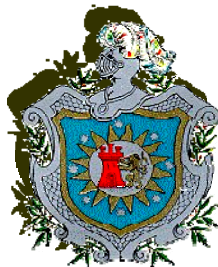


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



Evaluación de sustratos y proporciones NPK en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) en túnel, aplicando el método doble trasplante, CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León, periodo marzo-abril 2013.

**Presentado por:**

Br. José Rodríguez Chow  
Br. Rigoberto Trujillo Mendoza

**Tutores:**

M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina  
M.Sc. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas

Trabajo como requisito para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical

Nicaragua, León Agosto 2013

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	9
II. OBJETIVOS.....	11
III. HIPÓTESIS.....	12
IV. MARCO TEÓRICO.....	13
4.1 Taxonomía y morfología.....	13
4.2. Requerimientos Agroclimáticos.....	13
4.2.1. Humedad relativa.....	13
4.2.2. Radiación.....	13
4.2.3. Suelo.....	14
4.2.4. Temperatura.....	14
4.3. Descripción botánica.....	14
4.3.1. Sistema radicular.....	14
4.3.2. Tallo principal.....	14
4.3.3 Hoja.....	15
4.3.4. Flor.....	15
4.3.5. Fruto.....	15
4.4. Shanty.....	15
4.5. Manejo agronómico del cultivo.....	16
4.6. Producción de plántulas en túneles.....	16
4.7. Trasplante.....	17
4.8. Doble trasplante.....	17
4.9. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate.....	17
4.10. Aplicaciones suplementarias.....	18
4.11. Un buen sustrato debe tener las siguientes características.....	19
4.12. Sustrato.....	19
4.13. Materiales utilizados para la elaboración de los sustratos en estudio.....	19
4.13. 1 Cascarilla de arroz carbonizada.....	19
4.13.2. Lombriabono.....	20
4.13.3. Suelo.....	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.1. Descripción de la zona de estudio.....	21
5.2. Descripción de los materiales.....	21
5.2.1. Cascarilla de arroz carbonizada.....	21
5.2.2. Lombriabono.....	21
5.2.3. Recipientes a utilizar.....	21
5.2.4. Porta bandejas.....	21
5.3. Diseño experimental.....	21

5.4. Factores de estudios.....	21
5.4.1. Factor A: Sustratos .....	21
5.4.2. Factor B Nutrientes.....	22
5.5. Definición de los tratamientos.....	22
5.6. Especificaciones del ensayo .....	22
5.6.1. Primera fase .....	23
5.6.2. Segunda fase.....	23
5.6.3. Tercera fase .....	24
5.6.4. Cuarta fase .....	24
5.6.5. Quinta fase.....	25
5.6.6. Sexta fase.....	25
5.7. Definición de las variables .....	26
5.7.1. Altura de la plántula .....	26
5.7.2. Diámetro del tallo .....	26
5.7.3. Clorofila.....	26
5.7.4. Número de hojas.....	26
5.7.5. Peso fresco y seco de plántula .....	26
5.8. Análisis estadístico .....	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	27
6.1. Resultado 1. Análisis de las propiedades físicas de los sustratos.....	27
6.2. Resultado 2. Variable Altura .....	28
6.3. Resultado 3. Variable número de hojas .....	30
6.4. Resultado 4. Variable clorofila.....	32
6.5. Resultado 5. Variable diámetro .....	33
6.6. Resultado 6. Variable peso fresco y seco de la planta.....	35
6.7. Resultado 7. Costo-Beneficio por tratamiento. ....	38
VII CONCLUSIONES .....	39
VIII. RECOMENDACIONES. ....	40
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	41
X. ANEXOS.....	43
Anexo 1. Análisis estadístico de las variables evaluadas en la investigación .....	43_Toc379212117
Anexo 2. Fertilización para plántulas de tomate .....	52
Anexo 3. Presupuesto de cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty por tratamiento, para una hectárea.....	52

## INDICE DE GRAFICOS, CUADROS, TABLAS E IMÁGENES

Gráfico 1. Promedio de altura (cm) de plántula de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013 .....	30
Gráfico 2. Promedio número de hojas de plántula de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> . Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013. ....	31
Gráfico 3. Promedio de concentración de clorofila de plántula de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill.) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013 .....	33
Gráfico 4. Promedio de diámetro de tallo (mm) de plántula de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013 .....	35
Gráficos de promedios de peso fresco y seco (g) de plántula de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> . Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013 .....	37
Tabla 1. Prueba de los efecto-intersujetos del número de hojas del cultivo de tomate ( <i>Solanum Lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	43
Tabla 3. Análisis descriptivo número de hojas del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	43
Tabla 4. Prueba de subconjuntos homogéneos de numero de hojas del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	44
Tabla 5. Prueba de los efectos-intersujetos de concentración de clorofila del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	44
Tabla 6. Prueba de subconjuntos homogéneos de concentración de clorofila del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	45
Tabla 7. Prueba de los efectos-intersujetos altura de plántula del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	45

Tabla 8. Análisis descriptivo de altura de plántula del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	46
Tabla 9. Prueba de subconjuntos homogéneos de altura de plántula del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	46
Tabla 10. Prueba de los efectos-intersujetos diámetro de tallo del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	47
Tabla 11. Prueba de subconjuntos homogéneos diámetro del tallo del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty .....	47
Tabla 12. Prueba de los efectos-intersujetos de peso fresco y seco de plántula del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicumm</i> , Mill) variedad Shanty .....	48
Tabla 13. Prueba de los subconjuntos homogéneos de peso fresco y seco del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> , Mill) variedad Shanty.....	49

## DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para salir adelante.

A mi madre Digna Mendoza, por su apoyo, sus oraciones y buenos deseos.

A mis hermanos, tíos y demás familiares por su apoyo incondicional que siempre me brindaron para seguir adelante.

*Br. Rigoberto Trujillo Mendoza*

Dedico mi esfuerzo primeramente a Dios, porque me permitió la vida, me ha cuidado desde el momento en que fui concebido en el vientre de mi madre, me dio una familia la cual me han brindado amor y me ha provisto de conocimiento con el cual pude iniciar y terminar una carrera en la universidad.

A mis padres Roberto Rodríguez Gaitán y Ana Chow Ignacio por que han entregado al propósito entereza y confianza total al creer que saldría adelante.

A mis hijas Lía Malaj Rodríguez Chow y Danna Ximena Rodríguez Rocha y esposa Anielka María Rocha Trejos por ser una inspiración y una razón importante por la cual tenía que terminar mis estudios.

*Br. José Rodríguez Chow*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para finalizar mi carrera.

A mi madre Digna Mendoza a mis hermanos, tíos y demás familiares por el apoyo incondicional que me brindaron para poder realizar mis estudios.

A mi profesor y tutor M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina por su apoyo y orientación así como por compartir sus valiosos conocimientos.

Al M.Sc. Miguel Bárcenas por su excelente orientación y contribución durante el desarrollo de la investigación.

*Dr. Rigoberto Trujillo Mendoza*

A Dios porque me dio conocimiento, salud, y una familia que me han apoyado en todo momento, agradezco a Dios por incentivar en mí, ser una persona que sirva de beneficio a la sociedad por medio de la carrera que he finalizado

A mis padres Roberto Rodríguez Gaitán y Ana Chow Ignacio porque nunca dudaron en apoyarme en esta empresa que es educación desde que ingrese al pre-escolar hasta culminar los estudios superiores confiando que sus esfuerzos se serian correspondidos.

A mis maestros y tutores M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina y M.Sc. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas que me han brinda sus conocimientos, tiempo para poder terminar este trabajo.

*Dr. José Rodríguez Chow*

## RESUMEN

La investigación se realizó en el CNRA de la UNAN-León, con la finalidad de evaluar tres tipos de sustratos y diferentes proporciones de nitrógeno (N)- fosforo (P)- potasio (K) en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) aplicando el método de doble trasplante. El experimento se realizó bajo un DCA, bi-factorial evaluando la interacción entre el sustrato y las proporciones de NPK con 12 tratamientos y tres repeticiones cada uno. Las variables fueron: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, propiedades físicas del sustrato (densidad aparente, capacidad máxima saturación, porcentaje de poros, pH, densidad real), peso fresco y seco de la plántula. Los datos fueron digitados en Excel y el análisis estadístico se hizo con el programa SPSS 15, aplicando ANOVA y prueba de Duncan con  $P=0.005$ . Los análisis realizados muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos por cada variable: número de hojas, concentración de clorofila, altura de la planta, diámetro del tallo, peso fresco y seco de la planta con una significancia de  $P=0.000$ . El factor que hizo un efecto significativo sobre el desarrollo de las plántulas fue sustrato (factor A) El sustrato 1 (60%lombr+20%CAC+20%tierra) presento los mejores promedios en las variables evaluadas, siendo el mejor tratamiento S1F4 con presupuesto por hectárea de C\$ 55308.12 y una relación de costo-beneficio de C\$ 1.64. Se recomienda utilizar sustrato 1 (60%lombr+20%CAC+20%tierra) en la producción de plántulas de tomate e implementar esta práctica hasta final de ciclo.



## I INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y de mayor valor económico. Se siembra tanto en huertos caseros como en áreas comerciales, es una de las hortalizas más populares. Se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. Es una buena fuente de vitaminas A, C y minerales, además puede ayudar a corregir las deficiencias de esas vitaminas en países como el nuestro (INTA, 2004). En Nicaragua, entre las hortalizas el tomate ocupa uno de los primeros lugares, tanto en consumo como en producción y comercialización. Los rendimientos promedios varían de 12 a 18 ton/ha. En el país, anualmente se cultivan de 2,000 a 2,500 ha, siendo las principales zonas El valle de Sébaco, Matagalpa, Jinotega, El Espinal y La Trinidad.

Este cultivo se puede sembrar todo el año, pero los problemas cambian según la época. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca los insectos son el mayor problema.

Actualmente se están buscando alternativas de producción segura, tomando como practica la producción de cultivo sin suelo, conceptualizados como aquellos métodos que hacen crecer a las plantas fuera de su ambiente natural el suelo. Este método data desde el año 1699 en Inglaterra Wood Ward donde se hizo crecer a las plantas en diversos recipientes en medio líquidos al que habían añadido diferentes cantidades de suelo. Así fue como el alemán Sachs en 1860 desarrollo el cultivo en disolución nutritiva llamada *nutriculture*; hasta que en 1929 W. F. Gericke transfirió toda la tecnología desarrollada en laboratorio a fines comerciales.

En Nicaragua se está aplicando esta tecnología, sobre todo en la zona norte del país (Estelí, Matagalpa, Sébaco etc.). En el Área de Investigación y Producción de Abonos Orgánicos, en el CNRA del Campus Agropecuario, de la UNAN-León, en la carrera de Agroecología, se han realizado estudios con sustratos alternativos en la producción de plántulas utilizando abonos orgánicos como base a través del método de doble trasplante, este método permite que las raíces crezcan y se desarrollan en sustratos, a los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para el normal crecimiento y desarrollo que la planta necesita, permitiendo un crecimiento sano, vigoroso y con menor vulnerabilidad a plagas y enfermedades,

reduce la cantidad de agua para riego, facilita el manejo y control de malezas, así también disminuir la cantidad de insumos utilizados (insecticidas, fungicidas).

El potencial del tomate en los trópicos es muy grande, debido a su alto valor económico, constituye un gran atractivo para los pequeños agricultores, creando empleos en las zonas rurales, estimulando el empleo urbano; puede incrementar exportaciones; mejorar la nutrición de la gente y aumentar el ingreso de los agricultores (INTA, 2004).

En la actualidad el cultivo de tomate se ve afectado por una serie de problemas fitosanitarios e insectos vectores como la paratarioza un insecto que hace daño directo como toxínifero e indirecto como trasmisor de fitoplasma, llegando a causar pérdidas de hasta el 45 % de la producción en México a lo largo de su ciclo (Arizpe, 2008).

Con el propósito de asegurar una buena cosecha en cultivo de tomate surge la idea de producir plantas sanas y vigorosas al momento del trasplante, permitiendo el desarrollo óptimo del cultivo, mejor producción en cantidad y calidad mediante el uso de diferentes proporciones de fertilizantes y diferentes sustratos, lo cual permitirá disminuir y controlar mejor las enfermedades fúngicas e incidencia de insectos plagas hasta el trasplante definitivo, ofreciéndoles así a los productores, una nueva alternativa de producir plantas fuertes ante el ataque de patógenos, asegurando de esta forma una planta sana al ser trasplantadas directamente al suelo (campo) y sobre todo con este sistema de producción se pretende disminuir los costos de producción (disminuir el uso de insumos y mano de obra).

## **II. OBJETIVOS**

### **General**

- Evaluar tres tipos de sustratos y diferentes proporciones de fertilizantes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*. Mill), aplicando el método de doble trasplante, en el período marzo- mayo 2013.

### **Específicos**

- Evaluar el crecimiento de la plántula de tomate en túnel aplicando el método de doble trasplante en los diferentes tratamientos
- Determinar las características físicas de cada uno de los sustratos utilizados.
- Determinar costo-beneficio en la producción de plántulas de tomate aplicando el método de doble trasplante en los diferentes tratamientos.

### III. HIPÓTESIS

- **Ho:** No existe efecto significativo en el crecimiento de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) entre los sustratos y/o proporciones de NPK utilizados en los diferentes tratamientos.
- **Ha:** Existe efecto significativo en el crecimiento de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.), al menos en uno de los tratamientos, utilizando diferente sustratos y/o proporciones de NPK.

## IV. MARCO TEÓRICO

El tomate (*Solanum lycopersicum*. Mill) es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su industrialización y la diferenciación de la variedad para mesa y para industria (CENTA). Tomate (*Solanum lycopersicum*. Mill), es una hortaliza de gran consumo en Nicaragua y toda América central. Es rica en carotenos, vitamina C y minerales. En la región se cultiva principalmente para comercializarla en estado fresco como condimento (INTA, 2004).

### 4.1 Taxonomía y morfología

Nombre común: Tomate

Familia: Solanácea

Sub-familia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: Solanum

Especie: Lycopersicum

Nombre Científico: *Solanum Lycopersicum*

### 4.2. Requerimientos Agroclimáticos

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

#### 4.2.1. Humedad relativa

La humedad relativa del aire mayor del 90% es perjudicial para el cultivo de tomate, pues favorece el desarrollo de enfermedades foliar y gaméticas, particularmente *Botrytis*, produce el rajado de los frutos y reduce la viabilidad del polen, sobre todo bajo condiciones de poca iluminación. El rango ideal para este cultivo es de 70 a 80 % de la humedad relativa, aun a temperaturas bajas.

#### 4.2.2. Radiación

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

### **4.2.3. Suelo**

Se recomienda el uso de suelos francos a franco arcilloso para el cultivo. El tomate es una hortaliza tolerante a la acidez, prefiere suelos de pH entre 5-7 aunque admite cierta tolerancia a valores de pH más alto de 7-8. Los suelos muy pesados retienen mucha humedad y restringen la respiración de la raíces, además crean un ambiente favorable a enfermedades como *Botrytis*, *Fusarium*, *Alternarias*, *Phytophthora*, etc. que fácilmente destruyen el cultivo.

### **4.2.4. Temperatura**

El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera temperaturas muy frías. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12-16C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21-24C, siendo la óptima de 22C. Las plantas de tomate sufren y disminuyen su crecimiento a temperaturas inferiores a los 15-10C, abortan la mayor parte de las flores. Por esta razón no se recomienda sembrar a campo abierto a alturas mayores de 2000 metros. En los trópicos se recomienda el cultivo de tomate de 400-2000 msnm.

## **4.3. Descripción botánica**

Según Ing. MSc. Carmen Gutiérrez, CNIA/INTA, 2004 el tomate es miembro de la familia de las Solanáceas, a la que también pertenecen, además la papa, tabaco, berenjena, 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.

### **4.3.1. Sistema radicular**

Están compuestas por una raíz principal de las que salen raíces laterales y fibrosas formando un conjunto que pueden tener un radio de hasta 1.5m en condiciones apropiadas de cultivo. La raíz puede profundizar hasta 2m teniendo presente el 80% del sistema radicular en los primeros 45cm del suelo. En las plantas de tomate es muy frecuente la formación de raíces adventicias siempre y cuando estén en contacto con el suelo húmedo. Las raíces adventicias aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas.

### **4.3.2. Tallo principal**

En su primera etapa de crecimiento el tomate posee un tallo herbáceo. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores,

encontrándose plantas con 30 a 40cm y de porte alto que pueden alcanzar hasta 3 m. Las variedades de tomate cuyo tallo principal y sus ramificaciones terminan en un racimo floral que reciben el nombre de indeterminado. Cuando el último racimo de la parte terminal en el 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 (INTA, 2004).

#### **4.3.3 Hoja**

Es compuesta y pinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. La hoja típica de las plantas cultivadas mide hasta 40cm con nueve folíolos. Las características hereditarias del tomate y las condiciones bajo cultivo determinan las peculiaridades de su margen, el carácter de la superficie y el tamaño de la hoja (INTA, 2004).

#### **4.3.4. Flor**

El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo con flores pequeñas, medianas o grandes de coloración amarilla en diferentes tonalidades. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones del cultivo, el número de flores por racimo pueden ser de 7 a 9 y en algunos casos se han reportado más de 300 flores. Las flores son hermafroditas con 5 a 6 pétalos dispuestos en una corona tubular (INTA, 2004).

#### **4.3.5. Fruto**

Es una baya de forma, dimensión y número de lóculos variables, según el cultivar. La forma de los frutos puede ser asimétrica, cuando los lóculos están distribuidos de una manera desordenada y simétrica cuando se distribuye regularmente en torno a la placenta. Los frutos maduros botánicamente pueden ser anaranjados, amarillos, verdes, rosados y rojos (INTA, 2004).

#### **4.4. Shanty**

El tomate tipo roma de alta resistencia/tolerancia al virus de la cuchara (TYLCV) y a la peste negra (TSWV). La siembra es recomendada todo año. Es una planta vigorosa, de hábito determinado, maduración relativamente precoz, sistema de producción a campo abierto, produce altos rendimientos de frutos grandes, duros y carnosos, de color rojo intenso con hombros uniformes. El peso promedio por fruto es de 120-150g. Maduración y tamaño uniforme, larga vida post cosecha. No tiene una calidad culinaria extraordinaria, por eso se recomienda su uso para conservas y para salsas (Hazeragenetics, 2008).

#### **4.5. 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 a utilizar. En principio debe seleccionarse una semilla que tenga buen rendimiento y calidad, además se adapte a la zona, la época siembra; de igual forma se debe considerar aquellas semillas tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. Semillas susceptibles, además del riesgo de pérdidas que representan, requieren alto uso de insumos y por ende sus costos de producción se incrementan (INTA, 2004).

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 semillas susceptibles a la virosis, es más fácil controlar mosca blanca en el semillero que en campo. 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 (INTA, 2004).

#### **4.6. Producción de plántulas en túneles.**

Semillero en pilón con uso de bandejas: las hortalizas son muy delicadas en sus primeros días de crecimiento y necesitan mucha protección de la lluvia, del 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.

Recuerde que el 50% del éxito en la producción de hortalizas depende de la buena calidad de la plántula al momento del trasplante. Sembrando en bandejas se puede ahorrar hasta un 30% 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 son: un 98% de sobrevivencia de plantas en el campo, se elimina 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, mejor distribución de las 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 y otros materiales, se les encuentra en una amplia gama de medidas, formas, calidades, capacidades y usos.

#### **4.7. Trasplante**

Al momento de llevar al campo las plántulas tienen que ser de muy buena calidad, esto se logra regulando el suministro de agua, exponiéndolas al sol por períodos 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, 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, desinfectarlas y almacenarlas bajo techo.

#### **4.8. Doble trasplante**

Es considerada como una alternativa apropiada para favorecer un crecimiento sano, vigoroso y con menor vulnerabilidad a plagas y enfermedades. Con esta práctica se reduce la cantidad de agua para riego, se facilita el manejo y control de malezas. La práctica consiste en trasplantar plantines de 10 días después de germinados, a un recipiente de mayor tamaño conteniendo sustrato. Se realiza esta práctica para que las plantas continúen su desarrollo dentro de un ambiente protegido hasta la etapa de inicio de floración. Evitando de esta forma la entrada de insectos chupadores que transmiten virosis. Después de este período de los 30 a 45 días estarán listas para el trasplante definitivo al suelo.

#### **4.9. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate**

##### Fertilización

La aplicación de fertilizantes que se debe aplicar va en función de los nutrientes disponibles en el suelo para las plantas.

##### Fertilizantes

El *Nitrógeno (N)* es el motor del crecimiento de la planta, y es componente de proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos. El *Fósforo (P)*, transfiere energía y metaboliza proteínas. El *Potasio (K)*, importante en la fotosíntesis, transporte de fotosintatos y reserva de almidones. Las fórmulas utilizadas para proporcionar estos elementos fueron N-P-K, N15-P30-K15, N20-P20-K20.

**Tabla1. Los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate en kilogramos /Ha son (INTA, 2004):**

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
170	250	275	150	25

**Tabla2. Dosis, época y de aplicación de los fertilizantes**

<b>Elemento</b>	<b>Trasplante-siembra</b>	<b>Inicio-floración</b>	<b>Frutos</b>
N	33%	33%	33%
P	100%	0%	0%
K	20%	30%	50%
Ca	100%	0%	0%
Mg	100%	0%	0%

Estos elementos pueden suministrarse de la siguiente manera:

Fertilización básica: Fertilización granulada al trasplante con formula 18-46-0 y (Sulfato de Potasio y Magnesio), aplicado, y alejado a 10cm del tallo. La cantidad recomendada son 350 lb de fórmula 18-46-0 por manzana.

#### Cultivares y variedades

La selección de cultivar a nivel comercial es de primordial importancia para tener éxito. El cultivar debe adaptarse a las características edáficas y climáticas 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 por otros medios. También deben satisfacer las exigencias del consumidor y tener características acordes con el destino o usos finales.

#### **4.10. Aplicaciones suplementarias**

La fertilización suplementaria va a depender del tipo de riego que se tenga, con el riego por goteo se puede aplicar con la frecuencia que se desea sin incurrir en mayores gastos. Dentro de los productos utilizados para la nutrición del tomate podemos mencionar desde los granulados o fórmulas completas de liberación lenta (Cenida, s.f).

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 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 65-80 días después de trasplante (DDT); semiprecoces cuando el ciclo vegetativo es de 110-120 días y empiezan a madurar entre los 75-90 DDT y tardíos con 120-130 días y requerimientos de 85-100 DDT para la primera recolección.

#### **4.11. Un buen sustrato debe tener las siguientes características**

Que las partículas que lo componen sean de tamaño no inferior a 0.5 y no superior a 7mm, además que retenga una buena cantidad de humedad y que faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer en el riego o con la lluvia, evitando la retención de humedad en la superficie, que no se descompongan o degraden con facilidad, preferiblemente deben tener coloración oscura, además no deben estar contaminados por residuos industriales o humanos, deben ser abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar, deben ser de bajos costos económicos, teniendo características finas, aireadas, libres de semillas de maleza, insectos y patógenos, fácil de mezclar, fácil de desinfectar y resistentes a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

#### **4.12. Sustrato**

Sustrato: un sustrato es el medio de crecimiento y anclaje radicular que no están basados en un suelo mineral. Sustrato es todo material sólido diferente del suelo, sea de síntesis natural, de síntesis residual, mineral u orgánica. Si se coloca un contenedor solo o mezclado tiene una función de anclaje del sistema radicular de la planta y que al ser un soporte para la misma intervienen en el proceso de nutrición. Un sustrato es todo aquel material donde es posible cultivar una planta que no corresponde al suelo, existe una gran variedad de sustratos provenientes de diferentes explotaciones: agrícolas, forestales e industriales (CIDAPA, 2004).

#### **4.13. Materiales utilizados para la elaboración de los sustratos en estudio**

##### **4.13. 1 Cascarilla de arroz carbonizada**

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustratos alternativos. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte.

#### **4.13.2. Lombriabono**

El Lombriabono tiene un pH prácticamente neutro (6.8-7.2), esto permite ser aplicado a la semilla sin causar daños. Este presenta color negro, café y gris (dependiendo del tipo de alimento), además presenta una textura grumosa (Catín, 2006).

#### **4.13.3. Suelo**

Los suelos francos son los más aptos para una gran variedad de cultivos por tener una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas. Posee una coloración casi oscura por la presencia de materia orgánica y no presenta muchas dificultades a la hora de trabajar (Jardinería, 2010).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Descripción de la zona de estudio**

La investigación se llevó a cabo en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, situado a 1.5 Km. al sureste de la ciudad, camino a La Ceiba, con coordenadas 15°25'73"N, 86°51'75". La investigación se estableció en el área de Investigación y Producción de abonos Orgánicos del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), en el período de marzo-abril del 2013. Las condiciones del área: precipitación anual de 1514 mm, humedad relativa del 70%, viento promedio de 7.5 km/h con dirección predominante noreste, evaporación de 6.2 mm, altitud de 96 msnm.

### **5.2. Descripción de los materiales**

#### **5.2.1. Cascarilla de arroz carbonizada**

Aporta principalmente fósforo, potasio, para la elaboración de los sustratos sobre todo para que el sustrato sea más liviano y, mayor filtración de agua que permite mejor desarrollo radicular.

#### **5.2.2. Lombriabono**

Presenta un pH prácticamente neutro, 6.8-7.2. Puede ser aplicado directamente a la semilla sin causarle daño.

#### **5.2.3. Recipientes a utilizar**

Se utilizaron contenedores hechos con papel periódico, dichos recipientes tienen un volumen de 350 ml.

#### **5.2.4. Porta bandejas**

Se utilizaron porta bandejas para brindar una base sólida a la planta.

### **5.3. Diseño experimental**

El diseño utilizado fue Completamente Aleatorio (DCA), bifactorial, con doce tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Se establecieron 72 plantas por tratamiento, seleccionando al azar 40 plantas para ser muestreadas consideradas como unidades experimentales. El muestreo utilizado para medir las variables fue sistemático con plantas fijas.

### **5.4. Factores de estudios**

#### **5.4.1. Factor A: Sustratos**

Se utilizaron 3 sustratos a base de Lombriabono, Cascarilla de arroz carbonizada (CAC) y Tierra.

**5.4.1.1. Sustrato uno:** compuesto por 60% de lombriabono, 20% de cascarilla de arroz carbonizada y 20% de tierra.

**5.4.1.2. Sustrato dos:** compuesto por 60% de cascarilla de arroz carbonizada, 20% de lombriabono y 20% de tierra.

**5.4.1.3. Sustrato tres:** compuesto por 60% de tierra, 20% de lombriabono y 20% de cascarilla carbonizada.

#### **5.4.2. Factor B Nutrientes**

Proporciones de fertilizante

Se hizo 4 proporciones de fertilizante.

Las fertilizaciones realizadas de acuerdo a las proporciones de los elementos de los fertilizantes fueron las siguientes:

**5.4.2.1 Fertilización 1:** 1:1:1 representada por la fórmula de fertilizante 20-20-20

**5.4.2.2 Fertilización 2:** 1:2:1 representada por la fórmula de fertilizante 15-30-15

**5.4.2.3 Fertilización 3:** 1:2:1.5 representada por la fórmula de fertilizante 15-30-15+ 0-0-60 para obtener la proporción deseada.

**5.4.2.4 Fertilización 4:** 1:2:2 representada por la fórmula de fertilizante 15-30-15+0-0-60 para obtener la proporción deseada

#### **5.5. Definición de los tratamientos.**

La denominación de los tratamientos está dada por la interacción de las letras S para el factor sustrato y la letra F para el factor fertilización. S1, S2, y S3 que es el indicativo de los sustratos antes mencionados y F1, F2, F3 y F4 para indicar la proporción de los fertilizantes que fueron utilizados.

**T1** = Sustrato 1 + Fertilización 1 (S1+ F1)

**T2** = Sustrato 1 + Fertilización 2 (S1+ F2)

**T3** = Sustrato 1 + Fertilización 3 (S1 + F3)

**T4** = Sustrato 1 + Fertilización 4 (S1 + F4)

**T5** = Sustrato 2 + Fertilización 1 (S2 + F1)

**T6** = Sustrato 2 + Fertilización 2 (S2 + F2)

**T7** = Sustrato 2 + Fertilización 3 (S2 + F3)

**T8** = Sustrato 2 + Fertilización 4 (S2 + F4)

**T9** = Sustrato 3 + Fertilización 1 (S3 + F1)

**T10** = Sustrato 3 + Fertilización 2 (S3 + F2)

**T11** = Sustrato 3 + Fertilización 3 (S3 + F3)

**T12** = Sustrato 3 + Fertilización 4 (S3 + F4)

#### **5.6. Especificaciones del ensayo**

El establecimiento se realizó en 6 fases:

### **5.6.1. Primera fase:** Elaboración de sustratos

La composición de los sustratos es:

Lombriabono + Cascarilla de arroz carbonizada + Tierra

5.6.1.1. Primer sustrato: tiene mezcla de  $0.072\text{m}^3$  de lombriabono +  $0.0212\text{m}^3$  de CAC +  $0.0212\text{m}^3$  cúbicos de tierra

5.6.1.2. Segundo sustrato: sustrato tiene mezcla de  $0.072\text{m}^3$  de CAC +  $0.0212\text{m}^3$  de lombriabono +  $0.0212\text{m}^3$  de tierra

5.6.1.3. Tercer sustrato: sustrato tiene mezcla de  $0.072\text{m}^3$  de tierra +  $0.0212\text{m}^3$  de CAC +  $0.0212\text{m}^3$  de lombriabono.

### **5.6.2. Segunda fase:** Determinar característica físicas de los sustratos

#### 5.6.2.1. Densidad aparente

Se realizó aplicando la metodología y formula dada por (MALAGON, 1990)

Peso del cilindro= se pesa el cilindro vacío

Peso seco= peso de la muestra seca-peso del cilindro

Volumen de la muestra= se multiplica  $\pi*r^2*altura$  de la muestra

La fórmula es  $D_a = \text{peso seco (g)}/\text{volumen de la muestra cm}^3$

El valor óptimo de  $D_a$  ( $0.143-0.7$ )  $\text{gr}/\text{cm}^3$ , según (Baixauli, 2002)

#### 5.6.2.2. Capacidad máxima de retención de agua

La capacidad máxima de retención de agua (López, 1990). Para obtener el peso saturado se depositan las muestras en el cilindro, se les coloca filtro metálico con uñas para que la saturación sea rápida, posteriormente se depositan en una bandeja de acero inoxidable con agua, por una hora y luego son pesados para obtener el peso saturado

$CMS = 100 * \text{peso de la muestra seca (g)}/\text{peso de la muestra saturada (g)}$

#### 5.6.2.3. Porosidad del suelo

Determinación de la porosidad (López, 1990)

$\% \text{ de poros} = 100 - D_a (\text{g}/\text{cm}^3)/D_r (\text{g}/\text{cm}^3) * 100$

El valor óptimo de porosidad según (Baixauli, 2002) es mayor al 85%

#### 5.6.2.4. Densidad real

Para este cálculo se utiliza agua desgasificada

Densidad real para picnómetro de 50ml

20g de muestra

Peso del picnómetro vacío

Se pesa el picnómetro con la muestra más agua, luego se pone al baño maría por 30 minutos, posteriormente esperar 30 minutos para volver a pesar el picnómetro más la muestra completamente lleno de agua, luego se pesa el picnómetro completamente lleno de agua.

$$D_r = \frac{D_a (P_s - P_v)}{(P_s - P_v) - (P_{sa} - P_a)}$$

$P_v$  = peso del picnómetro vacío

$D_a$  = densidad aparente

$P_{sa}$  = peso del picnómetro + muestra + agua

$P_s$  = peso del picnómetro + muestra

$P_a$  = peso del picnómetro + agua

### 5.6.2.5. pH

Se mide el pH del agua, luego se obtiene 10g de sustrato y 20ml de agua. Se utiliza cinta calorimétrica para medir el pH y se coloca en las muestras durante 2 minutos, para luego hacer la lectura. El valor óptimo del pH es de 5,5-6,8, según (Baixauli, 2002).

### 5.6.3. Tercera fase: Siembra en semilleros

La siembra del semillero se realizó el 19 de marzo del 2013 en porta bandejas, se colocó papel periódico en los porta bandejas y luego se llenaron con sustrato a base de lombriabono y cascarilla de arroz en proporciones de cincuenta por ciento de cada material. La siembra se realizó a una distancia de 10cm entre surcos y 1 a 1.5cm entre semillas. Posteriormente se aplicó el fungicida orgánico (*Trichoderma harzianum*). La dosis de aplicación fue de 15g de *Trichoderma* en 15 litros de agua, esta cantidad fue suministrada en 8 porta bandejas conteniendo las semillas de tomate, luego se colocó los porta bandejas en cámara oscura para que la germinación de las semillas sea homogénea, aprovechando que las semillas no necesitan de luz para germinar únicamente humedad y temperatura.

Las semillas estuvieron en la cámara oscura por dos días, una vez germinadas pasaron a ser colocadas en el túnel con malla anti insectos. La razón de esto es evitar que la plántula se elongue por la ausencia de luz.

### 5.6.4. Cuarta fase: Elaboración de recipientes

Los recipientes fueron elaborados a base de papel periódico con 4 láminas de papel y una altura de 6 cm, tomando como molde para elaborar los envases vacíos con un diámetro de 8.9 cm y una altura de 6 cm para obtener un volumen de 373.26cm<sup>3</sup>.



### **5.6.5. Quinta fase:** Primer trasplante

El primer trasplante se realizó a los 9 días después de la siembra (DDS). Se llenaron los recipientes con un volumen de 350cm<sup>3</sup> de sustrato, luego se regó con agua el sustrato en los recipientes para obtener la humedad que necesitan las plantas, posterior a esto se aflojaron las raíces de los porta bandejas para luego sembrar las plántulas en los recipientes a 5cm de profundidad para garantizar que las raíces lleguen hasta el fondo de los contenedores. Después del trasplante se realizó una aplicación de *Trichoderma harzianum* utilizando 15g en 10 litros de agua y luego se regó con agua las plántulas.

### **5.6.6. Sexta fase:** Fertilización y dosis de Fertilización

La fertilización y dosis de fertilización se determinó en función de trabajos realizados en el CNRA y en función de la fisiología de las plantas y cómo actúan los fertilizantes en los órganos de las plantas. Los fertilizantes utilizados fueron 20-20-20 de la cual se dedujo la proporción 1:1:1, para la proporción 1:2:1 se utilizó el fertilizante 15-30-15, para la proporción 1:2:1.5 se utilizó 15-30-15 + 0-0-60 (muriato de potasio soluble) y para la proporción 1:2:2 se utilizó 15-30-15 + 0-0-60 (muriato de potasio soluble).

La primera dosis de fertilización se aplicó a los 15 días después de siembra donde se utilizaron 4.5g de fertilizante 20-20-20 para la proporción 1:1:1 en 3 litros de agua, 4.5g de fertilizante 15-30-15 para la proporción 1:2:1 en 3 litros de agua, 4.5g de fertilizante 15-30-15+0.24g de 0-0-60 (muriato de potasio soluble) en 3 litros de agua para la proporción 1:2:1.5, 4.5g del fertilizante 15-30-15 +1.1g de 0-0-60 (muriato de potasio soluble) en 3 litros de agua para la proporción 1:2:2.

La segunda dosis de fertilización se aplicó a los 22 y 27 DDS se utilizó 9g de fertilizante 20-20-20 para la proporción 1:1:1 en 3 litros de agua, 9g de fertilizante 15-30-15 para la proporción de 1:2:1 en 3 litros de agua, 9g de fertilizante 15-30-15 + 0.5g de 0-0-60 (muriato de potasio soluble) en 3 litros de agua para la proporción 1:2:1.5, 9g de fertilizante 15-30-15+ 2.2 de 0-0-60 (muriato de potasio soluble) en 3 litros de agua para la proporción 1:2:2

La tercera dosis de fertilización se aplicó a los 30 y 35 DDS se utilizó 13.5g de fertilizante 20-20-20 para la proporción 1:1:1 en 3 litros de agua, 13.5g de fertilizante 15-30-15 para la proporción 1:2:1 en 3 litros de agua, 13.5g de fertilizante 15-30-15 + 0.75 de 0-0-60 (muriato de potasio

soluble) en 3 litros de agua para la proporción 1:2:1.5, 13.5g de fertilizante 13-30-15 + 3.3g de 0-0-60 (muriato de potasio soluble) en tres litros de agua para la proporción 1:2:2.

## **5.7. Definición de las variables**

**5.7.1. Altura de la plántula:** se midió a partir del nudo del cotiledón hasta la yema terminal más alta del tallo principal, se utilizó una cinta métrica (cm). El primer muestreo se realizó a los 19 días después de la siembra. Este dato se tomó una vez por semana hasta los 37 días después de la siembra.

**5.7.2. Diámetro del tallo:** se midió el tallo en milímetros utilizando un pie de rey a partir del nudo cotiledón. El primer muestro se realizó a los 24 días después de la siembra. Este dato se tomó una vez por semana hasta los 37 días después de la siembra.

**5.7.3. Clorofila:** se midió la clorofila en mol/cm<sup>3</sup> utilizando un clorofilómetro tomando tres folíolos de la hoja, muestreando la primera, segunda y tercera hoja. El primer muestreo se realizó a los 24 días después de la siembra. Este dato se tomó una vez por semana hasta los 37 días después de la siembra.

**5.7.4. Número de hojas:** se contabilizaron el número de hojas de cada planta muestreada. El primer muestreo se realizó a los 24 días después de la siembra. Este dato se tomó una vez por semana hasta los 37 días después de la siembra.

**5.7.5. Peso fresco y seco de plántula:** se pesa primeramente el peso fresco, este dato se tomó a los 35 días después de la siembra; para obtener el peso seco se introdujeron las plántulas en el horno a temperatura de 60°C y se pesó a los 38 días después de la siembra.

## **5.8. Análisis estadístico**

El análisis de los datos obtenidos se realizó a través del programa estadístico SPSS 15 (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) para determinar las diferencias existentes entre los diferentes tratamientos a través del ANOVA. Se realizó una comparación de medias en las variables con diferencias significativas según Duncan con nivel de significancia del 0.05. Los resultados obtenidos están presentados a través de tablas, cuadros y gráficos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1. Resultado1. Análisis de las propiedades físicas de los sustratos

La tabla muestra los parámetros físicos de los sustratos utilizados. Es importante el estudio de los parámetros físicos de los sustratos, por la influencia que tienen en la adaptación y desarrollo de las plántulas, teniendo como base resultados de otros autores con respecto a los valores de densidad aparente ( $D_a$ ), Capacidad Máxima de saturación (CMS); porcentaje de poros, pH y densidad real ( $D_r$ ). El propósito de lo anterior es garantizar que durante el proceso del trasplante el pilón y las raíces no sufran daño.

Los parámetros físicos obtenidos fueron los siguientes: en  $D_a$  los rangos oscilan entre  $0.4\text{g/cm}^3$ - $0.5\text{g/cm}^3$  al comparar estos resultados obtenidos con los sugeridos por (Macías, 2010) que son  $< 0.4\text{g/cm}^3$ , podemos notar que el sustrato 2 es el único que se encuentra dentro de este rango con diferencia de  $0.1\text{ g/cm}^3$  entre los otros 2 sustratos, esto se debe a que la cascarilla de arroz es un material muy poroso, esto hace los espacios de las partículas internas del suelo mayores dándole esta propiedad, en cambio si vemos los resultados de  $D_r$  y los comparamos con los sugeridos por estos mismos autores percibimos que todos los sustratos se encuentran dentro de este rango  $1.5\text{g/cm}^3$ - $2.65\text{g/cm}^3$ .

El espacio poroso óptimo según (Macías, 2010) es 70-85% encontrándose todos los sustratos dentro de estos rangos. Siendo el sustrato 1 el que presentó mayor porcentaje de poros con 81% esto es debido a que el lombricompuesto posee macro y micro poros para la aireación y absorción de agua, por otro lado vemos que tiene CAC en su composición otro material ligero y poroso que permite una buena aireación.

En cuanto al pH según (Arevalo, 2011) debe oscilar entre 6-7 para que sea neutral, comparando nuestros resultados, el sustrato 2 es el que está fuera de este margen con pH de 8; valor perteneciente a la cascarilla de arroz carbonizada, la cual tiene ligeramente pH básico, por las concentraciones de sílice que contiene.

En cuanto a la capacidad máxima de saturación de agua observamos que los rangos sugeridos oscilan entre 40-50%, notamos el sustrato fuera de este rango es el sustrato 1

(60%lombriabono+20%CAC+20%tierra) esto se debe a que posee mayor densidad real lo cual dificulta la absorción, a diferencia del sustrato 1 que es materia que posee mayor % de poros y posee macro y micro poros que le ayudan a la absorción de agua, el sustrato 2 tiene buena retención de agua debido a que es un material carbonizado y esto le permite absorber mayores cantidades de agua.

**Tabla 1. Propiedades físicas de sustratos evaluados**

Sustratos	Densidad aparente	Capacidad máxima de Retención de agua (%)	% de Poros	pH	Densidad real
<b>Sustrato 1 60% lombriabono+ 20% CAC+20% suelo</b>	0.5g/cm <sup>3</sup>	42%	81	7	2.31g/cm <sup>3</sup>
<b>Sustrato 2 20% lombriabono+ 60% CAC+ +20% suelo.</b>	0.4g/cm <sup>3</sup>	53%	77	8	1.74g/cm <sup>3</sup>
<b>Sustrato 3 20% lombriabono+ 20% CAC+60% suelo</b>	0.5g/cm <sup>3</sup>	36%	78	7	2.55g/cm <sup>3</sup>

#### 6.4. Resultado 2. Variable Altura

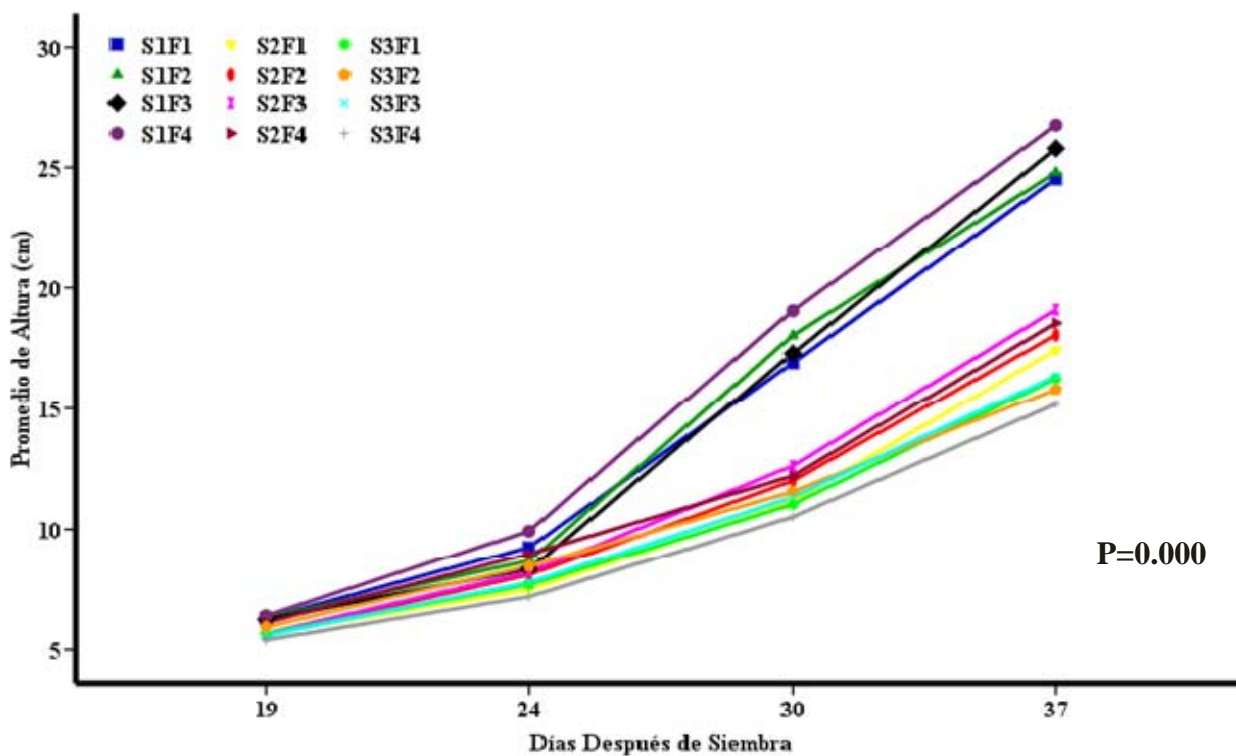
En el gráfico 3 se observa que la media con mayor altura lo tiene el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 27cm de altura, y la menor media de altura se presentó en el S3F4 (sustrato 3 “20% lombriabono+20% CAC+ 60% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 15cm de altura (37DDS).

Es notorio el aumento en la altura de todos los tratamientos desde la altura inicial a los 24 DDT en comparación a los 37 DDS. Observamos que a partir de los 24 DDS todos los tratamientos a los cuales se les combinó con el sustrato 1 (60% lombriabono+20% CAC+20% tierra) obtienen mayor altura, pero sobresale el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”), la altura en estos tratamientos se debe a que el mayor porcentaje de la composición del sustrato 1 es lombriabono, conocido por los efectos sobre el crecimiento de las plantas, lo cual se debe al incremento en la disponibilidad de nutrientes y agua, mejoramiento de la estructura del sustrato, estimulación de microorganismos o formación de productos microbiales que aumentan el crecimiento de las plantas, o a la posibilidad de la producción directa de hormonas promotoras del crecimiento como giberelina que promueve el desarrollo radicular, auxinas que son las encargadas de la llamada dominación apical y ácido indolacético que se encargan de estimular el desarrollo de los frutos. Claramente se reconoce el

importante papel que jugó el sustrato 1 (60% lombriabono+20% CAC+20% tierra) en la altura de las plántulas a diferencia de la fertilización.

El estadístico de ANOVA bifactorial muestra la significancia del factores A (sustrato) con y siendo el que tiene mayor afecto en la altura de la planta. Los subconjuntos homogéneos de Duncan reflejan la diferencia de medias de los tratamientos a los cuales se les aplicó el sustrato 1 (60% lombriabono+20% CAC+20% tierra) en comparación a los tratamientos tratados con el sustrato 2 (20%lombriabono+ 60%CAC+20%tierra) y 3, (20%lombriabono+ 20%CAC+ 60% tierra) esta diferencia es debido al efecto sobre el crecimiento de las plantas que tiene este sustrato.

Segura (Morales, 2011) obtuvieron resultados en la localidad de Torreón, México para la variable altura a los 38 DDS, de 35 cm en la media de altura, similares a los resultados obtenidos en el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20%CAC + 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”), en igual fecha con 27 cm en la media de altura. A si mismo comparamos nuestros resultados con un trabajo realizado en el CNRA de la UNAN-León; Mairena, L et. Al 2009 reporta en sus resultados para los 37 DDS alturas de 25 cm y para la misma fecha la plántula de tomate tiene alturas mínimas de 15 cm presente en el S3F4 (sustrato 3 “20% lombriabono+20% CAC+ 60% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) y máximas de 27 cm para el S1F4 (**sustrato 1** “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”).



**Gráfico 1. Promedio de altura (cm) de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013.**

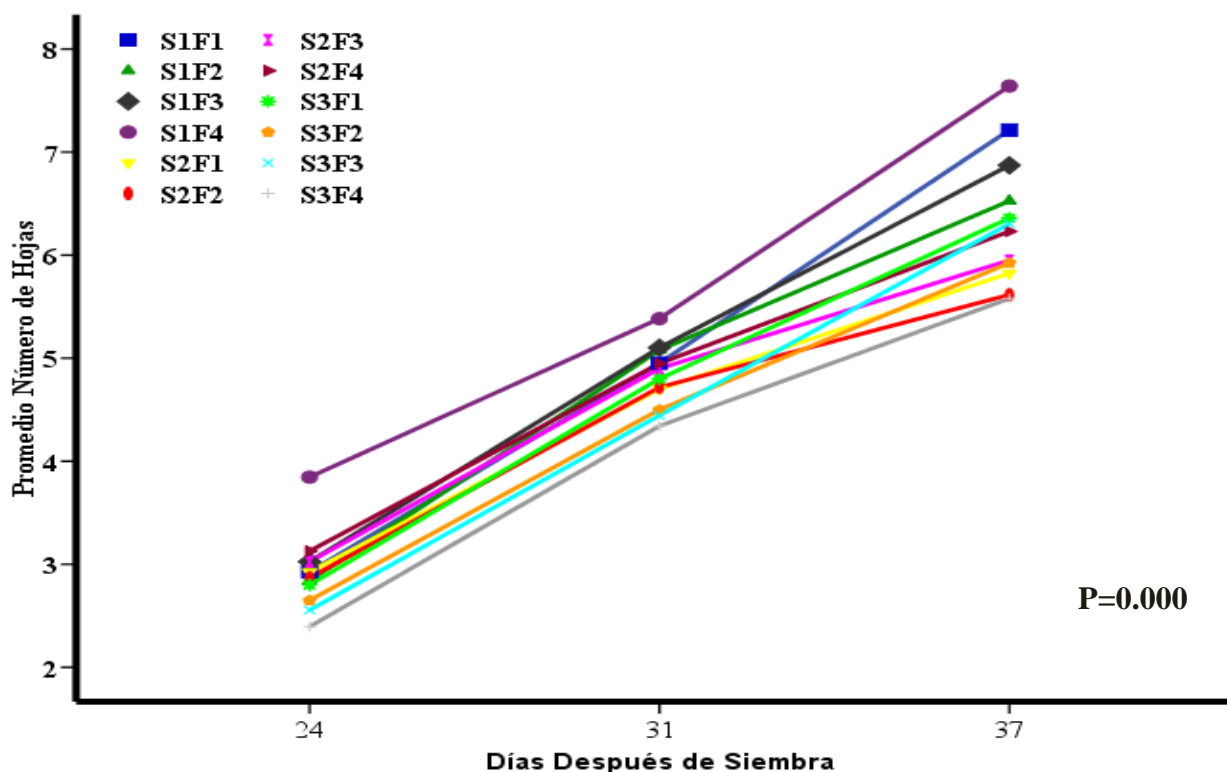
### 6.2. Resultado 3. Variable número de hojas

Según el gráfico 1 el mayor promedio de número de hojas se presentó en el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 7.5 hojas por planta, seguido de los S1F1 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 1 “15-15-15”), con 7 hojas por planta, S1F3 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”) con 6.8 hojas por planta y S1F2 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) con 6.4 hojas por planta, y el menor promedio se presentó en el S3F4 (sustrato 3 “20% lombriabono+20% CAC+60% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 5.4 hojas por planta es notorio el ascenso de los tratamientos en el número de hojas desde los 24 DDS a los 37 DDS, el gráfico también muestra que desde los 31 DDS los tratamientos que surgen de la combinación del SUSTRATO 1 con fertilizaciones obtiene mayor número de hojas que los demás tratamientos. Se presume que el mayor número de hojas en estos tratamientos se debe a que también poseen mayor altura esto viene siendo una respuesta fisiológica de la planta que a mayor altura mayor número de hojas.

Según el análisis de ANOVA bifactorial muestra que el factor que produce un efecto significativo sobre el número de hojas es el factor A (sustrato) con  $P=0.000$ . De igual manera muestra que si

existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable número de hojas a nivel de 0.05. Al comparar el estadístico descriptivo de la variable número de hojas (Anexo1 cuadro 3) con el de altura de planta (Anexo 1 cuadro 2) refleja que por cada 2,5 cm que aumentaba la altura de la planta se emitía una hoja.

En la localidad de Chapingo-México (Sánchez, 2008) evaluó la densidad de población y volumen de sustrato utilizado en la producción de plántulas de tomate y hasta los 37 DDS que coincide con nuestra última fecha de muestreo reportan resultados similares con promedio de número de hojas máxima de 4.85, trabajos realizados en la UNET-Venezuela reportan a los 38 DDS promedios máximos de 6 hojas por planta. Comparando nuestros resultados con los anteriores observamos similitud con los resultados obtenidos a los 37 DDS en el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 7.5 número de hojas por planta como máximo y mínimas de 5.4 hojas por planta en el S3F4 (sustrato 3 “20%lombriabono+ 20%CAC+60% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”).



**Gráfico 2. Promedio número de hojas de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*. Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013.**

### 6.3. Resultado 4. Variable clorofila

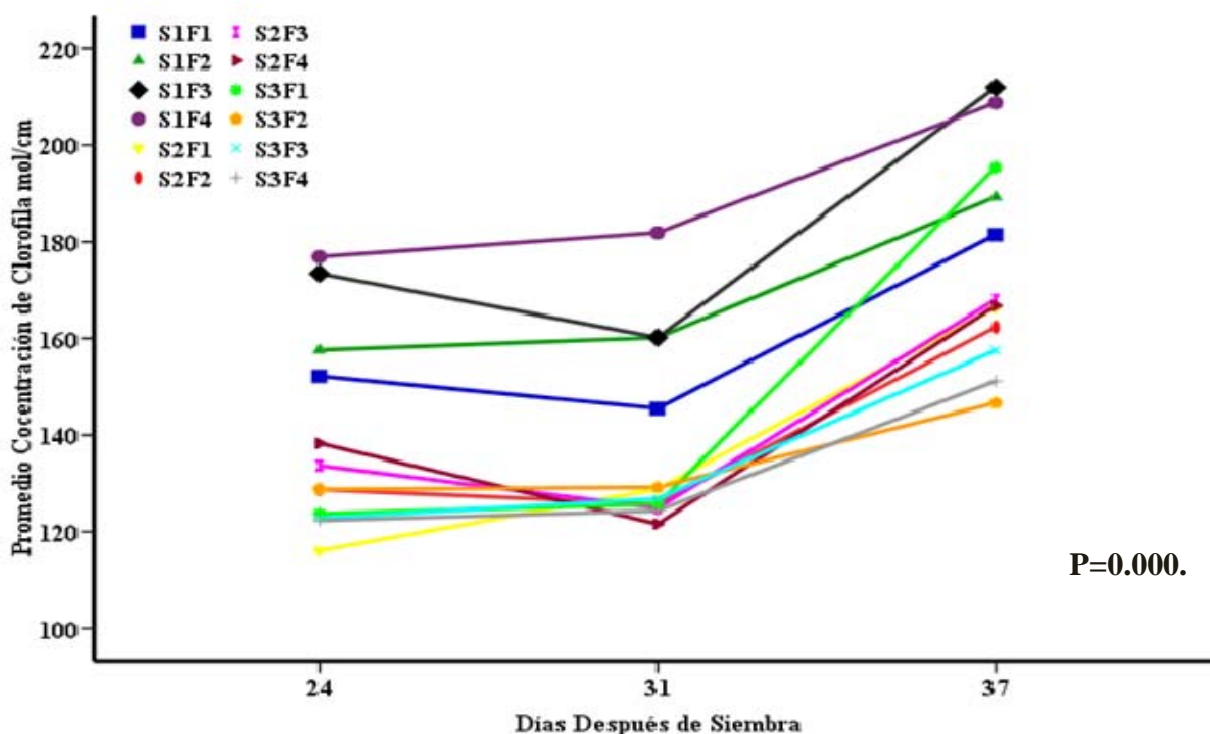
Según el gráfico 2 muestra que las medias con mayor concentración de clorofila al final del muestreo se presentó en los SIF4 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 189.16 mol/cm<sup>2</sup>, SIF3 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”) con 181.85 mol/cm<sup>2</sup>, SIF2 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) con 168.99 mol/cm<sup>2</sup> y SIF1 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización 1 “15-15-15”) con 159.79 mol/cm<sup>2</sup>. En la gráfica observamos que en las tres fechas de muestreo los tratamientos del SUSTRATO 1 (60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra) antes mencionados son los que sobresalen y mantienen la mayor concentración de clorofila, analizando las propiedades del sustrato observamos primeramente que el lombriabono posee macro y micro poros que facilitan la absorción de agua, este sustrato posee también un pH de 7, según (Gauggel, 2011) a este nivel de pH todos los nutrientes son asimilables por las plantas, aquí importa los micro poros para la disponibilidad de agua necesaria para que las plantas puedan absorber los nutrientes, en solutos con el agua, por otro lado vemos la importancia del factor B que es la fertilización que gracias al aporte de nitrógeno por parte del sustrato más el nitrógeno que contiene la fertilización hace que sea posible la formación de clorofila.

El análisis de ANOVA bifactorial muestra que el factor A (sustrato) tienen efectos significativos sobre la variable concentración de clorofila, con  $P=0.000$ ; y el factor (B) con las concentraciones de nitrógeno hace un aporte significativo en la concentración de clorofila. Se demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable concentración de clorofila a nivel de 0.00, con una significancia de

Los subconjuntos homogéneos de Duncan agrupa a los tratamientos del sustrato 1 (60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra) en los subconjuntos 4 y 5 como las mayores concentraciones de clorofila, habiendo diferencia significativa con el resto de los tratamientos, hablando del sustrato 2 (20% lombriabono + 60% CAC + 20% tierra) posee un pH de 8, esto hace que la asimilación de nitrógeno sea media, el cual interviene en la formación de clorofila, hablando del sustrato 3 (20% lombriabono + 20% CAC + 60% tierra) este sustrato igual que el anterior no aporta nitrógeno.



En el CNRA Campus Agropecuario de la UNAN-León, (Mairena, 2009). Al reporta resultados para la variable concentración de clorofila a los 42 DDS, máximas de 150 mol/cm<sup>2</sup> y mínimas de 130 mol/cm<sup>2</sup>; existen resultados similares en nuestro trabajo con concentraciones máximas para el S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+ 20% CAC+ 20% tierra” + fertilización “15-30-15+0-0-60”) de 189.16 mol/cm<sup>2</sup> y mínimas para S3F4 (sustrato 3 “20% lombriabono + 20% CAC + 60% tierra” + fertilización “15-30-15+0-0-60”) de 132.61 mol/cm<sup>2</sup> a los 37 DDS.



**Gráfico 3. Promedio de concentración de clorofila de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013.**

### 6.5. Resultado 5. Variable diámetro

El gráfico 4 muestra que el mayor promedio en el diámetro de tallo se presentó en el S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”) con 4,520mm, valores similares la media de los S2F4 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20%tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 4,468mm y S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) y el más bajo se presentó en el S2F2 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”), a los 37 DDS. Se observa en todas las fechas los tratamientos S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”), S2F4 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20%tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) y

S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) como los que poseen mayor diámetro del tallo y son los que tienen mayor proporción de Potasio (K) en la fertilización.

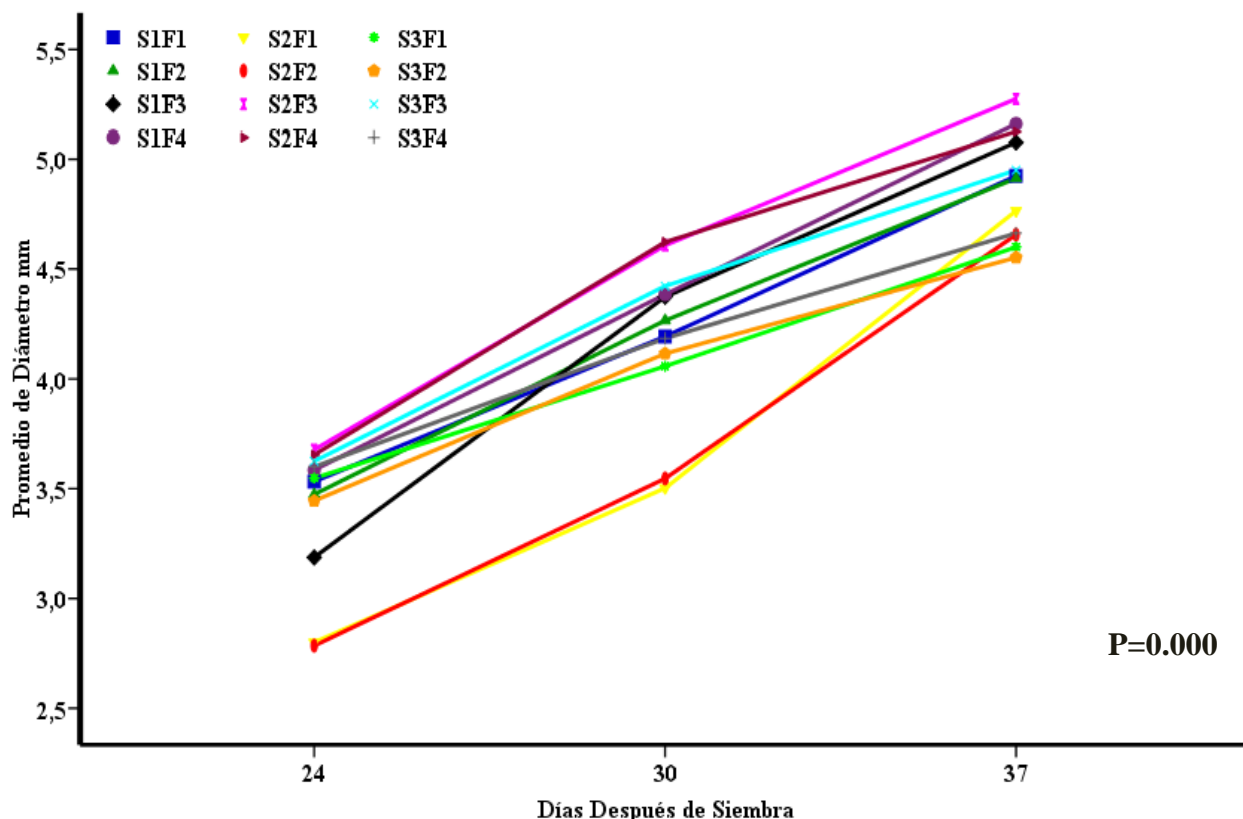
Curt, 2007, reporta que el suministro de potasio facilita el mayor crecimiento y vigor de la planta y un buen desarrollo de flores y frutos, por otro lado se observa el efecto que tuvo el sustrato 2 en los S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”, S2F4 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20%tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) en los cuales el mayor porcentaje es CAC, que posee en su composición 28% de lignina y esta es conocida por su propiedad de reforzar el tejido celular y tener mayor resistencia al daño físico haciendo el tallo más grueso. Según (Alvarado, 2007), informa que las plantas necesitan de nitrógeno y potasio para lograr un crecimiento vigoroso.

Los resultados de la prueba de ANOVA bifactorial muestran la significancia de los dos factores A (sustrato) con  $P=0.005$  y factor B (fertilización) con; en este caso se observa que los dos factores tienen efectos significativos en el diámetro de la planta. La prueba de homogeneidad de Duncan muestra que los S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”), S2F4 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”), S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) y S3F3 (sustrato 3 “20%lombriabono+20% CAC+ 60%tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”), ubicados en el sub-conjunto 4 ubicándolos como los tratamientos con mejor promedio de altura.

Es notorio que el estadístico descriptivo de altura (tabla 9) de S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono+20% CAC+20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) posee mayor altura pero no a su diámetro en comparación al S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”), esto debido a la competencia de luz por sus hojas.

Según (Nuez, 1996), la iluminación diaria total tiene un efecto acusado sobre el desarrollo del tallo más importante que la calidad de luz y el fotoperiodo, que a niveles sub-óptimos se produce un aumento de la elongación de los tallos siendo estos más delgados.

Sánchez, 2008 reporta en la localidad de Chapingo (México) para la variable diámetro de tallo a los 37 DDS promedio de 4.04mm. De igual manera los resultados obtenidos en esta investigación se compararon con los obtenidos en el estudio de Gonzales. Z. V. et. al 2009, reportan diámetros de 5mm a los 49 DDS, el resultado de ambos trabajos fueron muy similares obtenido en los S2F3 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 3 “15-30-15+0-0-60”) con 4.520mm y S2F4 (sustrato 2 “20%lombriabono + 60%CAC + 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 4.468mm a los 37 DDS.



**Gráfico 4. Promedio de diámetro de tallo (mm) de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013.**

### 6.6. Resultado 6. Variable peso fresco y seco de la planta

El gráfico 5 muestra los diferentes pesos obtenidos en los tratamientos, y se observa que los mejores promedios de peso fresco de hojas se presentaron en los S1F4 (sustrato 1 “60%lombriabono + 20% CAC + 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 9.50g, S1F3 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-60”) con 9.70g, S1F2 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) con 9.20g, y S1F1 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra” +

fertilización 1 “15-15-15”) con 8.90g y al contrastarlo con los resultados de peso seco de hoja se observa que estos mismos tratamientos son los que poseen mayor promedio de peso.

El gráfico 7 muestra que los tratamientos que poseen mayor promedio de peso fresco de raíz son los S2F1 (sustrato 2 “20% lombriabono + 60% CAC + 20% tierra” + fertilización 1 “15-15-15”) con 5.90g, S2F2 (sustrato 2 “20% lombriabono + 60% CAC + 20% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) con 5.30g y S1F4 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20% CAC + 20 %tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) con 4.90g, y al compararlo con los resultados de peso seco de la raíz de igual manera que en el caso anterior los tratamientos que presentaron mayor promedio de peso fueron los del sustrato 1 (60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra).

El gráfico 6 muestra que en peso fresco del tallo los mejores promedios de peso se presentaron en los tratamientos del sustrato 1(60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra), en este caso al compararlo con los resultados de peso seco de la tallo se nota que no hay diferencia en el promedio de pesos.

De lo anterior se aduce que los tratamientos que realizaron mejor absorción de nutrientes, mayor absorción de agua y en los cuales hubo mayor fotosíntesis fue en los tratamientos del sustrato 1 (60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra) puesto que poseen mayor promedio de peso seco, que es el restante de sustancias orgánicas e inorgánicas una vez deshidratada la planta, las sustancias orgánicas representan el 90-95 % del peso seco de la planta y están constituidos por C, O<sub>2</sub> e H obtenidos de la atmosfera y el 5-10% son las sustancias inorgánicas y es la denominada fracción mineral.

Según el análisis de ANOVA bifactorial muestra que el factor que hace un efecto significativo sobre el peso fresco de tallo y hojas, peso seco de hojas y raíces es el factor A (sustrato), así mismo demuestra que el factor B (fertilización) hace efecto en el peso fresco de raíces con P=0.000. De igual manera muestra que si existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable peso fresco de tallo, hojas, raíces y peso seco de hojas y raíces a nivel de 0.05 con P=0.000. Los sub-conjuntos homogéneos de Duncan agrupan la variable peso seco de tallo en mismo sub-conjunto a todos los tratamientos demostrando que no existen diferencias significativas en sus promedios de peso.

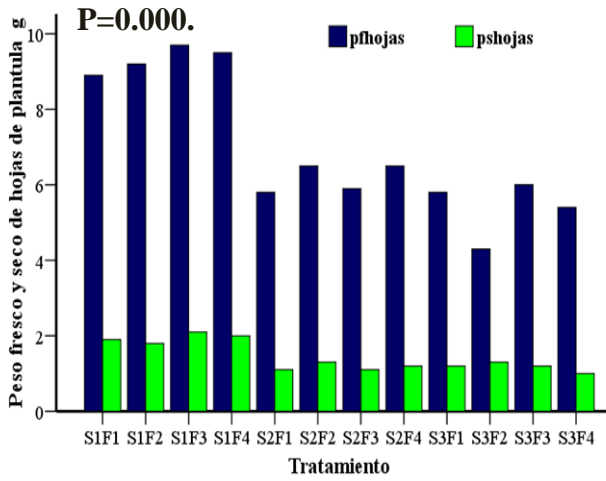


Gráfico 5. Promedio de peso fresco y seco de hoja (g)

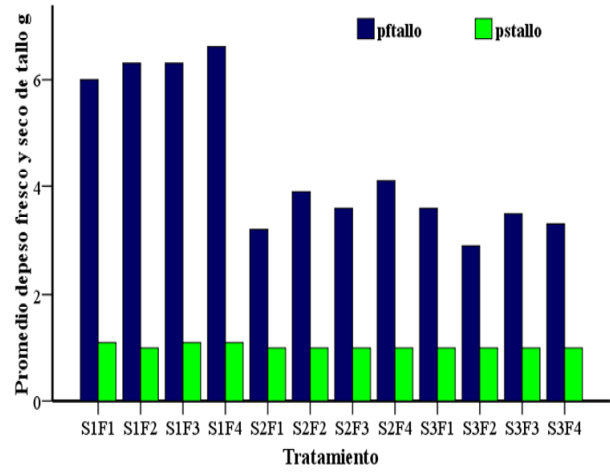


Gráfico 6. Promedio de peso fresco y seco de tallo (g)

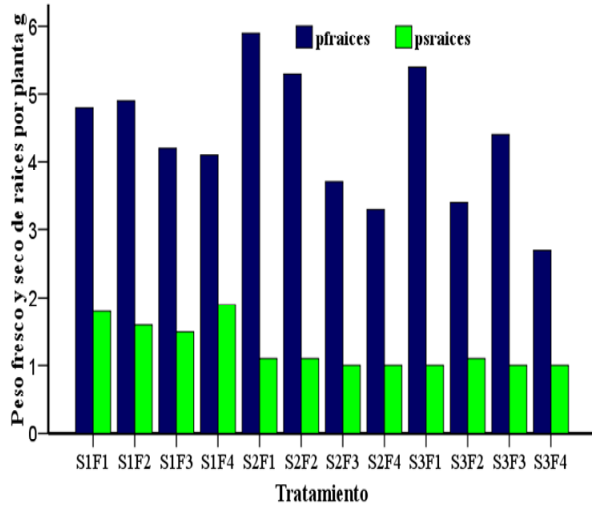


Gráfico 7. Promedio de peso fresco y seco de raíces (g)

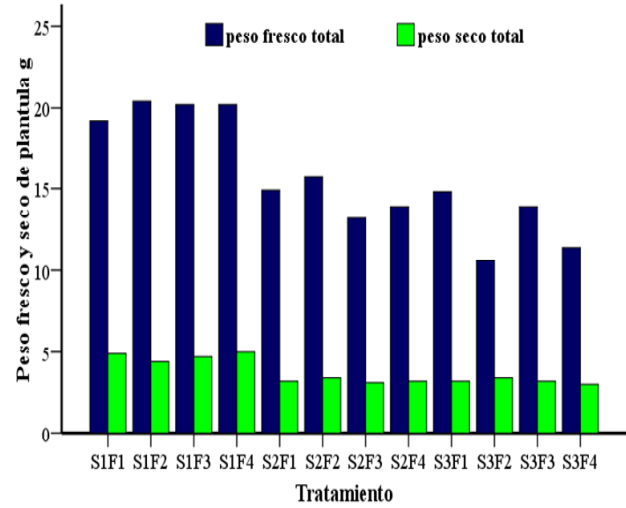


Gráfico 8. Promedio de peso fresco y seco total (g)

**Gráficos de promedios de peso fresco y seco (g) de plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) por tratamiento sembrado en el CNRA durante marzo-abril 2013.**

### 6.7. Resultado 7. Costo-Beneficio por tratamiento.

El análisis de costo-beneficio refleja que el costos más altos se presentó en el S1F1 (sustrato 1 “60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra” + fertilización 1 “20-20-20”) C\$ 55316,32 y el menor costo se presentó en el S3F2 (sustrato 3 “20% lombriabono + 20% CAC + 60% tierra” + fertilización 2 “15-30-15”) C\$ 51367,12, sin embargo en los tratamientos del sustrato 1 (60%lombriabono+20%CAC+20%tierra) fue en donde hubo mayor ingreso bruto, como mejor relación costo-beneficio; teniendo como meta ganar 35% sobre el precio de cada plántula.

Al comparar los resultados de costo beneficio con el de trabajos anteriores en el CNRA aplicando la técnica de doble trasplante, observamos un aumento de 38% en el costo de producción en los resultados, tomando como valores el costo de producción más alto en este trabajo de C\$55316,32 y el costo de producción más alto de resultados anteriores de C\$37340,1. Contraponiendo costo de plántulas/calidad el estudio con mejor resultado fue el nuestro puesto que presento mejor calidad de plántulas en menor tiempo (45DDS), altura: 27cm, numero de hojas: 8, diámetro de 6mm, clorofila: 189mol/cm<sup>2</sup>, en comparación con plántulas de tomate de 51 DDS altura: 28cm, número de hojas: 9, diámetro: 5,6mm, clorofila: 165,32 mol/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 2. Resumen costo-beneficio por tratamiento**

Resumen costo-beneficio por tratamiento para 23809 plantas/ ha					
Tratameinto	Costo/planta C\$	Costo/ha C\$	Precio de venta	Ingreso Bruto ha/C\$	Relación Costo-Beneficio C\$
S1F1	2,82	55316,32	3,81	90626,32	1,64
S1F2	2,82	55304,72	3,81	90610,25	1,64
S1F3	2,82	55305,74	3,81	90633,31	1,64
S1F4	2,82	55308,12	3,81	90614,75	1,64
S2F1	2,70	52170,52	3,65	86846,40	1,66
S2F2	2,65	52158,92	3,58	85191,08	1,63
S2F3	2,70	52159,94	3,65	86831,81	1,66
S2F4	2,70	52162,32	3,65	86834,83	1,66
S3F1	2,67	51378,72	3,74	89076,29	1,73
S3F2	2,67	51367,12	3,74	89059,62	1,73
S3F3	2,67	51368,14	3,74	89061,16	1,73
S3F4	2,67	51370,52	3,74	89064,29	1,73
<b>Tasa de Cambio 24,84 Córdoba/ 1 Dólar Norte Americano</b>					

## VII CONCLUSIONES

1. El sustrato 1 presentó mejores propiedades físicas y químicas, entre las físicas densidad aparente de  $0.5 \text{ g/cm}^3$ , capacidad máxima de saturación de agua de 42%, porcentaje de poros 81%, densidad real de  $2.31 \text{ g/cm}^3$  y pH 7.
2. El análisis de ANOVA bi-factorial demostró que el factor A (sustrato), tiene un efecto significativo sobre las variables (número de hojas, porcentaje de clorofila, altura de plántula, diámetro de tallo, peso fresco y seco de tallo) y el factor B (fertilización) tiene significancia en las variables concentración de clorofila y diámetro del tallo.
3. El tratamientos S1F4 sustrato 1 (60% lombriabono + 20% CAC + 20% tierra) con la fertilización 4 (15-30-15 + 0-0-60) las plantas se desarrollaron mejor, puesto que presentaron promedios de número de hojas de 7.5 hojas por plantas, concentración de clorofila de  $189.16 \text{ mol/cm}^2$ , altura de plántula 27 cm y promedios de peso fresco de 14.40g y seco de 3.9g.
4. El tratamiento con el presupuesto más alto es de C\$ 55316.32 con una relación de costo-beneficio de C\$ 1.64 y el presupuesto más bajo es de C\$ 51377.12 teniendo una relación de costo-beneficio de C\$ 1.73.

## VIII. RECOMENDACIONES.

- Para la producción de plántulas de tomate con el sistema de doble trasplante se recomienda el uso de sustrato 1 (60%lombriabono+20%CAC+20%tierra) porque presentan mejores propiedades, poseen, mayor carga microbiana los cuales ayudan a la descomposición de nutrientes y luego ser asimilables por las plantas.
- Se recomienda el uso del tratamiento S1F4 (sustrato 1 “60%lomb + 20%CAC + 20%tierra” + fertilización 4 “15-30-15+0-0-060) por que las plantas presentaron mejor desarrollo, obtiene una relación de costo-beneficio C\$. 1.64.
- Se recomienda la implementación de la práctica de doble trasplante en los tratamientos S1F1, S1F2, S1F3 y S1F4 hasta el final de ciclo del cultivo.
- Se recomienda hacer un balance de costo beneficio, en función de los gastos administrativos efectuados en la producción de las plántulas y/o estimar porcentaje de ganancia.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aleman, L., & Maradiaga, K. (Noviembre de 2009). Efectos de diferentes sustratos y volumen en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) utilizando la técnica de doble trasplante de Junio-Agosto 2009. CNRA Área de abonos orgánicos del Campus Agropecuario UNAN-León. León, Nicaragua: Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical.
- Arevalo, G., & Castellanos, M. (2011). Fertilizante y enmiendas. Tegucigalpa, Honduras.
- Azcon, J., & Talón, B. M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. En I. Bonilla, Introducción a la nutrición mineral de las plantas. Los elementos minerales (págs. 83-98). Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Bello, R. (Julio de 2012). Evaluación del crecimiento en plantas en el vivero de la Universidad de la Sierra Juárez. Universidad de la Sierra Juárez, 20. Ixtlan de Juárez, Mexico.
- Baixauli, C., & Aguilar, O. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. Serie Divulgació Técnica. Valencia, España: GENERALITAT VALENCIANA.
- Castruita, M. (2011). Desarrollo de plantas de tomate en un sustrato de arena-pome con tres diferentes frecuencias de riego. SERIE HORTICULTURA, 28.
- Curt, M. (2005). Práctica de la agricultura y la ganadería. Barcelona: GRUPO OCEANO.
- Diaz, J., & Guharay, F. (s.f.). MIP en el cultivo de repollo. Managua, Nicaragua: CATIE, UNA.
- *EHOWENES*. (12 de 1995-1998). Recuperado el 07 de Julio de 2013, de <http://www.ehowenespañol.com/caracteristicas-del-suelo-franco-arenoso-lista>.
- FAO, IFA. (2002). La fertilización y su uso. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes (Cuarta Edición). Roma, Italia.
- Gavanda, S. (1991). Física de suelos. Principios y aplicaciones. (Octava Edición). Distrito Federal, Mexico, Mexico: LIMUSA.
- Gavila, M. (2004). Tratado de Cultivo sin Suelo. Consejo de Agricultura y Pesca. Universidad de Almería (Tercera Edición). Madrid, España: MUNDIPRENSA.
- Gonzales, V., & Lopez, M. (Mayo de 2009). Efecto de doble trasplante en la productividad del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Campus Agropecuario UNAN-León en el periodo Octubre 2008-Marzo 2009. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Tesis Ingeniería en Agroecología Tropical.
- Guido, S. (Junio de 2007). Validación de diferentes sustratos en la producción de Chiltomo (*Capsicum annum*) en el periodo de Mayo-Julio del 2006, CNRA Campus Agropecuario UNAN-

León. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical.

- Hazeragenetics. (2008). Recuperado el 30 de Mayo de 2012, de Variedad shanty: <http://www.hazera.com/sa/view.asp?departamento=58&country>
- INFOAGRO. (s.f.). infoagro.com. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de <http://infoagro.com/abonos/pH-suelohtm>
- JARDINERA. (16 de Febrero de 2010). Recuperado el 14 de Julio de 2013, de Propiedades físicas del suelo: <http://www.jardinera.pro/16-02-2010/suelos/que-es-el-suelo-franco>
- Lopez, C. (2005). Fertirrigacion cultivos horticolas, frutales y ornamentales. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Macias, R., Gonzales, E., Cavarrubios, G., Lopez, P., Lopez, M., & Perez, E. (2010). Características físicas y químicas de sustratos agrícolas apartir de bagazo de agave tequilero. Mexico: Interciencia.
- Morales, F., Gutierrez, C., & Gutierrez, G. (2004). Guia Tecnologica de N°22 del Cultivo de Tomate. Nicaragua.
- Nuez, F., & Ortega, G. (1996). El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajies. (Primera Edición). Madrid, España: MUNDIPRENSA.
- Perez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Quirino, A., & Larin, M. (2004). Guia Tecnica del Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología CENTA . San Salvador, El Salvador: CENTA, Apartado Postal 885 San Salvador, El Salvador.
- Quintero, F., Gonzales, M., & Flores, V. (Agosto de 2008). La evaluacion fisica de cuatro sustratos para cultivos de rosa de corte. SCIELO , 34-35.
- Quintero, M., Gonzales, C., & Guzman, J. (2011). Sustraros para Cultivos Hortiulas y Flores de Corte. SCIELO , 79-108.
- Saenz, F. (14 de Noviembre de 2002). La cascarrilla de arroz caolizada una alternativa para mejorar la retencion de humedad como sustrato para cultivos hidroponicos. Bogota, Colombia.
- Sanchez, F., & Moreno, E. (2008). Densidad poblacional y volumen de sustrato en plantacion de jitomate (*Lycopersicum lycopersicum* mill). Chapingo, Mexico.
- Soto, M., & Cuberto, G. (2007). El cultivo y beneficios del cafe. EUNED, 2007 (Primara edición). San José, Costa Rica.
- Valverde, A., Sorria, B., & Monteagudo, J. (2007). Analisis comparativos de las caracerísticas físicas-químicas de la cascarilla de arroz. En Universidad de Pereira (pág. 257). Cien Fuegos, Cuba.

## X. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadístico de las variables evaluadas en la investigación

**Tabla 1. Prueba de los efecto-intersujetos del número de hojas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

#### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: nhojas

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	154,098 <sup>a</sup>	5	30,820	9,592	,000
Intersección	30981,105	1	30981,105	9642,633	,000
Sustrato	136,448	2	68,224	21,234	,000
Fertilización	16,578	3	5,526	1,720	,161
Error	4501,315	1401	3,213		
Total	35690,000	1407			
Total corregida	4655,413	1406			

a. R cuadrado = ,033 (R cuadrado corregida = ,030)

**Tabla 3. Análisis descriptivo número de hojas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

#### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: nhojas

Sustrato	Fertilización	Media	Desv. típ.	N
60% lombriabono + 20% tierra + 20% CAC	1:1:1	5,05	1,857	125
	1:2:1	4,82	1,793	114
	1:2:1,5	5,00	1,712	117
	1:2:2	5,62	3,313	117
	Total	5,12	2,277	473
60% CAC + 20% lombriabono + 20% tierra	1:1:1	4,48	1,390	120
	1:2:1	4,41	1,371	116
	1:2:1,5	4,63	1,335	120
	1:2:2	4,77	1,447	117
	Total	4,57	1,388	473
60% tierra + 20% lombriabono + 20% CAC	1:1:1	4,64	1,609	119
	1:2:1	4,36	1,597	120
	1:2:1,5	4,44	1,682	108
	1:2:2	4,11	1,435	114
	Total	4,39	1,589	461
Total	1:1:1	4,73	1,646	364
	1:2:1	4,53	1,603	350
	1:2:1,5	4,69	1,593	345
	1:2:2	4,84	2,329	348
	Total	4,70	1,820	1407

**Tabla 4. Prueba de subconjuntos homogéneos de numero de hojas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

nhojas

Duncan<sup>a,b,c</sup>

tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
S3F4	114	4.11				
S3F2	120	4.36	4.36			
S2F2	116	4.41	4.41			
S3F3	108	4.44	4.44			
S2F1	120	4.48	4.48	4.48		
S2F3	120		4.63	4.63	4.63	
S3F1	119		4.64	4.64	4.64	
S2F4	117		4.77	4.77	4.77	
S1F2	114		4.82	4.82	4.82	
S1F3	117			5.00	5.00	
S1F1	125				5.05	
S1F4	117					5.62
Significación		.153	.097	.051	.115	1.000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 3.190.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 117.110
- b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- c. Alfa = .05.

**Tabla 5. Prueba de los efectos-intersujetos de concentración de clorofila del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: clorofila

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	414433,464 <sup>a</sup>	5	82886,693	38,589	,000
Intersección	32078161.4	1	32078161	14934,269	,000
Sustrato	400002,637	2	200001,318	93,112	,000
Fertilización	13647,200	3	4549,067	2,118	,096
Error	3011435,063	1402	2147,957		
Total	35547497.0	1408			
Total corregida	3425868,528	1407			

a. R cuadrado = ,121 (R cuadrado corregida = ,118)

**Tabla 6. Prueba de subconjuntos homogéneos de concentración de clorofila del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

clorofila

Duncan <sup>a,b,c</sup>

tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
S3F4	114	132.61				
S3F2	120	134.85	134.85			
S3F3	108	135.71	135.71			
S2F1	120	137.05	137.05			
S2F2	116	139.00	139.00			
S2F3	120	142.18	142.18			
S2F4	117	142.21	142.21			
S3F1	120		148.26	148.26		
S1F1	125			159.79	159.79	
S1F2	114				168.99	
S1F3	117					181.85
S1F4	117					189.16
Significación		.174	.053	.055	.125	.223

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 117.190
- b. Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- c. Alfa = .05.

**Tabla 7. Prueba de los efectos-intersujetos altura de plántula del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	7477,389 <sup>a</sup>	11	679,763	18,954	,000
Intersección	266123,723	1	266123,723	7420,387	,000
Sustrato	7148,693	2	3574,347	99,664	,000
Fertilización	84,997	3	28,332	,790	,499
Sustrato * Fertilización	246,864	6	41,144	1,147	,332
Error	66670,918	1859	35,864		
Total	340796,693	1871			
Total corregida	74148,307	1870			

- a. R cuadrado = ,101 (R cuadrado corregida = ,096)

**Tabla 8. Análisis descriptivo de altura de plántula del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

**Estadísticos descriptivos**

Variable dependiente: altura

Sustrato	Fertilizacion	Media	Desv. típ.	N
60% lom+20% tierra+20%CAC	1:1:1	17,02	6,673	129
	1:2:1	17,07	7,424	115
	1:2:1.5	17,27	7,641	116
	1:2:2	18,53	7,679	117
	Total	17,46	7,351	477
60% CAC+20% Lom+20% Tierra	1:1:1	11,85	4,426	120
	1:2:1	12,76	4,602	117
	1:2:1.5	13,27	4,855	120
	1:2:2	13,25	4,566	119
	Total	12,78	4,637	476
60% Tierra+20% Lom+20% CAC	1:1:1	11,62	3,979	120
	1:2:1	12,08	3,469	122
	1:2:1.5	11,71	3,777	108
	1:2:2	10,91	3,696	114
	Total	11,58	3,745	464
Total	1:1:1	13,58	5,773	369
	1:2:1	13,92	5,809	354
	1:2:1.5	14,13	6,135	344
	1:2:2	14,25	6,420	350
	Total	13,97	6,034	1417

**Tabla 9. Prueba de subconjuntos homogéneos de altura de plántula del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
S3F4	152	9.53		
S3F1	160	10.13	10.13	
S3F3	144	10.18	10.18	
S2F1	160	10.30	10.30	
S3F2	162	10.56	10.56	
S2F2	155	10.95	10.95	
S2F3	161		11.38	
S2F4	158		11.49	
S1F2	154			14.34
S1F1	170			14.43
S1F3	154			14.55
S1F4	156			15.50
Significación		.065	.083	.118

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 35.695.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 156.929
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

**Tabla 10. Prueba de los efectos-intersujetos diámetro de tallo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty.**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Diámetro

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	94,805 <sup>a</sup>	11	8,619	13,415	,000
Intersección	24298,405	1	24298,405	37820,038	,000
Sustrato	7,042	2	3,521	5,480	,004
Fertilización	45,835	3	15,278	23,781	,000
Sustrato * Fertilización	41,129	6	6,855	10,669	,000
Error	894,324	1392	,642		
<b>Total</b>	<b>25294,180</b>	<b>1404</b>			
<b>Total corregida</b>	<b>989,130</b>	<b>1403</b>			

a. R cuadrado = ,096 (R cuadrado corregida = ,089)

**Tabla 11. Prueba de subconjuntos homogéneos diámetro del tallo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

**Diámetro**

Duncan <sup>abc</sup>

tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
S2F2	117	3.662			
S2F1	120	3.689			
S3F2	120		4.038		
S3F1	120		4.068		
S3F4	114		4.149	4.149	
S1F3	114		4.212	4.212	
S1F1	123		4.216	4.216	
S1F2	114		4.218	4.218	
S3F3	108			4.332	4.332
S1F4	117			4.377	4.377
S2F4	117				4.468
S2F3	120				4.520
Significación		.799	.137	.056	.103

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,642.

- Use el tamaño muestral de la media armónica = 116.869
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

**Tabla 12. Prueba de los efectos-intersujetos de peso fresco y seco de plántula del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

Pruebas de los efectos inter-sujetos						
Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	ptallo	219,292 <sup>a</sup>	11	19,936	11,941	,000
	pfhojas	374,092 <sup>b</sup>	11	34,008	7,737	,000
	pfraices	101,492 <sup>c</sup>	11	9,227	3,565	,000
	pstallo	,225 <sup>d</sup>	11	,020	,818	,622
	pshojas	17,267 <sup>e</sup>	11	1,570	6,471	,000
	psraices	12,892 <sup>f</sup>	11	1,172	5,727	,000
Intersección	ptallo	2367,408	1	2367,408	1418,082	,000
	pfhojas	5810,208	1	5810,208	1321,893	,000
	pfraices	2262,008	1	2262,008	874,050	,000
	pstallo	126,075	1	126,075	5043,000	,000
	pshojas	246,533	1	246,533	1016,244	,000
	psraices	190,008	1	190,008	928,548	,000
Sustrato	ptallo	210,017	2	105,008	62,900	,000
	pfhojas	348,867	2	174,433	39,686	,000
	pfraices	8,117	2	4,058	1,568	,213
	pstallo	,150	2	,075	3,000	,054
	pshojas	16,017	2	8,008	33,011	,000
	psraices	11,717	2	5,858	28,629	,000
Fertilización	ptallo	2,625	3	,875	,524	,667
	pfhojas	5,692	3	1,897	,432	,731
	pfraices	62,892	3	20,964	8,101	,000
	pstallo	,025	3	,008	,333	,801
	pshojas	,133	3	,044	,183	,908
	psraices	,358	3	,119	,584	,627
Sustrato * Fertilización	ptallo	6,650	6	1,108	,664	,679
	pfhojas	19,533	6	3,256	,741	,618
	pfraices	30,483	6	5,081	1,963	,077
	pstallo	,050	6	,008	,333	,918
	pshojas	1,117	6	,186	,767	,597
	psraices	,817	6	,136	,665	,678
Error	ptallo	180,300	108	1,669		
	pfhojas	474,700	108	4,395		
	pfraices	279,500	108	2,588		
	pstallo	2,700	108	,025		
	pshojas	26,200	108	,243		
	psraices	22,100	108	,205		
Total	ptallo	2767,000	120			
	pfhojas	6659,000	120			
	pfraices	2643,000	120			
	pstallo	129,000	120			
	pshojas	290,000	120			
	psraices	225,000	120			
Total corregida	ptallo	399,592	119			
	pfhojas	848,792	119			
	pfraices	380,992	119			
	pstallo	2,925	119			
	pshojas	43,467	119			
	psraices	34,992	119			

a. R cuadrado = ,549 (R cuadrado corregida = ,503)

b. R cuadrado = ,441 (R cuadrado corregida = ,384)

c. R cuadrado = ,266 (R cuadrado corregida = ,192)

d. R cuadrado = ,077 (R cuadrado corregida = -,017)

e. R cuadrado = ,397 (R cuadrado corregida = ,336)

f. R cuadrado = ,368 (R cuadrado corregida = ,304)



**Tabla 13. Prueba de los subconjuntos homogéneos de peso fresco y seco del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty.**

pfhojas

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
S3F2	10	4.30		
S3F4	10	5.40	5.40	
S2F1	10	5.80	5.80	
S3F1	10	5.80	5.80	
S2F3	10	5.90	5.90	
S3F3	10	6.00	6.00	
S2F2	10		6.50	
S2F4	10		6.50	
S1F1	10			8.90
S1F2	10			9.20
S1F4	10			9.50
S1F3	10			9.70
Sig.		.117	.322	.445

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

pshojas

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
S3F4	10	1.00	
S2F1	10	1.10	
S2F3	10	1.10	
S2F4	10	1.20	
S3F1	10	1.20	
S3F3	10	1.20	
S2F2	10	1.30	
S3F2	10	1.30	
S1F2	10		1.80
S1F1	10		1.90
S1F4	10		2.00
S1F3	10		2.10
Sig.		.255	.220

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

**pftallo**

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
S3F2	10	2.90	
S2F1	10	3.20	
S3F4	10	3.30	
S3F3	10	3.50	
S2F3	10	3.60	
S3F1	10	3.60	
S2F2	10	3.90	
S2F4	10	4.10	
S1F1	10		6.00
S1F2	10		6.30
S1F3	10		6.30
S1F4	10		6.60
Sig.		.079	.352

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

**pstallo**

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	
S1F2	10	1.00	
S2F1	10	1.00	
S2F2	10	1.00	
S2F3	10	1.00	
S2F4	10	1.00	
S3F1	10	1.00	
S3F2	10	1.00	
S3F3	10	1.00	
S3F4	10	1.00	
S1F1	10	1.10	
S1F3	10	1.10	
S1F4	10	1.10	
Sig.		.251	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

pfraices

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	5
S3F4	10	2.70				
S2F4	10	3.30	3.30			
S3F2	10	3.40	3.40			
S2F3	10	3.70	3.70	3.70		
S1F4	10	4.10	4.10	4.10	4.10	
S1F3	10	4.20	4.20	4.20	4.20	
S3F3	10		4.40	4.40	4.40	4.40
S1F1	10		4.80	4.80	4.80	4.80
S1F2	10		4.90	4.90	4.90	4.90
S2F2	10			5.30	5.30	5.30
S3F1	10				5.40	5.40
S2F1	10					5.90
Sig.		.070	.059	.056	.123	.070

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

psraices

Duncan <sup>a</sup>

tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
S2F3	10	1.00		
S2F4	10	1.00		
S3F1	10	1.00		
S3F3	10	1.00		
S3F4	10	1.00		
S2F1	10	1.10	1.10	
S2F2	10	1.10	1.10	
S3F2	10	1.10	1.10	
S1F3	10		1.50	1.50
S1F2	10			1.60
S1F1	10			1.80
S1F4	10			1.90
Sig.		.681	.073	.073

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

## Anexo 2. Fertilización para plántulas de tomate

**Tabla 1. Fertilización del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty**

DDT (Primer trasplante)	Fertilización en el cultivo de tomate			
	Proporciones de NPK			
	20-20-20 (1:1:1)	15-30-15 (1:2:1)	15-30-15+0-0-60 (1:2:1.5)	15-30-15+0-0-60 (1:2:2)
15	4.5 g/3lt	4.5 g/ 3 lt	4.5g+0.24g/lt	4.5g+1.1g/lt
22	9g/lt	9g/lt	9g+0.5g/lt	9g+2.2g/lt
27	9g/lt	9g/lt	9g+0.5g/lt	9g+2.2g/lt
30	13.5g/lt	13.5g/lt	13.5g+0.75g/lt	13.5g+3.3g/lt
35	13.5g/lt	13.5g/lt	13.5g+0.75g/lt	13.5g+3.3g/lt

## Anexo 3. Presupuesto de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty por tratamiento, para una hectárea

**Tabla 1. Tratamiento S1F1**

PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) PARA TRATAMIENTO S1F1				
Concepto	U/M	Cantidad de la unidad de medida para una ha	Precio de la unidad de medida en CS	Costo total de la U/M CS
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	30,9	196	6056,4
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
20-20-20(1:1:1)	kg/tratamiento	1,16	80	92,8
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				55316,32

**Tabla 2. Tratamiento S1F2**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S1F2</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	30,9	196	6056,4
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				55304,72

**Tabla 3. Tratamiento S1F3**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S1F3</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	30,9	196	6056,4
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,06	17	1,02
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				55305,74

**Tabla 4. Tratamiento S1F4**

PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) PARA TRATAMIENTO S1F4				
Concepto	U/M	Cantidad de la unidad de medida para una ha	Precio de la unidad de medida en CS	Costo total de la U/M CS
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichodema	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	30,9	196	6056,4
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,2	17	3,4
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				55308,12

**Tabla 5. Tratamiento S2F1**

PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) PARA TRATAMIENTO S2F1				
Concepto	U/M	Cantidad de la unidad de medida para una ha	Precio de la unidad de medida en CS	Costo total de la U/M CS
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichodema	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	30,9	49	1514,1
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
20-20-20(1:1:1)	kg/tratamiento	1,16	80	92,8
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				52170,52

**Tabla 6. Tratamiento S2F2**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S2F2</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	30,9	49	1514,1
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				52158,92

**Tabla 7. Tratamiento S2F3**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S2F3</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	30,9	49	1514,1
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,06	17	1,02
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				52159,94

**Tabla 8. Tratamiento S2F4**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S2F4</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	30,9	49	1514,1
Tierra	Saco	9,5	12	114
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,2	17	3,4
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				52162,32

**Tabla 9. Tratamiento S3F1**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S3F1</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	30,9	12	370,8
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
20-20-20(1:1:1)	kg/tratamiento	1,16	80	92,8
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				51378,72



**Tabla 10. Tratamiento S3F2**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S3F2</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	30,9	12	370,8
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				51367,12

**Tabla 11. Tratamiento S3F3**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S3F3</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para una ha</b>	<b>Precio de la unidad de medida en CS</b>	<b>Costo total de la U/M CS</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichoderma	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	30,9	12	370,8
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,06	17	1,02
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				51368,14

**Tabla 12. Tratamiento S3F4**

<b>PRESUPUESTO DE CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) PARA TRATAMIENTO S3F4</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad de la unidad de medida para 1000les</b>	<b>Precio de la unidad de medida en C\$</b>	<b>Costo total de la U/M C\$</b>
<b>Siembra en semillero</b>				
Lombriabono	Saco	12	196	2352
CAC	Saco	12	49	588
Similla	Sobre	15,8	1494	23605,2
Siembra	hr/hb	47	12	564
Trichodema	g/tratamiento	357	1,56	556,92
Porta Bandejas	unidades	216	3,75	810
Riego	hr/hb	166	12	1992
<b>Preparacion de sustrato</b>				
Lombriabono	Saco	9,5	196	1862
CAC	Saco	9,5	49	465,5
Tierra	Saco	30,9	12	370,8
Mezcla	hr/hb	119	12	1428
<b>Primer trasplante</b>				
Papel periodico	kg	357	15,4	5497,8
Elaboracion de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Llenado de cartuchos	hr/hb	47	12	564
Trasplante	hr/hb	95	12	1140
Fungicidas (Bordeles)	Litros	71	5	355
Riego	hr/hb	238,09	12	2857,08
Uso de tunel/planta 40 días	Unidades	23809	0,18	4285,62
<b>Fertilizantes</b>				
00-00-60	kg/tratamiento	0,2	17	3,4
15-30-15(1:2:1)	kg/tratamiento	1,16	70	81,2
Aplicación de fertilizante	hr/hb	119	12	1428
				51370,52

**Anexo 6. Imágenes del experimento.**

**Imagen. 1. Siembra tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty en semillero.**



**Imagen. 2. Trasplante de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty a contenedores.**



**Imagen 3. Plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) variedad Shanty listas para el trasplante definitivo a campo**

