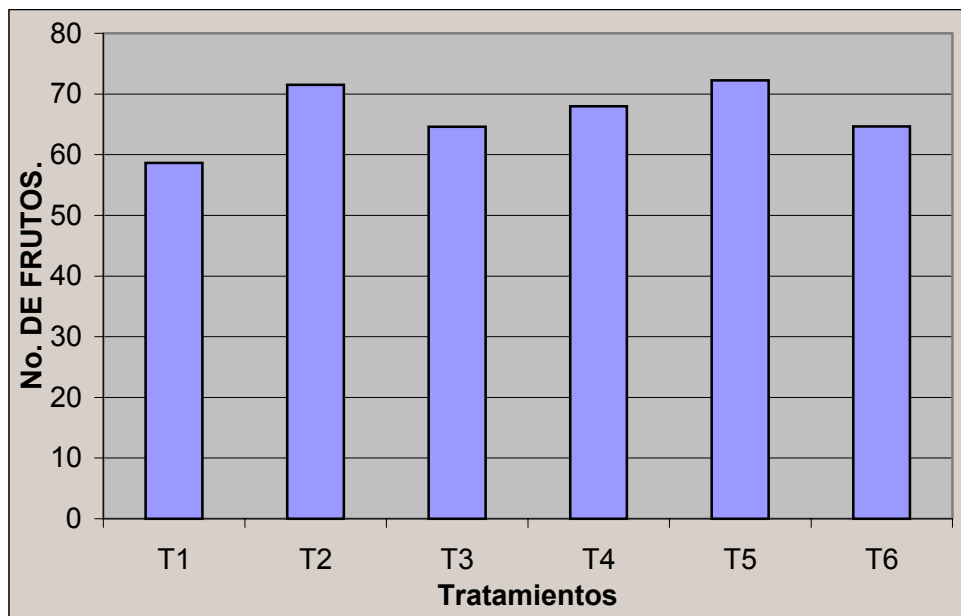


Figura No 4.4 Comportamiento del Número de frutos por tratamiento

#### 4.5 Rendimiento

La cosecha se inicio cuando los se comenzaron a observar el rayado de los frutos, ya que está es una característica de esta especie. Esto se inicia con el rayado de los frutos y 20 a 30 horas después se torna completamente de color rojo.

Durante el ciclo productivo de este cultivo, se realizaron 6 cortes, de donde se obtuvo la sumatoria del total de los cortes. Cabe señalar que los datos obtenidos se reportaron en gramos por planta.

Para la variable de rendimiento se realizó un análisis de varianza, no se detecto diferencia significativa entre tratamientos, lo cual nos indica que se comportaron estadísticamente iguales; como se puede apreciar en los Cuadros B5., C5. (apéndice) y Figura 4.5, respectivamente.

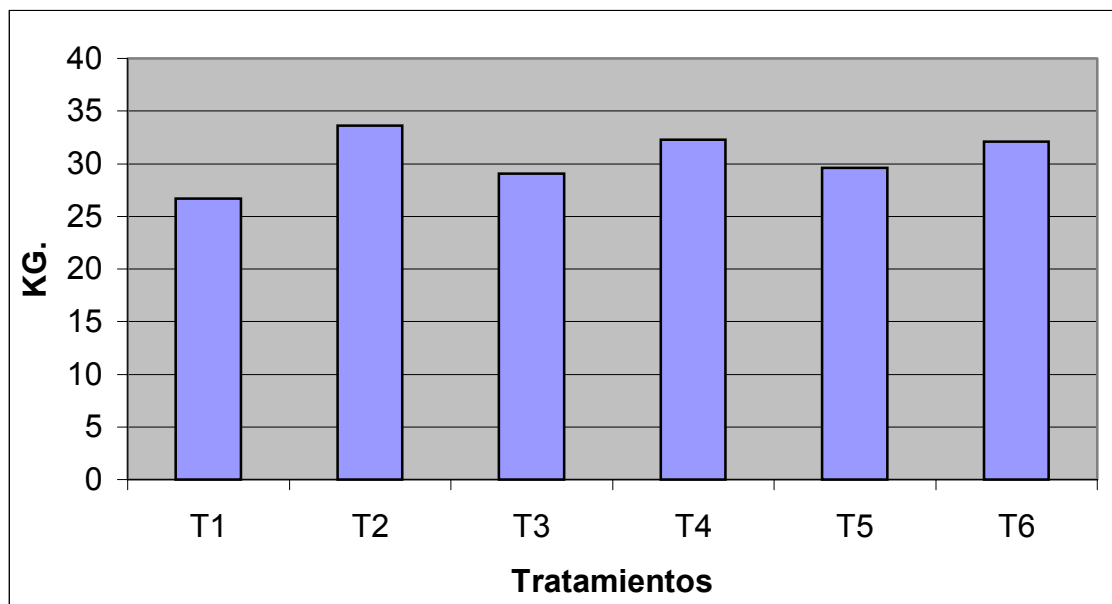


Figura No 4.5 Comportamiento del rendimiento por tratamientos en (Kg/Trat).

#### 4.6 Calidad de frutos

Con la finalidad de conocer el valor nutritivo de los frutos obtenidos, durante el ciclo del cultivo, se realizó un análisis bromatológico de los seis tratamientos provenientes de las muestras tomadas donde se fertilizo orgánicamente en comparación con el testigo (químico), los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro No. 4.4, en el cual se puede apreciar su alto contenido de % Materia Seca total, % Fibra cruda, % Grasa y % Humedad; esto debe influir en el sabor y el alto grado de azúcares en el tratamiento No 4.

Cuadro No.4.1. Análisis bromatológico de los seis tratamientos de los frutos de tomate provenientes del trabajo de tesis.

	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Humedad	23.22 %	19.44 %	16.96 %	20.43 %	21.06 %	21.2%
Ceniza	12.49 %	11.95 %	12.35 %	12.67 %	11.67 %	10.89%
M.S.T.	76.78 %	80.56 %	83.04 %	79.57 %	78.94 %	78.80%
Grasa	2.42 %	2.58 %	2.64 %	4.50 %	2.91 %	3.53 %
Nitrógeno	2.50 %	2.57 %	3.72 %	2.68 %	2.69 %	2.77 %
N.Proteína	15.62 %	16.08 %	16.99 %	16.75 %	16.80 %	16.95 %
Fibra cruda	1.55 %	1.68 %	1.67 %	1.71 %	1.64 %	1.68 %
E. L. N.	44.7 %	48.27 %	49.39 %	43.94 %	45.92 %	45.75 %

Fuente: Análisis hecho por el laboratorio de Bioquímica del Departamento de Ciencias básicas de la universidad Autónoma agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.

#### 4.7 Porcentaje de Nitrógeno Total

El nitrógeno total fue medido en porcentaje, realizando la toma de los datos al mismo tiempo que las demás variables bioquímicas la única diferencia es el método por el cual se determinan.

Realizando el análisis de varianza, para cada muestreo no se reporto diferencia significativa entre los tratamientos, observándose muy similares entre sí, como se observa en los Cuadros B7., C6 (apéndice) y Figura No. 4.6 respectivamente.

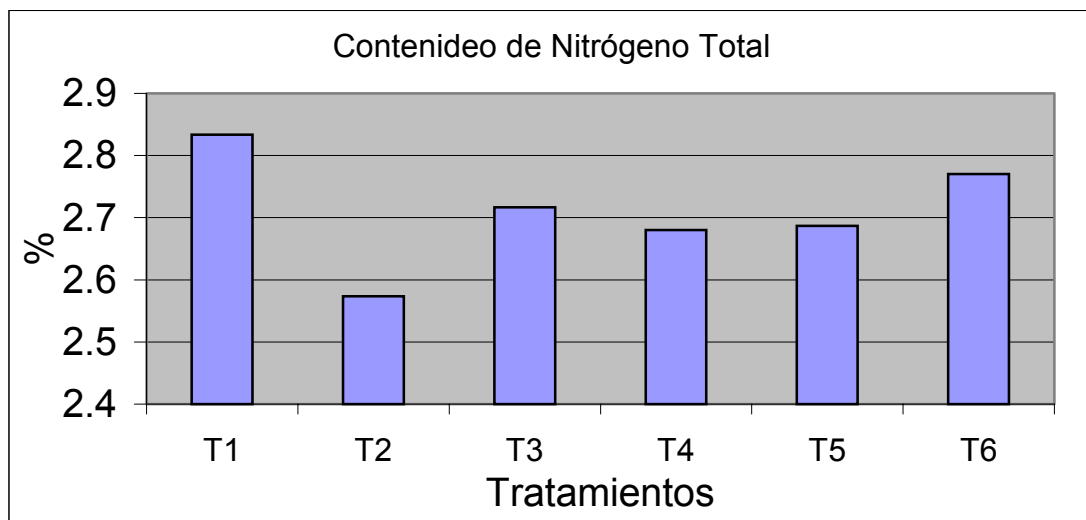


Figura 4.6 Comportamiento del contenido en porcentaje de nitrógeno total en los frutos por tratamientos.

#### 4.8 Porcentaje de Nitrógeno Proteico

Para la variable de porcentaje de nitrógeno proteico en los frutos, se toman seis muestras por tratamientos.

Al realizar el análisis de varianza para cada muestreo no se reporto diferencias significativas entre los tratamientos, como se observa en los Cuadros B8. y Cuadro C7. (apéndice) y Figura No. 4.7 respectivamente.

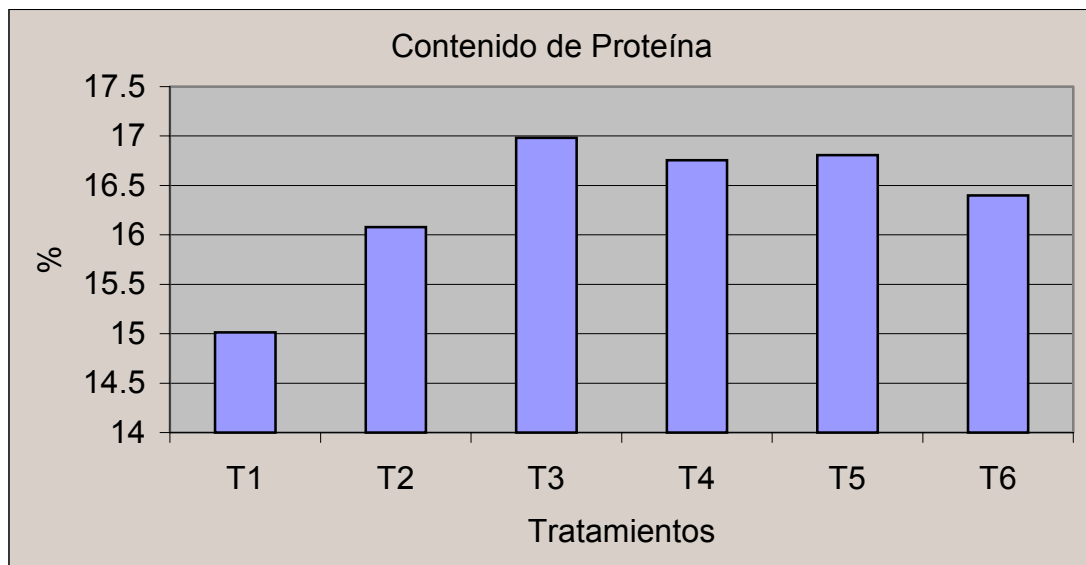


Figura 4.7 Comportamiento del contenido en porcentaje de Nitrógeno Proteico por tratamiento.

#### 4.9 Porcentaje de Materia Seca Total

La materia seca total fue medida en porcentaje, realizando la toma de los datos al mismo tiempo que las demás variables bioquímicas la única diferencia es el método por el cual se determinan.

Realizando el análisis de varianza para esta variable se detectó diferencia significativa entre los tratamientos al 0.05%, los tratamientos tres, dos y cuatro, ver Cuadro C8 (apéndice) y Figura 4.8, respectivamente. El mayor contenido de materia seca total se registro en el tratamiento tres, en comparación con el testigo.

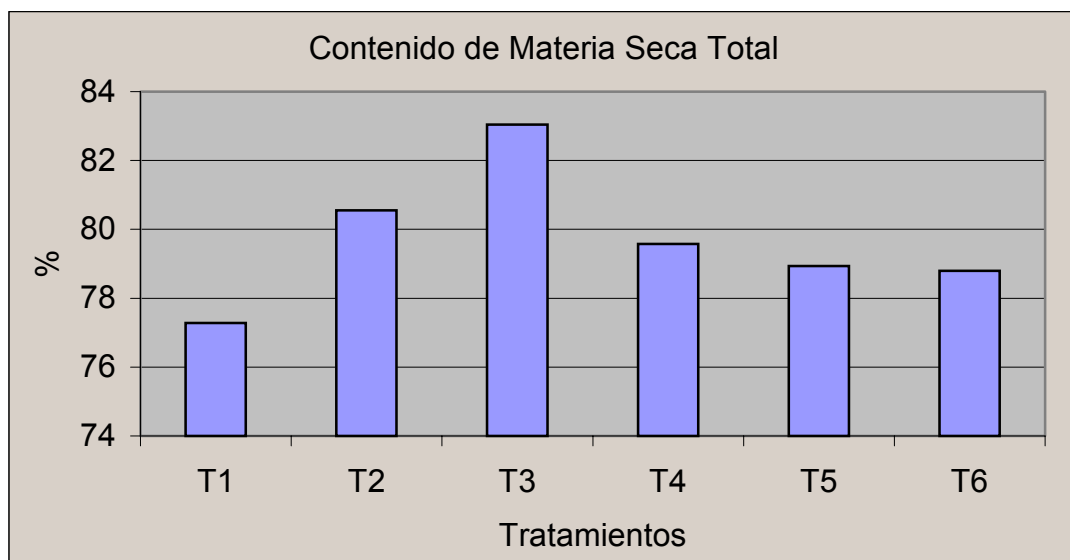


Figura No. 4.8 Comportamiento del contenido en porcentaje materia seca total de por tratamiento.

#### 4.10 Porciento de Fibra Cruda

La fibra cruda también fue determinada en porciento, realizando la toma de los datos al mismo tiempo que las demás variables bioquímicas la única diferencia es el método por el cual se determinan.

Al realizarse al análisis de varianza para esta variable, nos reporto diferencia significativa al 0.05%, ver Cuadro B10, (apéndice), y la prueba de medias nos reporta que los tratamientos 4, 2, 6, y 3 son los que tienen un porciento más alto de fibra cruda y en ese respectivo orden siendo los tratamientos 5 y 1 los de porcentaje más bajo., ver Cuadro C9 (apéndice) y Figura 4.9.

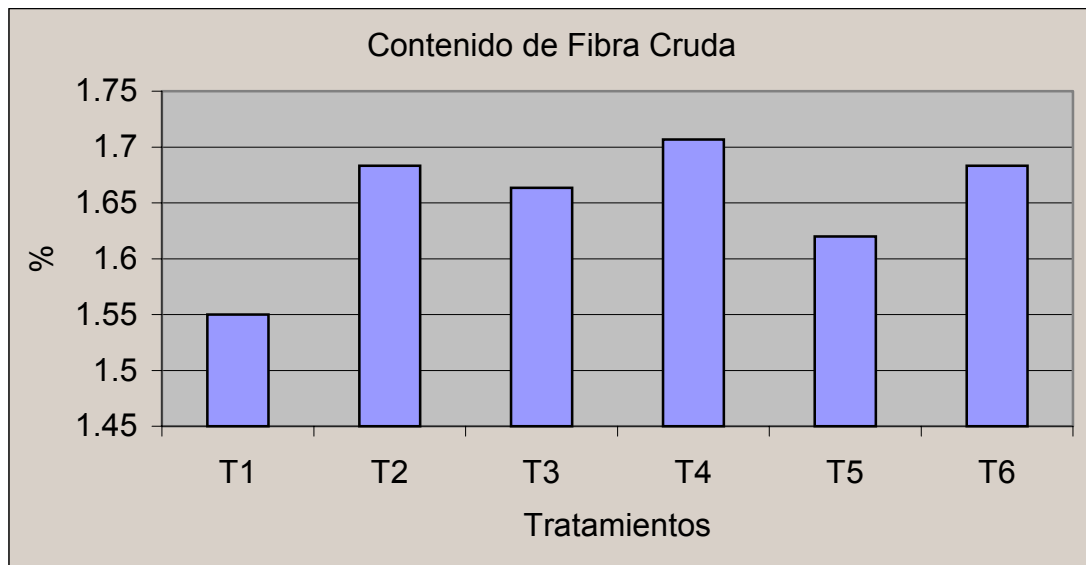


Figura 4.9 Comportamiento del porciento de Fibra Cruda por tratamiento.



#### 4.11 Por ciento de Grasa

La grasa en el fruto también fue determinada en por ciento, realizando la toma de los datos al mismo tiempo que las demás variables bioquímicas, diferenciándose solamente por el método por el cual fueron determinados.

Al realizarse el análisis de varianza para esta variable de respuesta, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos., ver Cuadro B11. (apéndice), y la prueba de medias expresa que el tratamiento cuatro, es el que reporta mayor contenido de grasa y que es seguido por el tratamiento seis y los tratamientos cinco, tres, dos respectivamente, el uno el de menos contenido de grasa., como se puede ver Cuadro C10. (apéndice) y Figura 4.10.

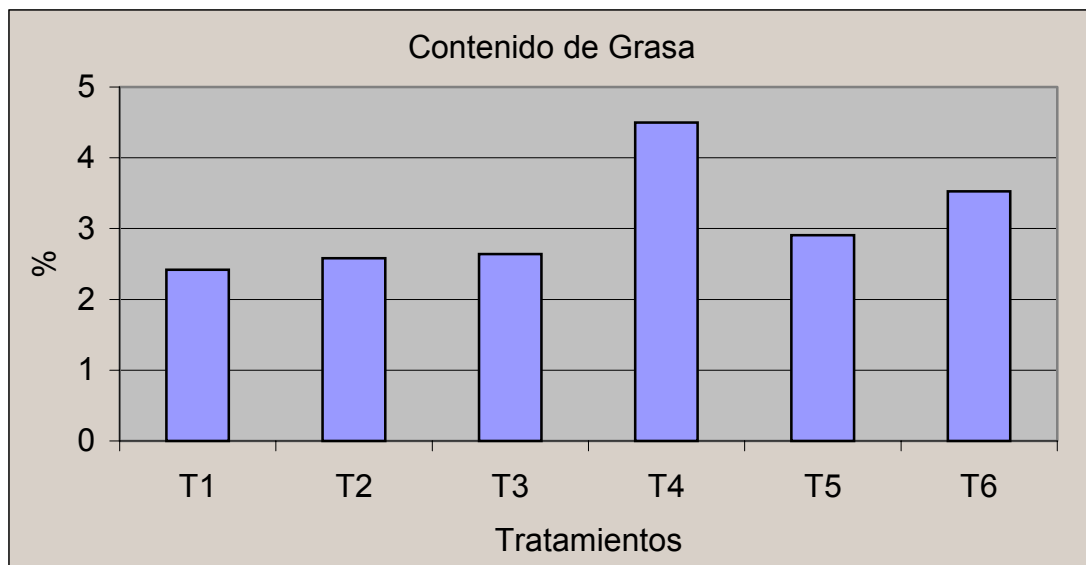


Figura No. 4.10 Comportamiento del contenido en por ciento de grasa en los frutos de cada tratamiento.

#### 4.12 Por ciento de Ceniza

Para la variable de por ciento de ceniza se realizó por el método antes mencionado haciendo seis pruebas. Y al realizarse el análisis de varianza para la misma, no se encontró diferencia significativa ya que los tratamientos se comportaron muy similares, como se puede observar en el Cuadro B12, Cuadro C11. (apéndice) y Figura 4.11.

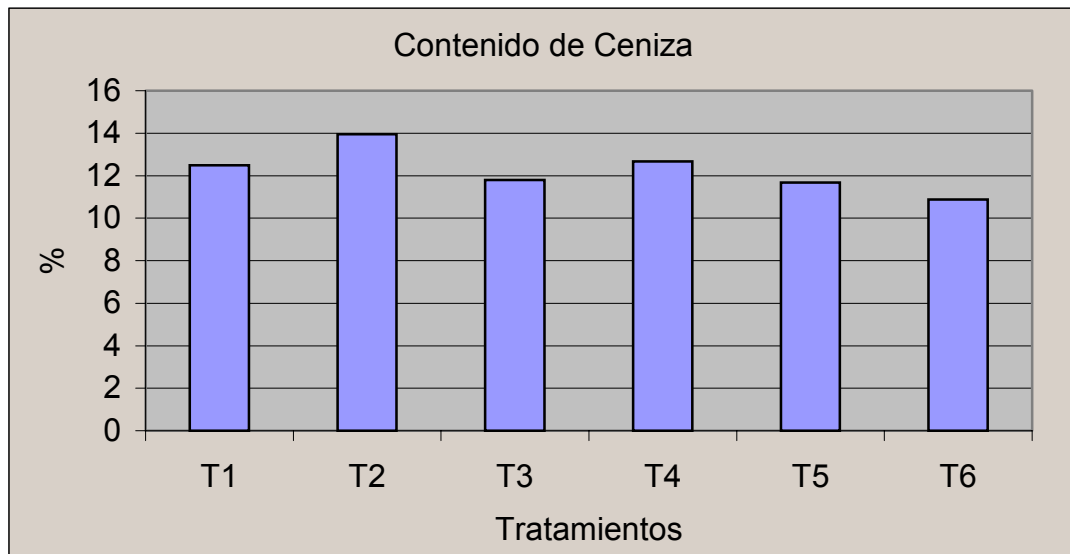


Figura 4.11 Comportamiento del contenido en por ciento de ceniza en los frutos de tomate cosechados

#### 4.13 Porcentaje de Humedad

Al realizar el análisis de varianza, se registro diferencia significativa al 0.05% entre los tratamientos como se ve en Cuadro B13. (apéndice).

Realizando la prueba de comparación de medias por el método de DMS al 0.05%, encontramos que el tratamiento en el que hubo más humedad en el fruto es el 1tratamiento 1, seguido por los tratamientos 6, 5, 4, y los que se reporto menor porcentaje de humedad son el 2 y 3., ver Cuadro C12 y Figura 4.12.

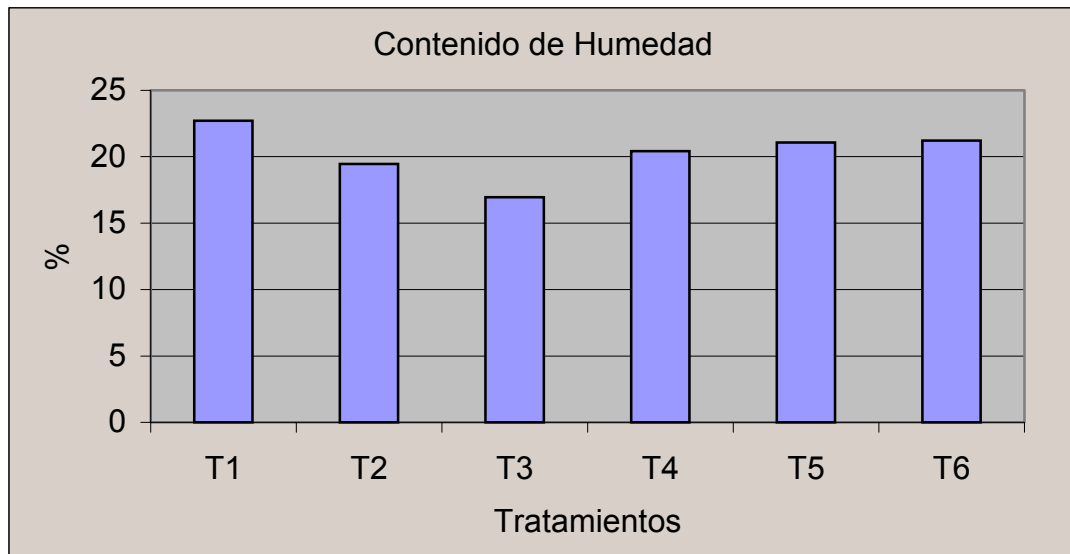


Figura 4.12 Comportamiento del contenido en porcentaje de humedad de los frutos de tomate cosechados en cada tratamiento.

#### 4.14 Porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno

Para la variable de extracto libre de nitrógeno se realizó por medio de cálculos, también los datos fueron tomados al mismo tiempo que para las otras variables bioquímicas. Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, ver Cuadro B14., lo cual nos indica que los tratamientos se comportaron muy semejantes como se puede apreciar en el Cuadro C13. (apéndice) y Figura 4.13.

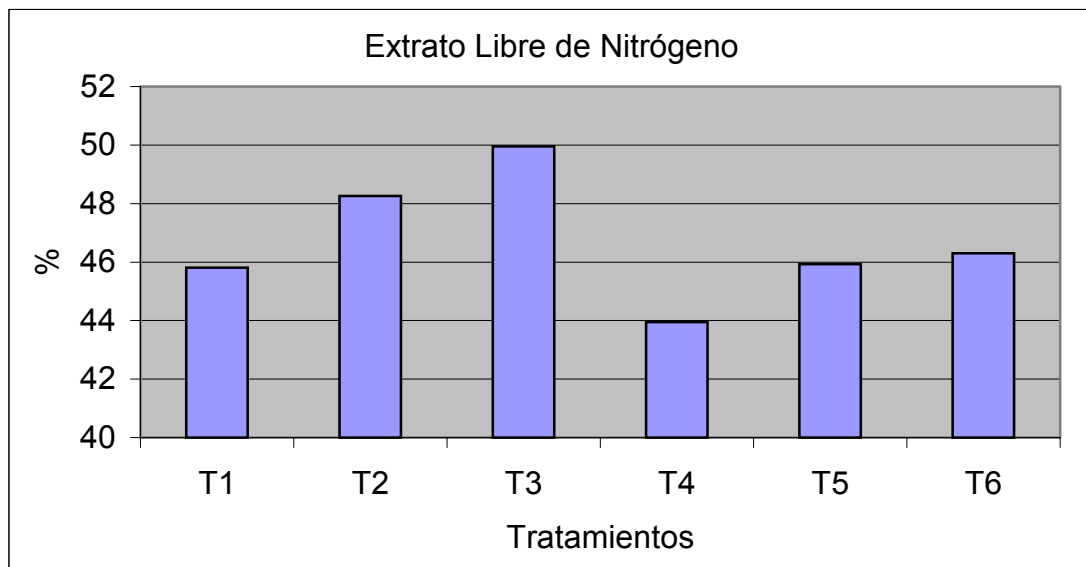


Figura No 4.13 Comportamiento del contenido en porcentaje de extracto libre de nitrógeno en los frutos.

#### 4.15 Grados Brix

Para la variable de respuesta grados Brix en los frutos de tomate cosechados se tomo como muestra representativa a cinco frutos por repetición, por lo tanto fueron quince frutos por tratamientos. Los cuales se obtuvieron en el tercer corte. En esta variable al realizarse el análisis de varianza, se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos al 1%, como se puede ver en el Cuadro B6. (apéndice).

Pero al realizar la prueba de comparación de medias por el método de DMS al 0.05% para esta variable, nos indica que el tratamiento con mayor cantidad de azúcares o grados Brix es el tratamiento número 4, seguido por el tratamiento 5, seguido en orden por los tratamientos 1, 3, 6 y 2 respectivamente., ver Figura 4.14.

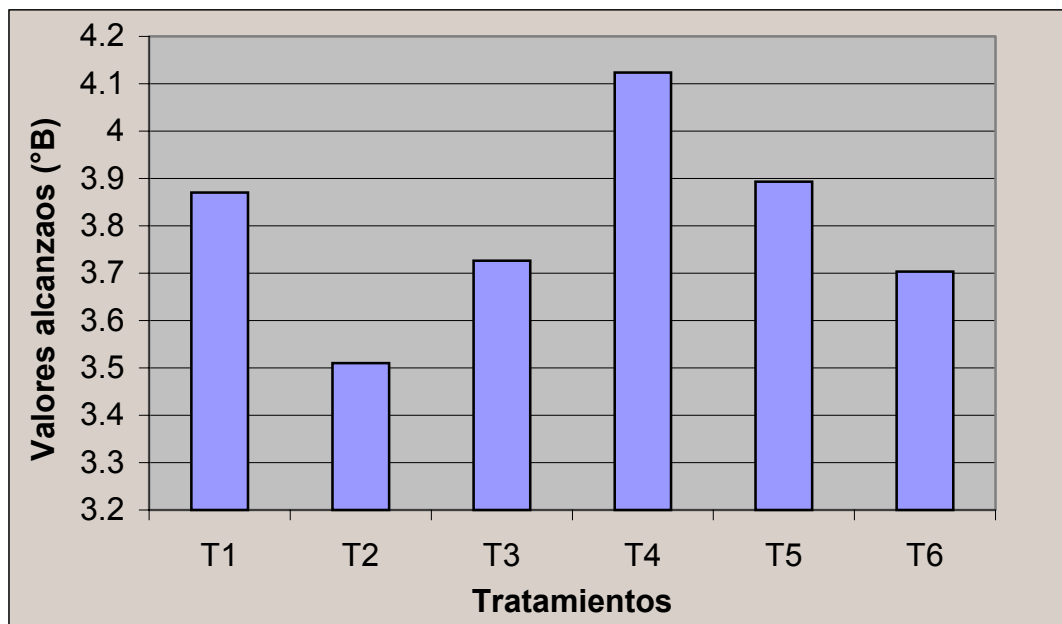


Figura No 4.14 Contenido de Grados Brix en los frutos cosechados por tratamiento.

#### 4.16 Contenido de Carotenoides

En esta variable no se realizó análisis de varianza dado que se tomo solamente una muestra por tratamiento para realizar el análisis, sin embargo esta muestra estuvo compuesta por material de las tres repeticiones de cada uno de los tratamientos, obteniéndose de esa manera un dato promedio por tratamiento.

El resultado de contenido de carotenoides es el siguiente:

$$T2 = 225 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

$$T3 = 220 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

$$T4 = 191 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

$$T5 = 172.9 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

$$T6 = 169 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

$$T1 = 163 \mu\text{g}/ 100 \text{ gr}$$

#### 5. Correlaciones

Al realizar las correlaciones múltiples entre las variables de respuesta se encontró lo siguiente alta significancia, de la variable peso fresco de planta contra la variable peso seco de planta y contra la variable grados Brix en fruto; esto quiere decir que al incrementarse el follaje de la planta (peso fresco) habrá también un mayor incremento en el peso seco de la misma, en cuanto a la correlación con grados Brix se asume que al incrementarse el follaje de la planta hay mayor superficie fotosintética por lo tanto habrá mayor formación de carbohidratos que pueden pasar a formar parte del fruto. La variable peso seco de planta tiene alta correlación con la variable grados Brix y es una consecuencia de la explicación anterior.

La variable altura de planta, tiene una correlación altamente positiva con la variable porcentaje de nitrógeno total en fruto y la relación entre estas dos variables es que al haber una mayor altura de planta existe una mayor asimilación de nutrientes, entre ellos el nitrógeno y esto trae como consecuencia una mayor concentración de N total en fruto, también la altura tiene una correlación altamente significativa pero negativa con la variable contenido de carotenoides en fruto, por lo tanto se asume que al aumentar la altura disminuye el contenido de carotenoides en el fruto.

La variable rendimiento por planta tienen una correlación significativa positiva con la variable porcentaje de fibra cruda en fruto ya que al aumentar el porcentaje de fibra cruda aumenta el rendimiento.

La variable porcentaje de materia seca de fruto tiene una correlación altamente significativa negativa con la variable porcentaje de humedad en fruto, es lógico que al aumentar el contenido de materia seca en fruto disminuye el contenido de agua de los mismos.

También la variable porcentaje de materia seca de frutos tiene una correlación significativa positiva con la variable contenido de carotenoides en los frutos, esto es debido a que al incrementarse la materia seca del fruto se incrementa el contenido de carotenoides en el mismo ya que los carotenoides se encuentran en la parte sólida del fruto. La variable porcentaje de humedad del fruto tiene una correlación significativa pero negativa contra contenido de carotenoides, si observamos la explicación anterior, aquí sería al contrario al aumentar el agua en el fruto disminuye el contenido de carotenoides.

## V. CONCLUSIONES

Se concluye que en cuanto a las variables agronómicas no existe diferencia entre tratamientos ya que todas las variables se comportaron estadísticamente iguales, comportándose bien en cuanto a estas variables el tratamiento cuatro; viéndose la tendencia a incrementar la formación de follaje y el peso seco de la planta y a igualar el rendimiento comparándolo con la fertilización química.

En cuanto a la calidad del fruto podemos establecer que los mejores tratamientos son el número cuatro (fertilización con composta sola), el tratamiento cinco y el tres; siendo uno de los que menor porcentaje de nitrógeno total tenían en el fruto, su contenido de nitrógeno proteico (proteínas) está entre los mejores superando al tratamiento químico (testigo) el cual reportó más nitrógeno total en fruto, pero menos nitrógeno proteico. También los tratamientos anteriores sobresalieron en grados Brix y en ese orden sobre la fertilización química.

En la variable porcentaje de grasa se comportó mejor el tratamiento número cuatro, ya que superó al tratamiento seis (testigo); pero éste salió más alto que los tratamientos cinco y seis. También el tratamiento cuatro sobresalió arriba de los otros en porcentaje de fibra cruda, lo cual puede tener influencia en la vida de anaquel y en la tolerancia a plagas y enfermedades por ser un fruto más fibroso, comportándose medianamente en cuanto a las variables de porcentaje de materia seca de fruto y porcentaje de humedad de fruto.



En cuanto a la variable extracto libre de nitrógeno fue el que reportó el porcentaje más bajo.

Basados en los resultados anteriores se concluye que la fertilización a base de productos orgánicos solos o combinados con fertilización química, genera frutos de mejor calidad que fertilizados solamente con químicos, y que no necesariamente se cae el rendimiento al fertilizar con abonos orgánicos, por lo que se debe buscar fuentes orgánicas que aporten los diferentes elementos necesarios para los cultivos y combinarlos para tener una nutrición balanceada.

Si se utiliza fertilización química combinada con orgánica se tiene que reducir la química por el aporte de los productos orgánicos, debido a que éstos no sólo aportan elementos sino que permiten que la planta tome con mayor eficiencia los elementos aportados por los fertilizantes químicos, todo esto por la influencia positiva que tienen los abonos orgánicos como mejoradores de suelo, ya que aportan también ácidos húmicos y fúlvicos además de otros compuestos que benefician al cultivo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es recomendable realizar fertilización a base de productos orgánicos solos o combinados con fuentes químicas ya que esto incrementa la calidad del fruto.

Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos regenerándolos y evitando su pérdida.

Se tienen que determinar mezclas de abonos orgánicos para poder aportar los elementos necesarios al cultivo y así, corregir o evitar deficiencias de elementos por omisión en la incorporación, dado que no podemos depender de una sola fuente para nutrir a la planta.

Al utilizar una fertilización mixta hay que evaluar el contenido de nitratos en el fruto, ya que se ha reportado mayor porcentaje de nitrógeno (hasta 20% ó más) en frutos fertilizados en forma mixta.

El anterior es un reporte basado en un análisis de laboratorio en el cultivo de Ajo fertilizado con líquido de lombriz y fertilización química (experiencia personal de un agricultor). Fuente: Sergio Narváez Ávila, Altamira, Fresnillo, Zacatecas.

Hay que evaluar el efecto de los abonos orgánicos en el suelo, para darle el valor total que se merecen.

Hay que evaluar la inocuidad alimentaria del fruto en cuanto a posible contaminación microbiológica por fuentes orgánicas de nutrición, pero existe reporte de laboratorio del mismo productor de Ajo en donde se fertilizó con líquido de lombriz, de que no existe contaminación por Salmonella, Shigella o Echerichia.

## VII. LITERATURA CITADA

Alonso, V. R. 1991. Apuntes de Nutrición Vegetal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Allard, R.W. and A. D. Bradshaw. 1967. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. Crop Science.

Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3° Edición. 1° reimpresión. San José Costa Rica.

De la Barrera, M. 1989. Efecto de bioestimulante hormonal en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). TESIS. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

De la Cruz, R. R. 2002. Apuntes de Sistemas modernos de Producción. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

ESAIN, E. J. 1982. Producción comercial de tomates. Edit. ACRIBIA, ZARAGOZA. IMPRESO EN ESPAÑA.

Hernández, D. J. 1990. Apuntes de Fisiología Vegetal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

HERNÁNDEZ, P. J. S. 2000. LAS SUSTANCIAS HUMICAS EN EL CULTIVO DE TOMATE. (*Lycopersicon esculentum* MILL). MONOGRAFÍA. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Infoagro, 1999. El cultivo de Tomate. Internet  
<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate>

Medellín, S. C. 1989. Apuntes de principios de horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Muñoz, R. M. et al. 1995. Desarrollo de ventajas Competitivas en la agricultura. El caso del tomate rojo. Universidad Autónoma Chapingo. Primera impresión. México.

Nuez, R. F. et al. 1996. El cultivo de tomate. Editorial Aedos. S. A. primera Edición. Barcelona España.

Noriega, A. G. et al. 2002. Producción de Abonos Orgánicos y Lombricultura. Uach. FUNDACIÓN PRODUCE CHIAPAS. CECyTECH.

Requejo, L. R. 2001. Apuntes de fertilidad de suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Rojas, P. L. y Briones, S. G. 1990. "Sistemas de riego". División de Ingeniería. Depto. Riego y Drenaje. Impreso en talleres de la UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Santos, M. A. y Espinosa, T. F. 1986. Manual de prácticas Química y Bioquímica de alimentos. Universidad Autónoma Chapingo.

SEP. 1988. Tomates. Manuales para la Educación Agropecuaria, Edit. Trillas. México.

Vergara, T. F. J. 1995. Bioestimulantes en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Waskom, R. M. 1994. Las Mejores Prácticas de Manejo para la Utilización del Estiércol. Boletín XCM-174. Colorado State University.

# APÉNDICE

Cuadro A1. Concentración de datos para la variable de peso fresco de planta.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	2805.5000	2451.5000	1561.5000
2	1023.0000	1737.0000	1501.5000
3	1660.0000	1850.0000	1686.5000
4	3053.5000	2072.5000	2626.5000
5	1654.0000	2676.5000	1980.5000
6	1180.5000	1900.0000	1561.0000

Cuadro A2. Concentración de datos para la variable de peso seco de planta.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	217.0000	164.0000	112.6000
2	98.5000	156.0000	152.0000
3	144.4000	170.0000	138.5000
4	213.5000	187.5000	251.0000
5	143.5000	223.5000	180.0000
6	119.5000	170.0000	149.6000

Cuadro A3. Concentración de datos para la variable de altura de plantas (Cm).

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	78.0000	63.0000	64.0000
2	48.0000	60.0000	55.0000
3	65.0000	58.0000	67.0000
4	64.0000	62.0000	63.0000
5	65.0000	67.0000	60.0000
6	63.0000	68.0000	65.0000

Cuadro A4. Concentración de datos para la variable de Número de Frutos por planta.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	53.2500	53.7500	68.8700
2	84.4200	68.4300	61.6000
3	61.4400	76.7500	55.6200
4	83.3700	57.7500	62.8700
5	57.0000	69.0000	90.7100
6	70.6600	54.8700	68.4200



Cuadro A5. Concentración de datos para la variable de Rendimiento (Gr/Pta.)

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	3575.7400	2788.4500	3652.4600
2	5113.5801	3845.2400	3640.4199
3	3570.0200	4376.1499	2944.0200
4	4743.0498	3427.0601	3922.3501
5	3341.3401	4254.0698	3507.8701
6	4369.0601	3311.2900	4621.0400

Cuadro A6. Concentración de datos para la variable de Grados Brix.

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	3.8700	3.8300	3.9100
2	3.5300	3.4700	3.5300
3	4.0500	3.6600	3.4700
4	4.1100	4.1300	4.1300
5	3.8600	3.9300	3.8900
6	3.6700	3.8600	3.5800

Cuadro A7. Concentración de datos para la variable de porcentaje de nitrógeno en fruto

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	3.3900	2.3300	2.7800
2	2.4100	2.7500	2.5600
3	2.4600	2.5300	3.1600
4	2.8100	2.5700	2.6600
5	2.5400	3.0200	2.5000
6	2.6300	2.4700	3.2100

Cuadro A8. Concentración de datos para la variable de porcentaje de nitrógeno proteico.

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	14.9300	14.5500	15.5600
2	15.0600	17.1500	16.0300
3	15.3700	15.8100	19.7700
4	17.5900	16.0600	16.6200
5	15.8700	18.9000	15.6500
6	16.4300	15.4600	17.3100

Cuadro A9. Concentración de datos para la variable de porcentaje de materia seca total.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	78.2300	76.4000	77.2200
2	81.0900	77.9000	82.6800
3	82.8700	82.2900	83.9700
4	77.9900	80.9700	79.7700
5	79.6200	76.7000	80.4900
6	77.6300	79.1600	79.6000

Cuadro A10. Concentración de datos para la variable de porcentaje de fibra cruda.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	1.5500	1.5600	1.5400
2	1.7000	1.6500	1.7000
3	1.6600	1.6200	1.7100
4	1.6300	1.7800	1.7100
5	1.6600	1.5700	1.6300
6	1.6300	1.6800	1.7400

Cuadro A11. Concentración de datos para la variable de porcentaje de gasa.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	2.3700	2.0500	2.8400
2	2.5300	2.4300	2.7800
3	2.4000	3.0200	2.5000
4	4.5200	4.5700	4.4000
5	3.2400	2.2700	3.2100
6	3.9400	3.1500	3.4900

Cuadro A12. Concentración de datos para la variable porcentaje de cenizas.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	13.5600	12.7300	11.1700
2	18.1800	12.9300	10.7500
3	11.6500	10.7200	13.0400
4	11.5900	12.9600	13.4600
5	12.0800	11.1300	11.8100
6	11.2600	10.6500	10.7400

Cuadro A13. Concentración de datos para la variable porcentaje de humedad.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	21.7700	23.6000	22.7800
2	18.9100	22.1000	17.3200
3	17.1300	17.7100	16.0300
4	22.0100	19.0300	20.2300
5	20.3800	23.3000	19.5100
6	22.3700	20.8400	20.4000

Cuadro A14. Concentración de datos para la variable porcentaje de E.L.N.

TRATA.	BLOQUES		
	1	2	3
1	45.8200	45.5100	46.1100
2	49.6200	43.7400	51.4200
3	51.7900	51.1200	46.9500
4	42.6600	45.6000	43.5800
5	46.7700	42.8300	48.1900
6	44.3700	48.2200	46.3200

Cuadro B1. Análisis de varianza para Peso fresco de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3059512.000000	611902.375000	2.8934	0.072
BLOQUES	2	281240.000000	140620.000000	0.6649	0.539
ERROR	10	2114832.000000	211483.203125		
TOTAL	17	5455584.000000			

C.V. = 23.66%

Cuadro B2. Análisis de varianza para Peso seco de planta.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	13336.687500	2667.337402	2.0431	0.157
BLOQUES	2	1554.125000	777.062500	0.5952	0.574
ERROR	10	13055.468750	1305.546875		
TOTAL	17	27946.281250			

C.V. = 21.74%

Cuadro B3. Análisis de varianza para Altura de planta (cm).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	330.281250	66.056252	2.2630	0.127
BLOQUES	2	6.773438	3.386719	0.1160	0.891
ERROR	10	291.890625	29.189062		
TOTAL	17	628.945313			

C.V. = 8.57%

Cuadro B4. Análisis de varianza para Número de Frutos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	386.953125	77.390625	0.4616	0.797
BLOQUES	2	91.000000	45.500000	0.2714	0.770
ERROR	10	1676.718750	167.671875		
TOTAL	17	2154.671875			

C.V. = 19.44%

Cuadro B5. Análisis de varianza para Rendimiento ( Gr/planta.)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1643712.000000	328742.406250	0.7567	0.602
BLOQUES	2	739312.000000	369656.000000	0.8508	0.541
ERROR	10	4344640.000000	434464.000000		
TOTAL	17	6727664.000000			

C.V. = 17.19%

Cuadro B6. Análisis de varianza para los grados Brix.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.650574	0.130115	6.6619	0.006
BLOQUES	2	0.028717	0.014359	0.7352	0.507
ERROR	10	0.195313	0.019531		
TOTAL	17	0.874603			

C.V. = 3.67%

Cuadro B7. Análisis de varianza para porcentaje de nitrógeno.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.116928	0.023386	0.1797	0.963
BLOQUES	2	0.120071	0.060036	0.4613	0.648
ERROR	10	1.301376	0.130138		
TOTAL	17	1.538376			

C.V. = 13.31%

Cuadro B8. Análisis de varianza para porcentaje de N. Proteico.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	7.910645	1.582129	0.7442	0.609
BLOQUES	2	2.702637	1.351318	0.6356	0.553
ERROR	10	21.259766	2.125977		
TOTAL	17	31.873047			

C.V. = 8.92%

Cuadro B9. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca total.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	57.507813	11.501562	5.6148	0.010
BLOQUES	2	9.015625	4.507813	2.2006	0.161
ERROR	10	20.484375	2.048438		
TOTAL	17	87.007813			

C.V. = 1.80%

Cuadro B10. Análisis de varianza para porcentaje de fibra cruda

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.049515	0.009903	4.1993	0.026
BLOQUES	2	0.003880	0.001940	0.8225	0.530
ERROR	10	0.023582	0.002358		
TOTAL	17	0.076977			

C.V. = 2.94%

Cuadro B11. Análisis de varianza para porciento de Grasa

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	9.343018	1.868603	15.0137	0.000
BLOQUES	2	0.295609	0.147804	1.1876	0.345
ERROR	10	1.244598	0.124460		
TOTAL	17	10.883224			

C.V. = 11.40%

Cuadro B12. Análisis de varianza para porciento de ceniza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	16.599854	3.319971	1.0528	0.440
BLOQUES	2	5.882080	2.941040	0.9327	0.572
ERROR	10	31.533691	3.153369		
TOTAL	17	54.015625			

C.V. = 14.50%

Cuadro B13. Análisis de varianza para porciento de humedad

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	57.499023	11.499804	5.6097	0.010
BLOQUES	2	9.004883	4.502441	2.1963	0.161
ERROR	10	20.500000	2.050000		
TOTAL	17	87.003906			

C.V. = 7.05%

Cuadro B14. Análisis de varianza para porciento de ELN.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	66.398438	13.279688	1.8750	0.186
BLOQUES	2	2.734375	1.367188	0.1930	0.828
ERROR	10	70.824219	7.082422		
TOTAL	17	139.957031			

C.V. = 5.70%

Cuadro C1. Comparación de medias para el peso fresco de planta.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	2272.833252
2	1420.500000
3	1732.166626
4	2584.166748
5	2103.666748
6	1547.166626

Cuadro C2. Comparación de medias para el peso seco de plantas.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	164.533340
2	135.500000
3	150.966660
4	217.333328
5	182.333328
6	146.366669

Cuadro C3. Comparación de medias para la variable de altura de plantas.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	68.333336
2	54.333332
3	63.333332
4	63.000000
5	64.000000
6	65.333336

Cuadro C4. Comparación de medias para la variable de número de frutos.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	58.623333
2	71.483337
3	64.603333
4	67.996666
5	72.236664
6	64.650002

Cuadro C5. Comparación de medias para la variable de rendimiento.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3338.883545
2	4199.746582
3	3630.063232
4	4030.820068
5	3701.093506
6	4100.463379

Cuadro C6. comparación de medias para el porcentaje de nitrógeno total en los frutos cosechados.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	2.833333
2	2.573333
3	2.716666
4	2.680000
5	2.686666
6	2.770000

Cuadro C7. Comparación de medias para el porcentaje de nitrógeno proteico en los frutos cosechados.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.013333
2	16.080000
3	16.983334
4	16.756668
5	16.806665
6	16.400000



Cuadro C8. Comparación de medias del contenido de materia seca total en porcentaje de frutos cosechados por el método de DMS al 0.05.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	83.0433 A
2	80.5567 AB
4	79.5767 BC
5	78.9367 BC
6	78.7967 BC
1	77.2833 C

DMS = 2.6036

Cuadro C9. Comparación de medias del contenido de Fibra cruda en porcentaje de los frutos analizados por el método de DMS al 0.05.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	1.7067 A
2	1.6833 A
6	1.6833 A
3	1.6633 A
5	1.6200 AB
1	1.5500 B

DMS = 0.0883

Cuadro C10. Comparación de medias para el contenido de grasa en porcentaje de los frutos analizados por el método de DMS al 0.05.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	4.4967 A
6	3.5267 B
5	2.9067 BC
3	2.6400 C
2	2.5800 C
1	2.4200 C

DMS = 0.6418

Cuadro C11. Comparación de medias para contenido de cenizas en por ciento de los frutos cosechados.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	12.486667
2	13.953334
3	11.803333
4	12.669999
5	11.673333
6	10.883334

Cuadro C12. Comparación de medias para el contenido de humedad en por ciento de humedad de los frutos analizados por el método de DMS al 0.05.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	22.7167 A
6	21.2033 AB
5	21.0633 AB
4	20.4233 AB
2	19.4433 BC
3	16.9567 C
DMS = 2.6046	

Cuadro C13. Comparación de medias para el contenido de Estrato Libre de Nitrógeno.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	45.813335
2	48.259998
3	49.953335
4	43.946667
5	45.930004
6	46.303333

Cuadro C14. Comparación de medias para el contenido de grados Brix en porcentaje de los frutos cosechados por el método de DMS al 0.05.

TRATAMIENTO	MEDIA
4	4.1233 A
5	3.8933 AB
1	3.8700 AB
3	3.7267 BC
6	3.7033 BC
2	3.5100 C

DMS = 0.2542

Cuadro D1. Correlación múltiple entre las variables de respuesta

15 variables: v1 v2 v3 v4 v5 v6 v7 v8 v9  
v10 v11 v12 v13 v14 v15

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
v1	6	1943	451.62676	11660	1421	2584
v2	6	166.16833	29.81815	997.01000	135.50000	217.33000
v3	6	63.05333	4.69252	378.32000	54.33000	68.33000
v4	6	66.59500	5.07792	399.57000	58.62000	72.23000
v5	6	3834	331.02983	23001	3339	4200
v6	6	3.80167	0.20779	22.81000	3.51000	4.12000
v7	6	2.70667	0.08869	16.24000	2.57000	2.83000
v8	6	16.33667	0.72517	98.02000	15.01000	16.98000
v9	6	79.69333	1.95817	478.16000	77.28000	83.04000
v10	6	1.64833	0.05529	9.89000	1.55000	1.70000
v11	6	3.09167	0.78645	18.55000	2.42000	4.49000
v12	6	11.90667	0.63554	71.44000	10.88000	12.66000
v13	6	20.29667	1.95817	121.78000	16.95000	22.71000
v14	6	46.69667	2.10369	280.18000	43.94000	49.95000
v15	6	190.15000	26.78908	1141	163.00000	225.00000

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8
v1	1.00000	0.91976 0.0094	0.51496 0.2958	-0.19121 0.7167	-0.41744 0.4102	0.96052** 0.0023	0.32420 0.5307	-0.07617 0.8860
v2	0.9197** 0.0094	1.00000	0.31754 0.5397	0.12490 0.8136	-0.09443 0.8588	0.96202 0.0021	0.06721 0.8993	0.25567 0.6249
v3	0.51496 0.2958	0.31754 0.5397	1.00000	-0.70853 0.1151	-0.69387 0.1262	0.55740 0.2505	0.94391** 0.0046	-0.23643 0.6520
v4	-0.19121 0.7167	0.12490 0.8136	-0.70853 0.1151	1.00000	0.61268 0.1960	-0.12648 0.8113	-0.87415* 0.0228	0.60327 0.2049
v5	-0.41744 0.4102	-0.09443 0.8588	-0.69387 0.1262	0.61268 0.1960	1.00000	-0.29084 0.5760	-0.65774 0.1557	0.39027 0.4443
v6	0.96052 0.0023	0.9620** 0.0021	0.55740 0.2505	-0.12648 0.8113	-0.29084 0.5760	1.00000	0.33352 0.5183	0.12972 0.8065
v7	0.32420 0.5307	0.06721 0.8993	0.94391 0.0046	-0.87415** 0.0228	-0.65774 0.1557	0.33352 0.5183	1.00000	-0.45327 0.3667

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8
v8	-0.07617 0.8860	0.25567 0.6249	-0.23643 0.6520	0.60327 0.2049	0.39027 0.4443	0.12972 0.8065	-0.45327 0.3667	1.00000
v9	-0.40557 0.4250	-0.25337 0.6281	-0.48002 0.3353	0.28236 0.5877	0.20431 0.6978	-0.34552 0.5023	-0.50338 0.3087	0.65816 0.1553
v10	-0.28354 0.5861	0.06923 0.8963	-0.57769 0.2299	0.54601 0.2624	0.87710* 0.0217	-0.10765 0.8392	-0.61315 0.1955	0.69872 0.1225
v11	0.47145 0.3452	0.71317 0.1116	0.08202 0.8772	0.19009 0.7183	0.50117 0.3112	0.64239 0.1690	-0.05582 0.9164	0.43771 0.3854
v12	0.72491 0.1031	0.57420 0.2334	0.00108 0.9984	-0.15082 0.7755	-0.32332 0.5319	0.54299 0.2656	-0.05097 0.9236	-0.30536 0.5562
v13	0.40557 0.4250	0.25337 0.6281	0.48002 0.3353	-0.28236 0.5877	-0.20431 0.6978	0.34552 0.5023	0.50338 0.3087	-0.65816 0.1553
v14	-0.74175 0.0914	-0.76914 0.0738	-0.38111 0.4560	0.01450 0.9782	-0.05822 0.9128	-0.77061 0.0729	-0.25936 0.6197	0.17710 0.7371
v15	-0.45149	-0.32414	-0.80112	0.40039	0.38172	-0.48722	-0.7503**	0.38398

	0.3688	0.5308	0.0554	0.4315	0.4552	0.3270	0.0857	0.4523
	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	
v1	-0.40557 0.4250	-0.28354 0.5861	0.47145 0.3452	0.72491 0.1031	0.40557 0.4250	-0.74175 0.0914	-0.45149 0.3688	
v2	-0.25337 0.6281	0.06923 0.8963	0.71317 0.1116	0.57420 0.2334	0.25337 0.6281	-0.76914 0.0738	-0.32414 0.5308	
v3	-0.48002 0.3353	-0.57769 0.2299	0.08202 0.8772	0.00108 0.9984	0.48002 0.3353	-0.38111 0.4560	-0.8011** 0.0554	
v4	0.28236 0.5877	0.54601 0.2624	0.19009 0.7183	-0.15082 0.7755	-0.28236 0.5877	0.01450 0.9782	0.40039 0.4315	
v5	0.20431 0.6978	0.87710 0.0217	0.50117 0.3112	-0.32332 0.5319	-0.20431 0.6978	-0.05822 0.9128	0.38172 0.4552	
	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	
v6	-0.34552 0.5023	-0.10765 0.8392	0.64239 0.1690	0.54299 0.2656	0.34552 0.5023	-0.77061 0.0729	-0.48722 0.3270	
v7	-0.50338 0.3087	-0.61315 0.1955	-0.05582 0.9164	-0.05097 0.9236	0.50338 0.3087	-0.25936 0.6197	-0.75032 0.0857	
v8	0.65816 0.1553	0.69872 0.1225	0.43771 0.3854	-0.30536 0.5562	-0.65816 0.1553	0.17710 0.7371	0.38398 0.4523	
v9	1.00000	0.53599 0.2730	-0.09637 0.8559	-0.11062 0.8347	-1.0000** <.0001	0.75943 0.0799	0.8671* 0.0253	
v10	0.53599 0.2730	1.00000	0.62473 0.1848	-0.24552 0.6391	-0.53599 0.2730	0.07062 0.8942	0.53805 0.2708	
v11	-0.09637 0.8559	0.62473 0.1848	1.00000	0.12002 0.8208	0.09637 0.8559	-0.67048 0.1450	-0.16748 0.7511	
v12	-0.11062 0.8347	-0.24552 0.6391	0.12002 0.8208	1.00000	0.11062 0.8347	-0.34048 0.5090	0.10804 0.8386	
v13	-1.0000** <.0001	-0.53599 0.2730	0.09637 0.8559	0.11062 0.8347	1.00000	-0.75943 0.0799	-0.8671** 0.0253	
v14	0.75943 0.0799	0.07062 0.8942	-0.67048 0.1450	-0.34048 0.5090	-0.75943 0.0799	1.00000	0.69058 0.1288	
v15	0.8671* 0.0253	0.53805 0.2708	-0.16748 0.7511	0.10804 0.8386	-0.86715 0.0253	0.69058	1.00000	

### DEFICIENTES DE CORRELACION Y SIGNIFICANCIA

$$r(1-1) = 0.9197^{**}$$

$$r(1-6) = 0.9605^{**}$$

$$r(2-6) = 0.9620^{**}$$

$$r(3-7) = 0.9439^{**}$$

$$r(3-15) = 0.8011^*$$

$$r(4-7) = -0.8741^*$$

$$r(5-10) = 0.8771^*$$

$$r(9-13) = -1.0000^{**}$$

$r(9-15) = 0.8671^*$

$r(13-15) = -0.8671^*$

NS correlación no significativa al nivel de 0.05

\* correlación significativa al nivel de 0.05

\*\* correlación significativa al nivel de 0.01

Variable 1. Peso fresco de planta

Variable 2. Peso seco de Planta

Variable 3. Altura de Planta

Variable 4. Número de frutos

Variable 5. Rendimiento por planta

Variable 6. Grados Brix

Variable 7. % de nitrógeno

Variable 8. % de N. Proteico

Variable 9. % de materia seca total

Variable 10. % fibra cruda

Variable 11. % grasa

Variable 12. Ceniza

Variable 13. Humedad

Variable 14. Extracto libre de nitrógeno

Variable 15. Contenido de carotenoides