

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA-LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y VOLUMENES EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) UTILIZANDO LA TÉCNICA DE DOBLE TRANSPLANTE DE JUNIO-AGOSTO 2009, CNRA, ÁREA DE ABONOS ORGÁNICOS DEL CAMPUS AGROPECUARIO, UNAN-LEÓN.**

**Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical.**

**PRESENTADO POR:**

**BR. LESLIE CAROLINA MAIRENA ALEMÁN.**

**BR. KEYLA RAQUEL MARADIAGA SÁNCHEZ.**

**TUTORES:**

**ING. JORGE LUIS ROSTRÁN MOLINA.**

**ING. MIGUEL GERÓNIMO BÁRCENAS LANZAS.**

**LEÓN, NOVIEMBRE, 2009.**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar queremos agradecer a:

Dios Eterno por habernos bendecido con sabiduría e inteligencia para lograr la culminación de nuestro estudio.

A nuestros padres y hermanos quienes siempre nos han apoyado incondicionalmente en todo momento.

A nuestros tutores Ing. Jorge Luís Rostrán e Ing. Miguel Bárcenas por su total apoyo y dedicación en el estudio, quienes en cada momento estuvieron a nuestro lado.

A nuestros incondicionales amigos que como ángeles enviados de Dios estuvieron pendiente del desarrollo de nuestro estudio: Sr. Alfonso Ruiz y Sr. Edwin Alemán.

A nuestros compañeros que colaboraron con nosotros desinteresadamente y por todos los instantes en que juntos disfrutamos.

**Br. Leslie Carolina Mairena Alemán.**  
**Br. Keyla Raquel Maradiaga Sánchez.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios creador omnipotente que me dio la fortaleza para culminar mis estudios universitarios y poder compartir este triunfo con mi familia. A mi mamá Martha Alemán por el sacrificio que ha hecho por darme estudios universitarios y sabias palabras para lograr salir adelante en la vida. A mi hermano Lester por sus consejos.

A mi hijo Franco Alessandro López Mairena que me ha alentado a seguir adelante, a mi esposo Kefren López Robleto por haberme apoyado incondicionalmente.

Dedico también este trabajo a personas muy importantes en mi vida que por razones del destino ya no están entre nosotros como son: Julio y Josefa Alemán y Socorro Picado.

A mi papá David Mairena que de una u otra manera me apoyo durante este largo camino de estudios.

**Br. Leslie Carolina Mairena Alemán.**

## **DEDICATORIA**

Dedico el precioso tiempo empleado en esta investigación a Jehová Dios quien me permitió culminar la investigación regalándome el maravilloso don de la vida, dándome las fuerzas, el conocimiento y a su hijo amado nuestro señor Jesucristo por haber derramado su sangre preciosa en rescate de muchos.

A mi madre Ruth Maria Sánchez Sirias, a mis dos hermanos José Abraham e Isaac Maradiaga, a mí querida tía Dra. María del Pilar Sirias por el apoyo desinteresado que me han brindado durante todos estos años de estudios y a mi papá Vicente Maradiaga que de una u otra manera me colaboró.

A toda mi familia y amigos que no dudaron y me impulsaron en la realización de esta investigación y durante todo el tiempo que estude.

**Br. Keyla Raquel Maradiaga Sánchez.**

## ÍNDICE GENERAL

<b>Agradecimiento</b>	i
<b>Dedicatoria</b>	ii
<b>Índice General</b>	iv
<b>Resumen</b>	v
<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Objetivo</b>	3
<b>III. Hipótesis</b>	4
<b>IV. Marco teórico</b>	5
4.1. Taxonomía y morfología	5
4.2. Principales plagas en las etapas fenológicas	7
4.2.1. Etapa de plántula	8
4.2.2. Desarrollo vegetativo	8
4.2.3 Etapa reproductiva	8
4.3. Requerimientos Agroecológicos	8
4.3.1. Humedad	8
4.3.2. Luminosidad	9
4.3.3. Suelo	9
4.3.4. Temperatura	9
4.3.5. Radiación	10
4.3.5. Sustrato	10
4.3.7. Características de un sustrato	10
4.4. Cultivares y variedades	14
4.4.1. Variedad Gem Pride	15
4.4.2. Manejo Agronómico	16
4.5. Transplante	17
4.5.1. Técnica de doble transplante	19
<b>V. Materiales y métodos</b>	20
5.1. Descripción de la zona de estudio	20
5.2. Descripción de los materiales	20
5.3. Metodología	20
5.3.1. Establecimiento del ensayo	21
5.4. Diseño experimental	23
5.5. Definición de los factores	24
5.6. Definición de los tratamientos	24
5.7. Definición de las variables	24
5.8. Análisis estadísticos	25
<b>VI. Resultados y discusión</b>	26
<b>VII. Conclusiones</b>	34
<b>VIII. Recomendaciones</b>	35
<b>IX. Bibliografía</b>	36
<b>X. Anexos</b>	39

## RESUMEN

El tomate es uno de los vegetales u hortalizas más importantes del mundo y su popularidad aumenta constantemente. En el ámbito mundial se clasifica como el segundo vegetal más importante, en el trópico es el número uno, en Nicaragua ha ocupado uno de los primeros lugares, tanto en consumo como en producción y comercialización, los rendimientos promedios varían de 12 a 18 t /ha, en el país anualmente se cultivan de 2000 a 2500 ha. Los objetivos consisten en comparar el desarrollo fenológico de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos, determinar las características físicas de los diferentes sustratos y determinar el costo de producción en plántulas de tomate en los diferentes tratamientos utilizando doble trasplante. El estudio se realizó en el Campus Agropecuario UNAN- LEÓN de Junio-Agosto del 2009, evaluándose el efecto de 12 tratamientos en el desarrollo de las plántulas de tomate. El diseño experimental utilizado fue DBCA Bifactorial, con 12 tratamientos, (donde las siglas S: representa el tipo de sustrato y V: significa diferente volumen), 3 repeticiones por tratamiento para un total de 36 unidades experimentales. Se realizó un análisis estadístico a través del programa SPSS 12 demostrando como resultado que existe diferencia significativa en las variables evaluadas, por lo tanto los tratamientos influyen sobre el desarrollo fenológico de las plántulas de tomate, mediante la técnica de doble trasplante, disminuyendo los costos de insumos en el campo. El tratamiento que presenta las mejores características fenológicas de las plantas estadísticamente es S1V3 y S1V4. El sustrato que presenta las mejores características físicas es el Sustrato 2 que presenta características de retención de humedad 75.5 %, densidad aparente de 0.82 g/ cm<sup>3</sup>, porosidad de 61.33 % y velocidad de infiltración de 2.16 cm<sup>3</sup>/seg. En cuanto a costo total el mejor tratamiento es S2V1, el costo total de manejo para 360 plántulas en 51 días bajo túnel es \$ 1.91 (dólares), siendo la estimación por hectárea de \$ 1456.69. De acuerdo a los resultados obtenidos recomendamos realizar una investigación, utilizando la técnica de doble trasplante con los diferentes sustratos y volúmenes ejecutándola hasta la producción del cultivo y evaluar diferentes dosis de fertilización principalmente con los tratamientos S1V3, S1V4 y S2V4 siendo estos los que presentaron mejores resultados.

## I. INTRODUCCIÓN

La técnica de cultivo en agua con o sin sustratos ya se experimentaba en el siglo XVII empleándose para conocer los requerimientos en fertilizantes de las plantas, su desarrollo comercial se inicio en 1930. El cultivo en sustrato, mayormente lana de roca comienza su expansión en Holanda a principio de los años 70. En España la utilización de los sustratos en cultivos empieza en la década de los 80 principalmente en el este peninsular disponiéndose bajo invernaderos pasivos (López Gálvez y Naredo, 1996).

Nicaragua es un país eminentemente agrícola, en el que tradicionalmente el agricultor producía las plántulas que necesitaba. Esta operación se realizaba en instalaciones muy rusticas, conocidas como almácigos donde la siembra se hacia en eras, aportándose estiércol muy descompuesto para mejorar su fertilidad. Estas se cubrían con arena fina para evitar la formación de costra superficial, facilitar la emergencia de las plántulas consiguiéndose un sustrato idóneo para el buen desarrollo del sistema radicular. La siembra se hacia al voleo o en líneas marcadas, previamente, con un surco muy superficial y se cubría con arena fina o tierra tamizada, llegado el momento del trasplante se procedía a la plantación en el terreno definitivo a raíz desnuda (López Gálvez y Naredo, 1996).

En la actualidad se ha adoptado la técnica de doble trasplante que consiste en realizar el primer trasplante de la bandeja a macetera o bolsa de polietileno y el segundo trasplante de maceta o bolsa de polietileno al terreno definitivo. Si los semilleros se establecen en época seca, es recomendable realizar el doble trasplante para proteger las plántulas del ataque de insectos por más tiempo y en época de fuertes lluvias para responder bien a situaciones adversas. Esta protección puede ser con malla anti-insectos o bajo invernadero, permitiendo un mejor aprovechamiento de la semilla, uniformidad en la germinación, control en el crecimiento inicial de las plántulas, siembra del cultivo en épocas desventajosas e incremento en la seguridad del agricultor de obtener un mejor rendimiento del cultivo con menor uso de plaguicidas (CENTA, 2000).

En Nicaragua se cultiva un amplio número de variedades de tomate, con excelentes rendimientos y buena calidad de productos (forma, tamaño, color), con buenas prácticas y

tecnologías disponibles. La variedad del tomate Gem Pride, se puede adaptar a las diferentes zonas agroecológicas del país principalmente en occidente. Se conoce que el tomate, es uno de los vegetales u hortalizas más importantes del mundo y su popularidad aumenta constantemente. En el ámbito mundial se clasifica como el segundo vegetal más importante, en el trópico; es el número uno. En Nicaragua ha ocupado uno de los primeros lugares, tanto en consumo como en producción y comercialización, los rendimientos promedios varían de 12 a 18 t/ha, en el país anualmente se cultivan de 2000 a 2500 ha (INTA, 2004).

Con el presente trabajo se pretende dar a conocer una alternativa para sembrar plántulas de tomate con sustratos alternativos y recipientes adecuados. Esto se hace con el fin de responder a la necesidad que existe de producir plántulas a bajo precio, con calidad, accesibles a los productores. Permitir la siembra en épocas desfavorables bajo condiciones controladas, puesto que dentro del invernadero se pueden manejar las condiciones ambientales, patógenos, malezas y mantener a las plántulas el mayor tiempo posible disminuyendo los costos de producción al usar menos plaguicidas y mano de obra antes que las plántulas estén en campo definitivo además de la uniformidad del crecimiento del cultivo con la que se traslada.



## **II. OBJETIVOS**

### **General:**

- Evaluar los diferentes sustratos y volúmenes utilizados para la producción de plántulas de tomate con doble trasplante.

### **Específicos:**

- Comparar el desarrollo fenológico de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.
- Determinar las características físicas de los diferentes sustratos.
- Determinar el costo de producción en plántulas de tomate en los diferentes tratamientos utilizando doble trasplante.

### **III. HIPOTESIS**

**Ho:** No existe diferencia significativa en los sustratos y volúmenes utilizados en la producción de plántulas de tomate para el sistema de doble transplante.

**Ha:** Al menos uno de los sustratos y volúmenes utilizados en la producción de plántulas de tomate para el sistema de doble transplante es diferente.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Taxonomía y morfología (González y López, 2009).**

**Familia:** Solanáceas

**Especie:** *Solanum lycopersicum*

#### **Descripción botánica**

Según INTA, (2004) el tomate es miembro de la familia de las Solanáceas, a la que también pertenecen la papa, el tabaco, la berenjena, los chiles y el tomate de árbol nativo del Perú y cultivado extensamente en los países Andinos. Aunque, biológicamente, el tomate es una planta semi perenne, apta para vivir y producir frutos durante varios años, se cultiva como anual por razones económicas y comerciales.

#### **La semilla**

Es pequeña, con dimensiones alrededor de 5 x 4 x 2 mm. Su coloración es amarillenta con matiz grisáceo. Su forma puede ser aplanada larga, en forma de riñón redondeada y pubescente. La semilla consta de tres partes: el embrión, el endosperma y la testa o cubierta seminal. El embrión que da origen a la planta adulta, esta formado, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endosperma contiene las reservas nutritivas necesarias para el desarrollo inicial del embrión; mientras que la testa o cubierta seminal esta formada por un tejido duro e impermeable, recubierto de vellos, que envuelve y protege al embrión y al endosperma. Su capacidad germinativa, bajo condiciones Óptimas de almacenamiento, se puede mantener por 5-6 años.

#### **Sistema radicular**

Esta compuesto por una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio de 1.5 m. Bajo condiciones apropiadas para el cultivo algunas raíces pueden profundizar hasta 2 metros; no obstante, la mayor parte (>80 %) del sistema radicular se localiza entre los 10 y 45 cm de profundidad. Las plantas que son producidas en viveros y trasplantadas al campo, tienen un sistema radicular superficial. Mediante el método de siembra directo, las raíces, que no sufren ningún daño de arranque, alcanzan mayor profundidad, aumentando la resistencia de las plantas a la sequía (INTA, 2004).

En las plantas de tomate, es muy frecuente la formación de raíces adventicias, en los nudos inferiores del tallo principal, siempre y cuando esas partes estén en contacto con suelo húmedo y se optimicen las condiciones climáticas y agrobiológicas. Las raíces adventicias aumentan la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas. Esta es la causa fundamentalmente que determina la necesidad de que se realicen aporques durante el desarrollo de las plantas, lo que se traduce en mayores rendimientos. Las raíces adventicias también se forman en la parte inferior de los tallos horizontales o caídos, en contacto con el suelo.

### **El tallo**

Según Morales, (1999) el tomate posee un tallo herbáceo. En su primera etapa de crecimiento es erecto, cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Está cubierto por pelos glandulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde amarillento, con un olor característico que actúa como repelente para muchos insectos. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 30-40 cm, y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 metros.

Después de producir de la séptima a la décima hoja, la planta detiene el crecimiento del tallo principal. En este momento las sustancias originadas en la fotosíntesis pasan de las hojas a las zonas donde inicia el desarrollo floral y de retoños, para dar origen a las ramas laterales que se ubican en las axilas de las hojas del tallo primario.

Las variedades de tomate cuyo tallo principal y sus ramificaciones terminan en un racimo floral, reciben el nombre de determinadas. Cuando en un grupo, el último racimo de la parte terminal del tallo principal forma en el seno de la última hoja un hijo y continúa el crecimiento del tallo principal, las variedades reciben el nombre de indeterminadas. Generalmente el grupo de variedades determinadas es más precoz que el de las indeterminadas, además, en las determinadas se hace una sola recolección, favoreciendo la posibilidad de aplicar hormonas de maduración y métodos de cosecha mecanizada.

### **Las hojas**

Las hojas de tomate son pinnadas compuestas. La hoja típica de plantas cultivadas mide hasta 50 cm de largo y un poco menos de ancho, con un gran foliolo terminal y hasta 8

grandes foliolos laterales, que a veces son compuestos. Los foliolos son peciolados y lobulados irregularmente, pilosos y aromáticos. Las características hereditarias del tomate y las condiciones bajo cultivo determinan el tamaño de las hojas, las peculiaridades de su margen y el carácter de la superficie.

### **Las flores**

El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple, de un solo eje, o compuesto, cuando posee un eje con varias ramas.

De acuerdo con la longitud y la disposición de las ramificaciones del racimo, este puede ser compacto o disperso. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y de condiciones de cultivo. El número de flores por racimo puede ser de 5 a 6. Las flores son hermafroditas, con 5-6 pétalos dispuestos en una corola tubular, con igual número de estambres unidos en la base de la corola, dentro de la cual se encuentra el pistilo. A veces el pistilo puede ser muy largo, colocando así el estigma por encima de los estambres, lo que dificulta la autopolinización y aumenta la posibilidad de la fecundación cruzada, que puede llegar a ser del 2 al 5%. La fecundación cruzada puede ser ayudada por abejas melíferas y thrips. Todos los cultivares modernos de tomate se autopolinizan. La polinización se produce generalmente en el momento de la antesis, aun cuando los estigmas permanecen receptivos desde dos días antes y hasta dos días después de la antesis.

El ovario, que es el que se transforma en el fruto, es súpero y puede ser bicarpelar y pluri o policarpelar (2 a 10 o mas carpelos). La forma varia, encontrándose ovarios esferoidales, alargados con superficies llanas o acostilladas.

En las variedades de porte bajo y determinadas, el primer racimo floral se forma en la quinta o sexta hoja y los siguientes cada 2-3 hojas, lo que hace que tales variedades sean lentas y con fructificación en periodos diferentes. La cosecha no puede realizarse en una sola pasada, ocasionando mayor uso de mano de obra y mayores riesgos de ataques de plagas y enfermedades.

La partenocarpia o formación (cuajado y crecimiento del fruto sin que se desarrolle el embrión, en el tomate) puede ser inducida químicamente mediante la aplicación de

algunos fitoreguladores, como BNOA (ácido Betanoftoxiacético), NAA (ácido Natalenacético), IBA (ácido 3-Indolebutírico), 4CPA (ácido 4-Clorofenoxiacético), Giberelinas, etc. (Morales, 1999).

## **4.2. Principales plagas en las etapas fenológicas del tomate**

El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el manejo integrado de las plagas del tomate, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plagas varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas está en función de los factores ambientales y de las condiciones del cultivo.

### **4.2.1. Etapa de plántula**

Durante la etapa de plántula, cualquier daño al follaje o a las raicillas puede ser crítico para su supervivencia. El productor y el técnico deben estar conscientes de la presencia de malezas, plagas cortadoras, mosca blanca, minadores, etc. y patógenos (*Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* spp.).

### **4.2.2. Desarrollo vegetativo**

Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje. Durante esta etapa predominan las plagas que atacan directamente el follaje, tales como: el gusano cortador (*Spodoptera* spp.), los minadores (*Lyriomiza* spp.), *Keifferia lycopersicella* (Walsingham) y los vectores de enfermedades como mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). Asimismo, los nemátodos comienzan a invadir el sistema radical según las condiciones ambientales; enfermedades como: la virosis, marchitez y tizones estarán presentes con importancia variable. Si durante la fase vegetativa temprana, se permite que las malezas compitan libremente con el cultivo, la reducción en el desarrollo del tomate puede ser irreversible y afectar su potencial de producción.

### **4.2.3. Etapa reproductiva**

La etapa reproductiva trae consigo otras plagas primarias, tales como *Helicoverpa zea* (Boddie) y mantiene la importancia de otras como *K. lycopersicella* y *Spodoptera* spp. La incidencia de virosis y los nemátodos en la etapa vegetativa se refleja durante la etapa reproductiva, en la que puede causar pérdidas significativas de producción. Las

malezas compitiendo por nutrientes al inicio de la floración y formación de frutos, pueden causar reducciones importantes en la producción.

#### **4.3. Requerimientos Agroecológicos**

El tomate prospera en muchas latitudes y bajo un amplio rango de suelos, temperaturas y métodos de siembra.

##### **4.3.1. 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 periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro, 2009).

##### **4.3.2. Luminosidad**

Según Infoagro, (2009) 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 periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

##### **4.3.3. Suelo**

Se recomienda el uso de suelos franco a francos arcillosos para el cultivo. Los suelos muy pesados retienen mucha humedad y restringen la respiración de las raíces, además crean un ambiente favorable a enfermedades, como *Botrytis* sp., *Pseudomonas* sp., *Alternaria solani* (Ellis y Martin) J, *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, etc., que fácilmente destruyen el cultivo. El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, prefiere suelos de pH entre 5.0 y 7.0, aunque admite cierta tolerancia a valores de pH más altos que 7.0. Las enmiendas de materia orgánica y azufre son beneficiables en este tipo de suelos (INTA, 2004).

#### **4.3.4. Temperatura**

El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera temperaturas muy frías. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12-16 °C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21-24°C, siendo la óptima de 22°C. Las temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C pueden detener su crecimiento. Cuando se dan temperaturas altas (35°C) durante 5-10 días antes de la antesis, hay poco cuajado de frutos a causa del deterioro de los granos de polen. Si las altas temperaturas se dan durante 1-3 días después de antesis, el embrión muere. El cuajado de frutos también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25-27°C) antes y después de antesis.

Las plantas de tomate sufren y disminuyen su crecimiento a temperaturas inferiores a los 15; mientras que a 10°C la mayor parte de las flores abortan, por esta razón, aun en los trópicos, no se recomienda sembrar a campo abierto a alturas mayores de 2000 msnm, en donde posiblemente prevalecen temperaturas muy frías. En los trópicos, se recomienda el cultivo de tomate de 400 a 2000 msnm.

La temperatura ideal para la maduración de los frutos es de 18-24°C; si es menor de 13°C, los frutos maduran más lentamente y el endocarpio presenta una consistencia muy delgada. Cuando la temperatura es mayor de 32°C, los frutos en almacenamiento pierden su color rojo, originado por el pigmento llamado licopeno y se tornan amarillos. Las temperaturas de 22°C a 28°C propician una excelente pigmentación roja (INTA, 2004).

#### **4.3.5. Radiación**

El tomate es un cultivo que no responde a las horas luz del día (fotoperiodo), pero que si requiere una excelente iluminación. Las plantas deben estar expuestas plenamente a la luz solar para optimizar su producción. La iluminación limitada reduce la fotosíntesis y crea dentro de la planta una mayor competencia por los nutrientes asimilados, con incidencia negativa para el desarrollo y la producción (INTA, 2004).

La densidad de población, las prácticas de poda y los sistemas de entutorado se utilizan para optimizar la exposición de las superficies foliares de las plantas al sol y maximizar la capacidad fotosintética, el desarrollo y la productividad.



#### **4.3.6. Sustratos**

Según Muñoz (2003), un sustrato es todo material sólido distinto del 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 por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. Debe ser fino, aireado libre de enfermedades y de semillas de malezas.

La selección de un sustrato depende de un número de factores vitales como los siguientes: conveniencia para el cultivo a producir, disponibilidad y reproducibilidad del sustrato, viabilidad económica, facilidad de manejo y requerimientos técnicos.

#### **4.3.7 Características de un sustrato**

- Partículas que lo componen de tamaño no inferior a 0.5 mm y no superior a 7 mm.
- Retengan una buena cantidad de humedad pero además faciliten la salida de los excesos de agua proveniente del riego o la lluvia.
- No retengan mucha humedad en la superficie.
- No se descompongan o se degraden con facilidad.
- Preferiblemente que tengan coloraciones oscuras.
- No estén contaminados por residuos industriales o humanos.
- No contengan microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas.
- Sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- Sean finos, aireados, libre de semillas de malezas, insectos y patógenos.
- Accesibles y disponibles a bajo costo.
- Fácil de mezclar y desinfectar.
- Resistente a cambios extremos físicos, químicos y ambientales (Canovas, 1993).

Según Hartmann y Kester, (2002) en la actualidad existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de patógeno, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato.

### **Elementos utilizados para la elaboración de los sustratos en estudio:**

- **Cascarilla de arroz (afrecho);** este ingrediente mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la retención de la humedad y el filtrado de nutrientes. También beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es además, una fuente rica en silicio, lo que beneficia a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos, microorganismos y a largo plazo se convierte en una fuente de humus (Guido, 2006).
- **Cascarilla de arroz carbonizada;** Aporta principalmente fósforo, potasio y ayuda a corregir la acidez de los suelos. La carbonización de la cascarilla permite esterilizar el sustrato por las altas temperaturas (Restrepo, 1998).
- **Arena;** es un material de naturaleza silícica con un contenido de  $\text{SiO}_2$  (Oxido de Silicio) mayor del 50% y cuya composición depende de la roca madre, puede proceder de canteras siendo más homogéneas y con formas angulosas debido al quebrantamiento al que ha sido sometida, o bien de ríos en cuyos casos suelen estar mezcladas con material calcáreo y tener formas redondeadas. Como sustrato se utiliza la arena gorda con granulometría comprendida entre 0.2 y 2 mm, debiendo estar exentas de partículas limosas, arcillosas y en caso de proceder de río, debe de tener un material calcáreo sobre todo carbonato de calcio inferior al 10%.

La densidad aparente seca es mayor de 1,500 Kg./m<sup>3</sup> por que sus granos no poseen poros. La porosidad total de carácter inter granular es inferior al 50%, sus propiedades se corresponden con la ley de las mezclas sobre todo para la retención de agua que es función de la granulometría. Su pH puede variar entre 4-8 y su capacidad de intercambio catiónico es prácticamente nula, inferior a 5 meq/100gr.

La arena con granulometría inferior a 0.5 mm tiene gran capacidad de retención de agua, pero son muy asfixiantes, debido que la fuerza de retención aumenta a medida que disminuye el tamaño de las partículas.

La arena es un sustrato muy duradero por su gran resistencia mecánica, se utiliza sola o mezclada con otros sustratos especialmente turba para aumentar la densidad del

compuesto resultante, en caso de los sustratos con elevada capacidad de retención de agua, siendo necesario para ello utilizar al menos un 75% de arena (López y Naredo, 1996).

- **Suelo franco arenoso** • Estos suelos se secan muy pronto y hay que regar bastante.
- Tampoco retienen bien los nutrientes minerales.
- El suelo arenoso es pobre en nutrientes minerales.
- Las raíces disfrutan de una buena aireación, por la mayor porosidad existente.
- El drenaje también suele ser muy bueno.

Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/articulos/textura.htm>

- **Lombriabono** (Semana Agroecológica, 2006).

#### **Acidez**

- Tiene un pH prácticamente neutro con valores que oscilan entre 6.8-7.2.
- Característica que le permite ser aplicado directamente a la semilla sin causar daño.

#### **Característica física.**

- Color negro, café oscuro y gris (depende del tipo de alimento).
- Sin olor.
- Textura granuloso.

#### **Uso y aplicación**

- Puede ser aplicado en cultivos extensivos e intensivos.
- La cantidad a aplicar depende del análisis químico del suelo y la composición química del mismo.
- La aplicación debe hacerse de la siguiente manera:
  1. Durante la preparación del terreno.
  2. De forma conjunta con fertilizantes sintéticos.
  3. Directamente con la semilla.
  4. Al momento del deshierbe y aporque.
  5. En mezcla para el llenado de bolsas en viveros.

## **Conceptos de los análisis físicos realizados a los sustratos según Bures, (1997).**

- **Infiltración**

Es la entrada vertical hacia abajo del agua en el perfil del sustrato.

- **Retención de agua**

Es la capacidad que tiene el sustrato da absorber el agua.

- **Densidad aparente**

Es el peso seco del sustrato, por unidad de volumen que incluyen todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos, indica indirectamente la porosidad del sustrato, su facilidad de transporte y manejo.

- **Porosidad**

Es el volumen total del medio que no esta siendo ocupado por las partículas sólidas, minerales u orgánicas. El grosor de los poros condiciona la aireación, retención de agua del sustrato, mientras que unos están ocupados por el agua otros por el aire, el equilibrio agua-aire es muy importante, esto influirá en la frecuencia de riego y en el comportamiento radicular de la planta.

- **Granulometría**

Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente. La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una *escala granulométrica* (Lambe y Whitman, 1997).

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices. Pero para una medición más exacta se utiliza un granulómetro láser, cuyo rayo difracta en las partículas para poder determinar su tamaño (Lambe y Whitman, 1997).

## **5.1 Cultivares y variedades**

La selección de un cultivar a nivel comercial es de primordial importancia para tener éxito. El cultivar debe adaptarse a las características edafoclimáticas predominantes en las zonas de producción, tener capacidad genética de altos rendimientos, frutos de buena calidad y poseer resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades comunes en el medio, que pueden ser limitantes a la producción y que son de difícil control. También deben satisfacer las exigencias del consumidor y tener características acordes con el destino o usos que vayan a dárseles.

Los factores señalados deben ser rigurosamente evaluados, la mayoría de los cultivares de tomate utilizados provienen de países con condiciones ecológicas y sistemas de producción diferentes a los nuestros. Una de las principales características para diferenciar los diferentes cultivares de tomate es la duración de su ciclo vegetativo. Se consideran precoces aquellos cuya duración es de 90-110 días y que producen sus primeros frutos entre los 65 y 80 días después del trasplante (DDT); semiprecoces cuando el ciclo vegetativo es de 110 a 120 días y empieza a madurar entre los 75 y 90 días después del trasplante y tardíos con 120 a 130 días y requerimientos de 85 a 100 días después de trasplante para la primera recolección.

Otra característica importante para agrupar los cultivares es el tipo de crecimiento. Se dividen en determinados e indeterminados, siendo generalmente los primeros de porte bajo y los segundos de porte alto.

Aunque en Nicaragua se cultivan tomates, tanto del tipo de mesa como industrial, en realidad el consumo de este último es muy grande como tomate fresco porque se conserva mayor tiempo. Las variedades más sembradas son: Tropic, Río grande, VF-134 1-2, Floradade, Manalucie, UC-82, MTT-13, Charm, Gem pride, Gem star, Topspin, Yaqui, Buter. Existen en el mercado otras variedades como: Paceseter 502, Caribe, Peto 98 e híbridos recién introducidos como Brigada, Missouri, etc. (Morales, 1999).

### **5.1.1 Variedad Gem pride**

Es una variedad de crecimiento semideterminado, presenta un ciclo de cultivo intermedio, es resistente al virus TYLC, *Fusarium sv*, nematodo agallador, mancha grisácea de la hoja, virus del mosaico del tomate raza 1. Sus frutos son redondos de calidad, pueden alcanzar un peso de hasta 85 gramos.

Según CENTA, (2000) es un tomate híbrido tipo industrial que puede ser utilizado por las amas de casa para la preparación de los alimentos. Es un cultivar que tiene alta resistencia al ataque de enfermedades virales, incluyendo el virus del enrollado amarillo de la hoja de tomate TYLC, característica que lo hacen un material adecuado para ser sembrado en lugares con alta incidencia de enfermedades virales o insectos vectores de virus; sin embargo, se ha observado que es un material susceptible al ataque de tizones y marchitez bacterial. La cosecha puede iniciarse aproximadamente a los 90 días después del transplante. Los frutos son redondos, pueden alcanzar un peso hasta de 85 gramos, son de calidad, lo cual permite comercializarlos en cajas de 22.7 Kg.

**Tabla de las Características Agronómicas de la variedad Gem pride**

Días de maduración	75
Peso promedio del fruto	71 g
Forma del fruto	Redondeado
Tipo de crecimiento	Semideterminado
Viscosidad	Mediana a baja
Concentración de azúcar	5 - 5.5 grados Brix
Tolerancia	Virus TYLC
	<i>Fusarium</i> razas 1y2
	Nematodo agallador
	Mancha grisácea de la hoja
	Virus del mosaico del tomate

### **Ventajas**

- Buen rendimiento (38961- 62337.66 kg. / Ha) o sea 1715 a 2744 cajillas de 22.72 kg. El Rendimiento es superior en un 50% al rendimiento promedio nacional.
- Tolerante al ataque de enfermedades virales como el virus del enrollado amarillo de la hoja (TYLC).

### **Recomendaciones**

- Deberá ser sembrado a un distanciamiento de 1.0 metros entre surco y 0.4 a 0.50 metros entre planta, preferible en lugares con alta incidencia de enfermedades virales.

- Tomar medidas preventivas para el control de enfermedades como tizones y marchitez bacterial.
- La fertilización deberá realizarse con base al resultado del análisis de suelo.
- La aplicación de pesticidas hacerlas según muestreos o presencia de plagas y enfermedades en el cultivo.

### **5.1.2 Manejo agronómico del cultivo**

#### **Aspectos importantes que debemos de considerar antes de la siembra**

Una de las decisiones más importantes para sembrar tomate es la selección de semilla o variedad a utilizar. En principio debe seleccionarse una variedad que tenga buen rendimiento y calidad, además se adapte a la zona y época en la cual se va sembrar; de igual forma se debe considerar aquellas variedades tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. Variedades muy susceptibles, además del riesgo de pérdidas que representan, requieren alto uso de insumos y por ende sus costos de producción se incrementan.

Una vez que se decide la variedad a sembrar, se procede a la selección del área o terreno donde ubicaremos el semillero y plantación definitiva.

Aunque el cultivo se puede realizar mediante el método de siembra directa, en Nicaragua, como en muchos países del mundo, el trasplante sigue siendo el método más usado, sobre todo con variedades susceptibles a la virosis, por que es más fácil controlar mosca blanca en el semillero. La producción de plántulas para trasplante se puede hacer a campo abierto, sobre canteros o bancos construidos sobre el suelo o en bandejas colocadas en cuartos o invernaderos diseñados para tal fin.

#### **Semillero en pilón con uso de bandejas**

Este método de producción de plántulas. Generalmente se siembran 2 semillas por compartimento de bandeja. Como sustrato se usa una mezcla de abono orgánico, arena y tierra fertilizada. Se deja una planta por compartimento de bandeja y se trasplanta a raíz cubierta. Al cabo de 15 a 20 días después de la siembra las plántulas están en óptimas condiciones para el trasplante (Morales, 1999).

Según INTA, (2004) las hortalizas son muy delicadas en sus primeros días de crecimiento y necesitan mucha protección de la lluvia, el sol directo y sobre todo de insectos dañinos que transmiten enfermedades, esto se consigue fácilmente produciendo plántulas en bandejas protegidas dentro de túneles o invernadero.

Hay que recordar que el 50% del éxito en la producción de hortalizas depende de la calidad de la plántula al momento del trasplante. Sembrando en bandejas se puede ahorrar hasta un 300% de semilla, con 56 gramos (2 onzas) de semilla, es suficiente para sembrar una manzana usando plántulas sanas y vigorosas.

Las ventajas de este método consisten en que se evita la elaboración de semilleros, se logra una mayor sobrevivencia de plantas en el campo, se reduce la utilización de plaguicidas usados normalmente en los semilleros tradicionales, eliminación de limpias y remoción del suelo, se obtiene un mejor desarrollo individual de las plantas, se da una mejor distribución de plántulas en las bandejas en comparación con semilleros tradicionales, se ahorra semilla y se acelera el proceso de producción.

Las bandejas generalmente son de material plástico aunque también existen de estereofón y otros materiales, se les encuentra en una amplia gama de medidas, formas, calidades, capacidades y usos. En cuanto a las medidas y capacidades de las bandejas plásticas se pueden encontrar por ejemplo de 28x54 cm con 200 agujeros de 2x2 cm y 5 cm de profundidad, las hay de 192 y 98 agujeros de 3x3 cm y 7 cm de profundidad (INTA, 2004).

## **5.2 Transplante**

Antes del transplante (3 o 4 días), es conveniente suspender los riegos en el semillero con el fin de ayudar al fortalecimiento de las plantas, pero es obligatorio regar unas 4 horas antes de iniciar el trasplante para facilitar el arranque de las plántulas y evitar daños severos en el sistema radicular de las mismas.

Según Morales, (1999) el transplante se debe hacer en horas de la tarde y en días nublados se puede trasplantar todo el día. Las plantas se siembran en el sitio definitivo, en hileras sobre camellones o camas dependiendo del sistema de siembra.

Se recomienda que el transplante se realice a la profundidad que la planta tenía bajo el suelo en el semillero. El suelo que cubre las raíces y rodea el tallo debe quedar firme, pero que facilite la absorción de agua y sustancias nutritivas



Las plántulas seleccionadas son de dos tipos:

- A raíz desnuda: es común entre los pequeños y medianos productores.
- Con pilón de tierra: cuando se producen en bandejas o cartuchos las cuales conservan el máximo de raíces. Si las plántulas se produjeron en bandejas dentro de invernaderos, no sufrirán de estrés al momento del trasplante y se logra hasta un 98% de sobrevivencia en el campo.

Antes de llevarlas al campo es necesario endurecerlas, esto se logra regulando el suministro de agua, exponiéndolas al sol por periodos cortos y fertilizándolas con altos niveles de fósforo y potasio. Para separar las plántulas de las bandejas, hay que halar el tallo hacia arriba con sumo cuidado presionando la parte de abajo con los dedos pulgar e índice, logrando de esta forma que la planta salga completa con sus raíces. Es necesario manejar con mucho cuidado las bandejas que en la mayoría de los casos son frágiles y se rompen con facilidad. Con un buen manejo éstas se pueden utilizar hasta ocho veces, para ello, habrá que lavarlas y desinfectarlas y almacenarlas bajo techo. (INTA, 2004).

El traslado definitivo de las plantas al campo, debe realizarse en forma simultánea, en horas frescas de la tarde, las plántulas se arrancan con unas cuantas horas de anticipación a su traslado, el suelo del semillero debe estar bastante húmedo para que las raíces de la plántulas no se resistan al hacer el arranque, además se recomienda la desinfección de las manos con una solución de cloro como prevención a la transmisión del virus del mosaico del tabaco. Al efectuar el trasplante, se debe asegurar que el agua y los fertilizantes hagan contacto con la zona radical de las plántulas, para asegurar supervivencia, recuperación y crecimiento rápido, se debe regar el terreno antes de trasplante y se puede aplicar fertilizantes solubles en agua al momento del trasplante si se cuenta con el equipo adecuado.

Deben hacerse agujeros para acomodar la raíz en forma recta y sin cámaras de aire, cuando las raíces quedan dobladas hacia arriba, se le dificulta la asimilación de nutrientes, el desarrollo de la planta es débil, en esta etapa deben tomarse medidas en especial contra la acción de los nematodos, insectos, bacterias y hongos que podrían destruir la plantación en escasos días (CATIE, 1990).

### **5.3 Técnica del Doble Transplante**

Ésta práctica consiste en realizar el primer transplante de bandeja a macetera o bolsa de polietileno y el segundo transplante de maceta o bolsa de polietileno al terreno definitivo. Si los semilleros se establecen en época seca, es recomendable realizar el doble transplante para proteger las plántulas del ataque de insectos por más tiempo. Esta protección puede ser con malla anti-insectos o bajo invernadero (CENTA, 2000).

Las ventajas de esta técnica son: mejor aprovechamiento de la semilla, permite el cultivo en épocas desfavorables, puesto que dentro del invernadero se pueden manejar ciertas condiciones climáticas, el cultivo se mantiene por menor tiempo a campo abierto, se obtiene mayor uniformidad en la germinación y en el crecimiento inicial de las plántulas, permite un mejor control de patógenos y malezas, se facilitan las labores agrícolas por la uniformidad de los cultivos en el campo definitivo, incrementa la seguridad del agricultor a obtener un mejor rendimiento del cultivo, menor uso de plaguicidas (CENTA, 2000).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Descripción de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, situado a 1.5 km. al sureste de la ciudad en el camino a la Ceiba. La investigación se estableció al noreste del Campus Agropecuario en el área del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), área de abonos orgánicos en el período entre Junio-Agosto de 2009. La unidad de producción se encuentra a 90 msnm y en la latitud 12o 26´ norte y longitud 86o 53´ oeste, suelo franco arenoso, pendiente del 1%, viento promedio de 7.5 km./h con dirección predominante noreste, humedad relativa del 75%, evaporación de 6.2 mm y una precipitación anual de 1250 mm.

### 5.2. Descripción de los materiales

**Los materiales utilizados en el establecimiento de la investigación fueron:**

- **Arena:** presenta pH entre 4-8, densidad aparente seca es mayor de 1,500 kg. /m<sup>3</sup>. Para la elaboración del sustrato se utilizó 0.02 m<sup>3</sup>.
- **Cascarilla de arroz (afrecho):** se caracteriza por facilitar la aireación, la retención de la humedad y el filtrado de nutrientes, en la investigación se utilizó 0.06 m<sup>3</sup>.
- **Cascarilla de arroz carbonizada:** Aporta principalmente fósforo, potasio, para la elaboración de los sustratos se utilizó 0.03 m<sup>3</sup>.
- **Lombriabono:** presenta un pH prácticamente neutro, 6.8-7.2. Puede ser aplicado directamente a la semilla sin causarle daño, se utilizaron 0.03 m<sup>3</sup>.
- **Tierra:** Suelo franco-arenoso, se utilizó 0.12 m<sup>3</sup>.
- **Bandejas:** presentan dimensiones de 53.5 cm de largo, 28 cm de ancho y 5 cm de altura, siendo de 128 celdas cada una.

### 5.3. Metodología

#### 5.3.1. Establecimiento del ensayo

El establecimiento se realizó en tres momentos:

##### 1<sup>er</sup> momento: Siembra en bandejas

La siembra se realizó el día 23 de Junio. Se empezó desinfectando las 3 bandejas con cloro al 1%. Se llenaron la bandejas con sustrato a base de lombriabono más cascarilla de arroz carbonizada en proporción 1:1, mezclándose homogéneamente, se colocó 1

semilla de tomate por celda de la variedad Gem pride. Haciendose una aplicación de Previcur al momento de la siembra.

Inmediatamente de haber realizado la siembra, se procedió a cubrir la superficie de las bandejas sembradas con papel periódico mojado, encima del periódico se colocó un plástico negro (cámara oscura) con el propósito de estimular la semilla para lograr una germinación homogénea; una vez emergida la planta, fuerón ubicadas en un túnel con dimensiones de 14.86 m de largo, 2.90 m de ancho y 2.50 m de altura con características generales; malla anti-insectos MESH 50, estas ofrecen importantes soluciones como protección de cultivos, tanto desde el punto de vista de control climático como de sanidad vegetal.

Disponible en: (<http://www.nutriflor.com/productos/mallas-antiinsectos>).

El riego de las plantas se realizaba 2 veces al día, utilizando 6 litros de agua en cada riego. A los 14 días después de la siembra se le realizó una aplicación de *Trichoderma* a razón de 14 g diluidos en 10 litros de agua, con el propósito de disminuir la incidencia del mal del talluelo. A los 15 días después de la siembra se fertilizaron las plántulas con Poly Feed GG de formula Nitrógeno 19%, Fósforo P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 19% y Potasio K<sub>2</sub>O 19% a razón de 75 cc por regadera de diez litros.

## **2<sup>do</sup> momento: trasplante a diferentes volúmenes**

A los 21 días después de la siembra se realizó el trasplante a los recipientes de diferentes volúmenes (previamente desinfectados con cloro al 1%) utilizando los diferentes sustratos según el tratamiento. A cada uno de los sustratos se le realizó un tamizado general con una zaranda cuya malla medía 0.5 mm.

A los 28 días después de la siembra se realizó una aplicación de Phyton a razón de 2 ml por litro de agua (para el estudio se utilizaron 2 l de agua y 4 ml de Phyton).

A los 29 días después de la siembra se realizó la primera aplicación de fertilizante de fórmula Fosfato monoamónico con 12% de N, 61% de P, Multi K con 13.5% de N, 44.5 de K y Urea 46%. El fertilizante se aplicó de manera líquida, diluyendo 1.5 g de fertilizante en 7 l de agua para cada tratamiento (con esta mezcla se fertilizaban 120 plántulas). Para lograr fertilizar el total de la población se utilizaron 21 l de agua y 4.5 g de fertilizante.

A los 36 días después de la siembra se fertilizaron las plántulas, se realizó con intervalo de 3 días, con una dosis de 5.5 g de fertilizante diluido en 7 l de agua para cada tratamiento (con esta mezcla se fertilizaban 120 plántulas). Para lograr fertilizar el total de la población se utilizaron 21 l de agua y 16.5 g de fertilizante.

### **3<sup>er</sup> momento: Análisis de las características físicas de los sustratos utilizados**

Se le realizaron pruebas de infiltración, densidad aparente, retención de agua, porosidad y granulometría en el laboratorio del CNRA.

#### **1.- Prueba de infiltración**

Procedimiento: se colocaron los cilindros de las 3 muestras secas (sustratos) previamente al horno por 24 horas a 75 °C, introdujimos los cilindros que contenían las muestras en los cilindros con trípode y salida de descarga inicialmente saturados con agua, luego le colocamos al cilindro de la muestra una tapa que consta de un tubo cilíndrico de base esférica pronunciada armado con un anillo de caucho y malla. Una vez sellados los cilindros de salida se midió el tiempo que tardo el agua en infiltrar todo el tubo cilíndrico con ayuda de un cronometro, desde la línea inicial hasta la final del tubo. El coeficiente de permeabilidad según **la medida de permeabilidad de la cabeza constante**, se calculó sustituyendo el tiempo (t) y alturas de superficie de agua en la fórmula siguiente.

$$K = \frac{2.3a.L}{A.t} \log^{10} \frac{H_1}{H_2} \quad (\text{cm/seg.})$$

**Donde:**

**a** = El área de la superficie de tubo graduado (cm<sup>2</sup>).....0.38 cm<sup>2</sup>

**A** = El área de la superficie de muestras (cm<sup>2</sup>).....11.9cm<sup>2</sup>

**L** = Diámetro del cilindro.....5.1cm

**H<sub>1</sub>** = De la base redonda del tubo hasta la línea inferior del tubo cilíndrico.....1.9cm.

**H<sub>2</sub>** = De la línea superior del tubo cilíndrico hasta la línea inferior del tubo (parte interna del tubo).....10cm

**t** = tiempo (seg.), activando el cronometro desde la línea superior hasta la inferior del tubo cilíndrico.

## **2.- Prueba de retención de agua**

Se determinó llenando los cilindros de las muestras (sustrato), luego se colocaron en una bandeja con agua por 24 horas hasta saturarlos, posteriormente se dejaron escurrir hasta que no filtrara más agua y se procedió a pesar los cilindros saturados. Conociendo anticipadamente el dato de las muestras secadas al horno se obtuvieron los datos necesarios para resolver la fórmula siguiente:

**Capacidad de retención de agua= peso seco del sustrato / sustrato saturado x 100.**

## **3.- Prueba de densidad aparente**

Se inició colmando los cilindros de las muestras (no compactando el sustrato), luego se pesaron los cilindros de cada sustrato y al dato que dio se les restó el peso del cilindro que es de 90 gramos, obteniendo el peso real de cada sustrato. Una vez conocido el peso de cada sustrato se metieron los cilindros de las muestras al horno por un tiempo de 24 horas a 75°C, al sacarlos del horno se volvieron a pesar restándole el peso del cilindro nuevamente y así se obtuvo el peso seco de los diferentes sustratos. El resultado se indica mediante la fórmula siguiente:

**DA= peso de la muestra seca en g. / volumen del cilindro de la muestra**

## **4.- Prueba de porosidad**

Se determinó mediante la colocación de los cilindros de las muestras secados al horno, luego de haber sido saturado en agua a través de la fórmula:

**Porosidad= peso húmedo (g.) – peso seco (g.) / el volumen del sustrato (cm<sup>3</sup>) x 100.**

## **5.- Prueba de granulometría**

Se fijo pesando 200 gramos de cada uno de los sustratos (cada uno con 3 repeticiones), luego se tamizaron utilizando 2 tamices que presentaban series: metric 710µm, N°. 25, inches: 0.0278, S/N: 05510355 y metric 500µm, N°. 35, inches: 0.0197, S/N: 0.5311093 y un depósito. Previo a la realización de todas las pruebas de laboratorio se realizaron las diferentes ecuaciones para el posterior conocimiento de los cálculos restantes:

**Volumen del cilindro=  $\pi \cdot r^2 \cdot h$**

**Radio=diámetro del cilindro/2**

#### 5.4. Diseño experimental

El diseño utilizado es de Bloque Completamente Aleatorio (DBCA), bifactorial habiendo en el área de investigación tres repeticiones (bloque) y doce tratamientos con 36 unidades experimentales en total. Las plantas a muestrear se determinaron mediante el sorteo de lotería equivalente al 50% de la población total que corresponde a 15 plantas por tratamiento. El muestreo que se empleó para medir las variables fue sistemático con plantas fijas.

#### 5.5. Definición de los factores

- **Sustrato:** utilizamos tres sustratos diferentes.
  1. El primer sustrato presenta proporciones de 2:1:0.5:0.5. 0.04 m<sup>3</sup> (2 bidones) de tierra, 0.02 m<sup>3</sup> (1 bidón) de arena, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de lombriabono, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de cascarilla de arroz carbonizada.
  2. El segundo sustrato presenta proporciones de 2:2:0.5:0.5. 0.04 m<sup>3</sup> (2 bidones) de tierra, 0.04 m<sup>3</sup> (2 bidones) de cascarilla de arroz cruda, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de lombriabono, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de cascarilla de arroz carbonizada.
  3. El tercer sustrato presenta proporciones de 2:1:0.5:0.5. 0.04 m<sup>3</sup> (2 bidones) de tierra, 0.02 m<sup>3</sup> (1 bidón) de cascarilla de arroz cruda, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de lombriabono, 0.01 m<sup>3</sup> (0.5 bidón) de cascarilla de arroz carbonizada.
- **Volúmenes de recipientes:** utilizamos 4 diferentes medidas.
  1. Bandejas de 124 cm<sup>3</sup>.
  2. Vasos desechables de 180 cm<sup>3</sup>.
  3. Vasos desechables de 300cm<sup>3</sup>.
  4. Tazas plásticas negras de 500cm<sup>3</sup>.

#### 5.6. Definición de los tratamientos.

La denominación de los tratamientos está dada por S<sub>1</sub> que es el indicativo del tipo de sustrato a evaluar y V<sub>1</sub> para indicar el volumen utilizado para cada sustrato.

$$T_1 = \text{Sustrato 1} + 124 \text{ cm}^3 (S_1, V_1).$$

$$T_2 = \text{Sustrato 1} + 180 \text{ cm}^3 (S_1, V_2).$$

$$T_3 = \text{Sustrato 1} + 300 \text{ cm}^3 (S_1, V_3).$$

$$T_4 = \text{Sustrato 1} + 500 \text{ cm}^3 (S_1, V_4).$$

$$T_5 = \text{Sustrato 2} + 124 \text{ cm}^3 (S_2, V_1).$$

$$T_6 = \text{Sustrato 2} + 180 \text{ cm}^3 (S_2, V_2).$$

$$T_7 = \text{Sustrato 2} + 300 \text{ cm}^3 (S_2, V_3).$$

$$T_8 = \text{Sustrato 2} + 500 \text{ cm}^3 (S_2, V_4).$$

$T_9 = \text{Sustrato } 3+124 \text{ cm}^3 (S_3, V_1).$

$T_{11} = \text{Sustrato } 3+300 \text{ cm}^3 (S_3, V_3).$

$T_{10} = \text{Sustrato } 3+180 \text{ cm}^3 (S_3, V_2).$

$T_{12} = \text{Sustrato } 3+500 \text{ cm}^3 (S_3, V_4).$

### 5.7. Definición de las variables

- **Altura de la plántula:** a 15 plántulas de cada tratamiento se les midió la altura con ayuda de una regla, tomando como referencia el contacto con el sustrato hasta la yema terminal. Una vez por semana.
- **Número de foliolos:** a 15 plántulas de cada tratamiento se les contaron el número de foliolos, una vez por semana.
- **Diámetro del tallo:** a 15 plántulas de cada tratamiento se les midió el tallo en milímetro utilizando Bernier, colocándolo debajo de los cotiledones. Una vez por semana.
- **Concentración de clorofila:** Con ayuda del clorofilometro The FIELD SCOUT CM1000TM Clorofilometro se tomo la concentración de clorofila en nanómetros (nm) en horas de la mañana a 15 plántulas de cada tratamiento, colocando el clorofilometro en el extracto medio foliar. Este dato fue tomado 2 veces por semana.
- **Características físicas de los sustratos:** A cada uno de los sustratos utilizados a la hora del trasplante se le realizaron: análisis de infiltración, densidad aparente, retención de agua, porosidad y granulometría, cada uno de los análisis con 3 repeticiones. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de suelo del CNRA.
- **Costos de diferentes sustratos y volúmenes:** Se realizó una descripción de la cantidad de sustratos y volúmenes utilizados en la investigación, sabiendo el costo unitario de cada material se procedió a calcular el costo total de los diferentes sustratos y volúmenes.

### 5.8. Análisis estadístico

El análisis de los datos obtenidos se realizó a través del programa estadístico SPSS 12 (Paquete estadístico para ciencias sociales) para determinar las diferencias existentes entre los diferentes tratamientos a través del ANOVA. Se realizaron comparaciones múltiples de medias en las variables a un nivel de significancia de 0.05. Los resultados obtenidos fueron presentados a través de tablas y gráficos para su mejor interpretación.



## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1. El análisis estadístico realizado, indica que entre los tratamientos de las letras iguales señaladas no se halla diferencia significativa con respecto a la variable medida, existiendo si diferencia significativa con los otros tratamientos. Presentando las mayores medias los tratamientos S1V4, S1V3 y S2V4, en contrariedad a los tratamientos S2V1 y S3V1 que representan las medias menores.

Al inicio del segundo ciclo de las plántulas en el túnel, el mayor número de foliolos a los 28 DDS lo presenta el tratamiento S1V3 y S1V4, presentando ambos la misma tendencia hasta los 49 DDS, diferenciado con los tratamientos S2V1 y S3V2 que presentaron menor cantidad de foliolos en todo el ciclo (Ver anexo 6, gráfico 1).

Según Bonner y Galston, (1972), la mayor concentración de la actividad fotosintética de las plantas se realiza en las hojas verdes, que están particularmente adaptadas para realizar eficazmente este proceso. Cabe resaltar que el tomate presenta una hoja compuesta por foliolos que oscila entre 18 foliolos por planta a los 28 DDS y 59 foliolos por planta a los 49 DDS. El número de foliolo está determinado por el potencial genético que posee cada variedad, en el estudio se toma como variable el número de foliolos y no el número de hojas para respaldar el dato de concentración de clorofila, dado que este es un elemento esencial del dispositivo fotosintetizante, como lo demuestra el hecho de que esta función no tiene lugar en las partes no verdes de las hojas abigarradas. Asimismo el volumen del recipiente interviene en el dinamismo del crecimiento de los foliolos en envases de menor volumen siendo limitante para la planta en cuanto a la aireación, capacidad de absorción líquida y tamaño del crecimiento radicular, aunque entre mayor volumen tenga el recipiente la planta tendrá mejor evolución de su desarrollo.

**Tabla 1. Número de foliolos de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia Tukey</b>
S1V1	26,883	BCDE
S1V2	27,9	*ABCDE
S1V3	32,067	*AB
S1V4	34,45	*A
S2V1	21,15	E
S2V2	24,75	CDE
S2V3	30,8	*AB
S2V4	33,467	*AB
S3V1	22,25	DE
S3V2	24,817	CDE
S3V3	29,05	*ABCD
S3V4	28,967	*ABCD

\* Letras iguales no presentan diferencia significativa.

En la Tabla 2. El análisis estadístico realizado, indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos de las letras iguales que están señaladas con asteriscos, teniendo diferencia significativa con los otros tratamientos.

Las medias mayores se presentan en los tratamientos S1V4, S1V1, S1V3, S2V3 y S2V4, y las medias menores son los tratamientos S3V1 y S3V2. Los resultados obtenidos muestran que la mayor concentración promedio de clorofila la presenta el tratamiento S2V3 a los 42 DDS mientras que la menor concentración lo obtuvo el tratamiento S3V1 a los 51 DDS, a medida que mayor sea el volumen del recipiente mayor es el espacio para el desarrollo radicular, permitiendo la retención de solución líquida y disponibilidad de nutrientes esenciales en la formación de la clorofila, asimismo favorece la aireación de las raíces en los diferentes sustratos y los dos mayores volúmenes, dando como resultado mayor número de foliolos (Ver anexo 6, gráfico 2). Cabe resaltar que Bonner y Galston(1972) indican que la formación de la clorofila esta tan influido por factores nutritivos y genéticos como por la acción de la luz, un ejemplo sencillo de esto lo tenemos en la relación existente de la formación de clorofila y la presencia de Nitrógeno, como también lo es el Magnesio siendo un componente esencial de la molécula de clorofila, por lo tanto la cantidad de fertilizante que se le aplique a la planta va a tener gran influencia en la concentración de clorofila y por ende en la actividad fotosintética de las plantas. Utilizando el agua absorbida por las

raíces, la energía del sol almacenada en los cloroplastos que se transforma en otro tipo de energía, conocida como energía química, por medio del cual la planta libera oxígeno al aire.

**Tabla 2. Concentración de clorofila de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia Tukey</b>
S1V1	161,244	*AB
S1V2	152,689	BC
S1V3	159,606	*AB
S1V4	165,328	*A
S2V1	153,211	*ABC
S2V2	151,211	BC
S2V3	160,561	*AB
S2V4	160,773	*AB
S3V1	134,845	D
S3V2	137,134	D
S3V3	147,022	CD
S3V4	146,056	CD

\*Letras iguales no presentan diferencia significativa.

En la Tabla 3. El análisis estadístico realizado, indica que no existe diferencia significativa entre las letras iguales de los tratamientos que están señalados con asteriscos, teniendo diferencia significativa con los otros tratamientos de letras diferentes. Los tratamientos que presentan las medias mayores son S1V4 y S3V4, mientras que los tratamientos S1V1, S2V1, S2V2 y S3V1 representan las medias menores.

La altura promedio de las plántulas de tomate, se presenta con máxima altura en el tratamiento S3V3 a los 28 DDS mientras que el de menor altura corresponde al tratamiento S1V2, pero al cierre del ciclo fenológico de muestreo a los 49 DDS la máxima altura se observó en el tratamiento S3V4, el volumen 4 de mayor tamaño 500 cm<sup>3</sup>, brindándole a la planta condiciones de desarrollo, absorción de nutriente esencial para el crecimiento (Nitrógeno), siendo de menor altura el tratamiento S3V1, el volumen 1 de menor tamaño 124 cm<sup>3</sup>, donde por efecto de competitividad las plántulas tienden a elongarse para lograr captar luz que se convierte en energía necesaria en su desarrollo (Ver anexo 6, gráfico 3). La altura el tratamiento S1V4 a los 37 DDT brinda

mejores características por gozar de mayor espacio para su completo desarrollo, aprovechando la fertilización, humedad y minerales contenidos en el agua por medio de sus raíces desarrolladas en el volumen de 500 cm<sup>3</sup>, con relación al tratamiento S2V1. El aumento del crecimiento vegetativo podría estar asociado con el aumento de la tasa fotosintética bajo las condiciones del túnel.

**Tabla 3. Altura de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia Tukey</b>
S1V1	21,612	D
S1V2	23,542	CD
S1V3	28,828	*AB
S1V4	31,607	*A
S2V1	21,557	D
S2V2	22,379	D
S2V3	27,376	*ABC
S2V4	28,643	*AB
S3V1	22,123	D
S3V2	25,016	BCD
S3V3	28,149	*ABC
S3V4	30,502	*A

\* Letras iguales no presentan diferencia significativa.

En la Tabla 4. El análisis estadístico realizado, indica que no existe diferencia significativa entre las letras iguales de los tratamientos que están señalados con asteriscos, teniendo diferencia significativa con los otros tratamientos de letras desiguales. Siendo las medias mayores la de los tratamientos S3V3 y S3V4, contrario al tratamiento S2V1 de menor media.

Los resultados adquiridos en promedio del diámetro del tallo a los 28 DDS lo tiene el tratamiento S3V3, en cambio el menor diámetro lo presenta el tratamiento S2V1. Al contrario a los 49 DDS el tratamiento S3V4 tuvo mayor diámetro comparado con el tratamiento S2V1 que presento el menor diámetro en esa fecha, conforme a que las plantas aprovecharon por las dimensiones mayores la capacidad de retención líquida los nutrientes proporcionados a través de la aplicación de fertilizantes, lo que estimulaba el engrosamiento del tallo por medio del etileno (hormona), siendo el encargado de repartir el agua y el alimento por toda la planta según Bonner y Galston, 1972 (Ver anexo 6, gráfico 4).

**Tabla 4. Diámetro del tallo de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia Tukey</b>
S1V1	4,583	CD
S1V2	4,783	BC
S1V3	5,2	*AB
S1V4	5,183	*AB
S2V1	3,933	E
S2V2	4,333	CDE
S2V3	4,65	CD
S2V4	4,683	CD
S3V1	4,267	DE
S3V2	4,683	CD
S3V3	5,383	*A
S3V4	5,617	*A

\* Letras iguales no presentan diferencia significativa.

La Tabla 5. muestra las características físicas de cada sustrato, reflejando que el sustrato 2 y 3 son los que se encuentran dentro del rango sugerido por López Gálvez y Naredo, (1996), lo que respecta a la Densidad Aparente, con de 0.1 a 0.7 gr/cm<sup>3</sup>. Siendo el caso relevante el dato del sustrato 1 con valor de 1.1 g/cm<sup>3</sup> resultando fuera del rango de lo que citan los autores.

Según los resultados el sustrato 1 es el que presenta el mayor valor en cuanto a Densidad Aparente y Capacidad de infiltración debido al porcentaje de arena que este contiene lo que permite mayor porosidad aunque hace más pesado el sustrato, mejora el anclaje de la plántula retiene mejor su humedad y es de rápida infiltración enviando directamente a la raíz las soluciones líquidas de su absorción. La desventaja es que al momento de trasplantar al campo definitivo sea arrancada la raíz.

El sustrato 1 con los volúmenes de 300 cm<sup>3</sup> y 500 cm<sup>3</sup> permitió a las plántulas desarrollar aceptadamente las variables mayor altura, diámetro del tallo, número de foliolos y concentración de clorofila. En comparación con los volúmenes de 124cm<sup>3</sup> y 180 cm<sup>3</sup> las plántulas no presentaron la misma tendencia de desarrollo pero el sustrato 1 en los menores volúmenes les permitió a las plántulas crecer convenientemente.

En cuanto a velocidad de infiltración los sustratos oscilan entre 0.28 y 5.93 cm<sup>3</sup>/seg. Siendo el rango sugerido por López Gálvez y Naredo, (1996) oscila entre 0.0004 y 0.15 cm<sup>3</sup>/seg.

El autor Muñoz, (2003) cita que la porosidad debe de tener un valor óptimo no inferior

al 80 y 85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones, en nuestro estudio la porosidad de los sustratos esta en los rangos de 40 y 61.33%.

Los datos de baja porosidad, alta retención y rápida infiltración, se deben a la cantidad de cascarilla de arroz cruda y arena que contienen los sustratos. Siendo una característica de la cascarilla de arroz cruda la retención de humedad y fácil infiltración de agua, al igual que la arena.

Según López Gálvez y Naredo, (1996) la retención de agua y la aireación dependen de la granulometría, siendo mayor el riesgo de asfixia de las raíces con el exceso de partículas finas, que retienen más agua y dificultan la aireación, lo que ocurrió en el sustrato 1 fue que la cascarilla de arroz (afrecho) y carbonizada proporcionaron una mezcla adecuada para el desarrollo de las plántulas.

**Tabla 5. Análisis físicos en el laboratorio del CNRA de los diferentes sustratos utilizados en la investigación.**

Sustratos	Retención (%)	Densidad aparente(g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Velocidad de Infiltración (cm <sup>3</sup> /seg.)
1	71.5	1.1	53.33	5.93
2	75.5	0.82	61.33	2.16
3	65	0.68	40	0.28

En la Tabla 5.1 Según Muñoz, (2003) el tamaño de los gránulos o fibra condiciona el comportamiento del sustrato, también su densidad aparente varia en su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. En la tabla 5.1 se observan los intervalos del tamaño de gránulos presentes en los diferentes sustratos.

**Tabla 5.1. Granulometría de los diferentes sustratos.**

Sustratos	Mayor 0.49mm (%)	Mayor 0.25mm (%)	Menor 0.25mm (%)
1	30.8	10.8	58.3
2	19.1	8.8	72
3	28.3	8.6	63

En la Tabla 6 los menores costos totales en la estimación por hectárea de sustrato/volumen alternativos son el Sustrato 3(124 cm<sup>3</sup>) estimado en 1471.94 dólares americanos y Sustrato 2(124 cm<sup>3</sup>) con 1456.69 dólares americanos, no siendo estos los que presentan las características físicas evaluadas para el mejor desarrollo fenológico de las plántulas. Comparando los datos proporcionados por López y Gonzáles, 2008 el tratamiento con menor costo de producción es el testigo (transplante tradicional en bandejas de 128 celdas), siendo de 7836.06 dólares americanos, siendo una alternativa ventajosa los sustratos elaborados en el trabajo investigativo.

**Tabla 6. Costos de sustratos, volúmenes y manejo para 30 plántulas de cada tratamiento, durante 51 días.**

<b>Sustrato/Volumen</b>	<b>Costo del sustrato (\$)</b>	<b>Costo del recipiente (\$)</b>	<b>Costo de plántula (\$)</b>	<b>Costo de Manejo (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>	<b>Estimación en Ha (\$)</b>
Sustrato1/124 cm <sup>3</sup>	0.09	0.25	0.99	0.6	1.93	<b>1471.94</b>
Sustrato1/180 cm <sup>3</sup>	0.13	0.9	0.99	0.6	2.62	<b>1998.18</b>
Sustrato1/300 cm <sup>3</sup>	0.23	0.9	0.99	0.6	2.72	<b>2074.45</b>
Sustrato1/500 cm <sup>3</sup>	0.38	0.3	0.99	0.6	2.27	<b>1731.25</b>
Sustrato2/124 cm <sup>3</sup>	0.07	0.25	0.99	0.6	1.91	<b>1456.69</b>
Sustrato2/180 cm <sup>3</sup>	0.11	0.9	0.99	0.6	2.6	<b>1982.93</b>
Sustrato2/300 cm <sup>3</sup>	0.19	0.9	0.99	0.6	2.68	<b>2043.94</b>
Sustrato2/500 cm <sup>3</sup>	0.32	0.3	0.99	0.6	2.21	<b>1685.49</b>
Sustrato3/124 cm <sup>3</sup>	0.09	0.25	0.99	0.6	1.93	<b>1471.94</b>
Sustrato3/180 cm <sup>3</sup>	0.13	0.9	0.99	0.6	2.62	<b>1998.18</b>
Sustrato3/300 cm <sup>3</sup>	0.22	0.9	0.99	0.6	2.71	<b>2066.82</b>
Sustrato3/500 cm <sup>3</sup>	0.37	0.3	0.99	0.6	2.26	<b>1723.62</b>

**Estimación de plantas por hectárea** Distancia entre surco 1.25 m y 0.35 m entre plantas, para un total de 22,880 plantas por hectárea.



## VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados los tratamientos S1V3, S1V4 y S2V4 presentan las mayores medias de acuerdo a todas las variables para desarrollo fenológico y concentración de clorofila.
- El sustrato 1 y 2, son los que presentan las mejores características físicas en cuanto a mayor porcentaje de retención (65%) por la composición granulométrica de las partículas, mayor porosidad (40%) que permite la absorción líquida, velocidad de infiltración ( $0.28 \text{ cm}^3/\text{seg.}$ ) y densidad aparente ( $0.68 \text{ g/cm}^3$ ).
- Los tratamientos S1V4 (\$1731.25), S2V4 (\$1685.49) y S2V3 (\$2043.94), son los que presentan un costo menor en un 19% menos comparado con el sustrato S1V3 (\$2074.45) que es el de mayor costo (no mostrando las plántulas las mejores características físicas con la utilización del sustrato S2V2 (\$1982.93)).

## VIII. RECOMENDACIONES

- Según los datos obtenidos en la presente investigación recomendamos utilizar en el cultivo de tomate los tratamientos S1V3, S1V4 y S2V4 porque presentaron las mejores características físicas evaluadas.
- Realizar una investigación, con la técnica de doble trasplante con los diferentes sustratos y volúmenes ejecutándola hasta la producción del cultivo, en diferentes épocas del año, bajo condiciones ambientales diferentes, para comparar si hay efecto en el rendimiento del cultivo de tomate.
- Evaluar diferentes dosis de fertilización en el periodo que las plántulas están en el túnel después del primer trasplante. En especial el nitrógeno que es el que beneficia a la planta para su respiración y desarrollo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bonner y Galston. Principios de La Fisiología Vegetal. La Habana, Cuba. 1972. Pág.495.
- Canovas, Fernández. Principios Básicos de la hidroponía. Aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelos. Madrid Instituto de estudios Almerienses y FIAPA, 1993.
- CENTA. 2000. Material de apoyo del Primer Talle de Producción de Hortalizas bajo el Enfoque de Cadenas Agroproductivas. Realizado del 23 de septiembre al 5 de octubre de 2000.
- Gonzáles, V. López, M. Efecto del doble trasplante en la productividad del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Campus Agropecuario Unan León. en el periodo octubre 2008 marzo 2009. Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 2009. Pág.25
- Guido, Berrios Sandra, Validación de diferentes sustratos en la producción de plántulas de chiltomo (*Capsicum annum*) en el periodo de Mayo-Julio del 2006, CNRA, Campus Agropecuario UNAN-León .Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 2006. Pág.38
- Hartamann H y Kester, D. Plant propagation principles and practices preventives Hall. New Jersey. 2002. 637 pág.
- IICA y CATIE.1999. Redacción de referencias bibliográficas: Normas técnicas del IICA y el CATIE.4ed. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 40 pág.
- Infoagro. Cultivos hortícolas en invernadero. (En línea). Consultado 15 Marzo 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
- Infojardin. Textura. ( En linea) Consultado el 19 de Octubre de 2009. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/articulos/Textura.htm>.
- INTA. Manejo integrado de plagas. Cultivo de Tomate. Guía MIP. Managua, 2004. 64 Pág.

- Lambe W. y Whitman Robert. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 1997.968 pág.
- López Gálvez J y Naredo J.M. Sistema de producción e incidencia ambiental del cultivo, en suelo enarenado y en sustratos. Fundación Argentaria – visor distribuciones, Impreso en España Graficas Rogar. Navalcarrero (Madrid).1996.
- Martínez Claudia, Potencial de la lombricultura, 1997.
- Morales, F.et al. Guía tecnológica Cultivo de tomate. INTA Managua, 1999. Pág. 55.
- Muñoz, R. Producción de hortalizas en invernadero: Experiencias en Zamorano. Honduras, 2003.
- Nelson P. Greenhouse operation and management Hall, New Jersey. 1998. 637 pág.
- Nutriflor. Mallas anti-insectos. (En línea). Consultado el 12 de Octubre 2009. Disponible en: <http://www.nutriflor.com/productos/mallas-anti-insectos>.
- Pastor, J. Utilización de sustratos en viveros. Terra17 (3): 231-235 Rainbows, A y Wilson, W. 1998. The transformation of composted organic residues in to effective growing media. Act Horticulture. 169 Pág.
- Restrepo, J. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. 1998.
- Rostrán M. Jorge, Carrión D Juan, Fuentes Hugo, Determinación de dosis de humus de lombriz para el optimo desarrollo en el cultivo de pipián (*Cucurbita pepo*). Campus Agropecuario UNAN- León, 2003.Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 2003.
- Semana Agroecológica Nicaragüense, 1<sup>era</sup>. , León, Nicaragua, 2006. Elaboración, manejo y aplicación de lombriabono. León, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2006, 32 pág.
- Warren Forsy, The Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Física de suelos. San José, Costa Rica, 1980.

**X. ANEXOS**

**Anexo 1.**

**Tabla 1. Hoja de muestreo para el desarrollo fenológico**

**Muestreadoras:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Cultivo:** \_\_\_\_\_

**Tratamiento:** \_\_\_\_\_

<b>Plantas</b>	<b>Altura(cm)</b>	<b>Nº de foliolos</b>	<b>Diámetro del tallo</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>			
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			
<b>11</b>			
<b>12</b>			
<b>13</b>			
<b>14</b>			
<b>15</b>			

**Anexo 2.**

**Tabla 2. Hoja de muestreo de concentración de Clorofila**

**Muestreadoras:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Cultivo:** \_\_\_\_\_

**Tratamiento:** \_\_\_\_\_

<b>Plantas</b>	<b>Foliolos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			
<b>6</b>			
<b>7</b>			
<b>8</b>			
<b>9</b>			
<b>10</b>			
<b>11</b>			
<b>12</b>			
<b>13</b>			
<b>14</b>			
<b>15</b>			

## Anexo 2. Costo de cada uno de los sustratos elaborados para 60 plantas.

### Tabla 2.1. Sustrato 1

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>Costo total(\$)</b>
Arena	0.02	9.70	0.19
Cascarilla de arroz carbonizada	0.01	31.19	0.31
Lombriabono	0.01	128	1.28
Tierra	0.04	7.30	0.29
<b>Total</b>	<b>0.08</b>	<b>-</b>	<b>2.07</b>

**Tasa de cambio: 20.52 córdobas por 1 dólar americano**

### Tabla 2.2. Sustrato 2

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>Costo total(\$)</b>
Cascarilla de arroz cruda	0.04	6.5	0.26
Cascarilla de arroz carbonizada	0.01	31.19	0.31
Lombriabono	0.01	128	1.28
Tierra	0.04	7.3	0.29
<b>Total</b>	<b>0.10</b>	<b>-</b>	<b>2.14</b>

**Tasa de cambio: 20.52 córdobas por 1 dólar americano**

### Tabla 2.3. Sustrato 3

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>Costo total(\$)</b>
Cascarilla de arroz cruda	0.02	6.5	0.13
Cascarilla de arroz carbonizada	0.01	31.19	0.31
Lombriabono	0.01	128	1.28
Tierra	0.04	7.3	0.29
<b>Total</b>	<b>0.08</b>	<b>-</b>	<b>2.01</b>

**Tasa de cambio: 20.52 córdobas por 1 dólar americano**

**Anexo 3. Costo de recipientes utilizados para 360 plántulas de tomate.**

**Tabla 3.1**

<b>Volumen</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario(\$)</b>	<b>Costo total(\$)</b>
Bandejas de 124 cm <sup>3</sup>	3	Unidad	0.25	0.75
Vasos desechables de 180 cm <sup>3</sup>	90	Unidad	0.03	2.7
Vasos desechables de 300 cm <sup>3</sup>	90	Unidad	0.03	2.7
Tazas plásticas negras de 500 cm <sup>3</sup>	90	Unidad	0.01	0.9
<b>Total</b>	<b>360</b>	<b>-</b>		<b>7.05</b>

**Tasa de cambio: 20.52 córdobas por 1 dólar americano**

**Anexo 4. Costos para manejo de 360 plántulas de tomate.**

**Tabla 4.1**

<b>Descripción</b>	<b>UM</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario C\$</b>	<b>Valor (C\$)</b>	<b>Valor (\$)</b>
Semilla variedad Gem pride	Unidad	385	0.49	189.60	9.23
Plántulas	Unidad	360	0.50	180	8.77
Recipientes	Unidad	360	-	193.91	9.44
Sustrato				127.63	6.21
<b>1er. Trasplante</b>					
Trasplante	H/H	2	11.25	22.50	1.09
Phyton	cc	8	21.75	174	8.47
Fertilizante edáfico urea 46 %	Kg.	0.01	8.3	0.083	0.004
Fertilizante soluble MAP	Kg.	0.02	66.54	1.33	0.06
Fertilizante soluble Multi K	Kg.	0.02	33.20	0.66	0.03
Día hombre	DH	2	90	180	8.77
<b>Total</b>				<b>1069.71</b>	<b>52.074</b>



Anexo 5.

**Tabla 5.1 Plan de fertilización utilizando la técnica de doble transplante en plántulas de tomate.**

<b>Fertilizante comercial</b>	<b>Cantidad del producto comercial</b>	<b>Porcentaje de concentración del producto comercial</b>	<b>Elemento puro</b>	<b>Elemento puro para las 360 plantas</b>	<b>Elemento puro por planta</b>	<b>Estimación para 23800 planta/ha</b>
<b>Urea</b>	<b>24 g</b>	<b>46 N</b>	<b>11.04 g N</b>	<b>19.5 g N</b>	<b>0.054 g N</b>	<b>1.23 Kg.</b>
<b>MAP</b>	<b>30 g</b>	<b>12 N</b>	<b>3.6 g N</b>			
<b>Multi k</b>	<b>36 g</b>	<b>13.5 N</b>	<b>4.86 g N</b>			
<b>MAP</b>	<b>30 g</b>	<b>61 P</b>	<b>18.3 g P</b>	<b>18.3 g P</b>	<b>0.050 g P</b>	<b>1.16 Kg.</b>
<b>Multi k</b>	<b>36 g</b>	<b>44 K</b>	<b>15.84 g K</b>	<b>15.84 G K</b>	<b>0.044 g K</b>	<b>1.00kg</b>

## Anexo 6.

Tabla 6.1 ANOVA de la variable Número de foliolos

Variable dependiente: Nfoliolo

Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
S1V1	26,883 <sup>a</sup>	1,495	23,949	29,818
S1V2	27,900 <sup>a</sup>	1,495	24,966	30,834
S1V3	32,067 <sup>a</sup>	1,495	29,132	35,001
S1V4	34,450 <sup>a</sup>	1,495	31,516	37,384
S2V1	21,150 <sup>a</sup>	1,495	18,216	24,084
S2V2	24,750 <sup>a</sup>	1,495	21,816	27,684
S2V3	30,800 <sup>a</sup>	1,495	27,866	33,734
S2V4	33,467 <sup>a</sup>	1,495	30,532	36,401
S3V1	22,250 <sup>a</sup>	1,495	19,316	25,184
S3V2	24,817 <sup>a</sup>	1,495	21,882	27,751
S3V3	29,050 <sup>a</sup>	1,495	26,116	31,984
S3V4	28,967 <sup>a</sup>	1,495	26,032	31,901

a. Basada en la media marginal poblacional modificada.

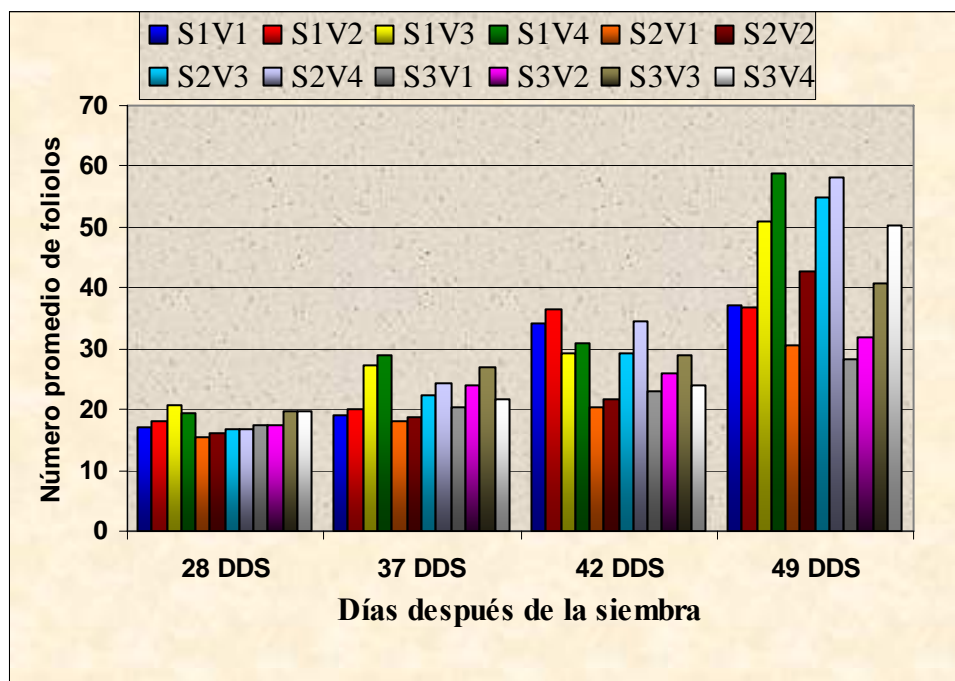


Gráfico 1. Número de foliolos de plántulas de tomate en diferentes tratamientos.

**Tabla 6.2 Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: NFófolo

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	S1V1	S1V2	-1,0167	2,11372	1,000	-7,9477	5,9143
		S1V3	-5,1833	2,11372	,372	-12,1143	1,7477
		S1V4	-7,5667(*)	2,11372	,019	-14,4977	-,6357
		S2V1	5,7333	2,11372	,222	-1,1977	12,6643
		S2V2	2,1333	2,11372	,997	-4,7977	9,0643
		S2V3	-3,9167	2,11372	,788	-10,8477	3,0143
		S2V4	-6,5833	2,11372	,081	-13,5143	,3477
		S3V1	4,6333	2,11372	,556	-2,2977	11,5643
		S3V2	2,0667	2,11372	,998	-4,8643	8,9977
		S3V3	-2,1667	2,11372	,997	-9,0977	4,7643
		S3V4	-2,0833	2,11372	,998	-9,0143	4,8477
			S1V2	S1V1	1,0167	2,11372	1,000
S1V3	-4,1667			2,11372	,713	-11,0977	2,7643
S1V4	-6,5500			2,11372	,085	-13,4810	,3810
S2V1	6,7500			2,11372	,065	-,1810	13,6810
S2V2	3,1500			2,11372	,943	-3,7810	10,0810
S2V3	-2,9000			2,11372	,968	-9,8310	4,0310
S2V4	-5,5667			2,11372	,263	-12,4977	1,3643
S3V1	5,6500			2,11372	,242	-1,2810	12,5810
S3V2	3,0833			2,11372	,951	-3,8477	10,0143
S3V3	-1,1500			2,11372	1,000	-8,0810	5,7810
S3V4	-1,0667			2,11372	1,000	-7,9977	5,8643
	S1V3			S1V1	5,1833	2,11372	,372
		S1V2	4,1667	2,11372	,713	-2,7643	11,0977
		S1V4	-2,3833	2,11372	,993	-9,3143	4,5477
		S2V1	10,9167(*)	2,11372	,000	3,9857	17,8477
		S2V2	7,3167(*)	2,11372	,028	,3857	14,2477
		S2V3	1,2667	2,11372	1,000	-5,6643	8,1977
		S2V4	-1,4000	2,11372	1,000	-8,3310	5,5310
		S3V1	9,8167(*)	2,11372	,000	2,8857	16,7477
		S3V2	7,2500(*)	2,11372	,031	,3190	14,1810
		S3V3	3,0167	2,11372	,958	-3,9143	9,9477
		S3V4	3,1000	2,11372	,949	-3,8310	10,0310
			S1V4	S1V1	7,5667(*)	2,11372	,019
S1V2	6,5500			2,11372	,085	-,3810	13,4810
S1V3	2,3833			2,11372	,993	-4,5477	9,3143
S2V1	13,3000(*)			2,11372	,000	6,3690	20,2310
S2V2	9,7000(*)			2,11372	,000	2,7690	16,6310
S2V3	3,6500			2,11372	,855	-3,2810	10,5810
S2V4	,9833			2,11372	1,000	-5,9477	7,9143
S3V1	12,2000(*)			2,11372	,000	5,2690	19,1310
S3V2	9,6333(*)			2,11372	,000	2,7023	16,5643

	S3V3	5,4000	2,11372	,308	-1,5310	12,3310
	S3V4	5,4833	2,11372	,285	-1,4477	12,4143
S2V1	S1V1	-5,7333	2,11372	,222	-12,6643	1,1977
	S1V2	-6,7500	2,11372	,065	-13,6810	,1810
	S1V3	-10,9167(*)	2,11372	,000	-17,8477	-3,9857
	S1V4	-13,3000(*)	2,11372	,000	-20,2310	-6,3690
	S2V2	-3,6000	2,11372	,867	-10,5310	3,3310
	S2V3	-9,6500(*)	2,11372	,000	-16,5810	-2,7190
	S2V4	-12,3167(*)	2,11372	,000	-19,2477	-5,3857
	S3V1	-1,1000	2,11372	1,000	-8,0310	5,8310
	S3V2	-3,6667	2,11372	,852	-10,5977	3,2643
	S3V3	-7,9000(*)	2,11372	,011	-14,8310	-,9690
	S3V4	-7,8167(*)	2,11372	,012	-14,7477	-,8857
S2V2	S1V1	-2,1333	2,11372	,997	-9,0643	4,7977
	S1V2	-3,1500	2,11372	,943	-10,0810	3,7810
	S1V3	-7,3167(*)	2,11372	,028	-14,2477	-,3857
	S1V4	-9,7000(*)	2,11372	,000	-16,6310	-2,7690
	S2V1	3,6000	2,11372	,867	-3,3310	10,5310
	S2V3	-6,0500	2,11372	,157	-12,9810	,8810
	S2V4	-8,7167(*)	2,11372	,002	-15,6477	-1,7857
	S3V1	2,5000	2,11372	,990	-4,4310	9,4310
	S3V2	-,0667	2,11372	1,000	-6,9977	6,8643
	S3V3	-4,3000	2,11372	,670	-11,2310	2,6310
	S3V4	-4,2167	2,11372	,697	-11,1477	2,7143
S2V3	S1V1	3,9167	2,11372	,788	-3,0143	10,8477
	S1V2	2,9000	2,11372	,968	-4,0310	9,8310
	S1V3	-1,2667	2,11372	1,000	-8,1977	5,6643
	S1V4	-3,6500	2,11372	,855	-10,5810	3,2810
	S2V1	9,6500(*)	2,11372	,000	2,7190	16,5810
	S2V2	6,0500	2,11372	,157	-,8810	12,9810
	S2V4	-2,6667	2,11372	,983	-9,5977	4,2643
	S3V1	8,5500(*)	2,11372	,003	1,6190	15,4810
	S3V2	5,9833	2,11372	,169	-,9477	12,9143
	S3V3	1,7500	2,11372	1,000	-5,1810	8,6810
	S3V4	1,8333	2,11372	,999	-5,0977	8,7643
S2V4	S1V1	6,5833	2,11372	,081	-,3477	13,5143
	S1V2	5,5667	2,11372	,263	-1,3643	12,4977
	S1V3	1,4000	2,11372	1,000	-5,5310	8,3310
	S1V4	-,9833	2,11372	1,000	-7,9143	5,9477
	S2V1	12,3167(*)	2,11372	,000	5,3857	19,2477
	S2V2	8,7167(*)	2,11372	,002	1,7857	15,6477
	S2V3	2,6667	2,11372	,983	-4,2643	9,5977
	S3V1	11,2167(*)	2,11372	,000	4,2857	18,1477
	S3V2	8,6500(*)	2,11372	,003	1,7190	15,5810
	S3V3	4,4167	2,11372	,631	-2,5143	11,3477
	S3V4	4,5000	2,11372	,602	-2,4310	11,4310
S3V1	S1V1	-4,6333	2,11372	,556	-11,5643	2,2977
	S1V2	-5,6500	2,11372	,242	-12,5810	1,2810
	S1V3	-9,8167(*)	2,11372	,000	-16,7477	-2,8857

	S1V4	-12,2000(*)	2,11372	,000	-19,1310	-5,2690
	S2V1	1,1000	2,11372	1,000	-5,8310	8,0310
	S2V2	-2,5000	2,11372	,990	-9,4310	4,4310
	S2V3	-8,5500(*)	2,11372	,003	-15,4810	-1,6190
	S2V4	-11,2167(*)	2,11372	,000	-18,1477	-4,2857
	S3V2	-2,5667	2,11372	,988	-9,4977	4,3643
	S3V3	-6,8000	2,11372	,060	-13,7310	,1310
	S3V4	-6,7167	2,11372	,068	-13,6477	,2143
S3V2	S1V1	-2,0667	2,11372	,998	-8,9977	4,8643
	S1V2	-3,0833	2,11372	,951	-10,0143	3,8477
	S1V3	-7,2500(*)	2,11372	,031	-14,1810	-,3190
	S1V4	-9,6333(*)	2,11372	,000	-16,5643	-2,7023
	S2V1	3,6667	2,11372	,852	-3,2643	10,5977
	S2V2	,0667	2,11372	1,000	-6,8643	6,9977
	S2V3	-5,9833	2,11372	,169	-12,9143	,9477
	S2V4	-8,6500(*)	2,11372	,003	-15,5810	-1,7190
	S3V1	2,5667	2,11372	,988	-4,3643	9,4977
	S3V3	-4,2333	2,11372	,692	-11,1643	2,6977
	S3V4	-4,1500	2,11372	,718	-11,0810	2,7810
S3V3	S1V1	2,1667	2,11372	,997	-4,7643	9,0977
	S1V2	1,1500	2,11372	1,000	-5,7810	8,0810
	S1V3	-3,0167	2,11372	,958	-9,9477	3,9143
	S1V4	-5,4000	2,11372	,308	-12,3310	1,5310
	S2V1	7,9000(*)	2,11372	,011	,9690	14,8310
	S2V2	4,3000	2,11372	,670	-2,6310	11,2310
	S2V3	-1,7500	2,11372	1,000	-8,6810	5,1810
	S2V4	-4,4167	2,11372	,631	-11,3477	2,5143
	S3V1	6,8000	2,11372	,060	-,1310	13,7310
	S3V2	4,2333	2,11372	,692	-2,6977	11,1643
	S3V4	,0833	2,11372	1,000	-6,8477	7,0143
S3V4	S1V1	2,0833	2,11372	,998	-4,8477	9,0143
	S1V2	1,0667	2,11372	1,000	-5,8643	7,9977
	S1V3	-3,1000	2,11372	,949	-10,0310	3,8310
	S1V4	-5,4833	2,11372	,285	-12,4143	1,4477
	S2V1	7,8167(*)	2,11372	,012	,8857	14,7477
	S2V2	4,2167	2,11372	,697	-2,7143	11,1477
	S2V3	-1,8333	2,11372	,999	-8,7643	5,0977
	S2V4	-4,5000	2,11372	,602	-11,4310	2,4310
	S3V1	6,7167	2,11372	,068	-,2143	13,6477
	S3V2	4,1500	2,11372	,718	-2,7810	11,0810
	S3V3	-,0833	2,11372	1,000	-7,0143	6,8477

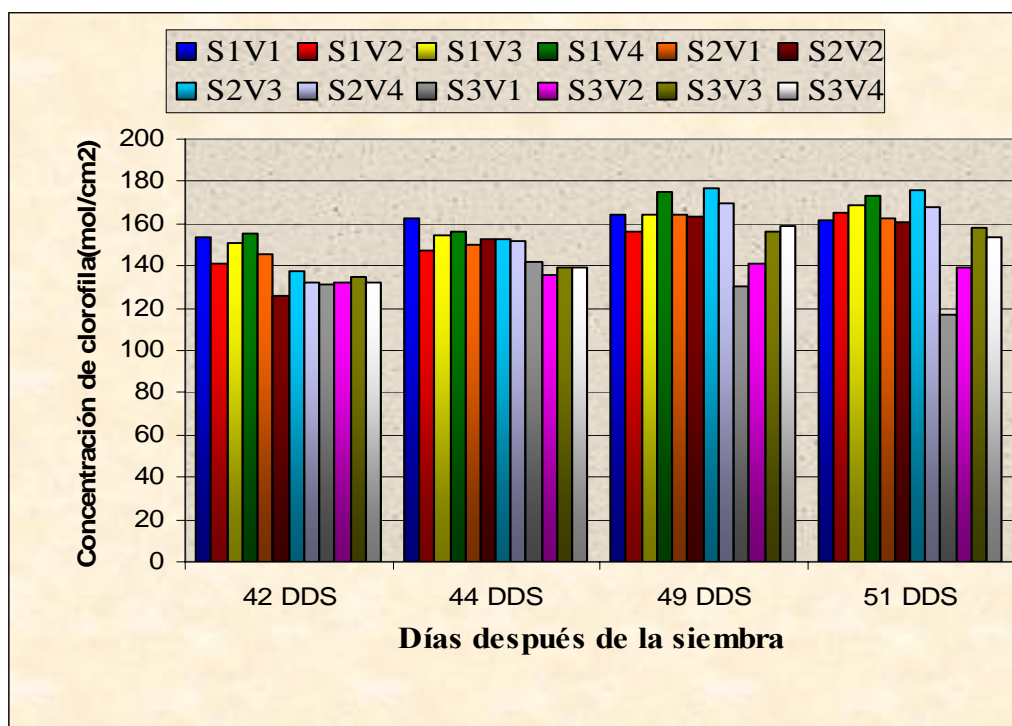
Basado en las medias observadas.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

**Tabla 6.3 ANOVA de la variable Concentración de Clorofila**

**Variable dependiente: Clorofila**

Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
S1V1	161,244	2,695	155,954	166,535
S1V2	152,689	2,695	147,398	157,979
S1V3	159,606	2,695	154,315	164,896
S1V4	165,328	2,695	160,037	170,619
S2V1	153,211	2,695	147,920	158,501
S2V2	151,211	2,695	145,920	156,502
S2V3	160,561	2,695	155,270	165,852
S2V4	160,773	2,695	155,482	166,063
S3V1	134,845	2,695	129,554	140,135
S3V2	137,134	2,695	131,843	142,424
S3V3	147,022	2,695	141,731	152,312
S3V4	146,056	2,695	140,765	151,347



**Gráfico 2. Concentración de clorofila en plántulas de tomate en diferentes tratamientos.**

**Tabla 6.4 Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Clorofila

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	S1V1	S1V2	8,5558	3,81101	,517	-3,9407	21,0523
		S1V3	1,6387	3,81101	1,000	-10,8578	14,1352
		S1V4	-4,0837	3,81101	,996	-16,5802	8,4128
		S2V1	8,0337	3,81101	,617	-4,4628	20,5302
		S2V2	10,0333	3,81101	,263	-2,4632	22,5298
		S2V3	,6833	3,81101	1,000	-11,8132	13,1798
		S2V4	,4718	3,81101	1,000	-12,0247	12,9683
		S3V1	26,3997(*)	3,81101	,000	13,9032	38,8962
		S3V2	24,1107(*)	3,81101	,000	11,6142	36,6072
		S3V3	14,2227(*)	3,81101	,011	1,7262	26,7192
		S3V4	15,1883(*)	3,81101	,004	2,6918	27,6848
			S1V2	S1V1	-8,5558	3,81101	,517
S1V3	-6,9172			3,81101	,809	-19,4137	5,5793
S1V4	-12,6395(*)			3,81101	,045	-25,1360	-,1430
S2V1	-,5222			3,81101	1,000	-13,0187	11,9743
S2V2	1,4775			3,81101	1,000	-11,0190	13,9740
S2V3	-7,8725			3,81101	,648	-20,3690	4,6240
S2V4	-8,0840			3,81101	,608	-20,5805	4,4125
S3V1	17,8438(*)			3,81101	,000	5,3473	30,3403
S3V2	15,5548(*)			3,81101	,003	3,0583	28,0513
S3V3	5,6668			3,81101	,944	-6,8297	18,1633
S3V4	6,6325			3,81101	,849	-5,8640	19,1290
	S1V3			S1V1	-1,6387	3,81101	1,000
		S1V2	6,9172	3,81101	,809	-5,5793	19,4137
		S1V4	-5,7223	3,81101	,940	-18,2188	6,7742
		S2V1	6,3950	3,81101	,878	-6,1015	18,8915
		S2V2	8,3947	3,81101	,548	-4,1018	20,8912
		S2V3	-,9553	3,81101	1,000	-13,4518	11,5412
		S2V4	-1,1668	3,81101	1,000	-13,6633	11,3297
		S3V1	24,7610(*)	3,81101	,000	12,2645	37,2575
		S3V2	22,4720(*)	3,81101	,000	9,9755	34,9685
		S3V3	12,5840(*)	3,81101	,047	,0875	25,0805
		S3V4	13,5497(*)	3,81101	,021	1,0532	26,0462
			S1V4	S1V1	4,0837	3,81101	,996
S1V2	12,6395(*)			3,81101	,045	,1430	25,1360
S1V3	5,7223			3,81101	,940	-6,7742	18,2188
S2V1	12,1173			3,81101	,067	-,3792	24,6138
S2V2	14,1170(*)			3,81101	,012	1,6205	26,6135
S2V3	4,7670			3,81101	,985	-7,7295	17,2635
S2V4	4,5555			3,81101	,989	-7,9410	17,0520
S3V1	30,4833(*)			3,81101	,000	17,9868	42,9798
S3V2	28,1943(*)			3,81101	,000	15,6978	40,6908

	S3V3	18,3063(*)	3,81101	,000	5,8098	30,8028
	S3V4	19,2720(*)	3,81101	,000	6,7755	31,7685
S2V1	S1V1	-8,0337	3,81101	,617	-20,5302	4,4628
	S1V2	,5222	3,81101	1,000	-11,9743	13,0187
	S1V3	-6,3950	3,81101	,878	-18,8915	6,1015
	S1V4	-12,1173	3,81101	,067	-24,6138	,3792
	S2V2	1,9997	3,81101	1,000	-10,4968	14,4962
	S2V3	-7,3503	3,81101	,741	-19,8468	5,1462
	S2V4	-7,5618	3,81101	,704	-20,0583	4,9347
	S3V1	18,3660(*)	3,81101	,000	5,8695	30,8625
	S3V2	16,0770(*)	3,81101	,002	3,5805	28,5735
	S3V3	6,1890	3,81101	,900	-6,3075	18,6855
	S3V4	7,1547	3,81101	,773	-5,3418	19,6512
S2V2	S1V1	-10,0333	3,81101	,263	-22,5298	2,4632
	S1V2	-1,4775	3,81101	1,000	-13,9740	11,0190
	S1V3	-8,3947	3,81101	,548	-20,8912	4,1018
	S1V4	-14,1170(*)	3,81101	,012	-26,6135	-1,6205
	S2V1	-1,9997	3,81101	1,000	-14,4962	10,4968
	S2V3	-9,3500	3,81101	,372	-21,8465	3,1465
	S2V4	-9,5615	3,81101	,336	-22,0580	2,9350
	S3V1	16,3663(*)	3,81101	,001	3,8698	28,8628
	S3V2	14,0773(*)	3,81101	,013	1,5808	26,5738
	S3V3	4,1893	3,81101	,995	-8,3072	16,6858
	S3V4	5,1550	3,81101	,972	-7,3415	17,6515
S2V3	S1V1	-6,833	3,81101	1,000	-13,1798	11,8132
	S1V2	7,8725	3,81101	,648	-4,6240	20,3690
	S1V3	,9553	3,81101	1,000	-11,5412	13,4518
	S1V4	-4,7670	3,81101	,985	-17,2635	7,7295
	S2V1	7,3503	3,81101	,741	-5,1462	19,8468
	S2V2	9,3500	3,81101	,372	-3,1465	21,8465
	S2V4	-,2115	3,81101	1,000	-12,7080	12,2850
	S3V1	25,7163(*)	3,81101	,000	13,2198	38,2128
	S3V2	23,4273(*)	3,81101	,000	10,9308	35,9238
	S3V3	13,5393(*)	3,81101	,021	1,0428	26,0358
	S3V4	14,5050(*)	3,81101	,008	2,0085	27,0015
S2V4	S1V1	-4,718	3,81101	1,000	-12,9683	12,0247
	S1V2	8,0840	3,81101	,608	-4,4125	20,5805
	S1V3	1,1668	3,81101	1,000	-11,3297	13,6633
	S1V4	-4,5555	3,81101	,989	-17,0520	7,9410
	S2V1	7,5618	3,81101	,704	-4,9347	20,0583
	S2V2	9,5615	3,81101	,336	-2,9350	22,0580
	S2V3	,2115	3,81101	1,000	-12,2850	12,7080
	S3V1	25,9278(*)	3,81101	,000	13,4313	38,4243
	S3V2	23,6388(*)	3,81101	,000	11,1423	36,1353
	S3V3	13,7508(*)	3,81101	,017	1,2543	26,2473
	S3V4	14,7165(*)	3,81101	,007	2,2200	27,2130
S3V1	S1V1	-26,3997(*)	3,81101	,000	-38,8962	-13,9032
	S1V2	-17,8438(*)	3,81101	,000	-30,3403	-5,3473
	S1V3	-24,7610(*)	3,81101	,000	-37,2575	-12,2645



	S1V4	-30,4833(*)	3,81101	,000	-42,9798	-17,9868
	S2V1	-18,3660(*)	3,81101	,000	-30,8625	-5,8695
	S2V2	-16,3663(*)	3,81101	,001	-28,8628	-3,8698
	S2V3	-25,7163(*)	3,81101	,000	-38,2128	-13,2198
	S2V4	-25,9278(*)	3,81101	,000	-38,4243	-13,4313
	S3V2	-2,2890	3,81101	1,000	-14,7855	10,2075
	S3V3	-12,1770	3,81101	,064	-24,6735	,3195
	S3V4	-11,2113	3,81101	,129	-23,7078	1,2852
S3V2	S1V1	-24,1107(*)	3,81101	,000	-36,6072	-11,6142
	S1V2	-15,5548(*)	3,81101	,003	-28,0513	-3,0583
	S1V3	-22,4720(*)	3,81101	,000	-34,9685	-9,9755
	S1V4	-28,1943(*)	3,81101	,000	-40,6908	-15,6978
	S2V1	-16,0770(*)	3,81101	,002	-28,5735	-3,5805
	S2V2	-14,0773(*)	3,81101	,013	-26,5738	-1,5808
	S2V3	-23,4273(*)	3,81101	,000	-35,9238	-10,9308
	S2V4	-23,6388(*)	3,81101	,000	-36,1353	-11,1423
	S3V1	2,2890	3,81101	1,000	-10,2075	14,7855
	S3V3	-9,8880	3,81101	,285	-22,3845	2,6085
	S3V4	-8,9223	3,81101	,448	-21,4188	3,5742
S3V3	S1V1	-14,2227(*)	3,81101	,011	-26,7192	-1,7262
	S1V2	-5,6668	3,81101	,944	-18,1633	6,8297
	S1V3	-12,5840(*)	3,81101	,047	-25,0805	-,0875
	S1V4	-18,3063(*)	3,81101	,000	-30,8028	-5,8098
	S2V1	-6,1890	3,81101	,900	-18,6855	6,3075
	S2V2	-4,1893	3,81101	,995	-16,6858	8,3072
	S2V3	-13,5393(*)	3,81101	,021	-26,0358	-1,0428
	S2V4	-13,7508(*)	3,81101	,017	-26,2473	-1,2543
	S3V1	12,1770	3,81101	,064	-,3195	24,6735
	S3V2	9,8880	3,81101	,285	-2,6085	22,3845
	S3V4	,9657	3,81101	1,000	-11,5308	13,4622
S3V4	S1V1	-15,1883(*)	3,81101	,004	-27,6848	-2,6918
	S1V2	-6,6325	3,81101	,849	-19,1290	5,8640
	S1V3	-13,5497(*)	3,81101	,021	-26,0462	-1,0532
	S1V4	-19,2720(*)	3,81101	,000	-31,7685	-6,7755
	S2V1	-7,1547	3,81101	,773	-19,6512	5,3418
	S2V2	-5,1550	3,81101	,972	-17,6515	7,3415
	S2V3	-14,5050(*)	3,81101	,008	-27,0015	-2,0085
	S2V4	-14,7165(*)	3,81101	,007	-27,2130	-2,2200
	S3V1	11,2113	3,81101	,129	-1,2852	23,7078
	S3V2	8,9223	3,81101	,448	-3,5742	21,4188
	S3V3	-,9657	3,81101	1,000	-13,4622	11,5308

Basado en las medias observadas.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05

Tabla 6.5 ANOVA de la variable Altura

Variable dependiente: Altura

Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
S1V1	21,612 <sup>a</sup>	1,036	19,579	23,646
S1V2	23,542 <sup>a</sup>	1,036	21,509	25,576
S1V3	28,828 <sup>a</sup>	1,036	26,795	30,862
S1V4	31,607 <sup>a</sup>	1,036	29,573	33,640
S2V1	21,557 <sup>a</sup>	1,036	19,524	23,591
S2V2	22,379 <sup>a</sup>	1,036	20,346	24,413
S2V3	27,376 <sup>a</sup>	1,036	25,342	29,409
S2V4	28,643 <sup>a</sup>	1,036	26,610	30,677
S3V1	22,123 <sup>a</sup>	1,036	20,090	24,157
S3V2	25,016 <sup>a</sup>	1,036	22,982	27,049
S3V3	28,149 <sup>a</sup>	1,036	26,116	30,183
S3V4	30,502 <sup>a</sup>	1,036	28,469	32,536

a. Basada en la media marginal poblacional modificada.

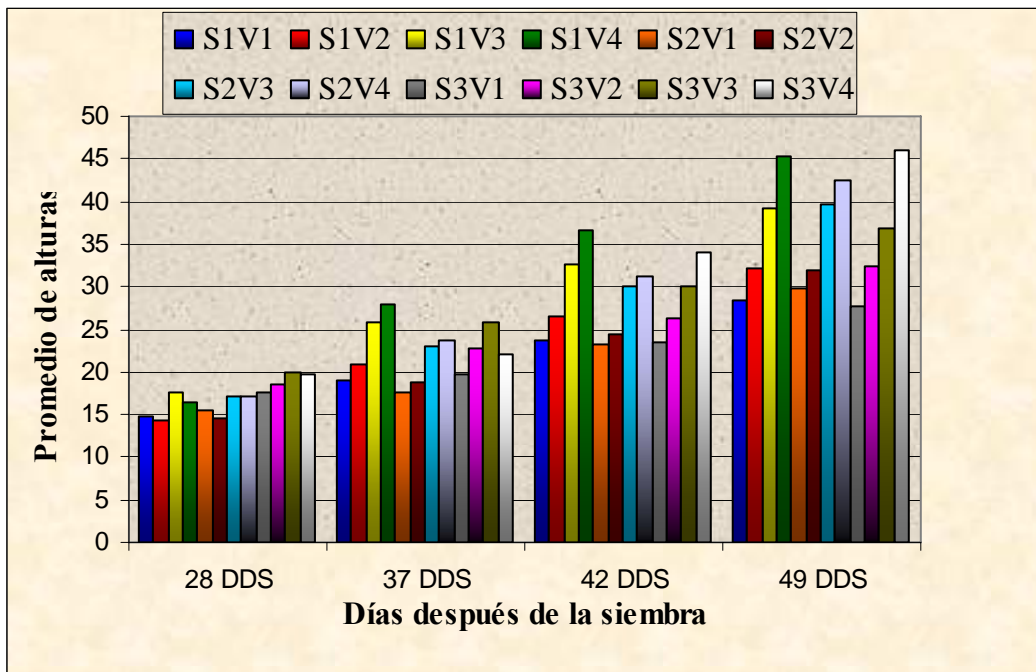


Gráfico 3. Altura de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.

**Tabla 6.6 Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Altura

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia entre medias (I-J)	Error t.p.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	S1V1	S1V2	-1,9300	1,46486	,977	-6,7334	2,8734
		S1V3	-7,2158(*)	1,46486	,000	-12,0192	-2,4125
		S1V4	-9,9942(*)	1,46486	,000	-14,7975	-5,1908
		S2V1	,0550	1,46486	1,000	-4,7484	4,8584
		S2V2	-,7667	1,46486	1,000	-5,5700	4,0367
		S2V3	-5,7633(*)	1,46486	,005	-10,5667	-,9600
		S2V4	-7,0308(*)	1,46486	,000	-11,8342	-2,2275
		S3V1	-,5108	1,46486	1,000	-5,3142	4,2925
		S3V2	-3,4033	1,46486	,461	-8,2067	1,4000
		S3V3	-6,5367(*)	1,46486	,001	-11,3400	-1,7333
		S3V4	-8,8900(*)	1,46486	,000	-13,6934	-4,0866
			S1V2	S1V1	1,9300	1,46486	,977
S1V3	-5,2858(*)			1,46486	,017	-10,0892	-,4825
S1V4	-8,0642(*)			1,46486	,000	-12,8675	-3,2608
S2V1	1,9850			1,46486	,971	-2,8184	6,7884
S2V2	1,1633			1,46486	1,000	-3,6400	5,9667
S2V3	-3,8333			1,46486	,272	-8,6367	,9700
S2V4	-5,1008(*)			1,46486	,026	-9,9042	-,2975
S3V1	1,4192			1,46486	,998	-3,3842	6,2225
S3V2	-1,4733			1,46486	,998	-6,2767	3,3300
S3V3	-4,6067			1,46486	,074	-9,4100	,1967
S3V4	-6,9600(*)			1,46486	,000	-11,7634	-2,1566
	S1V3			S1V1	7,2158(*)	1,46486	,000
		S1V2	5,2858(*)	1,46486	,017	,4825	10,0892
		S1V4	-2,7783	1,46486	,761	-7,5817	2,0250
		S2V1	7,2708(*)	1,46486	,000	2,4675	12,0742
		S2V2	6,4492(*)	1,46486	,001	1,6458	11,2525
		S2V3	1,4525	1,46486	,998	-3,3509	6,2559
		S2V4	,1850	1,46486	1,000	-4,6184	4,9884
		S3V1	6,7050(*)	1,46486	,000	1,9016	11,5084
		S3V2	3,8125	1,46486	,280	-,9909	8,6159
		S3V3	,6792	1,46486	1,000	-4,1242	5,4825
		S3V4	-1,6742	1,46486	,993	-6,4775	3,1292
			S1V4	S1V1	9,9942(*)	1,46486	,000
S1V2	8,0642(*)			1,46486	,000	3,2608	12,8675
S1V3	2,7783			1,46486	,761	-2,0250	7,5817
S2V1	10,0492(*)			1,46486	,000	5,2458	14,8525
S2V2	9,2275(*)			1,46486	,000	4,4241	14,0309
S2V3	4,2308			1,46486	,147	-,5725	9,0342
S2V4	2,9633			1,46486	,678	-1,8400	7,7667
S3V1	9,4833(*)			1,46486	,000	4,6800	14,2867
S3V2	6,5908(*)			1,46486	,000	1,7875	11,3942

	S3V3	3,4575	1,46486	,435	-1,3459	8,2609
	S3V4	1,1042	1,46486	1,000	-3,6992	5,9075
S2V1	S1V1	-,0550	1,46486	1,000	-4,8584	4,7484
	S1V2	-1,9850	1,46486	,971	-6,7884	2,8184
	S1V3	-7,2708(*)	1,46486	,000	-12,0742	-2,4675
	S1V4	-10,0492(*)	1,46486	,000	-14,8525	-5,2458
	S2V2	-,8217	1,46486	1,000	-5,6250	3,9817
	S2V3	-5,8183(*)	1,46486	,004	-10,6217	-1,0150
	S2V4	-7,0858(*)	1,46486	,000	-11,8892	-2,2825
	S3V1	-,5658	1,46486	1,000	-5,3692	4,2375
	S3V2	-3,4583	1,46486	,434	-8,2617	1,3450
	S3V3	-6,5917(*)	1,46486	,000	-11,3950	-1,7883
	S3V4	-8,9450(*)	1,46486	,000	-13,7484	-4,1416
S2V2	S1V1	,7667	1,46486	1,000	-4,0367	5,5700
	S1V2	-1,1633	1,46486	1,000	-5,9667	3,6400
	S1V3	-6,4492(*)	1,46486	,001	-11,2525	-1,6458
	S1V4	-9,2275(*)	1,46486	,000	-14,0309	-4,4241
	S2V1	,8217	1,46486	1,000	-3,9817	5,6250
	S2V3	-4,9967(*)	1,46486	,033	-9,8000	-,1933
	S2V4	-6,2642(*)	1,46486	,001	-11,0675	-1,4608
	S3V1	,2558	1,46486	1,000	-4,5475	5,0592
	S3V2	-2,6367	1,46486	,818	-7,4400	2,1667
	S3V3	-5,7700(*)	1,46486	,005	-10,5734	-,9666
	S3V4	-8,1233(*)	1,46486	,000	-12,9267	-3,3200
S2V3	S1V1	5,7633(*)	1,46486	,005	,9600	10,5667
	S1V2	3,8333	1,46486	,272	-,9700	8,6367
	S1V3	-1,4525	1,46486	,998	-6,2559	3,3509
	S1V4	-4,2308	1,46486	,147	-9,0342	,5725
	S2V1	5,8183(*)	1,46486	,004	1,0150	10,6217
	S2V2	4,9967(*)	1,46486	,033	,1933	9,8000
	S2V4	-1,2675	1,46486	,999	-6,0709	3,5359
	S3V1	5,2525(*)	1,46486	,018	,4491	10,0559
	S3V2	2,3600	1,46486	,905	-2,4434	7,1634
	S3V3	-,7733	1,46486	1,000	-5,5767	4,0300
	S3V4	-3,1267	1,46486	,598	-7,9300	1,6767
S2V4	S1V1	7,0308(*)	1,46486	,000	2,2275	11,8342
	S1V2	5,1008(*)	1,46486	,026	,2975	9,9042
	S1V3	-,1850	1,46486	1,000	-4,9884	4,6184
	S1V4	-2,9633	1,46486	,678	-7,7667	1,8400
	S2V1	7,0858(*)	1,46486	,000	2,2825	11,8892
	S2V2	6,2642(*)	1,46486	,001	1,4608	11,0675
	S2V3	1,2675	1,46486	,999	-3,5359	6,0709
	S3V1	6,5200(*)	1,46486	,001	1,7166	11,3234
	S3V2	3,6275	1,46486	,357	-1,1759	8,4309
	S3V3	,4942	1,46486	1,000	-4,3092	5,2975
	S3V4	-1,8592	1,46486	,983	-6,6625	2,9442
S3V1	S1V1	,5108	1,46486	1,000	-4,2925	5,3142
	S1V2	-1,4192	1,46486	,998	-6,2225	3,3842
	S1V3	-6,7050(*)	1,46486	,000	-11,5084	-1,9016

	S1V4	-9,4833(*)	1,46486	,000	-14,2867	-4,6800
	S2V1	,5658	1,46486	1,000	-4,2375	5,3692
	S2V2	-,2558	1,46486	1,000	-5,0592	4,5475
	S2V3	-5,2525(*)	1,46486	,018	-10,0559	-,4491
	S2V4	-6,5200(*)	1,46486	,001	-11,3234	-1,7166
	S3V2	-2,8925	1,46486	,711	-7,6959	1,9109
	S3V3	-6,0258(*)	1,46486	,003	-10,8292	-1,2225
	S3V4	-8,3792(*)	1,46486	,000	-13,1825	-3,5758
S3V2	S1V1	3,4033	1,46486	,461	-1,4000	8,2067
	S1V2	1,4733	1,46486	,998	-3,3300	6,2767
	S1V3	-3,8125	1,46486	,280	-8,6159	,9909
	S1V4	-6,5908(*)	1,46486	,000	-11,3942	-1,7875
	S2V1	3,4583	1,46486	,434	-1,3450	8,2617
	S2V2	2,6367	1,46486	,818	-2,1667	7,4400
	S2V3	-2,3600	1,46486	,905	-7,1634	2,4434
	S2V4	-3,6275	1,46486	,357	-8,4309	1,1759
	S3V1	2,8925	1,46486	,711	-1,9109	7,6959
	S3V3	-3,1333	1,46486	,595	-7,9367	1,6700
	S3V4	-5,4867(*)	1,46486	,010	-10,2900	-,6833
S3V3	S1V1	6,5367(*)	1,46486	,001	1,7333	11,3400
	S1V2	4,6067	1,46486	,074	-,1967	9,4100
	S1V3	-,6792	1,46486	1,000	-5,4825	4,1242
	S1V4	-3,4575	1,46486	,435	-8,2609	1,3459
	S2V1	6,5917(*)	1,46486	,000	1,7883	11,3950
	S2V2	5,7700(*)	1,46486	,005	,9666	10,5734
	S2V3	,7733	1,46486	1,000	-4,0300	5,5767
	S2V4	-,4942	1,46486	1,000	-5,2975	4,3092
	S3V1	6,0258(*)	1,46486	,003	1,2225	10,8292
	S3V2	3,1333	1,46486	,595	-1,6700	7,9367
	S3V4	-2,3533	1,46486	,907	-7,1567	2,4500
S3V4	S1V1	8,8900(*)	1,46486	,000	4,0866	13,6934
	S1V2	6,9600(*)	1,46486	,000	2,1566	11,7634
	S1V3	1,6742	1,46486	,993	-3,1292	6,4775
	S1V4	-1,1042	1,46486	1,000	-5,9075	3,6992
	S2V1	8,9450(*)	1,46486	,000	4,1416	13,7484
	S2V2	8,1233(*)	1,46486	,000	3,3200	12,9267
	S2V3	3,1267	1,46486	,598	-1,6767	7,9300
	S2V4	1,8592	1,46486	,983	-2,9442	6,6625
	S3V1	8,3792(*)	1,46486	,000	3,5758	13,1825
	S3V2	5,4867(*)	1,46486	,010	,6833	10,2900
	S3V3	2,3533	1,46486	,907	-2,4500	7,1567

Basado en las medias observadas.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 6.7 ANOVA de la variable Diámetro del tallo.

Variable dependiente: Dtallo

Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
S1V1	4,583 <sup>a</sup>	,108	4,372	4,795
S1V2	4,783 <sup>a</sup>	,108	4,572	4,995
S1V3	5,200 <sup>a</sup>	,108	4,989	5,411
S1V4	5,183 <sup>a</sup>	,108	4,972	5,395
S2V1	3,933 <sup>a</sup>	,108	3,722	4,145
S2V2	4,333 <sup>a</sup>	,108	4,122	4,545
S2V3	4,650 <sup>a</sup>	,108	4,439	4,861
S2V4	4,683 <sup>a</sup>	,108	4,472	4,895
S3V1	4,267 <sup>a</sup>	,108	4,055	4,478
S3V2	4,683 <sup>a</sup>	,108	4,472	4,895
S3V3	5,383 <sup>a</sup>	,108	5,172	5,595
S3V4	5,617 <sup>a</sup>	,108	5,405	5,828

a. Basada en la media marginal poblacional modificada.

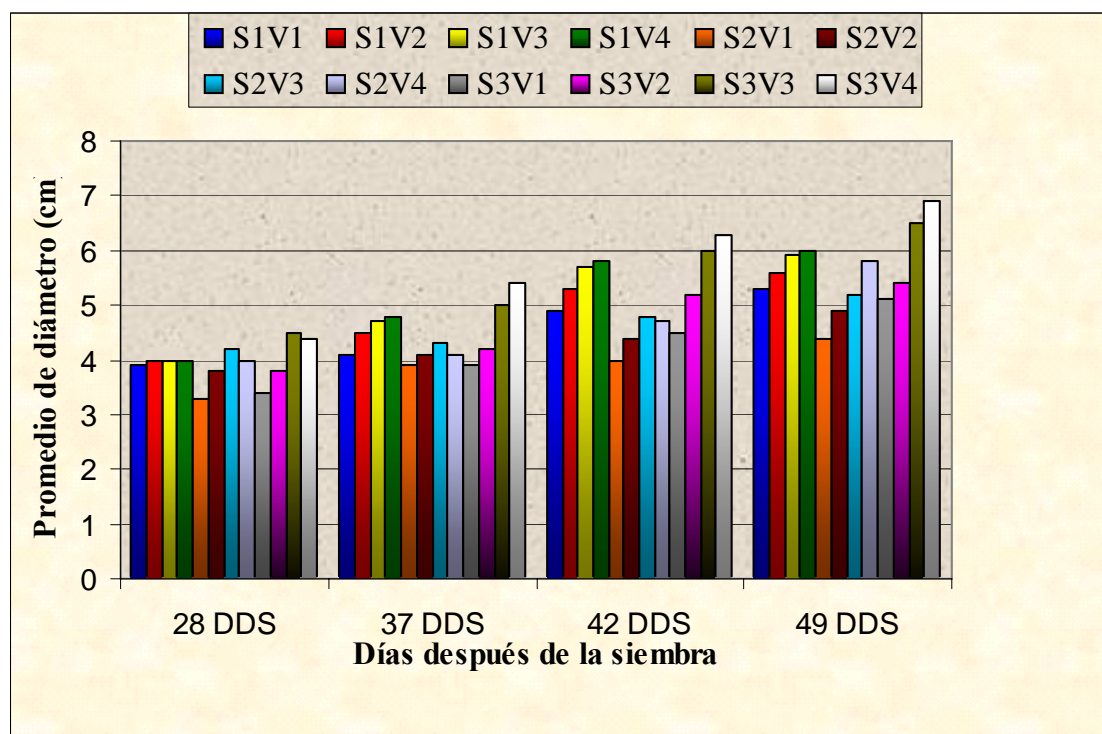


Gráfico 4. Diámetro del tallo de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos.

**Tabla 6.8 Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Dtallo

	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	S1V1	S1V2	-,2000	,15222	,977	-,6991	,2991
		S1V3	-,6167(*)	,15222	,003	-1,1158	-,1175
		S1V4	-,6000(*)	,15222	,005	-1,0991	-,1009
		S2V1	,6500(*)	,15222	,001	,1509	1,1491
		S2V2	,2500	,15222	,893	-,2491	,7491
		S2V3	-,0667	,15222	1,000	-,5658	,4325
		S2V4	-,1000	,15222	1,000	-,5991	,3991
		S3V1	,3167	,15222	,637	-,1825	,8158
		S3V2	-,1000	,15222	1,000	-,5991	,3991
		S3V3	-,8000(*)	,15222	,000	-1,2991	-,3009
		S3V4	-1,0333(*)	,15222	,000	-1,5325	-,5342
			S1V2	S1V1	,2000	,15222	,977
S1V3	-,4167			,15222	,210	-,9158	,0825
S1V4	-,4000			,15222	,266	-,8991	,0991
S2V1	,8500(*)			,15222	,000	,3509	1,3491
S2V2	,4500			,15222	,124	-,0491	,9491
S2V3	,1333			,15222	,999	-,3658	,6325
S2V4	,1000			,15222	1,000	-,3991	,5991
S3V1	,5167(*)			,15222	,035	,0175	1,0158
S3V2	,1000			,15222	1,000	-,3991	,5991
S3V3	-,6000(*)			,15222	,005	-1,0991	-,1009
S3V4	-,8333(*)			,15222	,000	-1,3325	-,3342
	S1V3			S1V1	,6167(*)	,15222	,003
		S1V2	,4167	,15222	,210	-,0825	,9158
		S1V4	,0167	,15222	1,000	-,4825	,5158
		S2V1	1,2667(*)	,15222	,000	,7675	1,7658
		S2V2	,8667(*)	,15222	,000	,3675	1,3658
		S2V3	,5500(*)	,15222	,017	,0509	1,0491
		S2V4	,5167(*)	,15222	,035	,0175	1,0158
		S3V1	,9333(*)	,15222	,000	,4342	1,4325
		S3V2	,5167(*)	,15222	,035	,0175	1,0158
		S3V3	-,1833	,15222	,989	-,6825	,3158
		S3V4	-,4167	,15222	,210	-,9158	,0825
			S1V4	S1V1	,6000(*)	,15222	,005
S1V2	,4000			,15222	,266	-,0991	,8991
S1V3	-,0167			,15222	1,000	-,5158	,4825
S2V1	1,2500(*)			,15222	,000	,7509	1,7491
S2V2	,8500(*)			,15222	,000	,3509	1,3491
S2V3	,5333(*)			,15222	,024	,0342	1,0325
S2V4	,5000(*)			,15222	,049	,0009	,9991
S3V1	,9167(*)			,15222	,000	,4175	1,4158

	S3V2	,5000(*)	,15222	,049	,0009	,9991
	S3V3	-,2000	,15222	,977	-,6991	,2991
	S3V4	-,4333	,15222	,163	-,9325	,0658
S2V1	S1V1	-,6500(*)	,15222	,001	-1,1491	-,1509
	S1V2	-,8500(*)	,15222	,000	-1,3491	-,3509
	S1V3	-1,2667(*)	,15222	,000	-1,7658	-,7675
	S1V4	-1,2500(*)	,15222	,000	-1,7491	-,7509
	S2V2	-,4000	,15222	,266	-,8991	,0991
	S2V3	-,7167(*)	,15222	,000	-1,2158	-,2175
	S2V4	-,7500(*)	,15222	,000	-1,2491	-,2509
	S3V1	-,3333	,15222	,558	-,8325	,1658
	S3V2	-,7500(*)	,15222	,000	-1,2491	-,2509
	S3V3	-1,4500(*)	,15222	,000	-1,9491	-,9509
	S3V4	-1,6833(*)	,15222	,000	-2,1825	-1,1842
S2V2	S1V1	-,2500	,15222	,893	-,7491	,2491
	S1V2	-,4500	,15222	,124	-,9491	,0491
	S1V3	-,8667(*)	,15222	,000	-1,3658	-,3675
	S1V4	-,8500(*)	,15222	,000	-1,3491	-,3509
	S2V1	,4000	,15222	,266	-,0991	,8991
	S2V3	-,3167	,15222	,637	-,8158	,1825
	S2V4	-,3500	,15222	,478	-,8491	,1491
	S3V1	,0667	,15222	1,000	-,4325	,5658
	S3V2	-,3500	,15222	,478	-,8491	,1491
	S3V3	-1,0500(*)	,15222	,000	-1,5491	-,5509
	S3V4	-1,2833(*)	,15222	,000	-1,7825	-,7842
S2V3	S1V1	,0667	,15222	1,000	-,4325	,5658
	S1V2	-,1333	,15222	,999	-,6325	,3658
	S1V3	-,5500(*)	,15222	,017	-1,0491	-,0509
	S1V4	-,5333(*)	,15222	,024	-1,0325	-,0342
	S2V1	,7167(*)	,15222	,000	,2175	1,2158
	S2V2	,3167	,15222	,637	-,1825	,8158
	S2V4	-,0333	,15222	1,000	-,5325	,4658
	S3V1	,3833	,15222	,330	-,1158	,8825
	S3V2	-,0333	,15222	1,000	-,5325	,4658
	S3V3	-,7333(*)	,15222	,000	-1,2325	-,2342
	S3V4	-,9667(*)	,15222	,000	-1,4658	-,4675
S2V4	S1V1	,1000	,15222	1,000	-,3991	,5991
	S1V2	-,1000	,15222	1,000	-,5991	,3991
	S1V3	-,5167(*)	,15222	,035	-1,0158	-,0175
	S1V4	-,5000(*)	,15222	,049	-,9991	-,0009
	S2V1	,7500(*)	,15222	,000	,2509	1,2491
	S2V2	,3500	,15222	,478	-,1491	,8491
	S2V3	,0333	,15222	1,000	-,4658	,5325
	S3V1	,4167	,15222	,210	-,0825	,9158
	S3V2	,0000	,15222	1,000	-,4991	,4991
	S3V3	-,7000(*)	,15222	,000	-1,1991	-,2009
	S3V4	-,9333(*)	,15222	,000	-1,4325	-,4342
S3V1	S1V1	-,3167	,15222	,637	-,8158	,1825



	S1V2	-,5167(*)	,15222	,035	-1,0158	-,0175
	S1V3	-,9333(*)	,15222	,000	-1,4325	-,4342
	S1V4	-,9167(*)	,15222	,000	-1,4158	-,4175
	S2V1	,3333	,15222	,558	-,1658	,8325
	S2V2	-,0667	,15222	1,000	-,5658	,4325
	S2V3	-,3833	,15222	,330	-,8825	,1158
	S2V4	-,4167	,15222	,210	-,9158	,0825
	S3V2	-,4167	,15222	,210	-,9158	,0825
	S3V3	-1,1167(*)	,15222	,000	-1,6158	-,6175
	S3V4	-1,3500(*)	,15222	,000	-1,8491	-,8509
S3V2	S1V1	,1000	,15222	1,000	-,3991	,5991
	S1V2	-,1000	,15222	1,000	-,5991	,3991
	S1V3	-,5167(*)	,15222	,035	-1,0158	-,0175
	S1V4	-,5000(*)	,15222	,049	-,9991	-,0009
	S2V1	,7500(*)	,15222	,000	,2509	1,2491
	S2V2	,3500	,15222	,478	-,1491	,8491
	S2V3	,0333	,15222	1,000	-,4658	,5325
	S2V4	,0000	,15222	1,000	-,4991	,4991
	S3V1	,4167	,15222	,210	-,0825	,9158
	S3V3	-,7000(*)	,15222	,000	-1,1991	-,2009
	S3V4	-,9333(*)	,15222	,000	-1,4325	-,4342
S3V3	S1V1	,8000(*)	,15222	,000	,3009	1,2991
	S1V2	,6000(*)	,15222	,005	,1009	1,0991
	S1V3	,1833	,15222	,989	-,3158	,6825
	S1V4	,2000	,15222	,977	-,2991	,6991
	S2V1	1,4500(*)	,15222	,000	,9509	1,9491
	S2V2	1,0500(*)	,15222	,000	,5509	1,5491
	S2V3	,7333(*)	,15222	,000	,2342	1,2325
	S2V4	,7000(*)	,15222	,000	,2009	1,1991
	S3V1	1,1167(*)	,15222	,000	,6175	1,6158
	S3V2	,7000(*)	,15222	,000	,2009	1,1991
	S3V4	-,2333	,15222	,931	-,7325	,2658
S3V4	S1V1	1,0333(*)	,15222	,000	,5342	1,5325
	S1V2	,8333(*)	,15222	,000	,3342	1,3325
	S1V3	,4167	,15222	,210	-,0825	,9158
	S1V4	,4333	,15222	,163	-,0658	,9325
	S2V1	1,6833(*)	,15222	,000	1,1842	2,1825
	S2V2	1,2833(*)	,15222	,000	,7842	1,7825
	S2V3	,9667(*)	,15222	,000	,4675	1,4658
	S2V4	,9333(*)	,15222	,000	,4342	1,4325
	S3V1	1,3500(*)	,15222	,000	,8509	1,8491
	S3V2	,9333(*)	,15222	,000	,4342	1,4325
	S3V3	,2333	,15222	,931	-,2658	,7325

Basado en las medias observadas.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.