

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Calidad Comercial del Tomate Cultivado con Solución Nutritiva y  
Aspersiones Foliares de Guano

Por:

**LORENZO ANTONIO VÁZQUEZ AGUILAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Calidad Comercial del Tomate Cultivado con Solución Nutritiva y  
Aspersiones Foliare de Guano

Por:

**LORENZO ANTONIO VÁZQUEZ AGUILAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Asesor Principal

Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coasesor

Dr. Armando Robledo Olivo

Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios en primer lugar por darme la fuerza y el coraje para seguir adelante, bendecir mi camino y sobre todo por darme la vida.

A mi Alma, Terra, Mater: por abrirme sus puertas y darme los conocimientos que son mis herramientas principales para competir en esta actividad.

Al Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente; mi asesor principal por haber confiado en mí; por facilitarme todo el material necesario para realizar este presente trabajo de investigación, ya que en esta etapa aprendí muchas cosas que me serán de gran utilidad en el campo laboral.

A los Dr. (s) Alberto Sandoval Rangel y Armando Robledo Olivo, por tomarse el tiempo para poder realizar las correcciones en este trabajo.

## DEDICATORIAS

Con amor a mi familia Vázquez Aguilar por el gran apoyo moral y económico que me han dado durante toda una vida... mil gracias.

Comenzando por el mejor padre del mundo el Sr. Homero Vázquez Pérez, gracias por todo el amor y cariño que me brindas, por enseñarme a trabajar y valorar las cosas y las personas que me rodean, mil gracias por todo... a la madre más linda que puede haber en este mundo, a la Sra. Sara Aguilar Vazquez, por darme ese amor infinito, por ser tan bondadosa, por estar siempre conmigo... siempre estaré infinitamente agradecido contigo...

A los mejores hermanos del mundo por todo el cariño y amor brindado durante toda mi vida; a mi hermanito Luis por todas las aventuras que hemos vivido juntos, a mi hermanito Iván por ser tan divertido, por las risas que me ha ocasionado.

A mi padrino Aarón por los consejos que siempre me ha dado, por siempre preocuparse por mí, lo quiero mucho.

A mi gran amigo de toda la vida; a Joel por tantas y tantas aventuras que hemos vividos y siempre hemos estado en las buenas y las malas, por ser mi compañero desde el kínder.

A Sebastián por ser mi buen amigo desde hace mucho tiempo y que siempre me ha apoyado en los momentos que he necesitado.

A Miguel por ser un gran amigo incondicional que siempre brinda su apoyo sin esperar recompensa alguna.

A mi amiga Amairani por ser una buena persona, por brindarme una amistad, por eso y por muchas cosas te quiero mucho, eres la mejor y siempre te llevare en mi corazón...Te amo.

A mis amigas Enelda y Juanita por ser unas grandes amigas, gracias por todos los momentos divertidos que pasamos juntos.

A T.A. Martina de la Cruz C. gracias por ayudarnos con las herramientas necesarias para realizar los trabajos de análisis en el laboratorio, por eso muchas gracias.

A mis amigos y compañeros de la generación: Eusebio, Dani, Chalo, Ostia, compa John, por esos momentos de alegrías, por contribuir en mi formación académica y personal.

A mis abuelos y tíos que estuvieron para darme un consejo, ya que son pieza calve en mi vida... muchas gracias.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de observar el efecto de aplicación foliar de guano, sobre el crecimiento y calidad comercial del tomate cultivado bajo condiciones de malla sombra. La investigación se realizó en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila. El experimento se estableció usando como medio de cultivo sustrato peat-moss y perlita, a una relación de 50:50, y contenedores de polietileno color negro con capacidad de 10 L, se utilizó variedad de tomate de crecimiento determinado llamada "Floradade". Se evaluaron 4 diferentes dosis de guano de murciélago: 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 mL.L<sup>-1</sup>. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, altura de planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, diámetro polar de fruto, grados brix, firmeza, pH de fruto, número de lóculos por fruto, diámetro basal y vitamina C. Los resultados demostraron la influencia de las diferentes concentraciones de guano de murciélago. Los mejores resultados se observaron en las variables altura de planta, diámetro basal, diámetro ecuatorial, diámetro polar, firmeza de fruto, grados Brix, número de lóculo y peso de fruto, con las concentraciones de 0.5, 1 y 1.5 mL.L<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** fertilización orgánica, nutrición.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	xi
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>INDICE DE APENDICE</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>1.1. Objetivo general</b> .....	2
<b>1.2. Objetivos específicos</b> .....	2
<b>1.3. Hipótesis</b> .....	2
<b>I. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1. Historia y origen</b> .....	3
<b>2.2. Clasificación taxonómica</b> .....	3
<b>2.3. Características morfológicas</b> .....	3
2.3.1. Tallo.....	3
2.3.2. Hojas.....	4
2.3.3. Raíz .....	4
2.3.4. Flor.....	4

2.3.5. Fruto .....	5
2.3.6. Semilla .....	5
<b>2.4. Requerimientos climáticos.....</b>	<b>5</b>
2.4.1. Luminosidad .....	5
2.4.2. Temperatura .....	6
2.4.3. Humedad relativa.....	7
2.4.4. Sustrato .....	7
2.4.5. Suelo.....	8
<b>2.5. Tipos de fertilizantes orgánicos .....</b>	<b>8</b>
2.5.1. Composta .....	8
2.5.2. Lombricomposta .....	8
2.5.3. Bokashi .....	9
2.5.4. Fertilizante Líquido Orgánico .....	9
2.5.5. Guano .....	9
<b>2.6. Fertilización foliar .....</b>	<b>9</b>
2.6.1. Antecedentes .....	9
2.6.2. Mecanismo de absorción foliar de nutrientes.....	10
2.6.3. Factores que influyen en la fertilización foliar .....	10
<b>2.7. Importancia socioeconómica del tomate.....</b>	<b>11</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>12</b>

<b>3.1. Localización del experimento</b> .....	12
<b>3.2. Material vegetativo</b> .....	12
<b>3.3 Manejo del cultivo</b> .....	12
3.3.1. Siembra .....	12
3.3.2. Trasplante .....	12
3.3.3. Riego .....	13
3.3.4. Tutorado .....	13
3.3.5. Podas de formación .....	13
<b>3.4. Nutrición</b> .....	13
3.4.1. Plagas y enfermedades presentes en el cultivo.....	14
<b>3.5. Cosecha</b> .....	14
<b>3.6. Descripción de los tratamientos</b> .....	14
<b>3.7. Aplicación de los tratamientos</b> .....	15
<b>3.8. Diseño Experimental</b> .....	15
<b>3.9. Variables evaluadas</b> .....	15
3.9.1. Altura de planta.....	15
3.9.2. Diámetro basal.....	15
3.9.3. Diámetro ecuatorial de frutos.....	15
3.9.4. Diámetro polar de frutos. ....	15
3.9.5. Firmeza.....	16

3.9.6. Grados brix.....	16
3.9.7. Número de hojas.....	16
3.9.8. Numero de lóculos por fruto.....	16
3.9.9. Peso de frutos.....	16
3.9.10. PH del fruto.....	17
3.9.11. Vitamina C.....	17
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Altura de planta .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Diámetro basal .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Diámetro Ecuatorial .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4. Diámetro polar.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Firmeza de fruto .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. Grados brix.....</b>	<b>24</b>
<b>4.7. Número de hojas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.8. Número de lóculos por fruto.....</b>	<b>26</b>
<b>4.9. Peso de fruto .....</b>	<b>27</b>
<b>4.10. PH de fruto.....</b>	<b>29</b>
<b>4.11. Vitamina C.....</b>	<b>30</b>
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>31</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>

<b>VII. APENDICES</b> .....	39
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	48

### **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro I.</b> Las concentraciones de los nutrientes.....	23
---	----

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Comportamiento de las medias para la variable altura de planta de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	19
<b>Figura 2.</b> Comportamiento de las medias para la variable diámetro basal, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	20
<b>Figura 3.</b> Comportamiento de las medias para la variable diámetro ecuatorial de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	21
<b>Figura 4.</b> Comportamiento de las medias para la variable diámetro polar de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	22
<b>Figura 5.</b> Comportamiento de las medias para la variable firmeza de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	23
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de las medias para la variable grados brix, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	24

<b>Figura 7.</b> Comportamiento de las medias para el variable número de hojas por planta de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	25
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de las medias para la variable número de lóculos, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	26
<b>Figura 9.</b> Comportamiento de las medias para la variable peso de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	28
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de las medias para la variable pH de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.....	29
<b>Figura 11.</b> Comportamiento de las medias para la variable contenido de vitamina C en frutos de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano expresada en (mg/100g).....	30.

## INDICE DE APENDICE

<b>Apéndice 1.</b> Análisis de varianza para la variable de altura de planta de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	39
<b>Apéndice 2.</b> Análisis de varianza para la variable de diámetro basal de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	39
<b>Apéndice 3.</b> Análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	39
<b>Apéndice 4.</b> Análisis de varianza para la variable de diámetro polar de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	40

<b>Apéndice 5.</b> Análisis de varianza para la variable firmeza de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	40
<b>Apéndice 6.</b> Análisis de varianza para la variable de cantidad de grados brix por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	40
<b>Apéndice 7.</b> Análisis de varianza para la variable de número de hojas de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	41
<b>Apéndice 8.</b> Análisis de varianza para la variable de número de lóculos por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	41
<b>Apéndice 9.</b> Análisis de varianza para la variable de peso de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	41
<b>Apéndice 10.</b> Análisis de varianza para la variable de pH de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	42
<b>Apéndice 11.</b> Análisis de varianza para la variable de vitamina C de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	42
<b>Apéndice 12.</b> Comparación de medias para altura de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	42
<b>Apéndice 13.</b> Comparación de medias para diámetro basal de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	43
<b>Apéndice 14.</b> Comparación de medias para diámetro ecuatorial de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	43

<b>Apéndice 15.</b> Comparación de medias para diámetro polar de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	44
<b>Apéndice 16.</b> Comparación de medias para firmeza de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	44
<b>Apéndice 17.</b> Comparación de medias para grados brix por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	45
<b>Apéndice 18.</b> Comparación de medias de número de hojas de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	45
<b>Apéndice 19.</b> Comparación de medias para número de lóculo de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	46
<b>Apéndice 20.</b> Comparación de medias para peso de fruto de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	46
<b>Apéndice 21.</b> Comparación de medias para pH de fruto de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	47
<b>Apéndice 22.</b> Comparación de medias de vitamina C por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.....	47

## I. INTRODUCCION

El tomate (*lycopersicum esculentum Mill.*) es de los productos hortícolas de mayor importancia a nivel mundial, cuenta con niveles de exportación aportando alrededor de un 35% de la producción de México al mercado de Estados Unidos (USDA, 2015).

En la última década, los sistemas de producción de tomate se han estado incorporando tecnologías; tales como; cubiertas de plástico, riego por goteo, fertirriego, mallas sombras y sistemas hidropónicos, el que ofrece un mayor control de los factores bióticos y abióticos para la producción de hortalizas (Howard, 1998; Robles,1999).

Las aplicaciones foliares de nutrimento, reguladores de crecimiento o estimulantes, ha sido una estrategia para contrarrestar efectos de estrés, estimular el desarrollo o de forma general, modificar el metabolismo de la planta, buscando una respuesta específica. En la actualidad los productos utilizados en su mayoría proceden de síntesis química, por lo cual en un futuro se prevén restricciones para su uso, por ello es importante buscar opciones de productos naturales o más amigables con el medio ambiente y que permita continuar utilizando las ventajas de las aplicaciones foliares.

Por tal motivo en la presente investigación se realizó en función de las diferentes concentraciones de guano de murciélago como fuente de fertilizante orgánico para complementar la nutrición de la planta y así determinar el rendimiento, crecimiento y calidad de frutos.

### **1.1. Objetivo general**

Determinar el rendimiento agronómico y calidad comercial del tomate mediante la aplicación foliar de guano de murciélago.

### **1.2. Objetivos específicos**

Identificar el efecto del guano de murciélago en parámetros agronómicos de las plantas de tomate.

Cuantificar la calidad comercial de los frutos al momento de la cosecha.

### **1.3. Hipótesis**

El cultivo de tomate mostrara un comportamiento heterogéneo en función de la aspersión foliar del guano.

## I. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Historia y origen

El tomate o jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), especie cultivada originaria de América y al parecer domesticado por primera vez en México, es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente, debido a su alto nivel de consumo, por lo que constituye una de las principales fuentes de vitaminas y minerales (Nuez, 1999).

### 2.2. Clasificación taxonómica

Su actual clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: *Plantae*, Subreino: *Tracheobionta*, Divicion: *Magnoliophyta*, Clase: *Magnoliopsida*, Subclase: *Asteridae*, Orden: *Solanales*, Familia: *Solanaceae*, Genero: *Solanum*, Especie: *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme* y *pimpinellifolium*

Fuente: USDA, 2012.

### 2.3. Características morfológicas

#### 2.3.1. Tallo

La altura de la planta esta procedida por el desarrollo del tallo, que después de haber producido hojas sobre sus diversos nudos, acaba en una inflorescencia apical o en un racimo estéril y en su longitud, el tallo principal lleva hojas, frutos e inflorescencias. Entre tanto, en la axila de muchas hojas, según el vigor de la planta, otras yemas se desarrollan procediendo del modo descrito para el tallo principal, formándose hojas, flores y frutos sobre el tallo secundario ( Anderlini,1976).

### **2.3.2. Hojas**

Las hojas son compuestas, formadas por siete, nueve y algunas veces, por once hojas sencillas. Como todas las partes verdes de la planta, las hojas estas provistas de pelos granulosos que segregan, al tocarlas, sustancias de color ocre (Anderlini, 1976).

### **2.3.3. Raíz**

La raíz que presenta el tomate es superficial y está constituido por la raíz (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. En la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbente especializados en tomar agua y nutrientes, además el córtex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo, *et al.*, 2007).

El sistema radicular consta de una raíz principal corta y débil (pivotante) y raíces secundarias o adventicias muy numerosas y potentes (Castillas-Prados, 2001).

### **2.3.4. Flor**

La inflorescencia consta de flores dispuestas en racimos cortos o alargados, a veces ramificados, ubicados generalmente en las bifurcaciones de los tallos o bien en los nudos. La flor consta de el cáliz de 5 sépalos angostamente triangulares, puntiagudos; la colora amarilla, en forma de estrella de 5 puntas (raramente más, hasta 9 principalmente en plantas cultivada); 5 estambres, con sus ápices delgados están unidas entre sí rodeando al estilo (Canabio, 2015).

### **2.3.5. Fruto**

El fruto del tomate es una baya compuesta por varios lóculos; el color más común de los frutos es el rojo, pero existen amarillo, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial de 10 cm (Valadez, 1997).

El fruto es una baya, vi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos mg hasta unos 600g por pieza y está constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Castillas-Prados, 2001).

### **2.3.6. Semilla**

La semilla es pequeña de 0.25 cm de longitud y está formada por el embrión, endospermo y testa o cubierta seminal. En el endospermo se encuentran los nutrientes necesarios para el desarrollo del embrión. El embrión es una planta en el estado juvenil y está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula (Jaramillo *et al.*, 2007).

La semilla de tomate es aplanada y de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 3 x 2 x 1 mm; está constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal (Muñoz, 2009). En un gramo hay aproximadamente de 300 a 350 semillas (Rodríguez *et al.*, 2008).

## **2.4. Requerimientos climáticos**

### **2.4.1. Luminosidad**

La luz o régimen luminoso es otro factor importante en la producción de tomate. Los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas, sus

necesidades oscilan entre las 8 y 16 horas luz al día ya que están relacionados principalmente con la fotosíntesis y la transpiración vegetal (Gómez *et al.*, 2010).

Valores de luminosidad menores a 6 horas luz al día pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta, en los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. Las plantas son organismos que carecen de movilidad, por lo que desarrollan una serie de adaptaciones en el tamaño, composición y eficiencia de los sistemas de captura de radiación que compensan las variaciones en la disponibilidad de energía solar (Geiger y Servaites, 1994).

#### **2.4.2. Temperatura**

A la planta del jitomate le favorece el clima caliente, que es entre 18 y 27°C, pues a más altas temperaturas mayores será la velocidad de crecimiento. Sin embargo, bajo condiciones de baja luminosidad las temperaturas diurnas y nocturnas se deben mantener bajas, de lo contrario tendremos plantas débiles con floración raquítica debido a que la energía proporcionada por la fotosíntesis será inadecuada para la velocidad de crecimiento (León, 2001).

Las temperaturas clave en el cultivo del jitomate son (León, 2001): en la etapa de germinación la mínima es de 10 °C, la máxima de 35 °C y la óptima varía entre 25 y 29 ° C. En la etapa de desarrollo la temperatura diurna debe estar entre 18 y 23 °C, mientras que la nocturna entre 16 y 18 °C. La temperatura de las raíces debe mantenerse entre 22 a 25 °C.

### **2.4.3. Humedad relativa**

La humedad relativa es considerada uno de los factores, que mayor incidencia tiene sobre la productividad y calidad de los frutos del tomate (Colombo y Obregón, 2008)

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%, con las humedades superior al 80% se incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea ya que el polen se apelmaza (Castro *et al.*, 2014).

La ausencia de control climático en el invernadero produce grandes variaciones diarias de la humedad relativa. El contenido de humedad de la atmósfera incide sobre: el turgor celular, la expansión foliar, el crecimiento y desarrollo aérea y radicular de la planta (Montero, 2012).

### **2.4.4. Sustrato**

El término sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, natural o de síntesis distinto al suelo *in situ*, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o mezcla, permite el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento del cultivo que puede intervenir o no en la nutrición de la planta (Castellanos y Vargas, 2009).

Los cultivos sin suelo suelen clasificarse en cultivos hidropónicos (cultivos en agua, más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivos sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico), los cultivos sin suelo pueden funcionar como sistemas abiertos, a solución perdida, no re circulante, o como sistemas cerrados, con recirculación de las soluciones nutritivas (FAO, 1990).

#### **2.4.5. Suelo**

Otro de los factores importantes a considerar es el tipo de suelo, los suelos más adecuados para el cultivo de tomate son aquellos que poseen una buena textura y un buen drenaje superficial e interno; de manera tal que los suelos arenosos, arenos-arcilloso, arcilloso-arenoso y fluvisioles son los que se utilizan regularmente para este cultivo. En la producción, generalmente se emplean los suelos más ligeros en siembras tempranas, y los de mayor capacidad de retención de humedad en las siembras de época óptima y tardía (Casanova *et al.*, 2007).

### **2.5. Tipos de fertilizantes orgánicos**

#### **2.5.1. Composta**

La composta es un tipo de bioabono, que se da por la degradación biológica de los materiales orgánicos, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termófilas como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos (Rodríguez *et al.*, 2009).

#### **2.5.2. Lombricomposta**

La lombricomposta es el abono elaborado por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), y es un conjunto de heces que excretan estos organismos y que tiene la misma apariencia y olor a la tierra negra, es un sustrato con gran uniformidad, contenido nutrimental y una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de agua (Mendoza, 2008).

### **2.5.3. Bokashi**

El bokashi es un abono orgánico de origen japonés cuyo nombre significa “materia orgánica fermentada”. Es un abono inicialmente utilizado por los agricultores japoneses, como un mejorador del suelo y para aumentar la actividad microbiana, en general es un mejorador de las condiciones físicas y químicas del suelo, y un preventivo de enfermedades (Masaki *et al.*, 2000).

### **2.5.4. Fertilizante Líquido Orgánico**

Es un abono líquido que se prepara en frío y de manera aeróbica, y cuyo elemento base es el estiércol. Generalmente se enriquece con otros productos como: melaza, harina de rocas, roca fosfórica, leche, harina de hueso, cenizas etc. y se utiliza para para nutrir a las plantas y prevenir las enfermedades (Félix *et al.*, 2008).

### **2.5.5. Guano**

El guano es una mezcla de excrementos las cuales entran a un proceso de fermentación sumamente lento, permitiendo mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes (Torres, 2006).

## **2.6. Fertilización foliar**

La capacidad de las hojas de la planta para absorber agua y nutrientes (Fernández y Eichert, 2009).

### **2.6.1. Antecedentes**

La fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años. En 1844 se reporta que en Francia se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la

clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente. Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente (Eibner, 1986).

### **2.6.2. Mecanismo de absorción foliar de nutrientes**

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja (Franke, 1986).

### **2.6.3. Factores que influyen en la fertilización foliar**

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. Con relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de

considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (Kovacs, 1986).

### **2.7. Importancia socioeconómica del tomate.**

El cultivo del tomate en México tiene una trascendencia social muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con el cultivo del tomate. El cultivo del tomate es una importante fuente de empleo para un considerable número de familias en México. Se estima que para la producción de 75,000 hectáreas de tomate se emplean a 172 mil trabajadores de campo abierto. El cultivo del tomate trae aparejado consigo mismo una fuerte fluctuación migratoria de personas originarias de estados como Oaxaca, Zacatecas, Guanajuato, Guerrero y Veracruz, principalmente; por ser estos estados que aportan una proporción considerable de trabajadores agrícolas a las principales regiones de cultivo del tomate (ASERCA, 2008). El tomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo, polvo, etc. (Fernando y Nuez, 1995).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización del experimento**

La presente investigación se realizó en un área experimental del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México a los 25° 21' Latitud Norte y 101° 02' Longitud Oeste, a una altura de 1758 msnm.

#### **3.2. Material vegetativo**

Como material biológico se utilizaron plántulas de tomate de hábito determinado de la variedad Floradade que es una planta de crecimiento determinado.

#### **3.3 Manejo del cultivo**

##### **3.3.1. Siembra**

Se realizó el día 17 de abril de 2016, la germinación fue el 26 de abril. Se utilizó 1 charola de polietileno de 200 cavidades utilizando como sustrato peat-moss y perlita colocando una semilla por cavidad, colocada en una cámara de germinación bajo condiciones de invernadero.

##### **3.3.2. Trasplante**

Se seleccionaron plántulas uniformes, con buen sistema radicular, se tomó el tamaño promedio de 15 cm. El trasplante se realizó en bolsas de polietileno con capacidad de 5 litros utilizando peat-moss y perlita en la relación de 50:50. El trasplante se realizó el 7 de junio de 2016.

### **3.3.3. Riego**

El primer riego que se realizó fue después del trasplante, aplicándole 0.5 L de agua a cada bolsa, posteriormente los riegos eran cada tercer día o dependiendo de la demanda de las plantas, estos riegos fueron aumentando conforme al desarrollo del cultivo, hasta llegar a aplicar 3.5 L por planta al día para evitar problemas en la planta y frutos.

### **3.3.4. Tutorado**

Se utilizó hilo de polietileno amarrado a cables transversales de acero inoxidable los cuales soportaban el peso del cultivo y la conducción se hizo el 30 de julio de 2016.

### **3.3.5. Podas de formación**

Esta práctica se realizó en el momento de las primeras salidas de chupones, para dejar un solo tallo principal, posteriormente los chupones se eliminaban conforme iban surgiendo del eje axial entre los tallos y ramas.

## **3.4. Nutrición**

Se utilizó la solución nutritiva Steiner (1961).

La nutrición se llevó a cabo de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, para la etapa de inicio se utilizó la solución nutritiva Steiner al 25%, para la etapa de desarrollo se utilizó la solución nutritiva Steiner al 50%, para la etapa de floración se utilizó la solución nutritiva Steiner al 75% y para la etapa de producción se utilizó la solución nutritiva Steiner al 100%.

### 3.4.1. Plagas y enfermedades presentes en el cultivo

Se presentaron las siguientes plagas: Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westw), Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis Boisduval*), utilizando como materia activas para su control; extracto de ajo respectivamente.

### 3.5. Cosecha

La primera cosecha se realizó el 25 de agosto de 2016, a los días después de la siembra, cuando el tomate alcanzó el calibre deseado y empezó a tener cambio de color y los índices de cosechas indicados. Se realizaron 4 cortes durante todo el ciclo y se cortaron en promedio 4 frutos por racimo.

### 3.6. Descripción de los tratamientos

Se utilizó un tipo de fertilizante orgánico llamado guano de murciélago a diferentes dosis de concentración, quedando los tratamientos como se describen en el cuadro I.

**Cuadro I.** Descripción de los tratamientos del experimento.

Tratamiento	Modo de aplicación	Dosis de guano de murciélago	Solución nutritiva
T1 ( Testigo )	Foliar	Sin aplicación	+ S. Nutritiva
T2	Foliar	0.5 ml.L <sup>-1</sup>	+ S. Nutritiva
T3	Foliar	1 ml.L <sup>-1</sup>	+ S. Nutritiva
T4	Foliar	1.5 ml.L <sup>-1</sup>	+ S. Nutritiva
T5	Foliar	2 ml.L <sup>-1</sup>	+ S. Nutritiva

### **3.7. Aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos se aplicaron cada semana hasta la cosecha. Comenzando el 22 de junio de 2016 y terminando el 10 de agosto de 2016.

### **3.8. Diseño Experimental**

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones siendo la unidad experimental una maceta con una planta, los datos se analizaron bajo un análisis de varianza con pruebas de comparación de medias de LSD de Fisher ( $p \leq 0.05$ ). En el Statistical Analysis System versión 9.0.

### **3.9. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas y su forma de medición se mencionan a continuación.

**3.9.1. Altura de planta.** Para medir la altura de la planta se realizó con un flexómetro, esto se realizó después de la cosecha, se midieron desde de la base del tallo hasta el ápice de estas.

**3.9.2. Diámetro basal.** Para realizar la medición de esta variable, se utilizó un vernier electrónico, en el cual se colocaba en la base del tallo para tomar la medición del diámetro con el que contaba.

**3.9.3. Diámetro ecuatorial de frutos.** Para la determinación del diámetro ecuatorial se utilizó un vernier electrónico, la toma consistió en tomar la medición del ecuador del fruto y posteriormente tomar el dato. Se tomó 4 racimos y 4 frutos por racimo.

**3.9.4. Diámetro polar de frutos.** Para la determinación del diámetro polar, se realizó el mismo procedimiento del diámetro ecuatorial, consistiendo en la utilización

de un vernier electrónico y después en la toma de medición polar y posteriormente tomar el dato.

**3.9.5. Firmeza.** Esta variable se midió con un penetrómetro FRUIT PRESSURE TESTER, modelo FT 327 (3-27 Lbs.), el cual cuenta con dos puntillas una de 8 mm y otra de 11 mm, lo cual consistió en colocar una puntilla de 8 mm, posteriormente se tomó firmemente el fruto y se introdujo el penetrómetro hasta la marca y se prosiguió a tomar la lectura en  $\text{kg.cm}^2$ .

**3.9.6. Grados brix.** Para tomar esta medida se requirió un refractómetro electrónico, modelo HI 96801 en el cual primero se tomó un agotas de agua desionizada para calibrar el aparato posteriormente se colocó una gota de jugo del tomate sobre el lector del aparato y se tomó la lectura.

**3.9.7. Número de hojas.** De las plantas utilizadas en el experimento, se procedió a cuantificar el número total de hojas por planta, para reportarlas se promediaron los datos.

**3.9.8. Numero de lóculos por fruto.** Se precedió a tomar un fruto y luego cortarlo en el lado ecuatorial y posteriormente contar la cantidad de lóculos que la muestra tenía.

**3.9.9. Peso de frutos.** Para realizar la determinación de esta variable fue necesario realizarla con todos los frutos cosechados, con el fin de llevar un registro, para realizarlo fue necesario colocar el fruto en el plato de la balanza analítica marca AND, modelo HR-200 y posteriormente tomar el dato correspondiente.

**3.9.10. PH del fruto.** Para obtener esta variable se tuvo que cortar a la mitad el fruto posteriormente se exprimió las dos mitades del fruto para así obtener la mayor cantidad de jugo y colocarlo en un vaso de precipitado de 25 ml, luego se procedió a introducir el potenciómetro marca HANNA dentro del vaso de precipitado que contenía el jugo del fruto y finalmente se tomó los datos que el potenciómetro indicaba.

**3.9.11. Vitamina C.** Para la determinación de vitamina C primero se pesaron 20 g de muestra y se colocaron en un mortero, se le agregaron 10 ml de HCL al 2% y se procedió a triturar ( hasta obtener una consistencia blanda sin ningún sólido), una vez triturado se le agregaron 100 ml de agua destilada y se homogeneizó, después se colocó un filtro que contenía una gasa y se recibió el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se midió el volumen que contenía el matraz, posterior se colocaron 3 alícuotas de 10 ml cada una y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 125 ml , después en una bureta se midió un volumen conocido del reactivo Thielman y se procedió a la titulación la cual consistió en agregar reactivo hasta que apareciera un cambio de coloración y no desapareciera en 30 segundos y se anotó el gasto del reactivo. Una vez teniendo lo anterior se procedió a colocar el contenido de vitamina C presente en la muestra mediante la operación que se muestra a continuación.

Fórmula para la determinación de contenido de vitamina C.

$$\text{mg/100g de vitamina C} = \frac{\text{VRT} \cdot 0.088 \cdot \text{VT} \cdot 100}{\text{VA} \cdot \text{P}}$$

Donde:

VTR= Volumen gastado en ml del reactivo de Thielman.

0.088= Miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielman.

VT= Volumen total en ml del filtrado de vitamina C en HCl

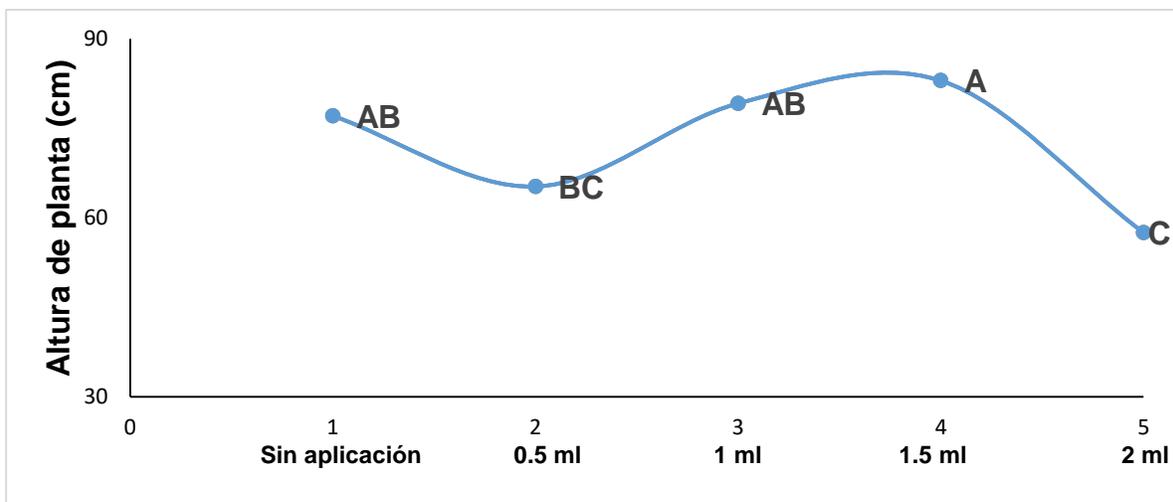
VA= Volumen en ml de la alícuota valorada.

P= Peso de muestra en gramos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Altura de planta

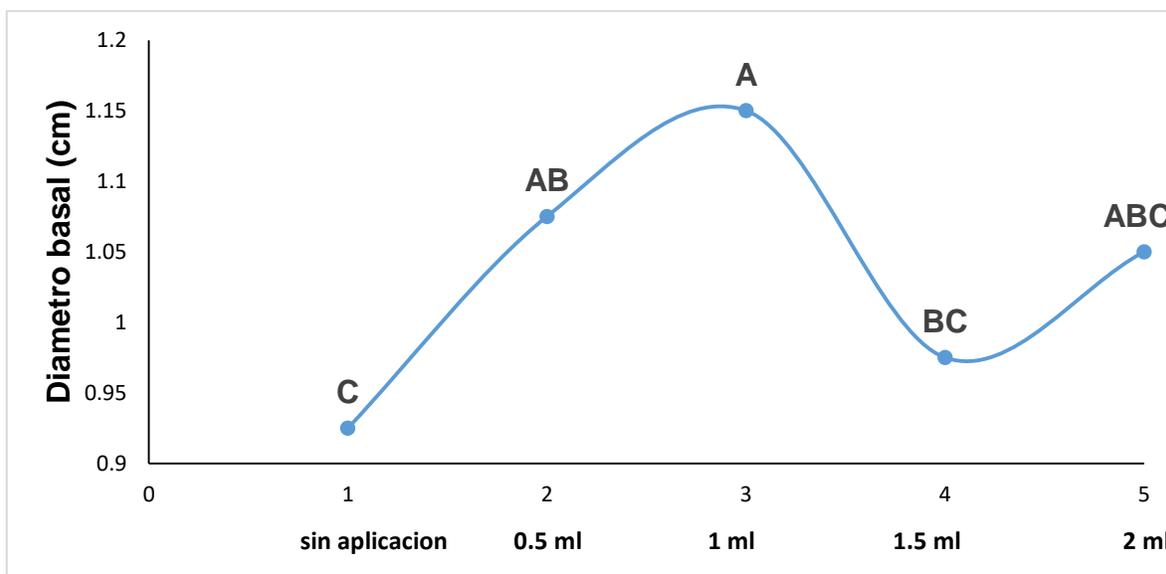
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para la variable altura de planta, no se observa un efecto bien definido de la aplicación foliar del guano sobre la altura de la planta, aun y cuando a altas dosis parece reducirse la altura, el tratamiento 4 ( $1.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) supero al resto de los tratamientos en altura de planta, obteniendo un valor de 83 cm en comparación del tratamiento 5 ( $2 \text{ mL.L}^{-1}$ ) quien obtuvo un valor de 57.52 cm, siendo éste el menor valor obtenido. Autores como Arcilla, *et al.*, (2001) evaluaron diferentes sustratos sobre el crecimiento de las plántulas de tomate y encontraron que la fuente de abono orgánico aplicado contribuyó a un mayor crecimiento en altura de la planta. Similares resultados para la altura de la planta fueron obtenidos por Vázquez *et al.*, (2015) cuando aplicaron compost y té de compost en el crecimiento del cultivo del tomate y con Arteaga *et al.*, (2006) en un experimento de campo, al trabajar con la variedad de tomate Amalia y diferentes diluciones de humus líquido extraído de vermicompost.



**Figura 1.** Comportamiento de las medias para la variable altura de planta de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano.

## 4.2. Diámetro basal

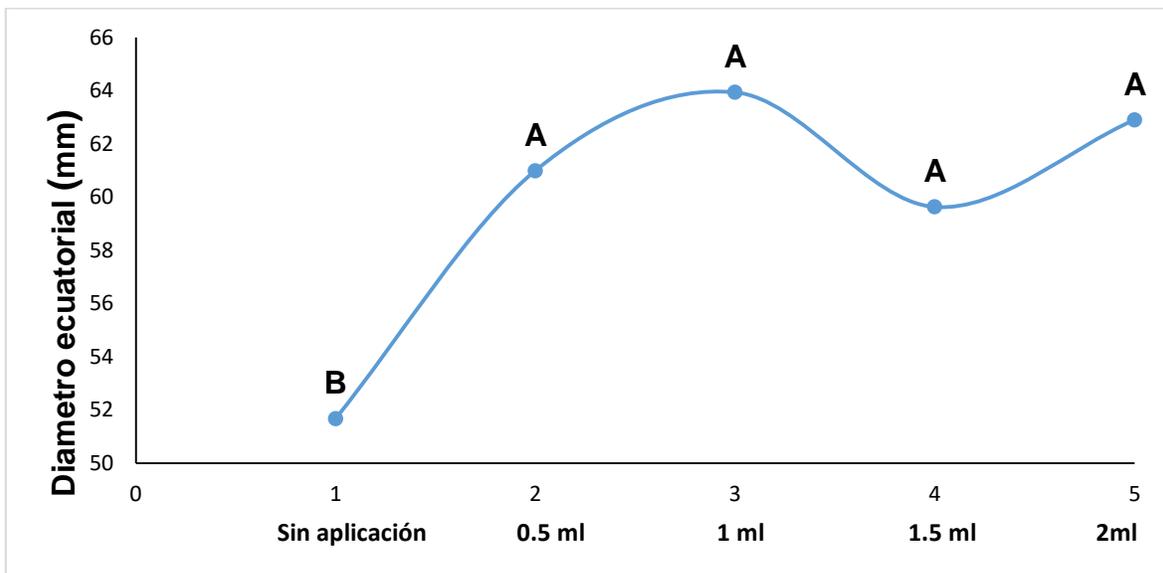
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para la variable diámetro basal, se observa que en la figura 2 sí hay diferencia estadística entre los tratamientos empleados, ya que el tratamiento 3 (1 mL  $L^{-1}$ ) quien obtuvo un valor de 1.15 cm de diámetro en comparación del tratamiento 1 (sin aplicación de guano) quien obtuvo un valor de 0.9 cm de diámetro, siendo este el menor valor obtenido. Vandervivere y Ramírez (2001) evaluaron diferentes fuentes orgánicas empleando sorgo como planta indicadora y encontraron una excelente respuesta en la variable evaluada de diámetro basal con pollinaza, compost. En general este comportamiento a los abonos orgánicos es atribuido a su mayor contenido de nitrógeno y fósforo asimilable.



**Figura 2.** Comportamiento de las medias para la variable diámetro basal, tratados con diferentes concentraciones de guano.

### 4.3. Diámetro Ecuatorial

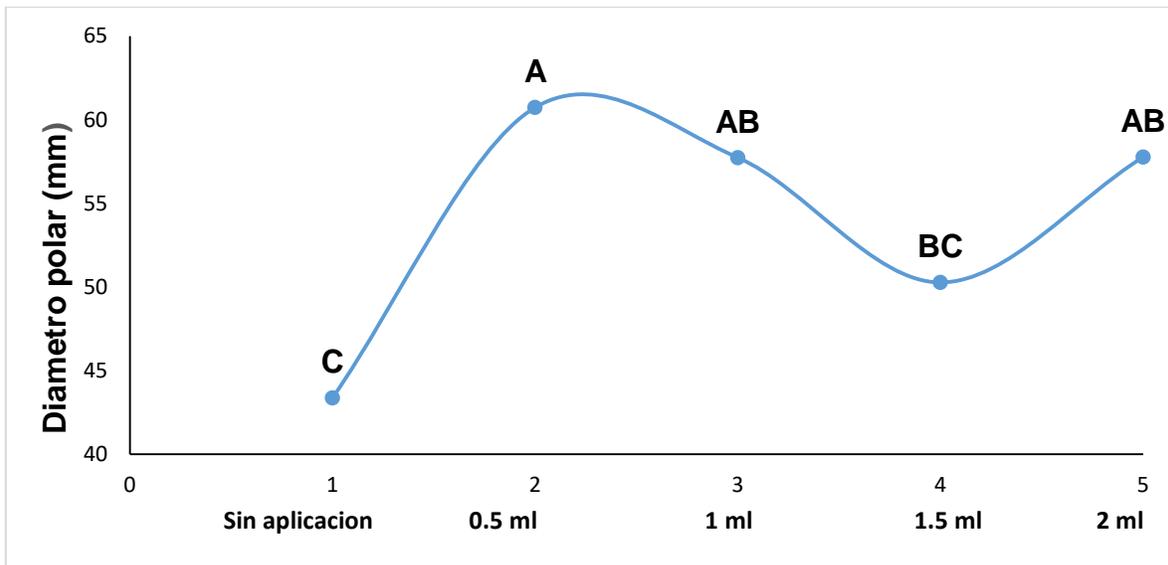
De acuerdo con la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para la variable diámetro ecuatorial, se encontró que los tratamientos 2, 3, 4 y 5, obtuvieron los resultados más altos para esta variable, obteniendo un valor de 60.99 mm, 63.93 mm, 59.62 mm y 62.89 mm respectivamente, superando así al tratamiento 1 testigo (sin aplicación de guano) quien obtuvo un valor de 51.6 mm, siendo este valor más bajo. Con respecto al diámetro ecuatorial, este autor encontró valores de 58 a 61 mm respectivamente en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero utilizando como abonos la vermicomposta y composta, Ochoa *et al.*, (2009). Por su parte Luna *et al.*, (2015) menciona que al aplicar los abonos orgánicos vermicompost, Jacinto de agua y la combinación de 50 % de vermicompost y 50% de agua, se obtienen resultados significativos para esta variable.



**Figura 3.** Comportamiento de las medias para la variable diámetro ecuatorial de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.4. Diámetro polar

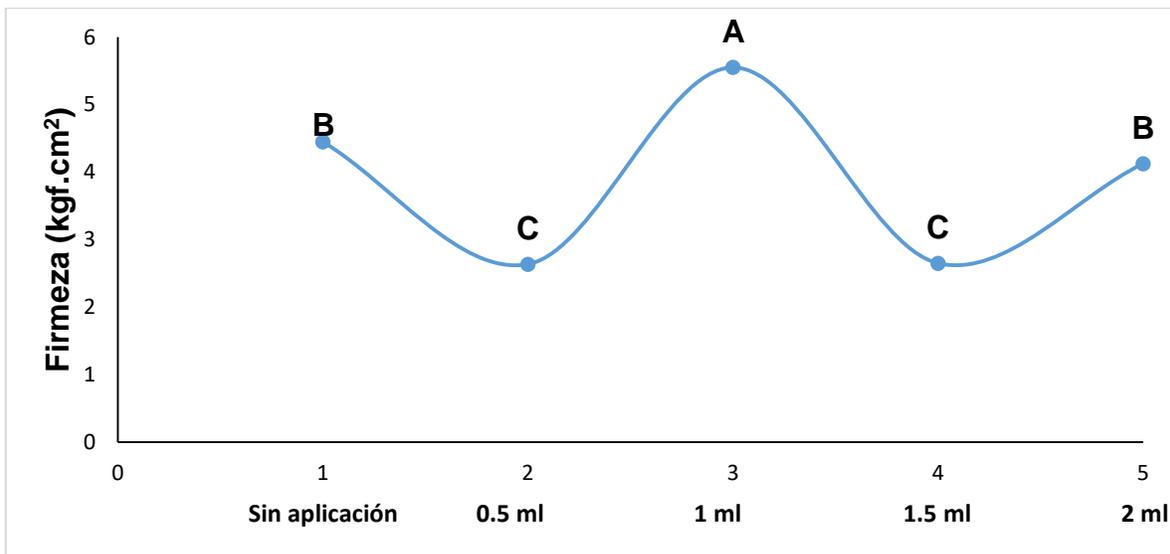
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para diámetro polar, se observa que en la figura 4 sí hay diferencia estadística entre los tratamientos empleados, ya que el tratamiento 2 ( $0.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) fue quien tuvo el mejor resultado, teniendo así un valor de  $60 \text{ mm}$ , en comparación del tratamiento 1 (sin aplicación de guano), el cual obtuvo un valor de  $43.3 \text{ mm}$ , siendo este el menor valor obtenido en la prueba de comparación de medias. Estos resultados se asemejan con Moreno *et al.*, (2012), quien menciona que el diámetro polar promedio en fruto de tomate al usar mezclas de humos de lombriz y arena fue de  $59 \text{ mm}$  únicamente para dos genotipos de tomate (Miramar y Romina).



**Figura 4.** Comportamiento de las medias para la variable diámetro polar de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.5. Firmeza de fruto

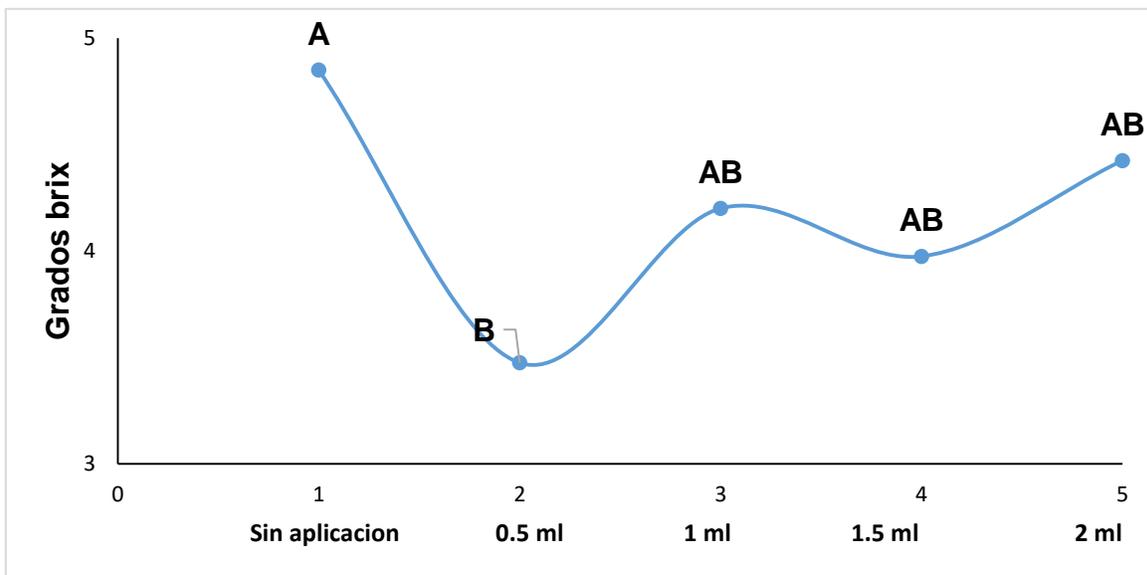
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para firmeza de fruto, esta variable presenta un comportamiento muy errático, por lo cual no se puede atribuir con certeza esta respuesta al producto. La firmeza en primera instancia está asociada al calcio y en segunda instancia al K, ya que el tratamiento 3 (1 mL.L<sup>-1</sup>) fue el mejor, obtenido un valor de 5.5 kgf·cm<sup>-2</sup> en comparación del tratamiento 2 (0.5 mL.L<sup>-1</sup>) quien obtuvo un valor de 2.63 kgf·cm<sup>-2</sup>, siendo este el menor valor obtenido. Teniendo en cuenta que la aplicación de vermicompost están acompañados de un aumento de salinidad del medio radical Illera *et al.*, (2012) y traen consigo un incremento en el espesor y la firmeza de pulpa Botía *et al.*, (2005).



**Figura 5.** Comportamiento de las medias para la variable firmeza de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.6. Grados brix

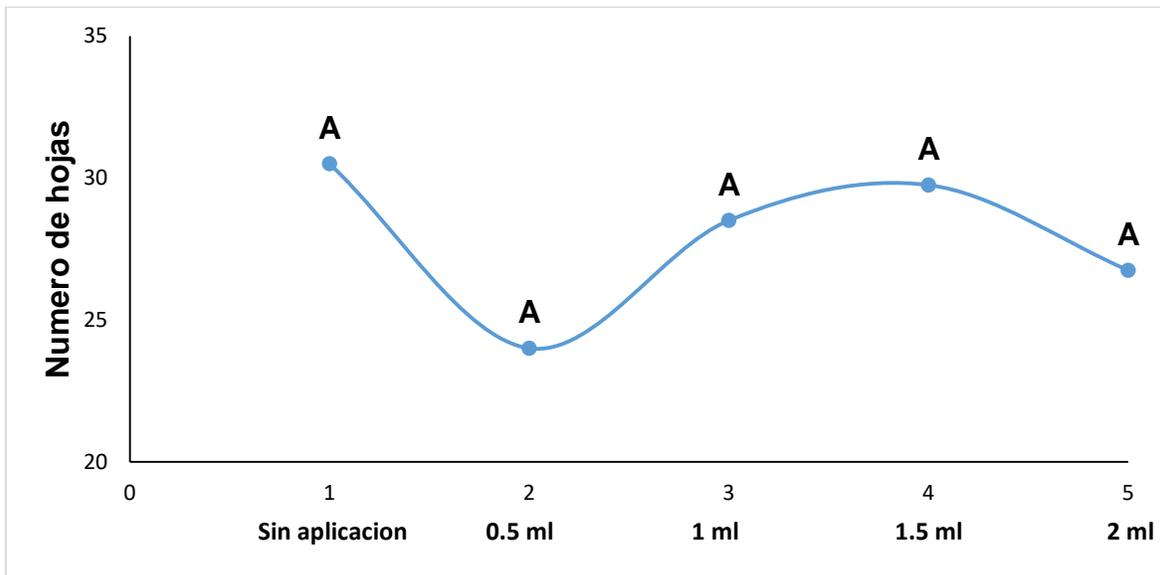
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para grados brix, esta variable presenta un comportamiento muy errático, por lo cual no se puede atribuir con certeza esta respuesta al producto, ya que el tratamiento 1 (sin aplicación de guano) quien supero al resto de los tratamientos, obteniendo un valor de 4.85 °Brix en comparación del tratamiento 2 (0.5 mL.L<sup>-1</sup>) quien obtuvo un valor de 3.47° Brix, siendo éste el menor valor obtenido. Estos resultados se semejan con lo reportado por Gutiérrez *et al.*, (2007), quien menciona que al fertilizar con composta generalmente aumentan los sólidos solubles. Con relación a los grados Brix, Preciado *et al.*, (2011) encontraron valores de 4.4 a 4.6 con el uso de las soluciones nutritivas orgánicas. En consecuencia, se confirma que los tratamientos orgánicos generaron frutos de mejor calidad en cuanto a contenido de sólidos solubles, ya que el valor óptimo, según Diez (2001) para tomate, ya sea para procesado industrial o para consumo en fresco, es de 4.5 °Brix.



**Figura 6.** Comportamiento de las medias para la variable grados brix, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.7. Número de hojas

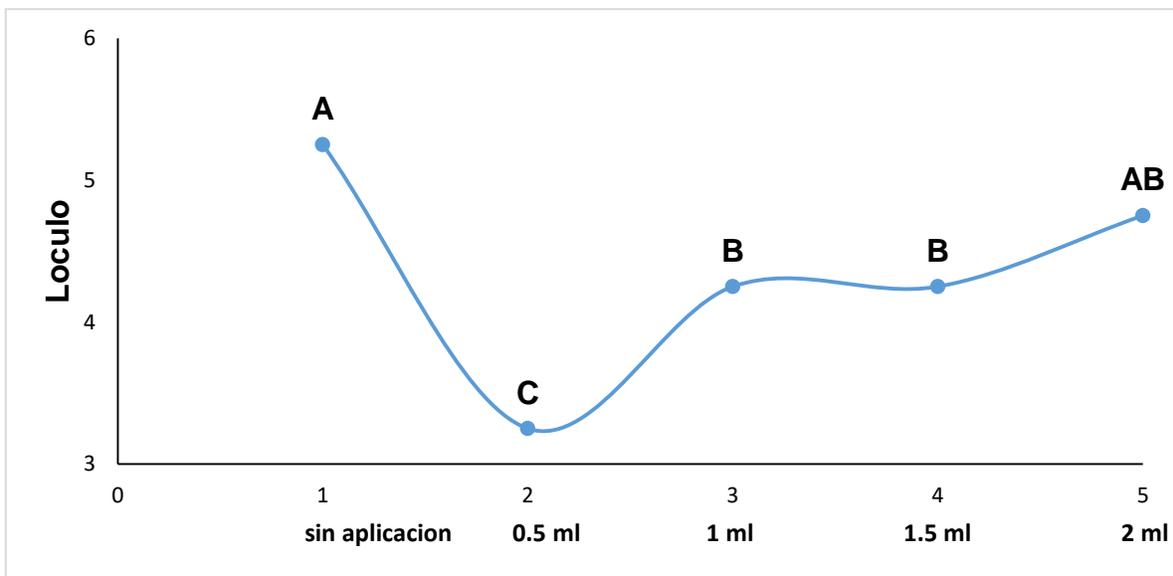
Al realizar la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para número de hojas, la aplicación de guano, no afecto el número de hojas. Esta respuesta es predecible, dado que el número de hojas está más relacionado a la genética, que al estímulo con aplicaciones foliares, el efecto de la aplicaciones sobre las hojas se manifiesta más bien el tamaño de las mismas, superando el tratamiento 1 (sin aplicación de guano) obteniendo un total de 30 hojas por planta siendo mejor que el resto de los tratamientos. Estos resultados difieren con Jaller y Vargas (2001), cuando aplicaron un fertilizante orgánico (Bocashi) a una dosis de 1500 kg. Ha<sup>-1</sup> encontraron que las plantas en promedio emiten 38.6 hojas por planta.



**Figura 7.** Comportamiento de las medias para la variable número de hojas por planta de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.8. Número de lóculos por fruto

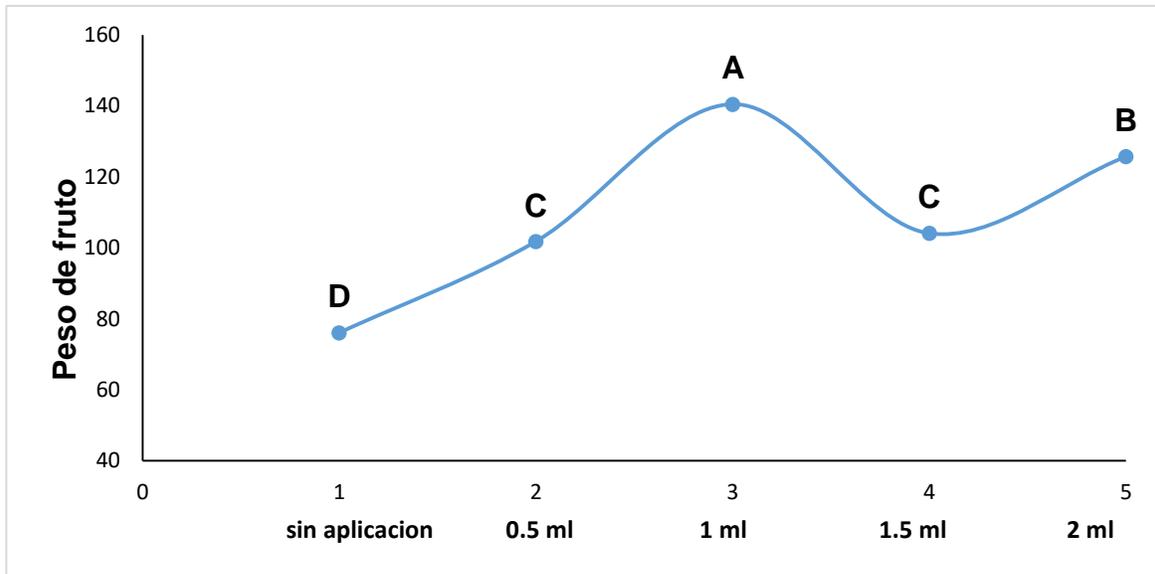
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para número de lóculos, se observa que la aplicación foliar de guano, no afecto el número de lóculos en fruto. Esta respuesta es predecible, dado que el número de lóculos está más relacionado a la genética que al estímulo con aplicaciones foliares. El tratamiento 1 (sin aplicación de guano) supero al resto de los tratamientos, obteniendo un valor de 5.25 lóculos en comparación del tratamiento 5 (2 mL.L<sup>-1</sup>) quien obtuvo un valor de 4.75 lóculos, siendo éste el menor valor obtenido. Estos resultados se asemejan con lo reportado por Moreno *et al.*, (2008) ya que utilizó mezclas de vermicomposta y arena bajo condiciones de invernadero y reportó que para los híbridos André y Adela 5 y 4.1 lóculos por fruto.



**Figura 8.** Comportamiento de las medias para la variable número de lóculos, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### **4.9. Peso de fruto**

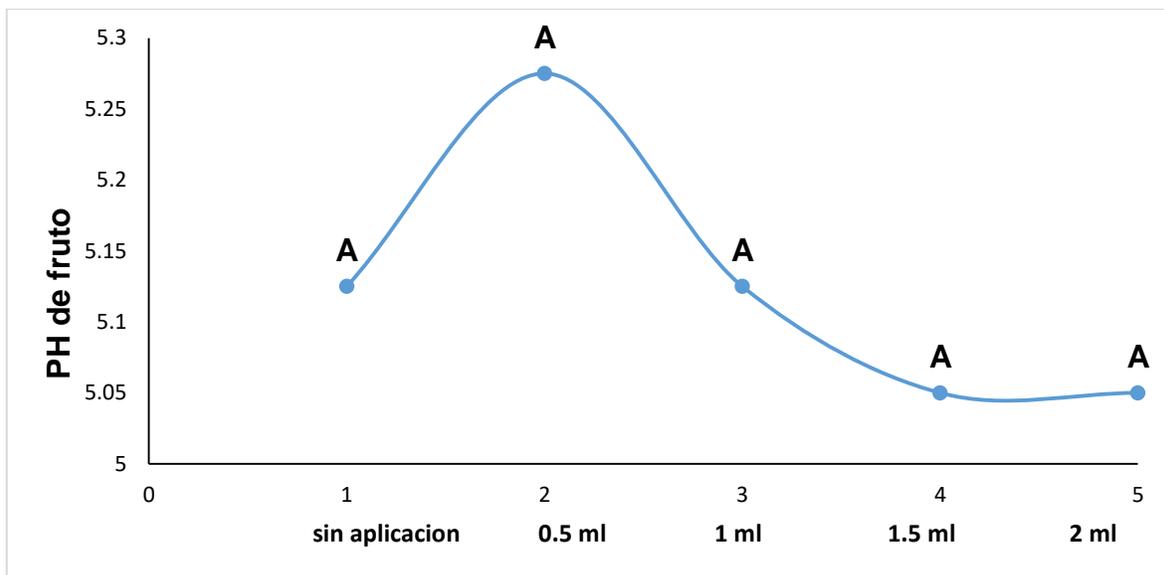
De acuerdo a la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para peso de fruto, se observa que la aplicación foliar de guano aumento el peso de fruto, muy similar a los diámetros del mismo, la explicación puede estar en función del contenido de potasio en el guano. Por lo siguiente; cuando se tiene plantas vigorosas, es decir con hojas grandes y sanas, una aplicación foliar con alto contenido del potasio, estimula el transporte de metabolitos de las hojas a los sitios de demanda, en este caso los frutos. Teniendo así, que el tratamiento 3 ( $1 \text{ mL.L}^{-1}$ ) supero al resto de los tratamientos, obteniendo el mayor valor de peso de fruto de 140.503 g en comparación con el tratamiento testigo T1 (sin aplicación de guano) el cual obtuvo un valor de 70.095 g, siendo éste el menor resultado obtenido. Estos resultados concuerdan con Kuzyakov (2010) quien demostró que los ácidos húmicos son productos orgánicos que ejercen efectos muy positivos sobre el crecimiento, la productividad y el peso de los frutos de tomate, ya que aumentan la disponibilidad de nutrientes, regulan el pH del suelo, aumentan la actividad microbiana, favorece la asimilación y disponibilidad de algunos micro elementos (Cu,Zn, Fe y Mo) y finalmente tiene una influencia estimuladoras sobre los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta de tomate.



**Figura 9.** Comportamiento de las medias para la variable peso de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.10. PH de fruto

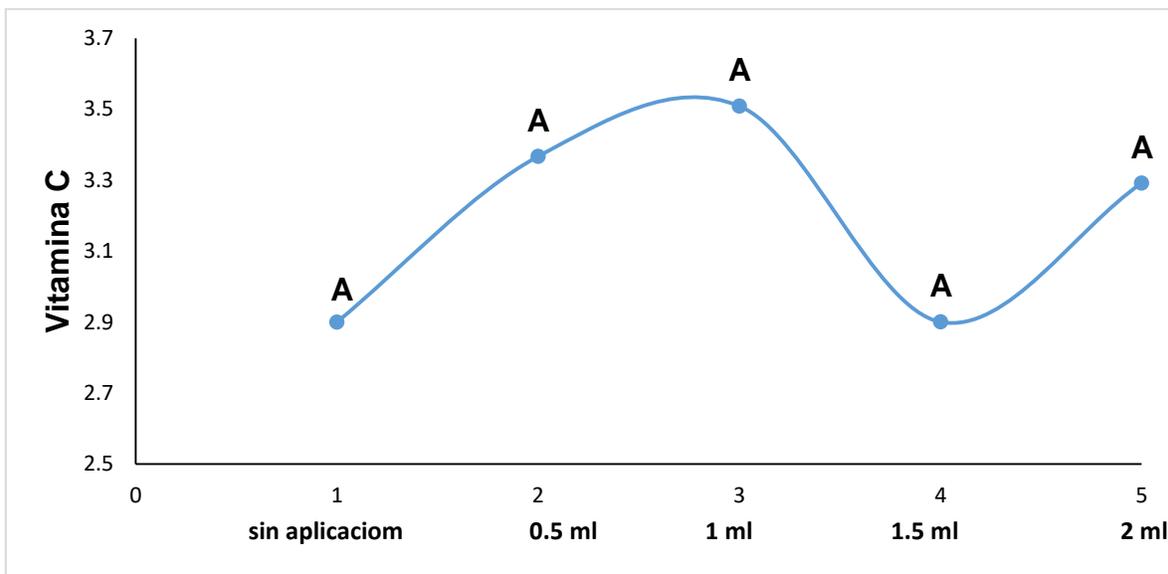
Al realizar la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para pH, se encontró que no hay diferencia estadística entre los tratamientos empleados en este experimento, sin embargo, sí hay diferencia numérica entre ellos, destacando el tratamiento 2 ( $0.5 \text{ mL.L}^{-1}$ ) obteniendo un valor de 5.27 de pH, siendo este el mejor que el resto de los tratamientos. Estos resultados difieren con Hernández y Chailloux (2004), ya que realizaron una investigación con biofertilizantes y bioestimulantes de crecimiento vegetal sobre indicadores de la calidad interna y externa de los frutos de tomate y comprobaron que los biofertilizantes incrementan el pH de los frutos.



**Figura 10.** Comportamiento de las medias para la variable pH de fruto, tratados con diferentes concentraciones de guano.

#### 4.11. Vitamina C

Al realizar la prueba de comparación de medias (LSD  $\alpha = 0.05$ ), para vitamina C, se encontró que no hay diferencia estadística entre los tratamientos empleados en éste experimento, sin embargo, sí hay diferencia numérica entre ellos, destacando el tratamiento 3 ( $1 \text{ mL.L}^{-1}$ ) con una concentración de  $3.5085 \text{ mg}/100\text{g}$  de vitamina C; siendo mejor que el resto de los tratamientos. Estos resultados difieren con Nuez (1995) quien menciona que los niveles de concentración de vitamina C en los frutos de tomate maduro tienen en promedio  $23 \text{ mg} / 100\text{g}$  de vitamina C de fruta, sin embargo los tratamientos en éste experimento no aumentó la concentración de vitamina C, ya que es difícil aumentar el contenido por la elevada influencia que el ambiente tiene en la acumulación en tomate Galiana *et al.*, (2008).



**Figura 11.** Comportamiento de las medias para la variable contenido de vitamina C en frutos de tomate, tratados con diferentes concentraciones de guano expresada en (mg/100g).

## **V. CONCLUSION**

Aplicaciones foliares de guano de murciélago a dosis de  $1 \text{ mL.L}^{-1}$  afecta de manera positiva el rendimiento agronómico y producción de la planta, en tanto que este producto afecta de manera negativa la calidad comercial de los frutos y las diferentes dosis no mostraron efecto estadístico para el caso de la vitamina C y el pH del fruto.

## VI. LITERATURA CITADA

- Anderlini, R. 1976. El cultivo de tomate. 3 Edición. Ed. Mundi-prensa, Madris, España.
- Arcilla, M., J. Valencia, S. Belacazar y J. Morales. 2001. efecto del desmane sobre la calidad y producción del híbrido del tomate FHIA 2. Pp. 446-449.
- Arteaga, M.; N. Garcés; F. Guridi; J.A. Pino; A. López; J.L. Menéndez; O. Cartaya: Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Amalia in production conditions. *Tropical Crops Magazine*3 (27): 95-101, 2006.
- Botía P, Navarro JM, Cerdá A, Martínez V (2005) Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *Eur. J. Agron.* 23: 243-253.
- Canabio. (2015). Descripción Botánica. En Disponible en: <http://www.canabio.gob.mx/malezasdenexico/solanacea/lycopersicom-esculentum/fichas/ficha.htm>. [accesado Agosto.2015].
- Casanova., 2007. Producción protegida de plántulas de tomate. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ministerio de la Agricultura. IIH "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. 138 pp.
- Castellanos J., Z. y P. Vargas T. 2009. Los Sustratos en la Horticultura Protegida. *In: Manual de Producción de Tomate en Invernadero.* J. Z. Castellanos. INTAGRI México. pp. 105-130.

- Castilla-Prados, N.2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In el cultivo del tomate. Ed. F. Nuez. Ediciones Mundi-Prensa cap.6. p p 189-220.
- Catro,J.D., Gómez ,J..G y Rivera, J. G. G. M. (2014). Automatización de un invernadero de plántulas de tomate rojo. Ciencia e Ingeniería. 1(2): 1-20.
- Colombo, M.H., Obregón, R. 2008. Horticultura General. Consideraciones del cultivo del tomate y manejo. INTA- Estación Experimental Agropecuaria “Bella Vista”. Centro Regional Corrientes. Publicación Técnica N° 24. ISSN 1515-9299.
- Diez, N. M. 2001. Tipos varietales. pp. 97-98, 103-113. In: Nuez. (ed.). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España
- Eibner, R. 1986. Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3-13. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Félix, H. J. A., Sañudo T.R.R., Rojo M. G.E., Martínez R.R., Olalde P.V. 2008.Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai.4 (1):57-67
- Fernández, V., y T. Eichert. 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. Critical Reviews in
- Fira. 2010. Panorama Agroalimentario, Tomate rojo. pp. 13-7.

Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.

Galiana Balague, L.; Adaild, A y Nuez F. 2008. Influencia del ambiente en la evaluación del contenido de vitamina C en germoplasma de *Lycopersicon*. Centro de Conservación y Mejora de la Agro diversidad Valenciana (COMAV), Universidad Politécnica de Valencia , p 2.

Geiger, D.R. y J.C. Servaites. 1994. Regulación diurna del metabolismo del carbón fotosintético en plantas c3. Ana. Rev. Planta.fisiología. Planta. Mol. Biol. 45: 235 236.

Gómez, O., Casanova. A., Cardoza, H., Piñero, F., Hernández, JC., Murguido, C., León ., M ., Hernández , A.2010. Guía Técnica para la producción del cultivo del tomate. Editora Agroecológica. Biblioteca ACTAF. II H "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.

Gutiérrez-Miceli, F.A., J. Santiago-Borraz, J.A. Montes-Molina, C. Carlos-Nafate, M. Abud-Archila, M.A. Oliva-Laven, R. Rincón-Rosales y L. Dendooven (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*.

Hernández, M.L., Chailloux, M, 2004. Las micorrizas arbusculares y las rizofericas con alternativa a la nutrición mineral del tomate.*cultivos tropicales*,2 P  
Moreno R., A., Gómez F., P. L., Cano R., P., Martínez, C.V., Carrillo, J L. y

- Howar M. (1998) Hydroponic Food Production. A Definitive Guide-book for the Advanced Home Gardener and the Comercial Hydroponic Grower. Woodbrige. Santa Bárbara, California. 520 p.
- Illera VM, Mosquera ME L, Fabal AL, del Carmen SSM (2012) Acondicionamiento de un compost salino para su uso como sustrato de cultivo. Recursos Rurais. 8: 13-19.
- Jaller, R. y M. Vargas. 2001. Respuesta del cultivo de tomate, aplicado en diferentes dosis en el municipio de San Juan de Urabá-Antioquia. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.
- Jaramillo N. Rodríguez V.P., Guzmán A.M., Zapata A. 2006. CORPOICA centro de investigación La Selva Rio Negro, Antioquia, Colombia Boletín Técnico 21 El Cultivo De Tomate Bajo Invernadero, 11 p.
- Kovacs, G 1986. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. pp. 26-43. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Kuzyakov, 2010. Priming affects: Interactions between Living and dead organicmatter. *Soil Biology and Biochemistry*, 42 p..
- LEÓN G., H. M. 2001. Manual para el Cultivo de Tomate en Invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua. Chihuahua, México. 239 p.

- Luna, R.; Reyes, J.; López, R.; Reyes, M.; Murillo, G.; Samaniego, C.; Espinoza, A.; Ulloa, C.; Travéz, R. 2015. Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L). Centro Agrícola, 42 p.
- Márquez, C. H. 2001 Comportamiento de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en mezclas de vermicomposta y arena bajo condiciones de invernadero. In : memorias de la XV Seman Internacional de Agronomía FAZ-ULED en Gomez Palacio Durango. Septiembre 2004.
- Masaki-Shintani, H. Leblanc, P. Tabora. 2000. Tecnología tradicional adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de Desechos Modernos. EARTH, Guacimo, Limón, Costa Rica. 10 p.
- Mendoza G.L.2008.Manual de lombricultura .Secretaria de Educación Pública .CECYTECH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.39 p.
- Montero, J. I. (2012). Desarrollo de estructuras para invernaderos. Cuadernos de estudios agroalimentarios: (3): 45 p.
- Moreno, R. A.; López, A. F. J.; Figueroa, M. U.; Rodríguez, D. N.; Vásquez, A. J.; Reyes, C. J. L.; Cano, R. P. and Reyes, V. M. H. 2012. Tomato production in sand: vermicompost mixtures compared with sand and nutritive solution. Basic Res. J. Agric. Sci. Rev. 19 p.
- Nuez, F. 1995. El cultivo de tomate. Ediciones Mundi-Prensa Perla A. Gómez; Andrés F.L Camelo. 2002 calidad postcosecha de tomates aklmacenados en atmosferas controlada. Hortic. Bras., v.20, 38 p.

- Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 793 p.
- Nuez, Fernando. 1995. El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa, España, Barcelona: 45-48.
- Ochoa, M.E., M.U. Figueroa, R.P. Cano, R.P. Preciado, R.A. Moreno, D.N. Rodríguez, 2009. Té de Composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Chapingo. Serie Horticultura 15 (3) 245-250. Plant Sciences. 28:36 p
- Preciado R.P., M.F. Hernández, J.L. Hernández, R.E. Puente, J.R. Rivera, L.A. Herrera, M.A. Castruita, V.J. Orozco, 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de jitomate en invernadero. Interciencia. Vol. 36. (9) 689-693.
- Revista Claridades Agropecuarias, Numero 62, Octubre de 2008, Revista Mensual Publicada Por La Dirección General De Operaciones Financieras De ASERCA, 28 p.
- Robles J (1999). Como se cultiva en invernadero. Ed. de. Vecchi. Balmes Barcelona. 189 p. Rodriguez R.R. ., J.M. Tavares R. y J.A. Medina J. 1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 206 p.
- Rodríguez DN, Cano RP, Figueroa VU, Favela CE, Moreno RA, Márquez HC, Ochoa ME, Preciado R (2009) Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana 27: 319-327.

- Rodríguez-Dimas N., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, E.Favela-Chávez, V.P. Álvarez-Reyna, C. Márquez-Hernández, y A. Moreno Resendez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana, Sociedad Mexicana de Fitotecnia, A.C. Chapingo, México. 265-266.
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil. 15: 134-154.
- Torres, E. 2006. A producir: "Producción y comercialización de frijol- Mollepata". Micro corredor socio económico Tayacaja-Huancavelica. FONCODES. Huancayo, Perú.
- UADA, F. (2015). México Tomato Annual, GAIN Report Number MX104410.
- USDA. 2012. United States Department of Agriculture. Natural Resources conservation Services. Clasification.
- Valdez, L., A. 1997. Produccion de hortalizas. Mexico. Ed. Limusa. Tercera edición.
- Vandevivere, P. y C. Ramírez. 1995. Control de la calidad de abonos orgánicos por medio de bioensayos. In: Simposio centroamericano sobre agricultura orgánica. Ed. por J. A. García, J. M. Nájera. UNED, San José. Costa Rica 212 p.
- Vázquez, P.; M. García; M. Navarro; D. García: Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Revista Mexicana de Agro negocios, XIX (36): 1351-1356, 2015.

## VII. APENDICES

**Apéndice 1.** Análisis de varianza para la variable de altura de planta de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr>F
Tratamiento	4	1810.953000	452.738250	5.20	0.0078
Error	15	1304.785000	86.985667		
Total	19	3115.738000			
C.V 12.88028    Media=72.41000					

**Apéndice 2.** Análisis de varianza para la variable de diámetro basal de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	0.12300000	0.03075000	3.77	0.0259
Error	15	0.12250000	.00816667		
Total	19	.24550000			
C.V 8.731363    Media=1.035000					

**Apéndice 3.** Análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	76.6043500	94.1510875	7.11	0.0020
Error	15	198.5255500	13.2350367		
Total	19	575.1299000			
C.V. 6.081068    Media=59.82500					

**Apéndice 4.** Análisis de varianza para la variable de diámetro polar de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	800.938370	200.234592	4.19	0.0178
Error	15	716.142925	47.742862		
Total	19	1517.081295			
C.V. 12.80259      Media= 53.97050					

**Apéndice 5.** Análisis de varianza para la variable firmeza de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	24.94692000	6.23673000	30.57	<.0001
Error	15	3.06020000	0.20401333		
Total	19	28.00712000			
C.V 11.63520      Media=3.882000					

**Apéndice 6.** Análisis de varianza para la variable de cantidad de grados brix por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	4.19300000	1.04825000	2.40	0.0961
Error	15	6.55250000	0.43683333		
Total	19	10.74550000			
C.V. 15.79292      Media= 4.185000					

**Apéndice 7.** Análisis de varianza para la variable de número de hojas de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	108.3000000	27.0750000	0.91	0.4844
Error	15	447.5000000	29.8333333		
Total	19	555.8000000			
C.V 19.57702      Media=27.90000					

**Apéndice 8.** Análisis de varianza para la variable de número de lóculos por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	8.80000000	2.20000000	8.80	0.0007
Error	15	3.75000000	0.25000000		
Total	19	12.55000000			
C.V 11.49425      Media=4.350000					

**Apéndice 9.** Análisis de varianza para la variable de peso de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	9714.72823	2428.68206	72.85	<.0001
Error	15	500.05342	33.33689		
Total	19	10214.78165			
C.V. 5.265265      Media= 109.6585					

**Apéndice 10.** Análisis de varianza para la variable de pH de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr >F
Tratamiento	4	0.13500000	0.03375000	1.01	0.4344
Error	15	0.50250000	0.03350000		
Total	19	0.63750000			
C.V 3.571318      Media= 5.125000					

**Apéndice 11.** Análisis de varianza para la variable de vitamina C de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-valor	Pr > F
Tratamiento	4	1.24412570	0.31103142	0.47	0.7595
Error	15	10.00379525	0.66691968		
Total	19	11.24792095			
C.V 25.57270      Media= 3.193450					

**Apéndice 12.** Comparación de medias para altura de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

Agrupamiento Lsd	Media	Tratamiento
A	83.000	T4
AB	79.175	T3
AB	77.100	T1
BC	65.250	T2
C	57.525	T1

Agrupamiento de las medias para la variable de altura de planta de tomate mediante la comparación de medias por Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 13.** Comparación de medias para diámetro basal de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	1.15	T3
AB	1.075	T2
ABC	1.05	T5
BC	0.975	T4
C	0.925	T1

Agrupamiento de las medias para la variedad de diámetro basal de planta de tomate mediante la comparación de medias por Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 14.** Comparación de medias para diámetro ecuatorial de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	63.935	T3
A	62.898	T5
A	60.990	T2
A	59.628	T4
B	51.675	T1

Agrupamiento de las medias para la variable de diámetro ecuatorial de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 15.** Comparación de medias para diámetro polar de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	60.725	T2
AB	57.758	T5
AB	57.733	T3
BC	50.270	T4
C	43.368	T1

Agrupamiento de las medias para la variable de diámetro polar de fruto de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 16.** Comparación de medias para firmeza de fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	5.5500	T3
B	4.4500	T1
B	4.1250	T5
C	2.6500	T4
C	2.6350	T2

Agrupamiento de las medias para la variable de firmeza de fruto de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 17.** Comparación de medias para grados brix por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	4.8500	T1
AB	4.4250	T5
AB	4.2000	T3
AB	3.9750	T4
B	3.4750	T2

Agrupamiento de las medias para la variable de grados brix por fruto de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 18.** Comparación de medias de número de hojas de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	30.500	T1
A	29.750	T4
A	28.500	T3
A	26.750	T5
A	24.000	T2

Agrupamiento de las medias para la variable de números de hojas de plantas de tomate mediante la comparación de medias por Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 19.** Comparación de medias para número de lóculo de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	5.2500	T1
AB	4.7500	T5
B	4.2500	T4
B	4.2500	T3
C	3.2500	T2

Agrupamiento de las medias para la variable de número de lóculo de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 20.** Comparación de medias para peso de fruto de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	140.503	T3
B	125.748	T5
C	104.113	T4
C	101.835	T2
D	76.095	T1

Agrupamiento de la medias para la variable de peso de fruto de planta de tomate mediante la comparación de medias por Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Apéndice 21.** Comparación de medias para pH de fruto de planta de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento Lsd</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	5.2750	T2
A	5.1250	T1
A	5.1250	T3
A	5.0500	T4
A	5.0500	T5

Agrupamiento de las medias para la variable de pH de fruto de plantas de tomate mediante la comparación de medias de Lsd ( $p \leq 0.05$ ), medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Apéndice 22.** Comparación de medias de vitamina C por fruto de plantas de tomate, tratados con diferentes dosis de guano de murciélago.

<b>Agrupamiento LSD</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamiento</b>
A	3.5085	T4
A	3.3668	T2
A	3.2918	T5
A	2.9003	T3
A	2.9000	T1

Agrupamiento de las medias para la variable de vitamina C por fruto de tomate mediante la comparación de medias por Lsd ( $p \leq 0.05$ ), media con la misma letra no son significativamente diferentes.

## VIII. ANEXOS

Fertilizantes utilizados durante el ciclo del cultivo de tomate.

<b>Fertilizante</b>	<b>Forma de aplicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Día de aplicación</b>	<b>Etapas fenológicas</b>
Nitrato de calcio	Solido	1.062 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Nitrato de potasio	Solido	0.303 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Sulfato de Magnesio	Solido	0.401 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Sulfato de Potasio	Solido	0.261 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Fosfato de potasio monobásico	Solido	0.136 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Azufre	Solido	0.05 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Quelato de Fe	Solido	0.0005 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Sulfato de manganeso hidratado	Solido	0.0028 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Ácido bórico	Solido	0.000217 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Sulfato de zinc	Solido	0.00039 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Sulfato de cobre pentahidratado	Solido	0.00008 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación
Molibdato de sodio	Solido	0.00009 g/L	Lunes, miércoles, viernes	Crecimiento, desarrollo vegetativo y fructificación

Concentraciones de los nutrientes en la solución Steiner.

Nitrógeno	167	ppm
Fosforo	31	ppm
Potasio	277	ppm
Calcio	183	ppm
Magnesio	67	ppm
Azufre	49	ppm
Boro	0.44	ppm
Fierro	3	ppm
Manganeso	1.97	ppm
Zinc	0.11	ppm
Cobre	0.02	ppm

Lixiviado (guano de murciélago)

<b>Elementos</b>		<b>F-2796</b>
PH en extracto		7.6
cond. Eléctrica	mS/cm	29.5
Sodio	meq/L	294.71
Calcio	meq/L	0.07
Magnesio	meq/L	0.22
Cobre	ppm	0.1
Fierro	ppm	0.2
Zinc	ppm	0.01
Manganeso	ppm	0.07
Materia Orgánica	%	1.37
Nitrógeno	%	0.25

