



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

Estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. SHANTY, Managua, 2016

Autores:

Br. Martha Lorena Alemán Canda

Br. Tony Antonio Vallejo Brenes

Asesores:

Ing. MSc Henry Alberto Duarte Canales

Ing. Jolvin Mauricio Mejía Fernández

Managua, Nicaragua,

Octubre, 2017



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### TRABAJO DE GRADUACIÓN

Estudio de tres biofertilizantes y agua residual de tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. SHANTY, Managua, 2016

Autores:

Br. Martha Lorena Alemán Canda

Br. Tony Antonio Vallejo Brenes

Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para optar al grado  
de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua,

Octubre, 2017

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MATERIALES Y METODOS	4
3.1 Ubicación del área del experimento	4
3.2 Características del área experimental	4
3.2.1 Precipitaciones y temperaturas	4
3.2.2 Análisis de suelo	5
3.2.3 Análisis de agua	5
3.3 Diseño metodológico	5
3.4 Variables a evaluar	8
3.4.1 Variables de crecimiento	8
3.4.2 Variables del fruto y Rendimiento	8
3.5 Análisis de la información	9
3.6 Manejo agronómico del ensayo	9
IV RESULTADOS Y DISCUCIONES	13
4.1 Variables de crecimiento	13
4.2. Variables de rendimiento	14
4.3 Análisis económico	20
V CONCLUSIONES	22
VI LITERATURA CITADA	23
VII ANEXOS	26

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de investigación, primeramente, a Dios el dador de la vida, porque sin él nada de esto fuese posible.

A mis padres María de los Ángeles Canda Pérez y Rumaldo Antonio Alemán Lira, quienes siempre me brindaron su apoyo emocional y económico, me guiaron por el camino del saber y del bien, por estar siempre dándome consejos, porque siempre lucharon para que pudiera alcanzar mis metas, mis más preciados anhelos.

A mis Abuelos Teresa de Jesús Pérez Nicaragua y Pedro Antonio García Canda (q.e.p.d), que aunque ahora no están conmigo, siempre soñaron con verme siendo una profesional, en vida me brindaron su apoyo, y siempre confiaron en mí.

A mi esposo Tony Antonio Vallejo Brenes y a la vez compañero de tesis, por su incondicionalidad hacia mi persona, porque durante todo el proceso de este trabajo estuvo brindándome su confianza, paciencia y dedicación.

A los asesores Ing Msc. Henry Duarte, Ing Jolvin Mejía, por brindarnos su apoyo, y estar presentes en este proceso investigativo.

A los maestros que a lo largo de la carrera nos brindaron de sus conocimientos.

***Br. Martha Lorena Alemán Canda***

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios el señor y dueño de toda sabiduría e inteligencia sobre la faz de la tierra y universo.

A mi mamá María de la Cruz Brenes Roque y a mis hermanos: José Luis Vallejo Brenes, Alba Johanna Brenes Vallejo, María Janeth Vallejos Brenes y Wendy Jennifer Brenes Roque, por el apoyo emocional y económico que me han brindado durante el proceso de mi formación profesional.

A mi esposa Martha Lorena Alemán Canda por estar incondicionalmente conmigo y por creer en mí.

A cada uno de los profesores que dan todo porque los conocimientos de las ciencias agrarias llenen nuestras mentes y corazones.

Al Ing. Msc. Henry Alberto Duarte Canales, Ing. Jolvín Mauricio Mejía Fernández por apoyar y asesorar diligentemente todo el proceso investigativo.

**Br. Tony Antonio Vallejo Brenes**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por su inmenso amor y misericordia hacía con nosotros, por la sabiduría e inteligencia que nos ha regalado para poder culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestros padres y hermanos, por su ayuda, porque siempre nos apoyaron aun en los malos momentos, siempre confiaron en que podíamos lograr nuestros sueños.

A los asesores en especial al Ing. Duarte, por su paciencia e inmensa colaboración en este trabajo investigativo.

A nuestros amigos por la confianza brindada en todo este tiempo.

Al técnico de campo de la Granja Acuícola de la UNA Manuel de Jesús Galán Cisneros por su apoyo y su inmensa ayuda.

*Br. Martha Lorena Alemán Canda*

*Br. Tony Antonio Vallejo Brenes*

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Análisis de suelo en el área experimental	5
2. Análisis de agua en el experimental	5
3. Descripción de los tratamientos evaluados en estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	5
4. Descripción del manejo fitosanitario mediante el uso de productos sintéticos, en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de peces, en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	11
5. Comparación de los valores medios para las variables de crecimiento, en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	14
6. Comparación de los valores medios para las variables de fruto (Flores por planta y frutos por racimo), en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	15
7. Comparación de los valores medios para las variables de fruto en cultivo de tomate variedad Shanty, granja de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	18
8. Rendimiento en kilogramos por hectárea en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en el cultivo de tomate variedad Shanty, granja de cultivo de peces UNA, Managua, 2016	19
9. Presupuesto parcial en estudio de biofertilizante y agua residual de crianza de tilapia, granja de cultivo de peces UNA, Managua, 2016	20
10. Análisis de dominancia en estudio de biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016	21

## I. INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Precipitaciones y temperaturas durante el ensayo	4



## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1. Establecimiento de las plántulas en semillero, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua 2016	27
2. Elaboración de camellones para el establecimiento de tomate. granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua 2016	27
3. Instalación del sistema de riego por goteo, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua 2016	28
4. Cosecha del cultivo de tomate shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua 2016	28
5. Plano de campo	29
6. Ciclo fenológico del cultivo de tomate	29
7. Requerimiento de alimento en base al promedio de peso del pez	30

## RESUMEN

El estudio se realizó, en la “Granja demostrativa de cultivo de peces, UNA” ubicada en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, situada en el kilómetro 12 ½ carretera Norte, Departamento de Managua. Las coordenadas geográficas de la granja son: 12° 08' 36'' latitud Norte y 86° 09' 49'' longitud Oeste, con una elevación de 56 msnm. La precipitación anual es de 1100 a 1600 mm, la temperatura anual es de 27 °C a 40 °C, la humedad relativa promedio anual es de 75 %. El suelo presenta un pH de 7.5 a 8.5 con pendiente entre 0 y 2 %. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de tres biofertilizantes (biomineral, biol, purina de lombriz) y agua residual de la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticos* L) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. SHANTY. Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar, se establecieron tres bloques con cuatro parcelas cada uno. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias por Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) con ayuda del programa Statistical Analysis System (SAS v. 9.1) y análisis de presupuesto parcial (CYMMYT). Las variables de crecimiento evaluadas fueron: diámetro (cm) y altura de planta (cm), variables del fruto: número de racimos por plantas, número de tomates por racimo, diámetro polar y ecuatorial del fruto, volumen del tomate, grados brix y rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Las variables del fruto se tomaron luego de haber realizado cada una de las cosechas a los 66, 70, 75 y 82 ddt (días después del trasplante), encontrando diferencias significativas en las variables: altura de plantas, diámetro de tallo, frutos cosechados por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto, volumen, grados brix y rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). De los cuatro tratamientos en estudio el que mejor rendimiento obtuvo fue el agua residual de la crianza de peces ( $29\ 003.15\ \text{kg ha}^{-1}$ ). Además, el que presentó el beneficio neto (C\$260 886.2) más alto.

**Palabras claves:** *Lycopersicum esculentum* L, *Oreochromis niloticos* L, biofertilizantes

## ABSTRACT

The study was conducted, in the "demonstration of fish farm, a" located on the premises of the National Agrarian University, located at kilometre 12 ½ Road North, Department of Managua. The geographical coordinates of the farm are: 12 ° 08' 36 "North latitude and 86° 09' 49" West longitude, at an elevation of 56 metres above sea level. The annual precipitation is 1100 to 1600 mm, the annual temperature is 27 ° c to 40 ° C, annual average relative humidity is 75%. The soil has a pH of 7.5 to 8.5 slope between 0 and 2%. The objective of this work was to study the effect of three bio-fertilizers (biomineral, biol, purina's worm) and residual water from the breeding of tilapia (*Oreochromis nilotes* L.) on the growth and yield of tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) CV. SHANTY and a complete randomized block design was used, settled three blocks with four plots each. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), separation by Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) with the assistance of the Statistical Analysis System (SAS v 9.1) and analysis of partial budget (CYMMYT). The growth variables evaluated were: diameter (cm) and plant height (cm), the result variables: number of clusters per plant, number of tomatoes per cluster, polar and Equatorial diameter of the fruit, tomato, degrees brix and yield (kg ha<sup>-1</sup>). The variables of the fruit were taken then of having made each one of harvest to 66, 70, 75 and 82 ddt (days after transplantation), finding significant differences in variables: height of plants, stem diameter, fruits harvested by plant, polar and Equatorial diameter of the fruit, volume, degrees brix and yield (kg ha<sup>-1</sup>). Of the four treatments in study that better yield obtained was the residual water from the breeding of fish (29, 003.15 kg ha<sup>-1</sup>). In addition, which presented the net profit (C\$ 260,886.2) higher.

Key words: *Lycopersicum esculentum* L, *Oreochromis nilotes* L, bio-fertilizers

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más tradicionales e importantes del mundo; está catalogado como una buena fuente de vitaminas A y C, y contiene además minerales como: fosforo, cobre, potasio y sodio. Puede ayudar a corregir las deficiencias de esas vitaminas en países en vías de desarrollo (INTA, 2009).

Datos emitidos por la FAO (2012), indican que se produjeron 211 021 843 t de tomate en el mundo, ocuparon un área de 4, 803,680 ha, cultivándose tanto para consumo fresco, como para la industria.

Según FAO (2012), la producción en Centroamérica representó el 0.15 % de la producción mundial. Dentro de la región se puede destacar que el mayor productor de tomate para ese periodo fue Guatemala con 192,207.00 t (44.6 %), en segundo lugar, Honduras con 153,252.00 t (35.6 %), tercer lugar, Costa Rica con 42,424.00 t (9.8 %), en cuarto lugar, El Salvador con 35,886.00 t (8.3 %) y Nicaragua con 7,300.00 t, representando el 1.7 %.

Según Rayo (2001), el tomate se inició a cultivar en Nicaragua en los años 1940, en el municipio de Tisma, departamento de Masaya; posteriormente se distribuyó al resto del país, en la década de los 70 los rendimientos de este cultivo oscilaron entre 4,000 y 5,000 cajas/ 0.70 ha<sup>-1</sup> (5,693 a 7,116 cajas ha<sup>-1</sup>), (64,693 a 80,864 kg ha<sup>-1</sup>).

Se considera que el rendimiento medio a nivel nacional está entre las 30 y 35 toneladas métricas por ha<sup>-1</sup>, los departamentos más productores son Jinotega, Matagalpa y Estelí, a menor escala en las zonas de Malacatoya, Tisma y Nandaime. Existen otras zonas con potencial, como el valle de Jalapa, la meseta de Carazo y algunos valles de los departamentos de Boaco y Chontales (PRIICA, 2016).

El tomate está experimentando un notable crecimiento en su demanda a nivel mundial y local, por lo que se ha intensificado su producción, como una práctica común se están alterando las dosis de fertilizantes sintéticos especialmente nitrogenados (Armata *et al.*, 2001).

Según Nieto (2002), las plantas aprovechan únicamente un 50 % del nitrógeno aportado con el abono, esto supone que el exceso se pierde generalmente por lixiviación o siendo arrastrado por escorrentías a los acuíferos subterráneos o superficiales (ríos, arroyos, lagos, lagunas, etc.) en donde proliferan el crecimiento de algas, otra parte se volatiliza a la atmósfera (uno de los gases que provocan el efecto de invernadero en el planeta), provocan además con el tiempo la salinidad de los suelos; dañando así severamente el ambiente (Gallardo *et al.*, 2009).

El presente trabajo de investigación pretende sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, por lo que las necesidades nutricionales del cultivo serán suplidas por biofertilizantes a base de residuos animales y vegetales, más los residuos de agua (fertirriego) del cultivo de tilapias (*Oreochromis niloticus L.*), evitando que todas las aguas del cultivo de peces vayan a contaminar con sedimentos y residuos minerales las fuentes naturales de agua. Dándole así un doble propósito a la infraestructura (producción de peces, almacenar agua para riego) optimizando y protegiendo el recurso agua y suelo.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluación de tres biofertilizantes (biomineral, biol, purina de lombriz) y agua residual de la crianza de tilapia (*Oreochromis niloticos* L.), sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. SHANTY, Managua, 2016

### 2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de tres biofertilizantes (biol, biomineral, purina de lombriz) sobre crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate.
2. Evaluar el efecto del agua residual del cultivo de tilapias (*Oreochromis niloticos* L.), suministrada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate.
3. Realizar un análisis de costos parcial de los tratamientos en estudio.

### III. MATERIALES Y METODOS

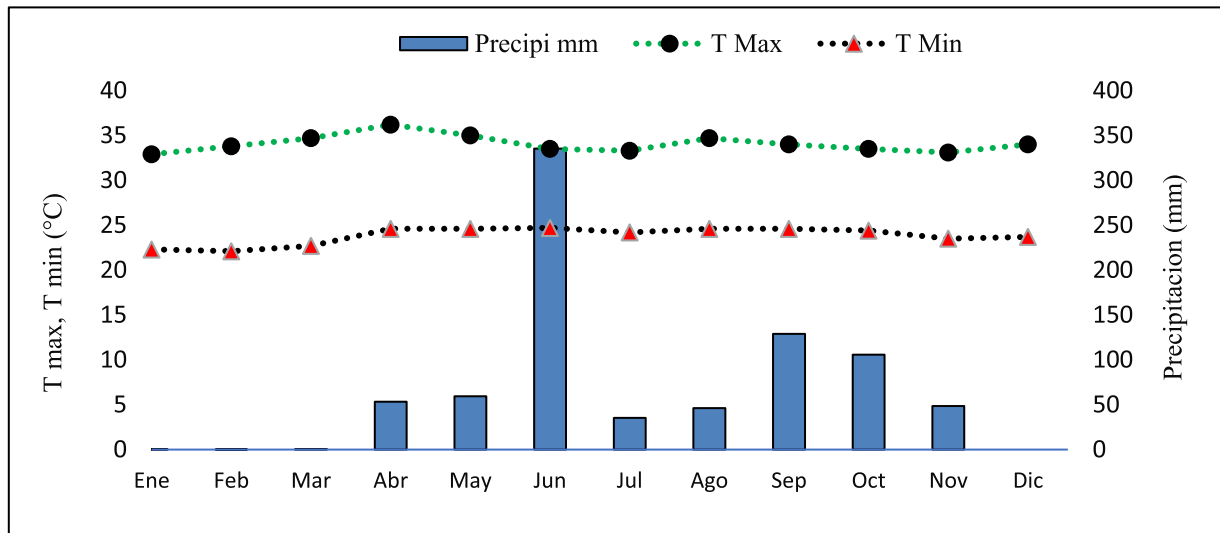
#### 3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se estableció en los meses de Abril a Agosto 2016, en la “Granja demostrativa de cultivo de peces UNA” ubicada en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, situada en el kilómetro 12½ carretera norte, en el departamento de Managua. Las coordenadas geográficas de la zona son: 12° 08' 36" latitud norte y 86° 09' 49" longitud oeste, con una elevación de 56 msnm. La precipitación anual es de 1100 a 1600 mm, la temperatura anual es de 27 °C a 40 °C, la humedad relativa promedio anual es de 75 %, la dirección predominante de los vientos es del este. El suelo presenta un pH de 7.5 a 8.5, con pendiente entre 0 y 2 % (Martínez *et al.*, 2011).

#### 3.2 Características del área experimental

##### 3.2.1 Precipitaciones y temperaturas durante el ensayo

La zona se caracteriza por su clima Tropical de Sabana, tiene una prolongada estación seca y temperaturas altas todo el año. Durante el ensayo se presentaron precipitaciones que oscilaron entre 53 a 353 mm, y temperaturas de 24 a 35 °C.



**Figura 1.** Condiciones climáticas en el área de estudio. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino (INETER, 2016).

### 3.2.2 Análisis de suelo

De acuerdo al análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA) de la UNA, cuadro 1, presentó un pH ligeramente alcalino, materia orgánica pobre, nitrógeno pobre, fosforo y potasio alto.

**Cuadro 1.** Análisis de suelo del área experimental

Análisis inicial							
Prof. Cm	pH	MO	N %	P-disp. Ppm	K meq/100 g	CC	PMP
20	7.5	1.23	0.06	21.81	2.26	35.11	23.86
Análisis después de la cosecha							
20	7.5	2.05	0.35	23.19	2.50	35.11	23.86

*Nota = Prof.= profundidad, MO= Materia Orgánica; N= Nitrógeno; P= fosforo, K= potasio, CC=Capacidad de campo, PMP= Punto de marchitez permanente.*

### 3.2.3 Análisis de agua

De acuerdo al análisis de agua realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA) de la UNA, cuadro 2 indica que los contenidos de calcio y magnesio presentes en el agua residual de crianza de peces son pobres, el contenido de sodio es alto y el de potasio es medio.

**Cuadro 2** Análisis del agua residual de crianza de peces

Cationes meq/100			
Ca	Mg	Na	K
0.08	0.06	4.35	0.25

*Ca=Calcio, Mg= Magnesio, Na= Sodio, K=Potasio*

### 3.3 Diseño metodológico

El ensayo se estableció con un diseño de Bloques Completo al Azar (BCA), Los tratamientos fueron tipos de biofertilizantes (biomineral, biol, purina de lombriz) y agua residual de la crianza de peces. Con cuatro niveles y tres repeticiones, el cual fue distribuido de manera azarizada al momento del trasplante en campo.

**Cuadro 3.** Descripción de los tratamientos evaluados en estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016

Tratamiento	Descripción	Dosis
T <sub>1</sub>	Biomineral	677 litros ha <sup>-1</sup>
T <sub>2</sub>	Biol	677 litros ha <sup>-1</sup>
T <sub>3</sub>	Purina de lombriz	677 litros ha <sup>-1</sup>
T <sub>4</sub>	Agua residual de crianza de tilapia	6771 litros ha <sup>-1</sup>



La dosis aplicada para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub>, está en base a recomendaciones técnicas del fabricante; recomiendan diluir 100 ml de biofertilizante en un litro de agua, esto para evitar lesiones a las plantas (quema de tejidos vegetales). Para el T<sub>4</sub>, la dosis aplicada está en base a un análisis químico del agua.

La dimensión de la parcela fue de 16 m de longitud y 7.2 m de ancho, para un área experimental de 115.2 m<sup>2</sup>, constaba de 9 surcos divididos en parcelas pequeñas de 4 m de largo y 2.5 m de ancho, la distancia de siembra entre plantas y entre surcos fue 0.80 m Para un total de 180 plantas, logrando una densidad poblacional de 15, 625 plantas por hectárea.

**Biomíneral:** Es un producto a base de materiales orgánicos altamente enriquecido con minerales y harina de roca y /o zeolita. Esta tecnología, es utilizada para mejorar la textura y estructura de los suelos, la presencia de microorganismos y la disponibilidad de nutrientes y minerales fácilmente absorbidos por los cultivos en los cuales se utilice (Cooperativa Multisectorial Senderos de Licoroy, R.L, 2013).

**Biol:** es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), rentable ecológicamente y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente, por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores (INIA, 2008).

**Purina de lombriz:** es la deyección de la lombriz, calificado como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos ya que aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta de los cuales carecen con frecuencia los fertilizantes sintéticos. Además que aumentan la calidad y presencia de ácidos húmicos y fúlvicos mejorando las condiciones del suelo, esto hace que el suelo retenga humedad y estabiliza el pH del suelo (Ochoa, 2008).

**Cultivo de peces (piscicultura):** La piscicultura es una rama de la acuicultura, cuyo fin es la producción de peces; mundialmente el pez más usado bajo estos sistemas es la tilapia por su alta rusticidad y demanda en los mercados mundiales (Saavedra, 2006).

Los peces son organismos amoniotélicos por lo que excretan casi todo el nitrógeno en forma de amoníaco (90 %). Solo una pequeña parte (10 %) sale en forma de urea. El principal órgano excretor del amoníaco son las branquias (Mancini, 2002).

Por lo general en los sistemas piscícolas los peces son nutridos con alimentos balanceados que contienen básicamente proteínas y minerales; el pez toma dicho alimento y convierte el nitrógeno de las proteínas en un desecho conocido como “nitrógeno amoniacal”. Los compuestos nitrogenados se componen de amoniaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) y amonio ionizado ( $\text{NH}_4^+$ ), originado en el metabolismo de las proteínas realizada por los peces y la descomposición orgánica de los desechos sólidos (Losordo 1998 citado por CENADAC, 2011).

En una granja común (piscícola) se consume por cada kg de tilapia producido: 1.7 kg de alimento, 3 m<sup>3</sup> de agua, 0.06 m<sup>2</sup> de espacio, 5.8 Kwh de energía y se desechan de 13 a 16 l de líquido concentrado de nitrógeno y fósforo principalmente (Requibrion, 2013). Con una tasa mínima de recambio diario de agua del 5 al 10 % para evitar las acumulaciones de desechos metabólicos (CENADAD, 2011)

### **3.4 Variables a evaluar**

Desde la etapa inicial del cultivo se evaluaron variables: 1. crecimiento: diámetro y altura de planta, 2. variables del fruto: número de racimos por plantas, número de tomates por racimo, diámetro polar y ecuatorial del fruto, volumen del tomate, grados brix y rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).

#### **3.4.1 Variables de crecimiento**

**Altura de la planta (cm).** Se midió con una cinta métrica desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta.

**Diámetro de la planta.** Se midió haciendo uso de un vernier, a diez centímetros de la superficie del suelo.

### **3.4.2 Variables del fruto y rendimiento**

Para la medición de estas variables de frutos y rendimiento se utilizó: balanza, Biker, vernier, refractómetro y bolsas.

**Número de racimos por planta.** Se contabilizó manualmente el número de racimos de tomates por planta en la parcela útil para cada tratamiento.

**Número de frutos por planta.** Se realizó un conteo manual del número de frutos por cada racimo en las parcelas útiles.

**Diámetro polar y ecuatorial del fruto (cm).** Una vez realizada la cosecha de frutos se procedió a medir diámetro polar y ecuatorial a tres frutos por planta de cada parcela útil, con el vernier.

**Volumen del fruto (mm<sup>3</sup>).** Se determinó en por medio de una probeta de 500 ml donde se sumergieron los frutos seleccionados al azar de la parcela útil y se midió el agua desplazada desde su punto estable, hasta la altura de aproximación que alcanza el agua por el peso y volumen del fruto.

**Grados Brix.** Se seleccionaron dos frutos maduros por tratamiento. Luego se procedió a la extracción del jugo, para posteriormente ubicarlo sobre el refractómetro y se observó el porcentaje de grados brix.

**Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).** Se contabilizaron y se pesaron los tomates cosechados de las plantas que representaban la parcela útil.

### 3.5 Análisis de la información

Los datos recopilados de las variables en estudio, se manejaron en hojas electrónicas (Excel 2010) para su posterior análisis con el programa Statistical Analysis System (SAS v. 9.1). Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) sobre variables agronómicas y de rendimiento, estableciéndose en los dos modelos aditivos lineales de la siguiente manera.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3$  Tratamientos

$j = 1, 2, 3$  Repeticiones

$Y_{ij}$  = La  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento

$\mu$  = Media poblacional

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto debido al  $j$ -ésimo repeticiones

$\varepsilon_{ij}$  = Es el error de las interacciones

### 3.6 Manejo agronómico del ensayo

#### Establecimiento del semillero

El semillero se estableció en 180 vasos de poroplast (reciclados), con capacidad de 12 onzas, se depositó una semilla en cada vaso a una profundidad aproximada de un cm, se regaron dos veces al día, en la mañana y en la tarde.

#### Preparación del terreno

Los camellones se hicieron con azadones con una dimensión de 16 m de largo, 0.20 m de ancho y 0.4 metros de alto.

#### Control de malezas

Antes de realizar la siembra se controlaron las malezas de forma manual con azadones, a fin de crear condiciones óptimas para el cultivo y evitar la competencia de las plantas de tomate con las malezas, con una frecuencia de 15 días, desde el trasplante, hasta la cosecha del cultivo. Las malezas arrancadas se dejaron sobre los camellones con el fin de guardar humedad y evitar la emergencia temprana de arvenses.

### **Trasplante**

Se realizó de forma manual, a los 30 días después de la germinación de las semillas, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 20 y 25 cm, enterrando las plantas hasta el cuello de la raíz (aproximadamente a 5 cm de profundidad).

### **Tutoreo y amarre**

Se inició cuando las plantas tenían aproximadamente de 35 a 40 cm de altura utilizando un sistema de espaldera; cada 2 m a partir de los extremos de los surcos se colocaron estacas de bambú de aproximadamente 2 m de largo y entre 15 a 20 cm de diámetro, se colocaron dos hilos de cuerda de nylon a una altura de 10 cm de la superficie del suelo, las otras hileras se colocaron a 15 cm la una de la otra.

### **Riego**

En la etapa de semillero se aplicó riego por la mañana y por la tarde de forma manual haciendo uso de regaderas.

Después del trasplante se utilizó riego complementario por goteo. El agua se tomó de un estanque de cultivo de tilapia (macho); con capacidad de 46 m<sup>3</sup>, una densidad poblacional de 5 peces por m<sup>3</sup>, para un total de 230 peces en el estanque, para lo cual se sembraron los alevines (ocho días antes de usar el agua en el riego) con peso promedio de 100 gramos para una biomasa total de 23,000 gramos al inicio del experimento. Se les suministro a los peces alimento completo, con un contenido proteico de 32 %, dándoles la ración correspondiente a su estado de desarrollo.

Se les dio el 60 % en horas de la mañana (8 am y 11 am) y el 40 % en horas de la tarde (1 pm y 3 pm), reajustándoseles la alimentación cada quince días luego de capturar una muestra de 20 peces para medir peso y talla. Los recambios de agua solo se hicieron cuando se usó el agua en el riego del cultivo de tomate.

La lámina de agua se aplicó en dosis de 2.5 litros de agua por planta y se mantuvo desde el momento del establecimiento definitivo en campo hasta los 45 ddt (días después del trasplante), de los 46 ddt se aplicó una lámina de 5 litros de agua por planta durando hasta los 100 ddt, y de 101 a 120 ddt se aplicaron 2.5 litros de agua por planta, estas láminas de agua se

tomaron en base a los estudios de láminas de riego por goteo en el cultivo de tomate por (Fonseca y Fornos, 2016), con la que se obtuvieron los mejores resultados.

### **Fertilización**

El aporte nutricional se obtuvo de la aplicación del agua residual de crianza de peces suministrada vía riego por goteo, más las aplicaciones de los biofertilizantes con frecuencia de cada 8 días después del trasplante.

### **Aporque**

Se realizaron tres de forma manual usando azadones a los 20, 40, 60 días después del trasplante.

### **Manejo fitosanitario**

Se hizo mediante el uso de productos orgánicos y sintéticos, tomando en consideración aspectos técnicos de manejo preventivo y curativo. Se realizaron muestreos de plagas y enfermedades, mediante métodos visuales, para determinar si era necesario ejercer control.

**Cuadro 4.** Descripción del manejo fitosanitario mediante el uso de productos sintéticos, en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de peces, en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016

	<b>INSECTICIDAS</b>		
<b>Momento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>
08/06/2016	Control de insectos (Aplicación foliar)	Extracto de Neem	50 ml l de agua
20/06/16 02/07/16 07/07/16 14/07/16	Control de insectos (Aplicación foliar)	Cipermetrina	3 ml l de agua
28/06/16 16/07/16 21/07/16 29/07/16	Control de insectos (Aplicación foliar)	ENGEO	3 ml l de agua
	<b>FUNGICIDA</b>		
28/06/16 02/07/16 07/07/16 14/07/16 16/07/16	Control de hongo (Aplicación foliar)	Helmistin	5ml l de agua

## **Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual, cuando los frutos alcanzaron al menos el 50 % de color rojo, se realizó por la mañana (6 - 9 am) para aprovechar temperaturas más bajas y con ello prolongar la vida de anaquel de los frutos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 Variables de crecimiento**

#### **Altura de planta (cm)**

La altura de la planta es uno de los factores de crecimiento que en conjunto con el ahijamiento y otros factores influyen sobre la capacidad fotosintética del cultivo del tomate y hace posible un desarrollo apropiado lo que determinará la productividad de las plantas (Alemán, 1991).

El comportamiento de la variable altura de planta (cm) mostró diferencia significativa en los biofertilizantes evaluados, el mayor promedio los presentó el agua residual de crianza de peces, biomineral y biol con 84.50, 82.64 y 82.64 cm respectivamente, y el menor fue la purina de lombriz con 78.73 cm cuadro 5.

Estos resultados se encuentran por debajo a los reportados por Andrades y Loáisiga (2015), quienes obtuvieron promedios de 212.87 cm a 183.93 cm de altura de planta.

#### **Diámetro de tallo (cm)**

El tallo es la parte de los vegetales que brinda soporte y sostén a la planta, el tallo de las plantas jóvenes del tomate es cilíndrico, más tarde se vuelve angular según las características de las variedades y la influencia del manejo (Mora, 2002).

El diámetro de tallo (cm) mostró diferencias significativas en los biofertilizantes, el mayor promedio lo registro el biomineral y biol con 1.04 cm respectivamente, y el menor fue la purina de lombriz con 0.90 cm cuadro 5. Los resultados obtenidos están similares a los presentados por Andrades y Loáisiga (2015), donde muestra diámetros de 1 a 1.5 cm.



**Cuadro 5.** Comparación de los valores medios para las variables de crecimiento, en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016

Biofertilizantes	Altura de planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)
Biomineral	82.64 a	1.004 a
Biol	82.64 a	1.004 a
Agua residual de crianza de tilapia	84.50 a	0.99 ab
Purina de Lombriz	78.73 b	0.90 b
R <sup>2</sup>	0.76	0.62
C.V	10.61	11.26

Nota: Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (LSD  $\infty$  = 0.05).

## 4.2. Variables de rendimiento

### Numero de flores por planta

El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple de un solo eje o compuesto cuando posee un eje con varias ramas. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo (INTA, 2002).

La variable flores por planta no mostró diferencias significativas. Las apariciones de las primeras flores se observaron a los 25 días después de trasplante. El que mayor número de flores por planta presentó fue el agua residual de crianza de peces con 24.12 y el de menor promedio fue la purina de lombriz con 19.75 cuadro 6. Estos resultados son similares a los reportados por Andrades y Loásiga (2015), los que obtuvieron un rango de 23.8 a 19.7 flores por planta.

### Numero de frutos por racimo

En la variable frutos por racimo no se obtuvo estadísticamente diferencias significativas. El biofertilizante que obtuvo el mayor promedio fue el Biomineral con 21.36, y el menor promedio fue el agua residual de crianza de peces con 15.25 cuadro 6.

**Cuadro 6.** Comparación de los valores medios para las variables de fruto (Flores por planta y frutos por racimo), en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en cultivo de tomate variedad Shanty, granja demostrativa de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016

Biofertilizantes	Racimos por planta	Frutos por racimo
Biomíneral	21.27 a	21.36 a
Biol	22.00 a	16.16 a
Agua residual de crianza de tilapia	24.12 a	15.25 a
Purina de Lombriz	19.75 a	15.37 a
R <sup>2</sup>	0.70	0.76
C.V	8.20	7.31

Nota: Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (LSD  $\infty$  = 0.05).

### Número de frutos por planta

Según Ortega *et al* (2010), el número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de éstas y depende en gran medida del tipo de inflorescencias que posean los cultivares, ya sean simples o compuestas esperándose que racimos compuestos posean un mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos; sin embargo, esto está en función del amarre de los frutos.

En la variable frutos cosechados por planta, no se encontraron diferencias significativas a los 66 y 75 ddt cuadro 7.

A los 70 ddt, se encontró diferencias significativas, el agua residual de crianza de tilapia presentó mayor promedio (5.28) de frutos, el de menor promedio fue la purina de lombriz 2.18 frutos cuadro 7.

Se encontró diferencias significativas a los 82 ddt, el mayor promedio lo obtuvo el agua residual de crianza de tilapia y purina de lombriz con 9.44 y 9.30 frutos respectivamente, y el menor fue el biol con 6.50 frutos cuadro 7. Al sumar los resultados obtenidos en las cuatro cosechas estas se encuentran por encima de los datos presentados por Andrades y Loásiga (2015), quienes obtuvieron de 17.97 a 17.1 frutos por planta.

### **Diámetro polar de frutos (cm)**

El diámetro polar y ecuatorial del fruto son variables que determinan el tamaño y la forma del mismo. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables (Mayorga, 2004).

El diámetro polar (cm) no presentó estadísticamente diferencias significativas a los 70 ddt. Presentó diferencias significativas a los 66, 75 y 82 ddt, obteniendo el mayor promedio el agua residual de crianza de tilapias con 7.87 y 6.49 cm en las dos primeras fechas antes mencionadas, y en la última fecha de las tres anteriores en mención el mayor promedio lo obtuvo el biol con 6.43 cm cuadro 7. Estos resultados son similares a los reportados por Andrades y Loásiga (2015) quienes encontraron frutos de 6.85 cm.

De acuerdo al calibre del fruto los tomates pueden clasificarse como grandes cuando su calibre es mayor de 80 mm, medianos con calibres de 57-80 mm y pequeños los de calibre inferior a 56 mm (Escobar, 1997). En base a lo antes citado la variedad Shanty es de calibre mediano (57 a 80 milímetros).

### **Diámetro ecuatorial de frutos (cm)**

El diámetro ecuatorial (cm) presentó estadísticamente diferencias significativas a los 66 ddt, la mayor media la presentó el agua residual de crianza de tilapia con 4.84 cm. A los 70, 75 y 82 ddt no presentó estadísticamente diferencias significativas cuadro 7. Estos resultados son similares a los reportados por Andrades y Loásiga (2015), quienes obtuvieron frutos de 4.84 cm.

### **Volumen del fruto**

El volumen de los frutos no mostró diferencia significativa a los 66, 75 y 82 ddt. A los 70 ddt mostró diferencia significativa, el biol y agua residual de crianza de tilapia obtuvieron los mayores promedios 71.45 y 71.14 mm<sup>3</sup> respectivamente cuadro 7.

## **Grados Brix**

Arvensis Agro S.A (2014), los grados brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el fruto. (Duarte y Ruiz, 2010) aseveran que el contenido nutritivo y grados brix del fruto varían según la variedad, la fertilidad los suelos y condiciones climatológicas principalmente.

La variable grados brix no mostró diferencias significativas a los 66, 75 y 82 ddt. A los 70 ddt presentó diferencias significativas estadísticas, siendo el mayor promedio el biomineral con 3.10 grados brix cuadro 7.

Olivas y Salgado (2013), consideran que de 4.5-7 grados brix son valores deseados en cuanto a calidad para los frutos de tomate, en base a esta información se considera que el cultivar evaluado se encuentra por debajo de los niveles esperados de calidad.

**Cuadro 7.** Comparación de los valores medios para las variables de fruto en cultivo de tomate variedad Shanty, granja de cultivo de peces, UNA, Managua, 2016

Factores		Ddt	F.plant	D.Pol Cm	D.Ecu Cm	Vol mm <sup>3</sup>	G. brix
Biomíneral			3.54 a	6.96 ab	4.68 ab	87.27 a	2.83 a
Biol			4.58 a	6.60 ab	4.37 b	93.17 a	2.50 a
Agua residual de crianza de tilapia		66	4.50 a	7.08 a	4.84 a	87.39 a	2.37 a
Purina de Lombriz			3.27 a	6.45 b	4.54 ab	71.39 a	2.58 a
	R <sup>2</sup>		0.79	0.73	0.87	0.81	0.69
	C.V		8.85	7.74	10.36	9.42	5.77
Biomíneral			4.27 ab	6.52 a	4.33 a	54.65 a	3.10 a
Biol			3.57 ab	6.56 a	4.53 a	71.45 a	2.66 ab
Agua residual de crianza de tilapia		70	5.28 a	6.79 a	4.45 a	71.14 a	2.50 ab
Purina de Lombriz			2.18 b	6.30 a	4.19 a	55.00 ab	2.33 b
	R <sup>2</sup>		0.94	0.83	0.87	0.75	0.85
	C.V		8.7	8.24	11.69	9.34	8.45
Biomíneral			6.00 a	6.52 ab	4.27 a	57.57 a	3.41 a
Biol			6.25 a	6.38 b	4.47 <sup>a</sup>	63.63 a	2.50 a
Agua residual de crianza de tilapia		75	7.11 a	6.49 a	4.55 a	63.37 a	3.40 a
Purina de Lombriz			5.09 a	6.10 b	4.34 a	75.21 a	3.50 a
	R <sup>2</sup>		0.61	0.71	0.87	0.72	0.86
	C.V		5.71	5.85	8.06	6.74	8.98
Biomíneral			7.54 ab	6.03 b	4.20 a	81.12 a	2.94 a
Biol			6.50 b	6.43 a	4.44 a	59.38 a	2.91 a
Agua residual de crianza de tilapia		82	9.44 a	6.26 ab	4.35 a	59.59 a	3.40 a
Purina de Lombriz			9.30 a	6.26 ab	4.46 a	58.13 a	3.30 a
	R <sup>2</sup>		0.91	0.83	0.85	0.78	0.92
	C.V		5.02	5.81	7.25	9.91	9.58

Nota: Ddt= días después del trasplante; Frut. Plant= frutos por planta; D.Pol=diámetro polar. D.Ecu=diámetro ecuatorial. Vol.=volumen de fruto. G. brix=grados brix. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (LSD  $\infty$  = 0.05).

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

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo, determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético del cultivar; por lo tanto, es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales se relacionan entre sí (Cardenas y Buschting, 2004).

La variable rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) no presentó diferencias significativa a los 75 ddt. Presenta diferencia estadística a los 66, 70 y 82 ddt. El tratamiento agua residual de la crianza de tilapia obtuvo el valor más alto de rendimiento totales ( $29,003.15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y el menor rendimiento fue de  $19,970.35$  kilogramos por hectárea obtenido con el biol.

El rendimiento obtenido con el agua residual de crianza de tilapia supera en  $9,032.8$  kilogramos al biol. El rendimiento está por encima de los obtenidos por Andrades y Loásiga (2015), quienes reportan  $24,971.56 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Cuadro 8.** Rendimiento en kilogramos por hectárea en el estudio de tres biofertilizantes y agua residual de crianza de tilapia en el cultivo de tomate variedad Shanty, granja de cultivo de peces UNA, Managua, 2016

Biofertilizantes	Cosecha 1 (66 ddt)	Cosecha 2 (70 ddt)	Cosecha 3 (75 ddt)	Cosecha 4 (82 ddt)	Total $\text{Kg ha}^{-1}$
	$\text{kg/ha}$				
Agua de crianza de tilapia	6454.73 a	6400.03 a	8506.28 a	10755.48 a	29003.15 a
Purina de lombriz	5141.43 ab	2287.53 ab	7864.08 a	10385.15 a	25473.00 ab
Biofertilizante	4877.68 ab	4524.25 ab	7577.35 a	7771.90 ab	23622.05 ab
Biol	4068.75 b	4959.40 b	5958.63 a	6823.63 b	19970.35 b
$R^2$	0.88	0.68	0.84	0.82	0.86
C.V	8.47	6.93	7.90	6.35	3.76

Nota: Promedios con igual letra no difieren estadísticamente ( $\text{LSD } \infty = 0.05$ )

### 4.3 Análisis económico (C\$)

#### Análisis de presupuesto parcial

Según CYMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en el campo es calcular los costos que varían entre tratamiento, en otras palabras, los costos relacionados a los insumos, los costos de biofertilizante.

**Cuadro 9.** Presupuesto parcial en estudio de biofertilizante y agua residual de crianza de tilapia, granja de cultivo de peces UNA, Managua, 2016

Componentes del presupuesto parcial	Biomíneral	Biol	Purina de Lombriz	Agua residual de crianza de tilapia
Rend. kg. ha <sup>-1</sup>	19,970	23,622	25,473	29,003
Rend. Ajustado al 10%	17973	21259.8	22925.7	26102.835
Precio de venta por kg de tomate en campo C\$	10	10	10	10
Beneficio bruto C\$	179,730	212,598	229,257	261,028
Costos variables C\$	5416.67	8125.00	4062.50	142.1924
Beneficio neto C\$	174,313.3	204,473.0	225,194.5	260,886.2

En el presupuesto parcial se pueden observar los rendimientos obtenidos en el ensayo para cada tratamiento, seguido el ajuste al que fueron sometidos los rendimientos, en este caso fue de 10 %. Se presenta el beneficio bruto, que valora el rendimiento ajustado para cada tratamiento, donde fue necesario conocer el precio de campo del producto (valor de un kilogramo).

La suma de los costos variables, aquí se multiplicó el precio de cada litro de biofertilizante (biomíneral C\$ 6, biol C\$ 4, purina de lombriz C\$ 3 y agua residual de crianza de tilapia (C\$ 0.0105/litro de agua, ENACAL 2016) más el costo de transporte (C\$ 2 por litro), por el total de litros estimados para una hectárea.

Al final del presupuesto parcial se enumeran los beneficios netos el cual se obtuvo restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo. El agua residual de crianza de peces presentó los mayores beneficios netos con C\$ 260,886.2.

## Análisis de dominancia

**Cuadro 10.** Análisis de dominancia de los biofertilizantes en estudio, granja de cultivo de peces UNA, Managua, 2016

Biofertilizante	CV C\$	BN C\$	Dominancia
Agua residual de crianza de tilapia	142.19	260,886.2	No dominando
Purina de lombriz	4062.50	225,194.5	D
Biol	8125.00	204,473.0	D
Bio mineral	5416.67	174,313.3	D

*D: Dominado*

Un tratamiento es dominado cuando tiene utilidad neta menor o igual a los de un tratamiento de costo total más bajo (CYMMYT, 1998).

El análisis económico muestra que el tratamiento más rentable para el productor es el agua residual de crianza de tilapia ya que obtiene los mayores beneficios netos con los menores costos variables.



## V. CONCLUSIONES

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

El biol mostro el valor más alto sobre las variables diámetro del tallo y volumen de los frutos; el biomineral obtuvo las mayores medias en las variables número de frutos por racimo y grados brix.

El agua residual de crianza de tilapia alcanzo el valor más alto sobre las variables de crecimiento: altura de planta; de los frutos y rendimiento: racimos por planta; diámetro polar y ecuatorial y rendimiento totales (29 003.15 kg ha<sup>-1</sup>).

El análisis económico basado en el presupuesto parcial y análisis de dominancia, muestra que el agua residual de crianza de tilapia, obtuvo el mayor beneficio neto (C\$260,886.2).

## VI. LITERATURA CITADA

- Alemán, M.** 1991. Comportamiento agronómico e industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis. ISCA. UNA. Managua, Nicaragua. 39 pp.
- Andrades Chavarría, DD; Loáisiga Jarquín, FA.** 2015. Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2013. Tesis. Ing. Agronómico. Managua, NI. UNA. 38p.
- Arvensis Agro S.A.** 2014. ¿Qué importancia tienen los grados brix en las frutas? ¿Y que son los grados brix? (en línea). Zaragoza, ES. Consultado 20 feb. 2016. Disponible en: <http://www.arvensis.com/blog/que-importancia-tienen-los-grados-brix-en-la-fruta-y-que-son-los-grados-brix/>.
- Armenta B.D; Alcantara GG Baca C.G; Kohashi S.J; Martínez G.A; Valenzuela U.G.** 2001. Relaciones de nitratos y fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. Rev. Chapingo Ser. MX 7:61-75.
- Cardenas J, Buschting w** 2004. Evaluación de dosis de NPK con fertirriego en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.). Trabajo de diploma para optar al grado de ingeniero. Agrónomo Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía Universidad Nacional Agraria, Managua, NL 34p.
- CENADAC.2011.** (Centro Nacional de Desarrollo Acuícola). Introducción a la acuaponía. MX. P 15
- CYMMYT.** 1998. La formulación de recomendaciones a partir de los datos agronómicos: manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada MX, D.F. PP9-33.
- Duarte, HA; Ruiz, M.** 2010. Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de biofertilizantes en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp.) cv, Festival en el Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis. Ing. Agrícola. Managua, NI. UNA. 59 p.
- Escobar, VH.** 1997. Producción de tomate milano bajo invernadero. Bogotá, CO. 4 P.
- Gallardo M; Thompson R.B, Rodriguez J.S.** 2009 Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grow in open substrate. Agric. Water Managua 96:1773-1784.
- INTA** (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2002. Cultivando tomate con menos riesgos (en línea). Consultado 2 feb 2017. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/73793591/TOMATE-INTA#scribd> .

- INTA.** (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2009 producción de hortalizas en huertos. Ed n7. Managua, NI. 12 p.
- INIA,** 2008. Instituto Internacional de Recursos Renovables. Sistema biolsa. Manual de BIOL. 16p
- Jiménez C.B; Cifuentes G. 2005.** El reuso intencional y no intencional del agua en el valle de Tula. 33-35 p.
- Martínez A; Meza N.** 2011. Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum spp.*), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega. Tesis Ing. Managua. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 56p.
- Miguel A. Mancini,** 2002. Introducción a la biología de los peces. (en línea). Consultado el 05 Mar. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/07-introduccion\\_biologia\\_peces.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/07-introduccion_biologia_peces.pdf)
- MIFIC** (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio). 2007. Ficha del tomate (En línea). UNA, Managua-Nicaragua. Consultado 18 Mar. 2016. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE71N583ft.pdf>.
- Mora Aguilar, LM.** 2002. Cultivo del tomate. UNA. Managua, NI. P 2.
- Nieto A; Murillo B; Truyo E; Larringa J; García H.J.** 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas, iterciencia 27:417-426 p.
- Ochoa, J. 2008.** Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos. (En línea), consultado el 15 de abril del 2016. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos12/mncuarto/mncuarto.shtml>.
- Olivas, L; Salgado, L.** 2013. Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de siete genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) bajo sistema de casa malla en el centro experimental Las Mercedes Universidad Nacional Agraria. Tesis Ing. Agronómica. Managua, NI. UNA. 35p.
- Ortega Martínez, LD; et al.** 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero (en línea). Universidad Autónoma Indígena de México. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 6(3). Consultado 2 feb 2017. Disponible en <http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej18articulosPDF/02Tomate%20bajo%20condiciones%20de%20invernadero.pdf>.
- PRIICA** (Programa regional de investigación e innovación por cadenas de valor Agrícola). 2016 Plan de producción, consumo y comercio.

- Rayo, M.** 2001. Caracterización biológica transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el municipio de Santa Lucía, Boaco y la evaluación de diferentes materiales de tomate sometidos a inoculación artificial y natural antes el complejo mosca blanca-Geminivirus. Trabajo de tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pag.1-4.
- Saavedra A.** 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, NI. 24p

## VII. ANEXOS



Anexo 1. Establecimiento de las plántulas en semillero, granja de cultivo de peces UNA, Managua 2016



Anexo 2. Elaboración de camellones para el establecimiento de tomate, granja de cultivo de peces UNA, Managua 2016



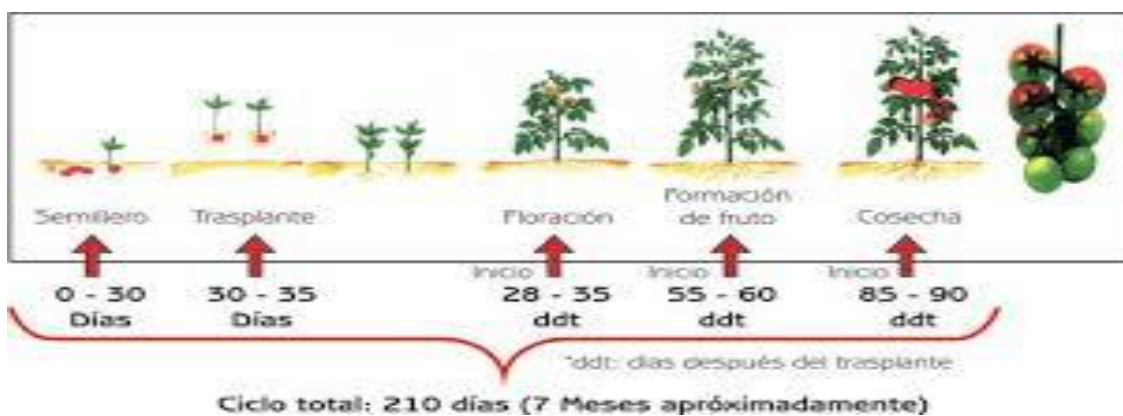
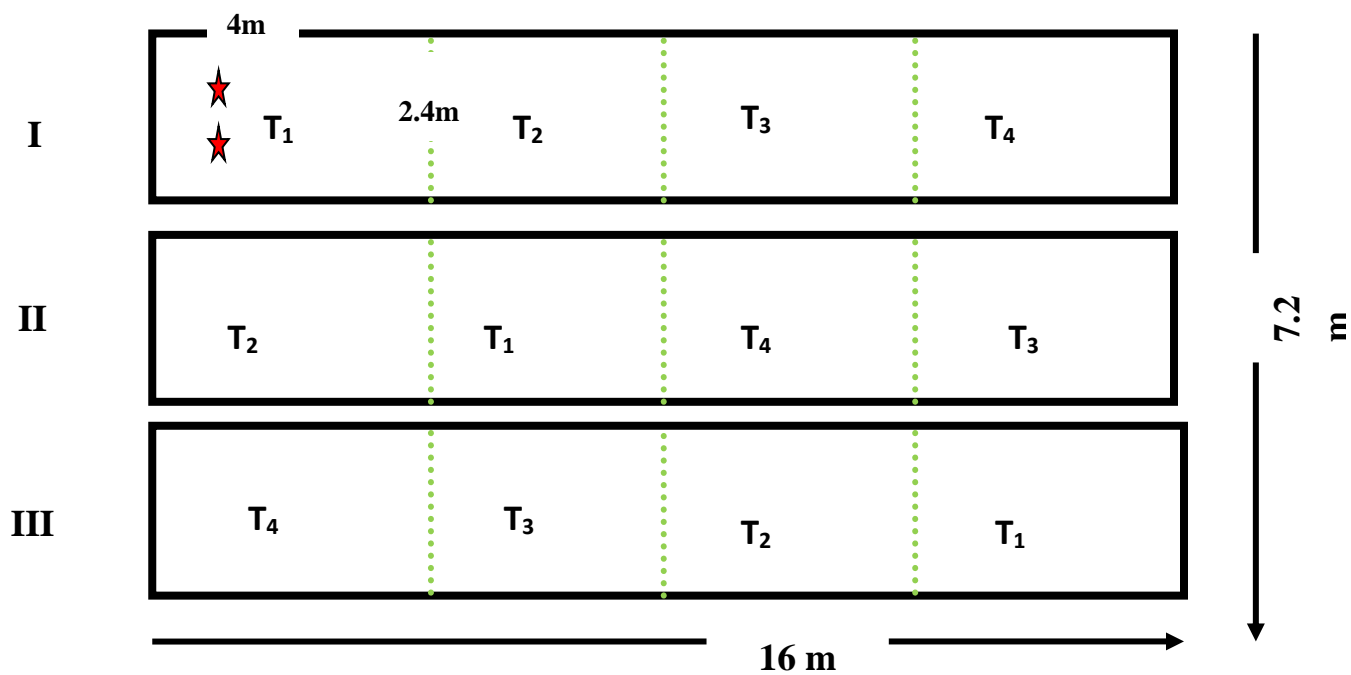


Anexo 3. Instalación del sistema de riego por goteo, granja de cultivo de peces UNA, Managua 2016



Anexo 4. Cosecha de tomate vr. shanty, granja de cultivo de peces UNA, Managua 2016

Anexo 5. Plano de campo



Anexo 6. Ciclo fenológico del cultivo de tomate



Anexo 7.

**Cuadro 11.** Requerimiento de alimento en base al peso promedio del pez

<b>Tamaño del pez</b>	<b>Tipo de alimento (%)</b>	<b>% de peso vivo. Alimento/día</b>
80-100 g	TILAPIA 32% GROWER	2.8
100-200 g	TILAPIA 32% GROWER	2.3
200-300 g	TILAPIA 32% GROWER	2.0
300-400 g	TILAPIA 32% GROWER	1.80