



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Orgullosamente Pública

## **Trabajo de Graduación**

**Evaluación de cuatro alternativas de producción en  
Patio Saludable sobre el rendimiento del cultivo de  
tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. Shanty, Las  
Mercedes, UNA-Managua, 2016**

### **AUTORES**

Br. Rosa Adilia Palacio Díaz  
Br. Joel Alexander Bermúdez López

### **ASESORES**

Ing. M Sc. Juan Avelares Santos  
Ing. M Sc. Jorge Gómez Martínez  
Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán

Managua, Nicaragua  
Abril, 2017





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Orgullosamente Pública

**Trabajo de Graduación**

**Evaluación de cuatro alternativas de producción en  
Patio Saludable sobre el rendimiento del cultivo de  
tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. Shanty, Las  
Mercedes, UNA-Managua, 2016**

**AUTORES**

Br. Rosa Adilia Palacio Díaz  
Br. Joel Alexander Bermúdez López

**ASESORES**

Ing. M Sc. Juan Avelares Santos  
Ing. M Sc. Jorge Gómez Martínez  
Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán

Trabajo presentado a la consideración  
del honorable tribunal examinador  
como requisito final  
para optar al título de:  
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua  
Abril, 2017

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	ÍNDICE DE CUADROS	Iii
	ÍNDICE DE FIGURAS	V
	ÍNDICE DE ANEXOS	Vi
	DEDICATORIA	Vii
	AGRADECIMIENTO	Ix
	RESUMEN	X
	ABSTRACT	Xi
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
<b>III</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	4
3.1	Ubicación del área de estudio	4
3.2	Diseño metodológico	4
3.2.1	Diseño experimental	4
3.2.2	Establecimiento y manejo del experimento	6
3.2.2.1	Material vegetal utilizado	6
3.2.2.2	Producción de plántula en semillero “Doble trasplante”	6
3.2.2.3	Canteros	6
3.2.2.4	Manejo de arvenses	7
3.2.2.5	Tutorado	7
3.2.2.6	Poda	7
3.2.2.7	Túnel	7
3.2.2.8	Fertilización	7
3.2.2.9	Riego	8
3.2.2.10	Cosecha	8
3.2.2.11	Control de plagas y enfermedades	8
3.3	VARIABLES EVALUADAS	9
3.3.1	VARIABLES DE CRECIMIENTO	9
3.3.2	VARIABLES DE RENDIMIENTO	10
3.3.3	Número de Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> , G) por tratamiento	11
3.4	Análisis de datos	11
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	12
4.1	VARIABLES DE CRECIMIENTO	12
4.1.1	Altura de planta (cm)	12
4.1.2	Diámetro del tallo de la planta (cm)	13
4.1.3	Número de hojas por planta	15
4.1.4	Número de ramas por planta	17
4.2	VARIABLES DE RENDIMIENTO	18
4.2.1	Número de flores por planta	18
4.2.2	Numero de frutos cosechados por planta	20
4.2.3	Diámetro polar y ecuatorial de los frutos (cm)	22
4.2.4	Peso de frutos por planta (g)	23
4.2.5	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	24
4.2.6	Grado Brix	26
4.3	Número de Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> , G) por tratamiento	28
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	30
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	31

<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Factores y niveles evaluados en el estudio	4
2	Descripción de los tratamientos en estudio	4
3	Dosis de fertilizante sintético y contenido de compost para cada unidad experimental (5m <sup>2</sup> ), en base a un análisis de suelo y la demanda del cultivo.	8
4	Momento de aplicación de productos botánicos y biológicos.	9
5	Promedios de la variable altura de planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	13
6	Promedios de variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016	14
7	Promedios de variable número de hojas por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	16
8	Promedios de variable número de ramas por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty, en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	17
9	Promedios de variable número de flores por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016	19
10	Promedio de variable número de frutos cosechados por planta, en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	21
11	Promedio de las variables diámetro polar y ecuatorial de los frutos en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	22
12	Promedios de variable peso de fruto (g), en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	24

13	Promedio de la variable Rendimiento de tomate en Kg/ha, en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.	25
14	Promedios de la variable Grado Brix, en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Fluctuación poblacional de <i>Bemisia tabacci</i> , G. en cuatro tratamientos en el período comprendido entre 3 de enero al 13 de marzo del 2016, Managua, Nicaragua.	29



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Resultados de análisis de suelo	38
2	Resultados de análisis de abono orgánico	38
3	Promedio de Rendimiento de tomate en Kg/ha, producción kg en 5 m <sup>2</sup> , 60 m <sup>2</sup> y kg por planta en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016, con una distancia de siembra de 1 m x 0.6 m.	38
4	. Promedio de número de frutos cosechados por planta, en cada unidad experimental y por hectárea, en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016	39

## DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso, creador del cielo y de la tierra por darme inteligencia y sabiduría,

A mi padre Perfecto Palacio Herrera (q.e.p.d), por su apoyo incondicional hasta su último día de vida, mi madre María Isolina Díaz Zelaya por ser mi Heroína por todos sus esfuerzos y consejos que me impulsaron a seguir adelante.

A mi hermano Mario Exequia Palacio

A mis sobrinas que aprecio como mis hermanas Aminta del Carmen Montenegro Palacio a Migdania Jessenia Rodríguez Palacio por haber formado parte de mi hogar

A ing. Isabel Chavaría, Ing., Aleida López silva, Ing. Jorge Gómez Ing. Juan Avelares, Dr. Oscar Gomes, Ing. Nestor Allan Alvarado, Ing. Miguel Rio, Ing. Norlan Méndez y a Lic. Mercedes Ordoñez, por brindarme el pan de la Enseñanza.

A mi compañero de Tesis Joel Alexander Bermúdez López por haberme apoyado incondicionalmente en momentos difíciles,

A Sr. Carolina Padilla, Lic. Iveth Sánchez, Mario Cálix, Lenin salgado, Byron Robles y Oswaldo Paiza, quienes me apoyaron en muchos momentos difíciles.

*“Escucha lo que te mando: Esfuérzate y sé valiente. No temas ni desmayes, que yo soy el Señor tu Dios, y estaré contigo por dondequiera que vayas”*

*Josué 1:9*

**Rosa Adilia Palacio Díaz**

## DEDICATORIA

¡A Dios!

A mis Padres Yuri Daniel Bermúdez Calero, María (Isabel) del Socorro López por ser mis héroes y los pilares de mi vida.

A mi abuela María del Socorro Calero (q.e.p.d), el ser más maravilloso y noble que Dios, nuestros señor Jesucristo ha traído a mi vida.

A mis hermanos Josué Ezequiel Bermúdez López, Vanessa de Los Ángeles Bermúdez López, mi primo José Isaac M. Bermúdez y mi sobrino Zaradan Daniel G. Bermúdez

A mis tíos Tania Bermúdez Calero, Darling Bermúdez Calero y José Luis Mairena G.

A las personas que aprecio gratamente Ing M Sc. Aleida López Silva, Lic. Mercedes Ordoñez, Sra. Carolina Padilla, Dr. Oscar Gómez, Ing Gerardo Murillo, Dr. Gregorio Varela. Dr. Victor Aguilar e Ing. Miguel Ríos.

A mis asesores Ing. M Sc. Juan Avelares Santos, Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán e Ing. M Sc. Jorge Gómez Martínez.

A nuestros compañeros y amigos con los cuales hemos convivido en estos cinco años en la universidad, especialmente a Roberto Gabriel Montano Núñez, Mario José Cáliz Guillén, Oswaldo Paiz Baltodano, Luis Espinoza, Lenin Salgado, Byron Robles y Massiel Ruby García Hernández.

*“No tengas miedo, que yo estoy contigo; no te desanimes, que yo soy tu Dios. Yo soy quien te da fuerzas, y siempre te ayudaré; siempre te sostendré con mi justiciera mano derecha”.*

*Isaías 41:10*

**Joel Alexander Bermúdez López**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por la sabiduría, paciencia y consagración para culminar nuestro estudio universitario.

A la Universidad Nacional Agraria, nuestra alma mater por excelencia, por darnos la oportunidad de ser beneficiados con los programas de becas y la calidad docente presente en ella, que fortalecen el progreso de profesionales completos en busca de un desarrollo agrario integral y sostenible para el país.

Agradecemos a nuestros familiares.

A nuestros asesores, docentes, administrativos y demás miembros de la comunidad universitaria que aportaron sus conocimientos y experiencias para guiarnos hacia el cometido y ejecución de nuestra investigación, siendo atentos y dispuestos para la culminación de proyecto de investigación.

**Rosa Adilia Palacio Díaz**

**Joel Alexander Bermúdez López**

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro de Experimentación y validación Tecnológica finca Las Mercedes adscrita a la UNA. El estudio Se llevó a cabo en el período entre diciembre de 2015 a Mayo de 2016. El objetivo fue generar información sobre cuatro alternativas de producción en Patio Saludable sobre el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) Cv. Shanty. El diseño del estudio consistió en un bifactorial en DCA, con cuatro tratamientos y tres observaciones, los factores evaluados fueron dos sustratos y dos ambientes. Los tratamientos estaban formados por la combinación de los factores, siendo estos: Mezcla de Compost + suelo y con túnel; Mezcla de Compost + suelo y sin túnel; Suelo y con túnel; Suelo y sin túnel. El análisis estadístico fue a través del programa INFOSTAT, obteniéndose un análisis de varianza (ANDEVA) y realizándose una prueba de separación de medias a través de Duncan al 5%. El experimento se estableció sobre contenedores de 5 m<sup>2</sup> aislados del suelo In situ. Se registró información de variables de crecimiento y rendimiento; así mismo se realizó un muestreo del número de mosca blanca (*Bemisia tabaci* G) por tratamiento. Los resultados encontrados reflejan que el sustrato “suelo” presentó efectos superiores que la “mezcla de compost + suelo” para la variable número de flores por planta y número de frutos cosechado. En el factor ambiente el efecto del túnel fue superior al ambiente sin túnel en las variables altura de la planta y número de ramas, no obstante los canteros sin túnel fueron significativamente superiores en número de frutos cosechados. El tratamiento “suelo sin túnel” presentó el mejor rendimiento con 16 373.34 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que las mayores poblaciones de mosca blanca se presentaron en el tratamiento compost + suelo sin túnel con 5 individuos por planta.

Palabras claves: Tomate, Compost, Invernadero, fertilización, invernadero

## ABSTRACT

The study was carried out at the Technological Experimentation and validation Center Las Mercedes, attached to the UNA. The study was carried out in the period between December 2015 to May 2016. The objective was to generate information on four production alternatives in Healthy Yield on tomato yield (*Solanum lycopersicon* L.) Cv. Shanty. The design of this study consisted of a bifactorial in DCA, with four treatments and three observations, the factors evaluated were two substrates and two environments. The treatments were formed by the combination of the factors, being these: Compost + soil mix and with tunnel; Compost + soil mix and without tunnel; Soil and tunnel; Soil and without tunnel. Statistical analysis was done through the INFOSTAT program, obtaining an analysis of variance (ANDEVA) and performing a mean separation test through Duncan at 5%. The experiment was established on containers of 5 m<sup>2</sup> isolated from the soil *In situ*. Growth and yield variables were recorded; Likewise, a whitefly number (*Bemisia tabaci* G) was sampled by treatment. The results showed that the "soil" substrate showed higher effects than the "compost + soil mix" for the variable number of flowers per plant and number of fruits harvested. In the environment factor the effect of the tunnel was superior to the environment without tunnel in the variables height of the plant and number of branches, nevertheless the masons without tunnel were significantly superior in number of fruits harvested. The treatment "soil without tunnel" presented the best yield with 16 373.34 kg / ha, while the largest whitefly populations presented the compost + treatment without tunnel with 5 individuals in each plant.

Keywords: Tomatoe, Compost, fertilization, Greenhouse

## I.- INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*), perteneciente a la familia de las solanáceas, es originario de América del sur, específicamente de las regiones comprendidas entre Perú, Bolivia y Ecuador (Van Haeff, 1990). En la actualidad, este cultivo ocupa a nivel mundial tres millones de hectáreas, que supone una producción de casi 85 millones de toneladas (FAO, 2011); y según a estadísticas del MAGFOR (2007), en Nicaragua, el tomate ocupa uno de los primeros lugares en consumo y comercialización entre las hortalizas; con rendimientos que varían en un rango de 12 000 a 18 000 kg.ha<sup>-1</sup>. Cultivándose anualmente de 2 000 a 2 500 ha a nivel nacional.

La producción tomatera se encuentra limitada en gran medida por problemas en el manejo de riego, uso inadecuado de fertilizantes, altos costos de producción y virosis transmitida por mosca blanca, donde las etapas más críticas son las primeras semanas después de la emergencia de la plantula (Cruz y Alvarenga, 1996).

Jaramillo, *et al.*, (2006), apunta que, entre las especies hortícolas, el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) presenta desestabilidad en comercio y economía, debido a los elevados costos de producción ocasionados por el incremento en la aplicación de dosis y frecuencia en el uso de agroquímicos; estas prácticas causan además daños en el medio ambiente y a la salud de los consumidores.

La obtención de productos hortícolas bajo un sistema de buenas prácticas agrícolas constituye una necesidad urgente, debido a la preocupación de los gobiernos por contribuir significativamente a la mejora de la calidad de vida y la seguridad alimentaria de sus habitantes tanto en zonas rurales como urbanas (FAO, 2003).

La implementación y prueba de distintas prácticas agrícolas en huertos urbanos y peri urbanos vienen ampliando considerables conocimientos y destrezas como resultado de un sistema integral que mejora la naturaleza del espacio, la calidad de la vida y la capacidad de gestión de recursos; pretendiendo atender la seguridad alimentaria al establecer un sistema de producción de alimentos de rápido crecimiento, que sean sanos, de alto valor biológico, creando conciencia sobre la importancia de volver al campo desde su propia vivienda y una fácil adopción por los cultivadores, en especial en aquellos espacios de producción agrícola donde a pesar de que es



posible recuperar tierras desgastadas, nunca producirán de manera suficiente para abastecer la demanda de los frutos (Jaramillo, *et al.*, 2006).

MEFCCA (2016), desarrolla prácticas productivas de bajo costo que pueden ser fácilmente replicables en pequeñas áreas de patio, y que de forma económica contribuyen a lograr que las familias más pobres y vulnerables tengan de manera continua disponibilidad de alimentos sanos que mejoran su nutrición; ejemplo de esto es el “Programa de patio saludable”; que es definido como una política por el gobierno de reconciliación y unidad nacional de Nicaragua, destinado a familias de la ciudad y sus alrededores que están en situación de pobreza y no tienen acceso a una adecuada alimentación.

Es importante tener en cuenta un diseño apropiado del espacio donde se va promover el cultivo de determinadas especies, tomándose en consideración que este espacio debe cumplir con buena luminosidad, óptima aireación, acceso al riego y facilidades para hacer las labores de mantenimiento y cosecha.

La poca información concluyente a nivel nacional sobre prácticas en el manejo de huertos urbanos y peri urbanos que puedan ser recomendadas y difundidas con confianza induce a la realización del presente proyecto, que pretendió evaluar el rendimiento del tomate bajo ciertas condiciones de control en áreas de espacios limitados fomentando el hecho de que la aplicación de prácticas agroecológicas como estrategias de producción, permiten incrementar la productividad, disminuir el daño en el ambiente reduciendo la dependencia de productos sintéticos y garantizando la seguridad alimentaria con una dieta equilibrada a través de la agricultura saludable.

## **II.- OBJETIVOS**

### **2.1.- Objetivo general**

Evaluar cuatro alternativas de producción en Patio Saludable sobre el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) Cv. Shanty, Las Mercedes, UNA-Managua, 2016

### **2.2.- Objetivos específicos**

- Identificar el efecto de los sustratos (Mezcla de compost + suelo y el suelo) sobre las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate.
- Determinar el efecto de dos tipos de ambientes (con túnel y sin túnel) sobre las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate.
- Identificar el efecto de la interacción de ambos factores sobre las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate.
- Comparar la fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* G, en los cuatro tratamientos evaluados.

### III.- METODOLOGÍA

#### 3.1.- Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó durante el mes de diciembre de 2015 a mayo de 2016, en el Centro de Experimentación y validación Tecnológica finca Las Mercedes (Universidad Nacional Agraria), ubicada en el km 11 carretera norte, entrada al Nuevo CARNIC 800 m al norte, municipio de Managua, Nicaragua; con las coordenadas geográficas: 12°09'28" latitud norte y 86°10'16" longitud oeste, a 56 msnm, con temperatura media anual de 27 °C, precipitación media anual de 1 250 mm y humedad relativa de 72%, presentando un clima de bosque seco tropical (INETER, 2013).

#### 3.2.- Diseño metodológico

##### 3.2.1.- Diseño experimental

El estudio consistió en establecer un experimento bifactorial utilizando un diseño completo al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres observaciones, donde se evaluaron dos sustratos (suelo y mezcla de compost + suelo), y dos ambientes (con túnel y sin túnel). En dichos factores se registró información de las variables del crecimiento y rendimiento del cultivo, así como la dinámica poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci* G). Los tratamientos se conformaron de la combinación de los niveles del Factor A y los niveles del Factor B. que se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Factores y niveles evaluados en el estudio

Factor A: sustrato	Factor B: Ambientes
a <sub>1</sub> : mezcla de Compost + suelo	b <sub>1</sub> : con túnel
a <sub>2</sub> : suelo	b <sub>2</sub> : sin túnel

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T <sub>1</sub> :	Mezcla de compost + suelo y con túnel
T <sub>2</sub>	Mezcla de compost + suelo y sin túnel
T <sub>3</sub>	Suelo y con túnel.
T <sub>4</sub>	Suelo y sin túnel.

Las dimensiones que se emplearon en el experimento fueron:

Área del experimento: 12 m de largo y 5 m de ancho = 60 m<sup>2</sup>

Área de la Unidad experimental (cantero): 1.25 m de ancho y 4 m de largo = 5 m<sup>2</sup>

Área de parcela útil: 1 m de ancho y 3 m de largo = 3 m<sup>2</sup>

Área de los bordes: 0.5 m de ancho y 4 m de largo, entre cada unidad experimental= 2 m<sup>2</sup>

Cada unidad experimental constó de 12 plantas (5 plantas centrales que fueron la parcela útil), ubicándose en dos hileras con una distribución: 0.6 m entre plantas por 1 m entre hileras.

El Modelo Aditivo Línea en un bifactorial propiamente dicho en diseños completos al azar (DCA) empleado fue el siguiente:

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$  ...Donde:

**i** = 1, ..., 2                    Sustratos (Mezcla de compost + suelo y suelo)

**j** = 1, ..., 2                    Ambiente (túnel y sin túnel)

**K** = 1, 2, ..., 3                Observaciones

**Y<sub>ij</sub>** = es la k-ésima observación del rendimiento en kg por el ij-ésimo tratamiento. Representa los datos de la variable de rendimiento en el cultivo de tomate.

**μ** = Es la media poblacional estimada a partir de los datos del experimento.

**α<sub>i</sub>** = Es el efecto del i-ésimo nivel del factor A (sustratos), a estimar a partir de los datos del experimento.

**K** = La K-ésima observación en el experimento.

**β<sub>j</sub>** = efecto debido al j-ésimo nivel del factor B (con y sin túnel).

**(αβ)<sub>ij</sub>** = estimador del efecto de interacción entre los factores A x B.

**ε<sub>ijk</sub>** = es el elemento aleatorio de variación generado en el experimento.

### **3.2.2.- Establecimiento y manejo del experimento**

#### **3.2.2.1.- Material vegetal utilizado**

La variedad de tomate Shanty (HAZERA), originario de Israel es un tomate industrial de mediano a grande con larga vida de anaquel (8 a 10 días) y buena producción, adaptable a diferentes fechas de siembra con capacidad para tolerar condiciones climáticas extremas. La variedad Shanty es un tomate tipo Roma de crecimiento determinado, con alta tolerancia a *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV), posee frutos de 120 a 150 g de peso. Es de Color rojo intenso con hombros claros. (Hazera Genetics, 2012).

#### **3.2.2.2.- Producción de plántula en semillero “Doble trasplante”**

El semillero se realizó en dos bandejas de polietileno de 128 alveolos utilizando como sustrato una mezcla de 25% KEKKILA GARDEN, 25% humus de lombriz y 50% compost, colocándose una semilla en cada alveolo.

La germinación ocurrió a los 5 días después de la siembra en bandeja, el primer trasplante se realizó a los 12 días después de la germinación en vasos desechables de poliestireno, estos vasos fueron llenados con una mezcla de 40% KEKKILA GARDEN y 60% compost, llegando a registrar un peso medio de 265 g del sustrato en cada vaso. A los 13 días después del primer trasplante se realizó la siembra definitiva en las unidades experimentales.

#### **3.2.2.3.- Canteros**

Burés (1997), sugiere que el sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores o canteros, entendiendo por cantero cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se halle a presión atmosférica y en base a esta definición, un cantero podrá tener dimensiones muy variables, siempre que exista esta restricción de altura, y hallase, a diferencia de un suelo natural (In situ), aislado por la base y con drenaje libre.

Cruz, *et al.* (2012), argumenta que uno de los primeros medios de crecimiento utilizados, en el cultivo en canteros fue el suelo, y de acuerdo a la definición del término sustrato, el suelo puede usarse como tal, más la creciente sensibilidad hacia el cuidado de los recursos no renovables y los diferentes problemas que el suelo puede traer como: presencia de fito patógenos, semillas indeseables, posible deterioro, además de suelos heterogéneos, contaminados o infértiles.

Los canteros se construyeron utilizando láminas de plycem con soportes de varillas de hierro. Las dimensiones de cada cantero fue de 4 m de largo, 1.25 m de ancho y 0.3 m de alto y a cada uno se les adicionó 1 050 kg de cada sustrato, siendo para los tratamiento 1 y 2 la mezcla de compost y suelo (solarizado y tamizado), mientras que los tratamiento 3 y 4 se llenaron con suelo (colado y solarizado durante 28 días).

#### **3.2.2.4.- Manejo de arvenses**

El manejo de las arvenses se realizó a través del control manual, con una frecuencia de dos veces por semana usando azadón y rastrillo.

#### **3.2.2.5.- Tutorado**

Se utilizó estacas de marango (*Moringa oleífera*, Lam) como tutores individuales (un tutor por planta), las cuales tenían una altura de 2 metros.

#### **3.2.2.6.- Poda**

Se realizó una vez por semana y consistió en la eliminación de los brotes basales, dejando dos ejes principales, además se extrajeron de cada planta los brotes laterales que surgieron en las axilas de las hojas, se realizaron también podas fitosanitaria para eliminar las hojas marchitas y enfermas.

#### **3.2.2.7.- Túnel**

El túnel fue construido con tubos PVC de 12.7 mm de diámetro y malla antiviral de 50 mesh (número de orificios en 2.54 cm), correspondiente a los tratamientos 1 y 3. Los tubos tenían una longitud de 5.5 m de largo, y se utilizaron tres en cada unidad experimental, al momento de ser colocados estos tubos formaron un arco de 2.3 m de alto y 1.25 m de ancho en la base. Estos arcos fueron sujetados con 18 m de alambre galvanizado para cada unidad experimental. Para cubrir los seis túneles se utilizaron 120 m<sup>2</sup> de malla antiviral.

#### **3.2.2.8.- Fertilización**

Se realizó análisis químico al suelo y al abono orgánico (compost) en LABSA, UNA (Anexo 1 y 2), el cual proporcionó la información necesaria para una fertilización eficiente, en base a los requerimientos nutricionales del cultivo (para un rendimiento de 50 000 kg.ha<sup>-1</sup>) y el estado nutricional del suelo. De esta manera se proporcionó los nutrientes en las cantidades y épocas críticas para la planta, siendo la nutrición como fuente Urea 46% para el sustrato suelo aplicada el 35% de la dosis al momento de la siembra y 65% a los 30 días después. El contenido de

compost en kg fue suministrado en el sustrato compost + suelo 30 días antes de la siembra definitiva en los canteros, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Dosis de fertilizante sintético y contenido de compost para 1 ha, en base a un análisis de suelo y la demanda del cultivo.

Sustrato : suelo	Sustrato: Compost + Suelo
137.8 kg de Urea 46% al momento de la siembra definitiva.	12 580 kg de compost 30 días antes de la siembra definitiva.
256.2 kg de Urea 46% a los treinta días después de la siembra definitiva.	

### 3.2.2.9.- Riego

Se estableció un sistema de riego por goteo artesanal (pues requiere materiales de fácil aplicación, con buen funcionamiento, baja inversión, bajo costo de mantenimiento y una eficiencia aceptable); haciendo uso de un barril de plástico con capacidad de 200 litros de agua, colocado a una altura de 2 m. Según la aforación realizada se aplicaron 2 litros de agua por planta al día con un caudal aproximado de 0.016 litros de agua por minuto.

### 3.2.2.10.- Cosecha

Chemonics International Inc (2008), asevera que si el tomate se va utilizar para consumo inmediato o industrial, se puede cosechar hasta que esté completamente maduro. Pero si el producto será transportado largas distancias, la cosecha deberá hacerse cuando los frutos inician su maduración o estén pintones, con el cuidado de eliminarles el pedúnculo.

El corte se realizó una vez por semana (iniciando a los 50 días después de la siembra definitiva a los canteros, realizando así un total de seis recolecciones). Colocando los frutos cosechados de cada unidad experimental en mallas y luego bajo sombra, en cajillas con capacidad de 50 libras para su posterior evaluación.

### 3.2.2.11.- Control de plagas y enfermedades

Se realizó utilizando extracto de productos botánicos a base de madero negro, eucalipto, chile, madero negro, ajo y hongos entomopatógenos como controladores biológicos. Estos productos se aplicaron dos veces por semana los lunes y viernes. En el cuadro 4 se describen las dosis y

momentos de aplicación. Se utilizó como medida complementaria trampas amarillas, ubicándose en total de 12 trampas en el contorno del área experimental y 6 dentro del cultivo. Las trampas fueron de plástico amarillo, el cual fue impregnado con aceite quemado.

**Cuadro 4.** Momento de aplicación de productos botánicos y biológicos en 1 ha.

Dosis	Momento de aplicación	Plaga que controla
2000 libra de hojas de madero negro + 2000 libra de hojas de Eucalipto+ 2000 litro de agua + 20000 gramos de jabón. 2000 libra de chile + 2000 cabeza de ajo +2000 litro de agua + 10000 gramos de jabón.	Se realizó dos aplicaciones (Lunes y Jueves) por semana desde la siembra hasta la cosecha.	Mosca blanca Minador Ácaros Trips Falso medidor Gusano del fruto
2000 libra de raíz de zorrillo + 2000 litro de agua + 10000 gramos de jabón.		
300 gramos de conidios de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , (Wize) Brown & Smith diluido en 20 litro de agua	20 días después de la siembra en los canteros.	Mosca blanca
300 gramos de trichoderma diluido en 0.5 litro de agua	En el semillero y en los contenedores antes de la siembra.	Fusarium
Solarización del suelo	30 días antes de la siembra.	Malezas, hongos y bacterias.

### 3.3.- Variables evaluadas:

#### 3.3.1.- Variables de crecimiento

##### Altura de planta (cm)

Se midió usando cinta métrica, desde la base hasta la parte apical del tallo expresado en cm. Se efectuó en 5 plantas de cada tratamiento una vez por semana, después de los 7 días posteriores



al doble trasplante hasta los 45 días subsiguientes, cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas.

#### **Diámetro del tallo de la planta (cm)**

Se midió con vernier el grosor del tallo de las plantas expresado en cm, a una altura de 10 centímetros sobre el suelo. Se efectuó en 5 plantas de cada tratamiento una vez por semana, después de los 7 días posteriores al doble trasplante hasta los 45 días subsiguientes, cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas.

#### **Número de hojas por planta**

Cuando la planta presentó 4 hojas verdaderas; se contaron las hojas. Se efectuó en 5 plantas de cada tratamiento una vez por semana, después de los 7 días posteriores al doble trasplante hasta los 45 días subsiguientes, cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas.

#### **Número de ramas por planta**

Cuando la planta presentó 4 hojas verdaderas; se contó el número de ramas totales por plantas. Se efectuó en 5 plantas de cada tratamiento una vez por semana, después de los 7 días posteriores al doble trasplante hasta los 45 días subsiguientes, cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas.

### **3.3.2.- Variables de rendimiento**

#### **Número de flores por planta**

Se contaron las flores por cada planta de cada tratamiento. Una vez iniciada la inflorescencia (50 ddg), o a los 15 después del doble trasplante, en 5 plantas de cada tratamiento, una vez por semana hasta los 32 posteriores a este.

#### **Numero de frutos cosechados por planta**

Una vez realizada la cosecha, se contabilizó el número de frutos por planta de cada parcela útil.

#### **Diámetro polar y ecuatorial de los frutos (cm)**

Se realizó con un vernier y se expresó en cm, para el caso del diámetro polar se midió desde la cicatriz del pedúnculo hasta el ápice del fruto. Para el diámetro ecuatorial se registró en la parte transversal más ancha del fruto. Para esto se seleccionaron 5 frutos al azar de la parcela útil de cada tratamiento

### **Peso de frutos por planta (g)**

En una balanza digital tipo OKAUS Scout Pro, se pesaron en gramos individualmente 5 frutos tomados al azar de la parcela útil de cada tratamiento, para conocer el grado de nutrición alcanzado por los mismos de acuerdo a la materia contenida.

### **Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>)**

Una vez realizada la cosecha se tomó el peso en kilogramos de todos los frutos de la parcela útil y se extrapoló a kg.ha<sup>-1</sup> (Andrades y Loáisiga, 2015).

### **Grados Brix**

Se utilizó un refractómetro tipo Sper Scientifics y se tomó una pequeña muestra (3ml) de jugo para ser colocada en el prisma de medición del aparato.

### **3.3.3.- Número de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*, G) por tratamiento**

Se muestreó la cantidad de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), cuya especie fue corroborada en el laboratorio de entomología presente por planta, realizando recuentos semanales en las 144 plantas del experimento. Esta labor se inició desde 2 después del doble trasplante y finalizó a los 80 días después del doble trasplante. Este muestreo se realizó a las 5:30 am.

### **3.4.- Análisis de datos**

Los datos de las variables se evaluaron a través del programa INFOSTAT versión 2008, obteniéndose un análisis de varianza (ANDEVA) y al existir significancia, se realizó una prueba de separación de medias a través de Duncan al 5%.

## **IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1.- Variables de crecimiento**

#### **4.1.1.- Altura de planta (cm)**

Orozco (1996), menciona que la altura de la planta es el resultado de la elongación del tallo, al acumular nutrientes producidos en la fotosíntesis.

La altura de la planta es un factor representativo del crecimiento que junto ahijamiento, ramificación y otros factores, influyen muy eficazmente sobre la actividad fotosintética del cultivo, que es una acción fisiológica determinante de la productividad de las plantas (Andrades y Loásiga, 2015). El tomate es una planta de tallo herbáceo, que en sus primeros 10 días este se mantiene erecto, posteriormente se vuelve decumbente y angular y ciertamente el tamaño viene condicionado por las características genéticas de las plantas y otros factores como ambiente y nutrición (INTA, 2004).

Con respecto al factor sustrato no se encontró diferencias significativas en ninguna de las fechas de muestreo. Para el factor Ambiente se encontró diferencias significativas únicamente a los 45 días, siendo el ambiente con túnel el que registro mayor altura con 121.73 cm. En el cuadro 5 se presentan los promedios de la variable altura a los 15, 30 y 45 días después de la siembra definitiva (dds) en los canteros. Se sugiere que este comportamiento se debió al efecto directo del túnel sobre la poca penetración de luminosidad que recibieron las plantas, este comportamiento obliga a que la planta se alargue en busca de luz.

Al realizar el análisis de interacción de ambos factores se encontró diferencias significativas a los 45 dds, siendo el tratamiento mezcla de compost + suelo y cubierto con túnel el que obtuvo la mayor altura con 133.47 cm, seguido del tratamiento suelo y cubierto con túnel con 110 cm.

Según Andrades y Loásiga (2015), este comportamiento está asociado al fototropismo positivo, el cual provoca un crecimiento acelerado en las plantas, además que ellas compiten también por agua, nutrientes y espacio. Por otro lado, Rojas (2002), argumenta que la intensidad de radiación diaria es más importante que la calidad de la luz y el fotoperiodo para el crecimiento de la planta de tomate; al aumentar la intensidad de luz aumenta la tasa de producción de hojas y el crecimiento del tallo.

**Cuadro 5.** Promedios de la variable altura de planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	15 dds	30 dds	45 dds
<b>Sustrato</b>			
Suelo	44.67 a	93.93 a	106.17 a
Mezcla compost + Suelo	44.73 a	100.93 a	116.63 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.98	0.31	0.06
<b>Ambiente</b>			
Sin túnel	41.70 a	92.97 a	101.07 a
Con túnel	47.70 a	102.60 a	121.73 b
ANDEVA	NS	NS	*
P-Valor	0.13	0.15	0.030
<b>Interacción</b>			
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	41.20a	91.20 a	99.8 a
Suelo y sin túnel	42.20a	93.33 a	102.33 a
Suelo y con túnel.	47.13 a	94.53 a	110 a
Mezcla de Compost + suelo y con túnel.	48.27 a	110.67 a	133.47 b
ANDEVA	NS	NS	*
P-valor	0.77	0.19	0.029
CV (%):	14.13	11.58	7.64

dds. días después de la siembra

#### **4.1.2.- Diámetro del tallo de la planta (cm)**

El tallo es parte de la estructura de las plantas que brinda soporte y sostén, además en él se encuentran haces conductores encargados del transporte de la savia bruta y elaborada a cada célula. El tallo de las plantas jóvenes del tomate es cilíndrico, posteriormente se vuelve angular según las características de las variedades (Mora, 2002).

En el cuadro 6. se presenta el comportamiento de la variable diámetro del tallo a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Con un grado de confianza del 95%, no presentó diferencias significativas en los factores estudiados.

**Cuadro 6.** Promedios de variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	15 dds	30 dds	45 dds
<b>Sustrato</b>			
Mezcla de Compost + Suelo	0.49 a	1.09 a	1.31 a
Suelo	0.44 a	1.12 a	1.31 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.29	0.32	0.95
<b>Ambiente</b>			
Con túnel	0.48 a	1.09 a	1.29 a
Sin túnel	0.45 a	1.12 a	1.33 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.52	0.42	0.53
<b>Interacción</b>			
Mezcla de Compost + Suelo y sin túnel	0.48 a	1.03 a	1.27 a
Suelo y con túnel	0.46 a	1.09 ab	1.23 a
Mezcla de Compost + Suelo y con túnel	0.51 a	1.15 b	1.35 a
Suelo y sin túnel	0.43 a	1.16 b	1.39 a
ANDEVA	NS	*	NS
P-Valor	0.94	0.01	0.057
CV %	16.49	4.93	7.54

dds: días después de la siembra

Al realizar la interacción entre ambos factores el análisis estadístico muestra que hubo diferencias significancias entre los tratamientos, reflejando tres categorías a los treinta días después de la siembra, en donde el Tratamiento suelo y sin túnel presentó los mayores diámetros de tallo con 1.16 cm seguido del Tratamiento mezcla de compost + suelo y con túnel con

promedios de 1.15 cm respectivamente. Los promedios se encuentran en un rango superior a los obtenidos por Cuadra y García en el 2016 (0.59- 0.61 cm de diámetro de tallo) e inferiores a los obtenidos por López y Coleman (2016), con 1.24 a 1.31 cm.

Se estima que este efecto es parte de la manifestación fisiológica de la planta, pues presentó un crecimiento secundario que es caracterizado por el aumento del grosor del tallo y es el resultado de la actividad de los denominados meristemas secundarios (cambium y felógeno). En el tallo durante la etapa vegetativa se observó un aumento del grosor porque es además uno de los órganos de reserva de agua y fotoasimilados, especialmente con antelación a la etapa reproductiva, una vez ocurrida esta, ese aumento de diámetro tiende a desacelerar porque se destina la mayor cantidad de sustancias nutritivas a la maduración de los ovarios fecundados. No obstante, la función principal del tallo es la de constituir la vía de circulación de agua entre las raíces y las hojas de las plantas (Esaú, 1982).

Se considera que el suministro del riego, el cual garantiza la disponibilidad nutricional al vegetal influye sobre el crecimiento y desarrollo de estructuras como el tallo el cual da sostén y de transporte de fotosintatos (carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis) entre las raíces y las hojas (Perengüez, 2011).

#### **4.1.3.- Número de hojas por planta**

Las hojas de planta de tomate están dispuestas alternadamente sobre el tallo, son compuestas e imparipinnadas, generalmente tienen de siete a nueve folíolos lobulados o dentados y también están cubiertas de tricomas (Maroto, 1994). Las hojas del tomate son pinnadas compuestas de 7 a 11 folíolos laterales y un folíolo terminal. Los folíolos laterales son usualmente peciolados, lobulados irregularmente y con bordes dentados (Chamarro, 1995).

Según Zelaya (2001), una hoja puede medir en promedio hasta 50 cm de largo y un poco menos de ancho, presentando un gran folíolo terminal y hasta 8 grandes folíolos laterales que en ocasiones son compuestos. Las hojas de las plantas de tomate tienen mucha importancia por el hecho de que son las encargadas de realizar procesos fotosintéticos (savia elaborada). Además, determinan el tipo de crecimiento presente en las poblaciones (Guenkow, 1983).

En el cuadro 7, se presenta los resultados obtenidos del análisis estadístico, en los que no hubo diferencias estadísticas para los factores en las fechas de muestreo.

**Cuadro 7.** Promedios de variable número de hojas por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	15 dds	30 dds	45 dds
<b>Sustrato</b>			
Suelo	4.40 a	11.30 a	14.73 a
Mezcla de Compost + Suelo	4.50 a	10.13 a	16 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.86	0.08	0.33
<b>Ambiente</b>			
Sin túnel	4.43 a	10.23 a	14.07 a
Túnel	4.47 a	11.20 a	16.67 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.95	0.13	0.07
<b>Interacción</b>			
Mezcla de Compost+ suelo y sin túnel.	4.40 a	9.73 a	12.07 a
Suelo y sin túnel.	4.47 a	10.73 ab	15.93 ab
Mezcla de Compost + Suelo y con túnel.	4.60 a	10.53 ab	16.07 ab
Suelo y con túnel.	4.33 a	11.87 b	17.4 b
ANDEVA	NS	NS	*
P-valor	0.77	0.78	0.05
C.V. (%):	22.09	9.53	14.05

dds: días después de la siembra

Sin embargo, al realizar la interacción de ambos factores el ANDEVA muestra diferencias estadísticas estableciendo tres categorías, siendo el tratamiento Suelo y con túnel, el que presentó el mayor número de hojas con 17.4 hojas por planta (ver cuadro 6), mientras el tratamiento Mezcla de compost + suelo y sin túnel con 12.07 hojas por planta es el tratamiento con menor cantidad. Se justifica que este efecto es ocasionado por la densidad de siembra utilizada junto al efecto del túnel y el limitado soporte que tenían las plantas a los contenedores

estimula a que las plantas se elonguen, aumentando el número de hojas y ramas como una acción para lograr mayor captura de luminosidad al presentar mayor superficie foliar expuesta a la más mínima cantidad de luz, dado que el espacio disponible para las estructuras aéreas es también limitado (Burés, 1997).

#### 4.1.4.- Número de ramas por planta

La importancia de la presencia de ramas tiene interés económico, esto se debe a que con más ramas también se producen mayor cantidad de hojas, flores y frutos (Corral, 2011).

**Cuadro 8.** Promedios de variable número de ramas por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	30 dds	45 dds
<b>Sustrato</b>		
Mezcla de Compost + Suelo	0.83 a	1.90 a
Suelo	1.23 a	2.20 a
ANDEVA	NS	NS
<b>Ambiente</b>		
Sin túnel	0.87 a	1.37 a
Con túnel	1.20 a	2.73 b
ANDEVA	NS	*
<b>Interacción</b>		
Suelo y con túnel	1.60 a	1.13 b
Suelo y sin túnel	0.87 a	1.60 ab
Mezcla de Compost + Suelo con túnel	0.80 a	2.67 a
Mezcla de Compost + Suelo sin túnel	0.87 a	2.8 a
ANDEVA	NS	*
P-Valor	0.21	0.04
CV (%)	9.53	14.05

dds: días después de la siembra

Con respecto a la variable número de ramas no hubo diferencia significativa para el factor sustrato en ninguna de las fechas evaluadas (cuadro 8), sin embargo el análisis estadístico mostro diferencias significativas para el factor ambiente a los 45 días después de la siembra, siendo superior el ambiente con túnel con 2.73 ramas, debido a que esta condición estimula a la planta



a elongarse y aumentar su área foliar en busca de un mejor aprovechamiento de la limitada luminosidad (Andrades y Loáisiga, 2015).

En el cuadro 8 se presenta los resultados de la interacción de ambos factores, también se encontró diferencias estadísticas estableciendo dos categorías diferentes y agrupando en una sola al tratamiento mezcla de compost + suelo y sin túnel y tratamiento mezcla de compost + suelo y con túnel con promedios de ramas de 2.8 y 2.67 respectivamente (cuadro 7), seguidos de tratamiento suelo y sin túnel con 1.60 y tratamiento suelo y con túnel con 1.13 ramas. Se sugiere que este efecto pueda deberse a que en condiciones protegidas las plantas con alta densidad poblacional y establecidas sobre un sustrato que facilita la disponibilidad de nutrientes, temperaturas elevadas (30°C) y baja luminosidad afectan al tallo haciendo que este y sus ramificaciones sean delgadas y presenten mayor proporción de tejido parenquimatoso, sugiriendo que una mayor área de parénquima, puede implicar mayor reserva de asimilados, lo que en condiciones restrictivas, por algún tipo de estrés como es alta densidad o área foliar excesiva (sombreamiento), puede conducir a que estas reservas sean parcialmente removilizadas a los frutos en crecimiento (Guenkow, 1983).

Ortega, *et al.*, (2010) indican que las áreas altas de floema propician mayores tasas de translocación de asimilados hacia los frutos por presentar menor resistencia al flujo, facilitando así el crecimiento y respecto al xilema afirman que las condiciones de crecimiento, influyen sobre su comportamiento, así en tallos delgados el desarrollo es mayor.

Aunque Rojas (2006) asevera que los altos rendimientos no están relacionados necesariamente al número de ramificación, siendo estas un inconveniente para realizar la cosecha mecanizada provocando pérdidas de cosecha.

## **4.2.- Variables de rendimiento**

### **4.2.1- Número de flores por planta**

En el tomate generalmente las flores son autógamas con tendencia habitual a la autofecundación. Esta fecundación es debida a la escasa longitud del estilo que se desarrolla dentro del tubo formado por las anteras unidas. La floración del tomate es en racimos simples o ramificados en diferentes pisos o estratos, pudiendo haber entre 3 y 10 flores por inflorescencia, aunque existen cultivares que puede llegar a 50 flores (Uroz, 2012).

Se pueden apreciar (Cuadro 9) los resultados del análisis de varianza para cada factor estos resultados muestran que para el factor sustrato hubo diferencias significativas a los 24 y 32 días después de la siembra y el nivel que presentó los mayores números de flores fue el sustrato suelo con 9.93 y 18.30 flores por planta. Para el factor ambiente no hubo diferencias significativas, sin embargo, el que presentó el mayor número de flores fue el ambiente con túnel a los 24 días después de la siembra, debido a que la planta se elongó y formó más área foliar para captar mayor intensidad de luminosidad, favoreciendo a la formación de botones florales.

**Cuadro 9.** Promedios de variable número de flores por planta en el cultivo de tomate Cv. Shanty en diferentes momentos de evaluación, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	16 dds	24 dds	32 dds
<b>Sustrato</b>			
Mezcla de Compost+ Suelo	1.60 a	1.83 a	13.32 a
Suelo	3.27 a	9.93 b	18.30 b
ANDEVA	NS	*	*
P-Valor	0.052	0.01	0.04
<b>Ambiente</b>			
Sin túnel	2.57 a	8.10a	14.08 a
Con túnel	2.30 a	8.67a	17.53 a
ANDEVA	NS	NS	NS
P-Valor	0.72	0.60	0.14
<b>Interacción</b>			
Mezcla de Compost+ Suelo y sin túnel.	1.33 a	6.87 a	12.77 a
Mezcla de Compost+ Suelo y con túnel.	1.87 a	6.80 a	13.87 ab
Suelo y sin túnel	3.80 a	9.40 ab	15.40 ab
Suelo y con túneles	2.73 a	10.47 b	21.20 b
ANDEVA	NS	NS	*
P-valor	0.30	0.033	0.03
C.V. (%)	52.14	21.76	23.65

dds: días después de la siembra

Este mismo cuadro muestra el efecto de la interacción de ambos factores en estudio, el análisis realizado muestra que hubo diferencias significativas a los 24 y 32 días después de la siembra, y que el tratamiento suelo y con túnel fue que presentó el mayor número de flores (Cuadro 9) lo que pudo deberse a una mejor absorción y contenido de nutrimentos de este sustrato, en vista que la urea da una liberación más acelerada de  $\text{NH}_4$ . Otro aspecto a considerar es que las altas temperaturas presentadas durante el desarrollo de la investigación pudieron haber provocado un aborto floral lo que indujo a una reducción en el caso de los tratamientos cubiertos con túnel. Según Ortega *et al.*, (2010), las deficiencias minerales, particularmente en nitrógeno, fósforo y potasio, retrasan el desarrollo de las flores pudiendo provocar incluso el aborto de las mismas.

#### **4.2.2.- Número de frutos cosechados por planta**

El fruto de tomate es una baya, formada por los tabiques del ovario, los lóculos, las semillas y la piel (Huerres P.C, 1979). El número de frutos por planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan desarrollarse en fruto. La cantidad de frutos producidos por una planta también está determinada por las características genéticas del cultivar, el manejo agronómico y condiciones ambientales (Olivas L y Salgado L, 2013).

Núñez (1988) menciona que la producción de tomate en condiciones protegidas permite obtener rendimiento promedio entre 5 y 8 kg/planta, superando tres veces el que se obtiene a libre exposición, que está entre 1,5 y 2 kg/planta.

Al realizar el análisis de varianza se presentó diferencias significativas para ambos factores. El factor sustrato suelo fue el que presentó los mayores frutos con 52.28 frutos cosechados por planta. En el factor ambiente sin túnel fue el que presentó los mayores frutos con 54.74 frutos por planta. Al realizar la interacción de ambos factores también hubo diferencias significativas presentando el tratamiento suelo y sin túnel como el de mayor número de frutos con 68.52 frutos por planta, alrededor de 571 frutos en  $5 \text{ m}^2$  (Anexo 4), según el INTA (2012) tal cantidad puede representar un potencial comercial para la economía del hogar (Cuadro 10).

Lohakare, (2008) expresa que el número de frutos por planta está correlacionado con el rendimiento (Anexo 3), influyendo sobre el peso del fruto, ya que al producir mayor cantidad de frutos conlleva a una reducción progresiva del peso de los mismos, por la competencia que se da entre los frutos por los asimilatos que la planta les provee en la etapa del cuajado del fruto.

**Cuadro 10.** Promedio de variable número de frutos cosechados por planta, en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	<b>Unidades de Frutos cosechados</b>
<b>Sustrato</b>	
Mezcla de Compost + Suelo	38.82 a
Suelo	52.28 b
ANDEVA	*
P-Valor	0.04
<b>Ambiente</b>	
Con túnel	36.36 a
Sin túnel	54.74 b
ANDEVA	*
P-Valor	0.01
<b>Interacción</b>	
Suelo y con túnel	36.04 a
Mezcla de Compost+ Suelo y con túnel	36.67 a
Mezcla de Compost+ Suelo y sin túnel	40.96 a
Suelo y sin túnel	68.52 b
ANDEVA	*
P-valor	0.042
CV (%):	22.2

Estudios realizados por Gómez y Herrera (2014) en ambientes protegidos obtuvieron medias de 32.4 frutos por planta, mientras que a campo abierto obtuvieron medias de 39.0 frutos por planta. No obstante González y Laguna (2004), sugieren que las diferencias en peso de fruto se deben a la constitución genética propia del cultivar y a la influencia ejercida por el ambiente. Ortega (2010), manifiesta que si se tiene menor número de frutos hay mayor tamaño de fruto, esto demuestra que los tratamientos que pueden obtener los mejores resultados respecto al número de frutos por planta, no precisamente puedan tener el mejor peso de fruto (Anexo 4). Por otro

lado INTA (2012) reporta que la variedad Shanty produce en promedio de 35 - 45 frutos por planta, en este estudio se obtuvieron promedios superiores en ambos factores.

#### 4.2.3- Diámetro polar y ecuatorial de los frutos

Mayorga (2004) comenta que el tamaño que presentaron los frutos es variable según su propio material genético. Siendo el diámetro polar y ecuatorial muy determinante en el tamaño y forma de los mismos.

**Cuadro 11.** Promedio de las variables diámetro polar y ecuatorial de los frutos en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	<b>Diámetro polar</b>	<b>Diámetro ecuatorial</b>
<b>Sustrato</b>		
Mezcla de Compost + Suelo	7.46 a	5.20 a
Suelo	7.57 a	5.20 a
ANDEVA	NS	NS
P-Valor	0.57	0.45
<b>Ambiente</b>		
Con túnel	7.41 a	5.16 a
Sin túnel	7.62 a	5.24 a
ANDEVA	NS	NS
P-Valor	0.31	0.61
<b>Interacción</b>		
Suelo y sin túnel	7.35 a	5.11 a
Mezcla de Compost +suelo y con túnel	7.45 a	5.18 a
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	7.46 a	5.21 a
Suelo y con túnel	7.79 a	5.29 a
ANDEVA	NS	NS
P-Valor	0.28	0.053
CV (%):	4.52	4.86

Según Santiago et al., (1998), el tamaño del fruto es un carácter que está controlado por factores genéticos, adjudicado a cinco pares de genes. El diámetro de los frutos del tomate crece describiendo una curva sigmoide simple (Bertín, 2005). El crecimiento en diámetro de los frutos es un aumento irreversible como consecuencia del incremento en masa y número de las células (Casierra et al., 2007).

En el cuadro 11 se presentan resultados de este ensayo, donde las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial con un nivel de confianza de 95% para cada factor, no presentó diferencias significativas. Al evaluar la interacción de los factores para estas mismas variables, con un nivel de confianza de 95% no presentó diferencias significativas, sin embargo, se aprecia que para el diámetro polar oscila en un rango de 7.79 cm a 7.35 cm, mientras para el diámetro ecuatorial fue entre 5.11 cm y 5.29 cm, siendo el T<sub>3</sub> (Suelo y con túnel) quien presenta los diámetros (polar y ecuatorial) superiores al resto de tratamientos

Gonzales y Laguna (2004), mencionan que los frutos pueden clasificarse como frutos grandes cuando sus calibres son mayores a 8 cm, medianos entre 8 a 5.7 cm y pequeños los inferiores o iguales a 5.6 cm. De acuerdo a esta información, los cultivares evaluados en este estudio pueden clasificarse como medianos y pequeños dado que se encontraron calibres entre 5 y 8 cm. asimismo, Gómez y Herrera (2014) obtuvieron resultados de diámetro polar de 6.85 cm y diámetro ecuatorial de 4.84 cm en su estudio, cuyo efecto adjudican a las características propias del cultivar, el manejo agroómico y las condiciones ambientales a la que es expuesto.

#### **4.2.4.- Peso de fruto por planta (g)**

Según Paredes (2009), se entiende por tomate, a una baya, bi o plurilocular cuyo peso oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. El fruto de tomate está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas.

Según Chemonics International (2008), el fruto de tomate varía entre los 50 – 100 g/ fruto. Se superó el mínimo aceptable en el mercado nacional (50 gramos). La variable peso promedio de frutos por planta (g), presentada en el cuadro 12; con un nivel de significancia estadística de 95%, no presentó diferencias estadísticas en cada uno de los factores, ni en la interacción de los mismos. Sin embargo, el mayor peso de fruto lo presentó el Tratamiento Suelo y con túnel con 128.55 g y el de menor peso fue en el Tratamiento Suelo y sin túnel con 111.53 g, justificándose

por lo mencionado por Márquez y Cano (2004) quienes consideran que obtener buen peso de los frutos depende del contenido de los elementos nutritivos dentro del medio de crecimiento. Además los valores presentados en este estudio coinciden con los reportados por el INTA (2012), quien reporta que cultivar Shanty produce frutos con pesos de 45 g a 122 g.

**Cuadro 12.** Promedios de variable peso de fruto (g), en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	<b>Peso del fruto (g)</b>
<b>Sustrato</b>	
Suelo	120.04 a
Mezcla de Compost + Suelo	114. 63 a
ANDEVA	NS
P-Valor	0.63
<b>Ambiente</b>	
Sin túnel	112.12 a
Con túnel	122.55 a
ANDEVA	NS
P-Valor	0.36
<b>Interacción</b>	
Suelo y sin túnel	111.53 a
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	112.70 a
Mezcla de Compost + suelo y cubierto con túnel	116.56 a
Suelo y cubierto con túnel	128.55 a
P-Valor	0.56
CV (%):	16.16

#### **4.2.5.- Rendimiento Kg.ha<sup>-1</sup>**

El rendimiento en el cultivo de tomate depende del número de frutos por racimo, peso medio del fruto y de la duración del cultivo (Thicoipe, 2002).

El beneficio que puede aportar un cultivo depende de sus características genéticas de productividad potencial, rusticidad y de las condiciones ambientales (EncuRed, 2017).

**Cuadro 13.** Promedio de la variable Rendimiento de tomate en Kg/ha, en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

<b>Factores</b>	<b>Kg/ha</b>
<b>Sustrato</b>	
Mezcla de Compost + Suelo	12 500.22 a
Suelo	14 800 b
ANDEVA	*
P-Valor	0.02
<b>Ambiente</b>	
Con túnel	12 954 a
Sin túnel	14 346.22 a
ANDEVA	NS
P-Valor	0.12
<b>Interacción</b>	
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	12 319.11 a
Mezcla de Compost + suelo y con túneles.	12 681.33 a
suelo y con túnel	13 226.67 a
suelo y sin túnel	16 373.34 b
ANDEVA	*
P-valor	0.04
CV (%):	10.23

INTA (2002), sugiere se puede obtener un rendimiento promedio de 12 a 18 toneladas (12000 a 18 000 kg.ha<sup>-1</sup>) por hectárea. FAO (2013) sugiere que la producción de tomate en Nicaragua para el año 2010 fue de 14 633.96 kilogramos por hectárea. Estos datos son similares a los obtenidos en este estudio; siendo el tratamiento suelo y sin túnel el de mayor rendimiento con 16 373.34 Kg.ha<sup>-1</sup>.



El análisis para variable rendimiento en cada uno de los factores con un nivel de significancia de 95% muestra que no hay diferencias significativas en el factor ambiente, pero si en el factor sustrato, siendo el suelo superior con un rendimiento de 14 800 kg (cuadro 13). Considerando que, aunque el compost provee nutrimentos necesarios, estos no están disponibles inmediatamente, y puede ser deficiente en ciertos nutrimentos esenciales, ya que el contenido nutricional depende del material utilizado en su elaboración, como lo sugiere O'Hallorans (2011), quien también afirma que aunque las plantas no reconocen la diferencia entre un fertilizantes orgánicos o sintéticos, y aunque en esta última los nutrimentos se pueden lavar con facilidad; la fertilización sintética presenta la ventaja de que los nutrimentos están inmediatamente disponibles, factor muy benéfico para el crecimiento y desarrollo de especies de ciclos cortos (cultivos anuales) con una muy demandante nutrición en especial durante su etapa vegetativa como el tomate Cv. Shanty.

La interacción entre los factores para la variable rendimiento (cuadro 13), presenta diferencias significativas siendo el tratamiento suelo y sin túnel el que presentó un rendimiento de 16 373.34 kg.ha<sup>-1</sup>, muy superior al resto de tratamientos en estudio. Mientras que el tratamiento Mezcla de compost + suelo y sin túnel fue quien reflejo los menores rendimientos con 12 319.11 kg.ha<sup>-1</sup>. Se justifica que los resultados del tratamiento suelo y sin túnel son superiores a los cubiertos con túnel, porque el rendimiento de tomate en ambiente protegido está influenciado por el nivel de tecnología implementado en los invernaderos, casa mallas o túneles, por tanto, la producción en estos sistemas puede variar y no necesariamente se obtendrían el más alto rendimiento (Jaramillo *et al.*, 2013). Por otro lado, Márquez y Cano (2004) quienes afirman que el uso de compost para obtener buenos rendimientos depende del contenido de los elementos nutritivos dentro de este, proveniente de los materiales utilizados en su elaboración.

#### **4.2.6.- Grados Brix**

Se le conoce como grados brix a las sustancias solubles en agua que reflejan un alto por ciento de la calidad de sólidos totales que contienen los frutos. A mayor valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 °Brix es considerado bueno (Santiago, *et al.*, 1998). Los grados brix indican el contenido de sólidos solubles contenidos en el jugo de tomate y determinan una relación directa de las cantidades de materia prima a obtenerse para la industria (Alemán y Pedroza, 1991).

**Cuadro 14.** Promedios de la variable Grado Brix, en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016

<b>Factores</b>	<b>Grados Brix</b>
<b>Sustrato</b>	
Mezcla de Compost + suelo	4.03 a
Suelo	4.34 a
ANDEVA	NS
P-Valor	0.15
<b>Ambiente</b>	
Sin túnel	3.91 a
Con túnel	4.46 b
ANDEVA	*
P-Valor	0.027
<b>Interacción</b>	
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	3.74 a
Suelo y sin túnel	4.09 ab
Mezcla de Compost + suelo y con túnel	4.32 ab
Suelo y con túnel	4.59 b
P-Valor	0.036
CV (%):	8.34

Se entiende que los grados brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Por ejemplo una solución de 25° brix tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución (Arriagada, 2007).

En el cuadro 14. se puede apreciar los resultados del analisis de varianza para cada factor (sobre la variable Grados Brix), estos resultados muestran que para el factor sustrato no hubo

diferencias significativas, mientras que para el factor ambiente sí hubo significancia, siendo el sustrato suelo superior con 4.46 grados brix, efecto adjudicado a las altas temperaturas, que al aumentar aumenta la concentración de sólidos solubles en los frutos (Olivas y Salgado, 2013).

Para la interacción de ambos factores en estudio se presentó diferencias significativas mostrando categorías estadísticas. Siendo el tratamiento suelo y con túnel quien presentó los grados brix más altos con 4.59; mientras el tratamiento mezcla de compost + suelo y sin túnel el que registra los grados brix más bajos con 3.74. Se considera que esto se debe al efecto del potencial genético del cultivar, además de los factores a los que está expuesto; pues, aunque hay significancia es evidente que este cultivar presenta un comportamiento similar en cuanto a esta variable.

Tal es el caso de Olivas y Salgado (2013), quienes mientras evaluaban genotipos de tomate, determinaron que la variedad Shanty en condiciones protegida se encuentra en rangos cercanos a 4.54 y en campo abierto presentó rangos de 4.80, justificando esto con el potencial del cultivo y las temperaturas dentro de la casa malla.

Aguayo y Artés (2004), consideran que de 4.5 a 5.5 °Brix son valores óptimos en cuanto a calidad para los frutos de tomate, en base a esta información se considera que los cultivares evaluados en este estudio se encuentran en el rango óptimo de calidad.

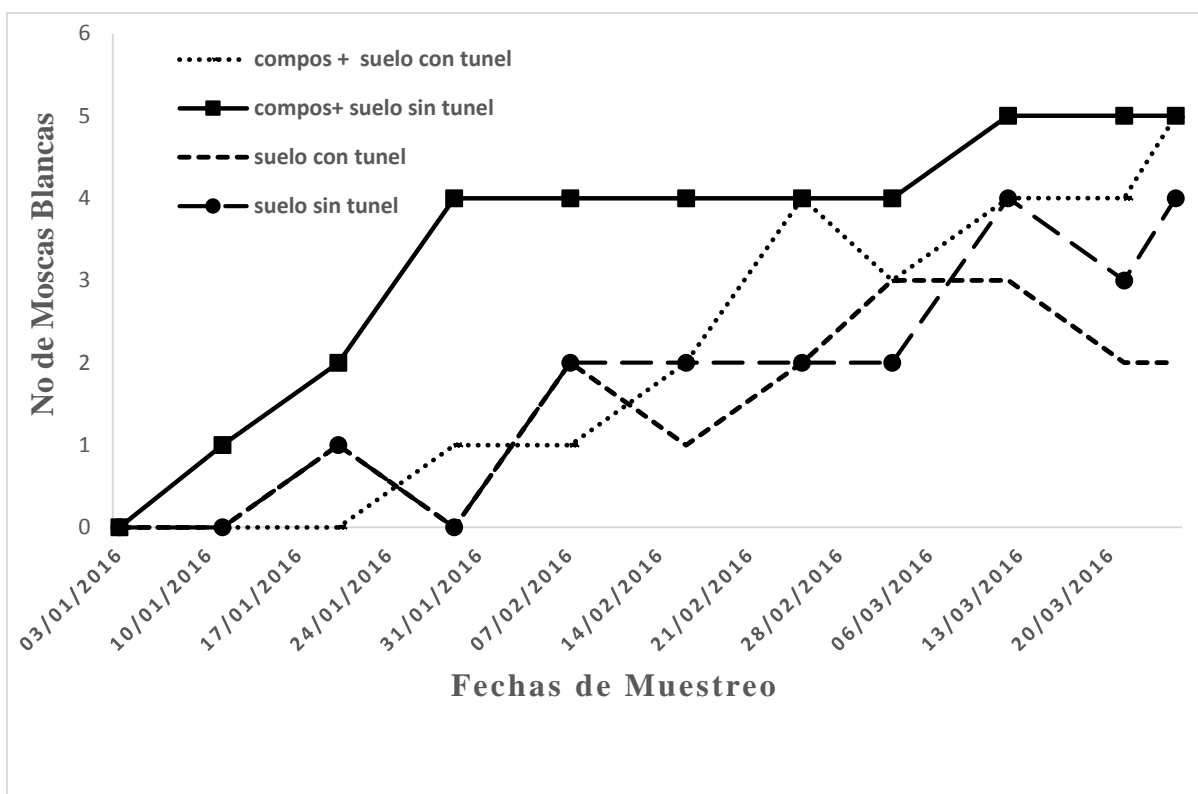
#### **4.3- Número de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, G) por tratamiento**

Se comparó la fluctuación poblacional de mosca blanca en cuatro tratamientos en el período enero 3 a marzo 13 del 2016.

De manera general se observó que las poblaciones de moscas blancas se presentaron desde las primeras fechas de muestreo. Se presentan las mayores poblaciones de mosca blanca se presentaron en los tratamientos compost + suelo sin túnel con 5 moscas blancas por planta seguido del tratamiento compost + suelo con túnel con 4 moscas blancas por planta, en cambio los tratamientos que presentaron las menores poblaciones fueron los tratamientos suelo con túnel y suelo sin túnel con 1.4 y 1.6 moscas por planta.

En estudio realizado por Hilje 1993, afirma que las altas o bajas poblaciones de mosca blanca en parcelas de tomate, están influenciadas por condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa, y precipitación. Se sugiere que el comportamiento de este insecto se debió a

las altas temperaturas que se presentaron en los meses de febrero y marzo lo que propicio un mejor nicho para la rápida reproducción de este insecto, además esta la influencia de la trofobiosis entendida como el momento en que las plantas son más susceptibles al ataque de organismos perjudiciales porque en la etapa vegetativa se producen aminoácidos (según la calidad nutricional del medio de donde obtienen los nutrientes) que son aprovechados por estos organismos (Esaú, 1982)



**Figura 1.** Fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci*, G, en cuatro tratamientos en el periodo comprendido entre 03 de enero al 13 de marzo del 2016, Managua, Nicaragua.

## V.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

El sustrato suelo fue superior al sustrato mezcla de compost + suelo en cuanto al número de flores, frutos cosechados y el rendimiento en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. Shanty.

El efecto del túnel fue superior al ambiente sin túnel, en cuanto a la altura del tallo, número de ramas, grados brix y rendimiento.

El tratamiento suelo y sin túnel presentó los mayores diámetros de tallo, mayor número de frutos y el mejor rendimiento con 16 373.34 kg.ha<sup>-1</sup>.

El Tratamiento Suelo y cubierto con túnel, presentó el mayor número de hojas, flores y grados brix.

El tratamiento mezcla de compost + suelo sin túnel y tratamiento mezcla de compost + suelo con túnel presentaron la mayor cantidad de ramas.

El tratamiento mezcla de compost + suelo y cubierto con túnel obtuvo la mayor altura de plantas.

Las mayores poblaciones de mosca blanca se presentaron en los tratamientos compost + suelo sin túnel con 5 moscas blancas por planta

## **VI.- RECOMENDACIONES**

Aumentar el número de repeticiones, para mitigar el efecto del error experimental en el ensayo

Realizar un análisis de costos para motivar interés de estas alternativas de producción a potenciales cultivadores.

## VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo Giménez, E.; Artés Calero, F. 2004. Elaboración del tomate mínimamente procesado en fresco. Ediciones de Horticultura S.L., Reus, ES. 30 p
- Aguayo, E., Artés, F. 2004. Elaboración de tomate mínimamente procesado en fresco. En: Tomates. Producción y comercio. Ediciones de Horticultura S.L. Reus. ES. 132 p
- Aguayo, E., Escalona, V.H., Artés, F., 2004. Metabolic behaviour and quality changes of whole and fresh processed melon. J. Food Sci. 155.p
- Alemán M G, Pedroza H P. 1991. Comportamiento agronómico de cinco variedades de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el valle de Sébaco. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 130p
- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergia para la agricultura sostenible. Universidad de Berkeley y Consorcio Latinoamericano de Agroecología y desarrollo (CLADES). California. US. 63 p.
- Andrades, D y Loásiga, F. 2015. Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla. Tesis. Ing. Agr. UNA. Facultad de Agronomía. Managua, NI. 38 p.
- Arriagada F G. 2007. El refractómetro. Universidad de La Frontera Boletín 2. Temuco. CL. 8p
- Baltodano, L. 1999. Efecto de compost combinado con fertilizante químico sobre los rendimientos de tomate y pérdidas de suelo en condiciones de ladera. Managua. NI. 36 p.
- Bertin, N. 2005. Analysis of the tomato fruit growth response to temperature and plant fruit load in relation to cell division, cell expansion and DNA endoreduplication. Ann. Bot. 95 (3). 447 P
- Bójaca, C.; Luque, N.; Monsalve, O. 2009. Análisis de la productividad de tomate en invernadero, bajo diferentes manejos mediante modelos mixtos. (en línea). Consultado: 27 de septiembre de 2015. Disponible en

<http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/vol3/vol.3.%20no.2/greenhouse%20tomato%20productivity%20tomate.pdf>

Burés S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, ES. 342 p

Casierra, F.; Cardozo, M y Cárdenas, J. 2007. Análisis básico del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Quindío) cultivado a campo abierto.(en línea). Medellín. CO. Consultado: 10 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a09v62n1.pdf>

Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En : El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. Madrid. ES. 91 p

Chemomics Internacional Inc. 2008, Programa de diversificación Hortícola “Cultivo de tomate”. (en línea). Consultado: 23 de enero de 2017. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf1.4>

Cruz, R y Alvarenga, F. 1996. Evaluación de nueve variedades de tomate de consumo fresco (*Lycopersicum esculentum*, Mill) en el valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 38 p

Cuadra A, Ramos N. 2002. Efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento agronómico de tomate, en el valle de Sébaco. Tesis. Ing. Agr. .UNA. Facultad de Agronomía. Managua, NI. 37p.

De León, E. 2009. Buena Práctica Agricultura Protegida: Proyecto centro de desarrollo rural fsg 963. Ciudad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. 38 p.

Ecured.2017. Tomate. Artículo 166756. La Habana, CU. Consultado: 15 de marzo de 2016. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Tomate>

Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Hemisferio Sur. Buenos aires. AR. 300 p



- FAO. 2013. (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación). Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Universidad Autónoma Chapingo Texcoco, Estado de México, Mx. 238 p.
- FAO. 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. (En línea). Consultado 30 ene. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/i3359s/i3359s.pdf>
- Gómez Peralta, DM y Herrera Fuentes, EF. 2014. Comportamiento agronómico de doce cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en condiciones de campo en Tisma, Masaya y en casa malla en el CEVT Las Mercedes, UNA. Tesis ing. Agr. UNA, Managua, NI. 41 p
- González Urrutia, O.E.; Laguna Laguna, J.L. 2004. Evaluación del comportamiento agronómico de once cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo el manejo del productor en el valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis ing. Agr. UNA, Managua, NI. 38 p
- Guenkow, G. 1983. Fundamentos de horticultura cubana. ed. Pueblo y educación. Cuba. 308 P
- HazeraGnetics. 2012. Variedades de jitomate determinado (en línea). MX. Consultado 13 Mar. 2015. Disponible en <http://www.hazera.mx/tag/shanty/>
- Hilje, L. 1993. Un esquema porcentual para el manejo de integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de plagas Turrialba, CR 57 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) .2013. Comportamiento temporal de las variables climatológicas, Dirección General de Climatología (En línea). Consultado el 20 de junio 2015. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=INETER+2013&ie=utf-8&oe=utf-8>
- INTA. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Cultivando tomate con menos riesgos (en línea). Consultado 10 feb. 2015. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/73793591/TOMATE-INTA#scrib>
- \_\_\_\_\_. 2012. Cultivo del tomate. Edición 22, Managua, NI. Editorial INPASA. 17 p

- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Guzmán, M. 2006. Cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín 21. CORPOICA. Antioquía. CO. 48p.
- Lohakare, A.S. 2008. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su incidencia en la producción hortícola de cuba. Cultivos Tropicales. 24(2):63-70p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2007. Área cosechada, rendimientos y producción de hortalizas a nivel nacional. Ciclos agrícolas del 1999-2005. Managua, NI. 90 p.
- Maroto, J. 1994. Horticultura Herbácea Especial. Ed Mundi-Prens. 4ª. ed. Madrid, a. 611 p.
- Márquez, C. y P. Cano (2004). Producción orgánica de tomate bajo invernadero. En: E. Olivares S. (ed.). Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey N. L. México. 258 p
- Mayorga, A. 2004. Evaluación agronómica de ocho híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en dos localidades de Zacapa. (en línea). Chiquimula, GA. USAC. Consultado 21 ene. 2014. Disponible en [http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION\\_AGRONOMICA\\_DE\\_OCHO\\_HIBRIDOS\\_DE\\_TOMATE\\_EN\\_DOS\\_LOCALIDADES\\_DE\\_ZACAPA.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/EVALUACION_AGRONOMICA_DE_OCHO_HIBRIDOS_DE_TOMATE_EN_DOS_LOCALIDADES_DE_ZACAPA.pdf)
- Mora, L. 2002. Cultivo del tomate. UNA. Managua, NI. P 25
- Núñez, P. G. 1988. La influencia del riego en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), bajo el sistema de acolchado en condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 71 p
- O'Hallorans, J. 2011. fertilización de suelos en la producción orgánica. (en línea). Estación experimental agrícola Río Piedras. Consultado: 15 de abril de 2016. Disponible en: [http://academic.uprm.edu/mbarragan/OHallorans\\_Fertilizacion.pdf](http://academic.uprm.edu/mbarragan/OHallorans_Fertilizacion.pdf)

- Olivas, L y Salgado L. Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de 7 genotipos de tomate bajo sistema de casa malla en el Centro Experimental Las Mercedes. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 35 p.
- Ortega, L. 2010. Efectos de los sustratos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis MSc. Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados. Puebla, MX. 105 p.
- Ortega, L.; Olarte, J., Ocampo, J; Sandoval, E.; Salcido, B y Ramos, F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero (en línea). El Fuerte, México Consultado 05 de marzo del 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015002.pdf>
- Ortega Martínez, L. D. 2010. Efectos de los sustratos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis MSc. Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados. Puebla, MX. 105 p.
- Paredes Zambrano, A. 2009. Manual del Cultivo de tomate en invernadero. (En línea). Cundinamarca, CO. CORPOICA. P 7. Consultado 29 ene. 2015. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Tomateeninvernadero.pdf>
- Rodríguez, V y Morales, J. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. Tesis. Ing. Agr. Universidad nacional Agraria, Facultad de Agronomía, NI.71 pP
- Santiago, J., Mendoza, M. y Borrego, F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana, 9(1), 59-65.
- Thicoipe P J. 2002. Algunas repercusiones de las prácticas culturales en: Tecnología de las hortalizas. Ed. ACRIBIA. ES. 21p.

UNA (Universidad Nacional Agraria). 2008. Guías y normas metodológicas de las formas de culminación de estudios. Managua, NI, UNA. 57 p.

Uroz, S.2012. Caracterización de variedades Locales de solanáceas: cuatro de tomate y tres de pimiento (en línea).consultado el 25 ago.2016.diponible en: [http://www.esporus.org/recursos/resultats\\_sobre\\_caracteritzacio/documents/2012\\_caract\\_tomates\\_pimiento\\_SorayaUroz.pdf](http://www.esporus.org/recursos/resultats_sobre_caracteritzacio/documents/2012_caract_tomates_pimiento_SorayaUroz.pdf)

Van de Vooren, J.; Welles, W; Hayman, G.1986. La producción de cultivos en invernadero: El tomate. Chapman y Hall. Londres, GB. 623 P.

Zelaya Escorcía, W. 2001. Agronomía del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*). UNA. Managua, NI. P 5.

## VIII.- ANEXOS

### Anexo.1 Resultados de análisis de suelo

Cod Lab	Descripción	Rutina					Base	Partículas		
		pH	MO	N	P-disp	CE	K-disp	Arcilla	Limo	Arena
		H <sub>2</sub> O	%		Ppm	uS/cm	Me/100g suelo	%		
24	suelo	7.27	6.04	0.3	69.87	376	3.88	21.6	26	52.4
Clase textural		Franco Arcilloso Arenoso								

### Anexo.2 Resultados de análisis de abono orgánico

No		Nt	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	PS	%H
		%					Ppm			
1	001 compos	1.44	0.34	0.70	1.51	0.30	90.0	175.0	17.95	28.55

Anexo 3. Promedio de Rendimiento de tomate en Kg/ha, producción kg en 5 m<sup>2</sup>, 60 m<sup>2</sup> y kg por planta en el cultivo de tomate variedad Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016, con una distancia de siembra de 1 m x 0.6 m.

Tratamiento	Kg/ planta	Kg/5 m <sup>2</sup>	Kg/60 m <sup>2</sup>	Kg/ha
Mezcla de Compost + suelo y sin túnel	0.73	6.16	73.91	12 319.11 a
Mezcla de Compost + suelo y con túneles.	0.76	6.34	76.08	12 681.33 a
suelo y con túnel	0.79	6.61	79.36	13 226.67 a
suelo y sin túnel	0.98	8.19	98.24	16 373.34 b

Anexo 4. Promedio de número de frutos cosechados por planta, en cada unidad experimental y por hectárea, en el cultivo de tomate Cv. Shanty, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2016.

Tratamiento	Unidades de Frutos cosechados por planta	Unidades de Frutos cosechados en 5 m <sup>2</sup>	Unidades de Frutos cosechados en 60 m <sup>2</sup>	Unidades de frutos cosechados por ha
Suelo y con túnel	36.04	300.33	3604	600 666.6
Mezcla de Compost+ Suelo y con túnel	36.67	305.58	3667	611 166.61
Mezcla de Compost+ Suelo y sin túnel	40.96	341.33	4096	682 666.6
Suelo y sin túnel	68.52	571	6852	1 142 000